

กรอบอาคารพักอาศัยประเภทอาคารสูงในกรุงเทพฯ กับการใช้
พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ

THE ENVELOPE OF THE HIGH - RISE RESIDENTIAL BUILDING
IN BANGKOK AND THE EFFICIENCY USE OF
AIR - CONDITIONER



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2541

ISBN 974-622-275-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**THE ENVELOPE OF THE HIGH - RISE RESIDENTIAL BUILDING
IN BANGKOK AND THE EFFICIENCY USE OF
AIR - CONDITIONER**

THAWATCHAI CHANSUKSETT

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1998
ISBN 974-622-275-9**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 1998

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

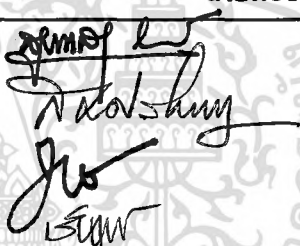
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ กรอบอาคารพักอาศัยประเภทอาคารสูงในกรุงเทพฯ
กับการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ
THE ENVELOPE OF THE HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDING
IN BANGKOK AND THE EFFICIENCY USE OF
AIR-CONDITIONER

ชื่อนักศึกษา นายรัชชัย จันท์สุขเศรษฐ์ รหัสประจำตัว 35625005
หลักสูตร สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.สุภาวดี รัตนมาศ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.สุภาวดี	รัตนมาศ	
ดร.สมชาย	ศรีสมพงษ์	
รศ.กุสุมา	ธรรมธำรง	
อาจารย์ชัยยุทธ	ศรีเผด็จ	

ค่าระดับคะแนนที่ผ่านเป็นเอกฉันท์จากคณะกรรมการสอบ OUTSTANDING
วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 19 สิงหาคม 2541 เวลา 11.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนเขตร้อน

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....1.....เดือน.....สิงหาคม.....พ.ศ.....๒๕๔๑

หมายเหตุ การวัดผลวิทยานิพนธ์ให้ใช้ค่าระดับคะแนนดังนี้

ค่าระดับคะแนน	ผลการศึกษา
O	Outstanding (ดีเยี่ยม)
G	Good (ดี)
P	Pass (ผ่าน)
F	Fail (ไม่ผ่าน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

กรอบอาคารพักอาศัยประเภทอาคารสูงในกรุงเทพฯ
กับการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ

นักศึกษา

นายรัชชัย จันทรสุขเศรษฐ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.สุภาวดี รัตนมาศ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

อ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

หลักสูตร

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

สถาปัตยกรรมเขตร้อน

พ.ศ.

2541

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์จะทำการศึกษาในส่วนขององค์ประกอบต่างๆของกรอบอาคาร ซึ่งในสภาพปัจจุบันการใช้วัสดุในส่วนของกรอบอาคารยังไม่มี ความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเท่าที่ควรทำให้สิ้นเปลืองในการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ โดยทำการศึกษอาคารพักอาศัยประเภทอาคารสูงของการเคหะแห่งชาติเป็นอาคารกรณีศึกษา ซึ่งศึกษาในส่วนของห้องพักอาศัยเท่านั้น

ขั้นตอนการศึกษาและการวิเคราะห์ โดยการศึกษารูปแบบและลักษณะการวางทิศทางของอาคารกรณีศึกษารวมทั้งการวิเคราะห์ในส่วนของกรอบอาคารทั้งหมดและลักษณะของอุปกรณ์บังแดด การใช้โปรแกรมในการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร และการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศในส่วนของห้องพักอาศัยแต่ละประเภท

จากการวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษาพบว่าลักษณะของอุปกรณ์บังแดดที่มีอยู่ไม่มีประสิทธิภาพที่จะป้องกันแสงแดดให้กับอาคาร และวัสดุที่ใช้ก่อผนังที่บคือผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. ทาสีขาว มีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนที่สูงคือ $3.26 \text{ วัตต์ ม.}^{-2} \cdot \text{ซ}^{-1}$ และหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในส่วน of ผนังด้านนอกจะต้องไม่เกิน 45 วัตต์ ม.^{-2} และหลังคาจะต้องไม่เกิน 25 วัตต์ ม.^{-2} ซึ่งจะส่งผลทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่สูงขึ้น ฉะนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และลดค่าภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ในการเลือกใช้วัสดุของกรอบอาคารที่มีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนที่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และพิจารณาถึงอุปกรณ์บังแดดให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดได้ดีโดยการทดสอบ ด้วยโตะแสดงเงา รวมทั้งการเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนสำหรับหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก

ผลจากการตรวจสอบหลังจากการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารในส่วนของการเลือกใช้วัสดุก่อผนังทึบเป็นผนังโพลีโพรไพลีนหนา 10 ซม. ทาสีขาว มีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนที่ต่ำคือ $0.53 \text{ วัตต์ ม.}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{ซ}^{-1}$ ซึ่งสามารถป้องกันความร้อนจากภายนอกอาคารได้ดีกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. ส่วนของผนังกระจกยังคงใช้กระจกใสหนา 6 มม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดและการเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดโดยการใช้อุปกรณ์บังแดดตามแนวนอนในมุมที่ 30° ที่สามารถจะป้องกันแสงแดดในช่วงเวลาที่ไม่ต้องการได้ตลอดทั้งปี และมุมมองจากภายในอาคารสามารถมองเห็นออกไปภายนอกอาคารได้มุมที่ดี รวมทั้งสามารถในการป้องกันฝนและการมองเห็นจากภายนอกอาคารทำให้เกิดการเป็นสัดส่วนได้ดีขึ้น วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์บังแดดตามแนวนอนเป็นอลูมิเนียมเคลือบสีขาว และในส่วนของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กปรับปรุงโดยการเสริมวัสดุฉนวนกันความร้อนใต้หลังคาโดยใช้วัสดุฉนวนใยแก้วหนา 25 มม. มีอลูมิเนียมฟอยล์ ทำให้สามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ได้พร้อมทั้งสามารถลดค่าภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศลงได้ ทำให้ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศลดลงได้ถึง 53.43 กิโลวัตต์ต่อปี

เมื่อพิจารณาถึงการลงทุนในการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารของอาคารกรณีศึกษาจะมีการลงทุนที่ต่ำกว่า และการออกแบบของกรอบอาคารใหม่ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้ดี ซึ่งนับได้ว่าเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Thesis Title	The envelope of the high-rise residential building in bangkok and the efficiency use of air-conditioner
Student	Mr. Thawatchai Chansuksett
Thesis Advisor	Asst. Prof. Suphawadee Ratanamart
Thesis Co-advisor	Mr. Chaoyoot Sripadet
Degree	Master of Architecture in Tropical Architecture
Year	1998

ABSTRACT

Nowadays the material that is used in designing for the building envelope is not suitable for the climatic conditions of Thailand which results in high electrical energy spending by using the air-conditioner. The purpose of this thesis is to study various types of the building envelope that can help to reduce the internal heat gain and to save the electrical expenses. The residential units in the high-rise residential building of National Housing Authority are used as a case study.

The steps in studying have begun with the consideration of the orientation of the building, the material that is used for the building envelope, analyzing the building envelope and the shading device. Then calculate the overall thermal transfer value(OTTV), the roof thermal transfer value(RTTV) of the building envelope and the cooling load value of the air-conditioner in each type of living units.

It is found that the existing shading devices are not efficient enough to protect the heat from the sun. The thickness of 10 cm. brick wall which was painted white has the coefficient of high thermal transmittance about $3.26 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. The material that was used for the roof was concrete slab. So the overall thermal transfer value of the wall and the roof are over the standard value of the Conservation Energy Law which it should not be over 45 W/m^2 and 25 W/m^2 respectively. Result in the electrical energy consumption of air-conditioning is increased. In order to reduce the OTTV and RTTV of the building envelope to standard value of the Conservation Energy Law, and to reduce the cooling load value, it is necessary to select the material that is used for the building envelope which has low coefficient of the heat transmission. Selecting the efficient shading

device by testing the design during the different times of the day to measure the efficiency, and select the good thermal insulation for the concrete roof slab.

The results after improving the design of the building by using the thickness of 10 cm. polystyrene wall which is painted white, it can protect the heat from outside the building when the coefficient of high thermal transmittance is $0.53 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, which is a low value, better than using 10 cm. brick wall itself. The horizontal type of shading device is selected to use and the angle of louvered parallel screen is 30° that it can protect the sun light throughout the year. It can make a good visibility from the inside building and it also acts as a rain shade. The material that is used for louvered parallel screen is aluminium which is coated with white color. The installation of the 25 mm. glass wool with aluminium foil beneath the roof surface of the concrete roof slab can reduce the overall thermal transfer value of the building envelop to a normal standard value, and also reduce the cooling value of air-conditioner. From these reasons, the electrical energy of air conditioning consumption will be saved about 53.43 kW/year.

The cost of the new design of the building envelope is lower than the cost of the original designing and the new designing can save the electrical energy of the air-conditioning consumption. Thus, the electrical energy will be saved and can be utilized effectively.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาโดยตลอดจาก ผศ. สุภาวดี รัตนมาศ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ อ. ชัยยุทธ ศรีเผด็จ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร. สมชาย ศรีสมพงษ์ หัวหน้าภาควิชาสถาปัตยกรรม และ รศ. กุสุมา ธรรมธำรง ที่ให้คำปรึกษาและแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของการเคหะแห่งชาติทุกๆ ท่านที่ได้กรุณาอนุเคราะห์ให้ข้อมูลของอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงในกรุงเทพฯ ที่นำมาเป็นอาคารกรณีศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ๆ ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาและให้กำลังใจต่อผู้วิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณสมพร เศรษฐโชติก และเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ พร้อมทั้งช่วยตรวจและแก้ไขในข้อบกพร่องอื่นๆ ที่ผิดพลาด จนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธวัชชัย จันท์สุขเศรษฐ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 สมมติฐาน.....	6
1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....	6
1.4 ประโยชน์ที่พึงได้จากการศึกษา.....	7
1.5 ขอบเขตของการศึกษา.....	7
1.6 แนวทางการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์.....	8
บทที่ 2 วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 สภาพทางภูมิอากาศของกรุงเทพฯ.....	9
2.2 ความต้องการภาวะความสบายสำหรับผู้อยู่อาศัยภายในอาคาร.....	11
2.3 มาตรฐานภาวะความสบาย.....	12
2.4 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร.....	17
2.5 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร.....	21
2.6 โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร.....	25
2.7 กฎหมายการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.....	26
บทที่ 3 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของอาคารกรณีศึกษา.....	27
3.1 ลักษณะทั่วไปทางสถาปัตยกรรมของอาคาร.....	27
3.2 แบบทางสถาปัตยกรรมของอาคาร.....	31
3.3 รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของกรอบอาคาร.....	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลของอาคารกรณีศึกษา.....	57
4.1 การวิเคราะห์ลักษณะของกรอบอาคารและประสิทธิภาพการบังแดด ของกรอบอาคารกรณีศึกษา.....	57
4.2 การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร.....	92
4.3 การวิเคราะห์ภาระความเย็น.....	96
4.4 สรุปผลการวิเคราะห์.....	119
บทที่ 5 การออกแบบของกรอบอาคารจากผลการวิเคราะห์.....	120
5.1 แนวทางในการออกแบบของกรอบอาคาร.....	120
5.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV).....	171
5.3 แนวทางในการออกแบบของกรอบอาคารในส่วนที่เป็นหลังคา.....	178
5.4 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV).....	182
5.5 การคำนวณค่าภาระความเย็นของห้องพักอาศัย.....	183
5.6 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย และค่าก่อสร้างของกรอบอาคาร.....	189
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	195
บรรณานุกรม.....	199
ภาคผนวก.....	201
ภาคผนวก ก.....	202
ภาคผนวก ข.....	207
ภาคผนวก ค.....	251
ประวัติผู้เขียน.....	256

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงปริมาณและสัดส่วน.....	3
1.2 แสดงความสำคัญของการใช้ไฟฟ้าในธุรกิจและที่พักอาศัยในแง่สังคม.....	3
1.3 แสดงความสำคัญของการใช้ไฟฟ้าในธุรกิจและที่พักอาศัยในแง่สิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ.....	4
2.1 แสดงค่าสถิติภูมิอากาศในเขตกรุงเทพฯในช่วง พ.ศ. 2494 - 2537.....	10
2.2 แสดง Wet Bulb Temperature Data & Effective Temperature Data.....	15
2.3 แสดงระยะช่วงสภาวะความสบาย(Comfort Zone Range).....	15
2.4 แสดง Effective Temperature Sheet.....	16
2.5 แสดงอุณหภูมิตามชั่วโมงต่างๆของเดือน.....	16
3.1 แสดงลักษณะโครงการจัดสร้างอาคารชุดพักอาศัย.....	28
3.2 แสดงการใช้ที่ดินในโครงการ.....	29
3.3 แสดงขนาดและจำนวนหน่วยอาคารในโครงการ.....	29
3.4 แสดงรายละเอียดพื้นที่ก่อสร้างในโครงการ.....	30
4.1 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w ของเสาคอนกรีต.....	58
4.2 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w ของคานคอนกรีต.....	59
4.3 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w ของผนังก่ออิฐ.....	60
4.4 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_f ของกระจกใส.....	61
4.5 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_f ของหลังคาคอนกรีต.....	62
4.6 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง NE1, NE1'.....	69
4.7 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง SW1, SW1'.....	70
4.8 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง NE2, NE2'.....	72
4.9 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง SW2, SW2'.....	73
4.10 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตูเข้าภายในอาคารทาง NE3, NE3'.....	75
4.11 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตูเข้าภายในอาคารทาง SW3, SW3'.....	76
4.12 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง NE4, NE4'.....	78
4.13 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง SW4, SW4'.....	79
4.14 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง SE1, SE1'.....	83
4.15 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง NW1, NW1'.....	85
4.16 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตูเข้าภายในอาคารทาง SE2.....	86

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.17 แสดงช่วงเวลาแสงแดดส่องผ่านประตูเข้าภายในอาคารทาง NW2.....	86
4.18 แสดงช่วงเวลาแสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง SE3, SE3'.....	88
4.19 แสดงช่วงเวลาแสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าภายในอาคารทาง NW3, NW3'.....	89
4.20 แสดงผลสรุปประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดของอาคาร.....	90
4.21 แสดงตารางสรุปพื้นที่ผนังของกรอบอาคาร.....	91
4.22 แสดงตารางสรุปพื้นที่หลังคาของกรอบอาคาร.....	92
4.23 แสดงการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ของอาคารกรณีศึกษา.....	93
4.24 แสดงผลสรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร.....	94
4.25 แสดงการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา (RTTV).....	95
4.26 แสดงพฤติกรรมในกรอบรั้วกับพื้นที่ใช้สอยในช่วงวันทำงาน(จันทร์-ศุกร์).....	96
4.27 แสดงพฤติกรรมในกรอบรั้วกับพื้นที่ใช้สอยในช่วงวันหยุด(เสาร์-อาทิตย์).....	97
4.28 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(NW,SW)..	102
4.29 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1 (NW,SW)..	103
4.30 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (NE).....	104
4.31 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(NW,NE)..	105
4.32 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1 (SW,NW)..	106
4.33 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (SW).....	107
4.34 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(SW,SE)..	108
4.35 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1 (SW,SE)....	109
4.36 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (SW).....	110
4.37 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(SE,NE)....	111
4.38 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1 (SE,NE)....	112
4.39 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (NE).....	113
4.40 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(NE).....	114
4.41 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1 (NE).....	115
4.42 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(SW).....	116
4.43 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1 (SW).....	117
4.44 แสดงผลสรุปค่าภาระความเย็นรวมของห้องพักอาศัยแต่ละประเภท.....	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.1 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w ของผนังก่ออิฐโปรง.....	123
5.2 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w ของผนังก่อคอนกรีตบล็อก.....	124
5.3 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w ของผนังคอนกรีตมวลเบา.....	126
5.4 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w ของผนังเซลโลกรีต.....	127
5.5 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w ของผนังโพลีสไตรีน.....	128
5.6 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุก่อผนัง.....	129
5.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติชนิด และประเภทของกระจก.....	131
5.8 แสดงการวิเคราะห์ของอุปกรณ์บังแดด.....	135
5.9 แสดงการวิเคราะห์การใช้มุมมองของอุปกรณ์บังแดด ทางแนวนอนทางทิศ NE,NW.....	138
5.10 แสดงการวิเคราะห์การใช้มุมมองของอุปกรณ์บังแดด ทางแนวนอนทางทิศ SE,SW.....	140
5.11 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ประกอบเป็นแผงกันแดด.....	143
5.12 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดไม่สามารถส่องผ่านเข้าไปภายในอาคารทางทิศ NE.....	146
5.13 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านเข้าไปภายในอาคารทางทิศ NW.....	148
5.14 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดไม่สามารถส่องผ่านเข้าไปภายในอาคารทางทิศ SE.....	150
5.15 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านเข้าไปภายในอาคารทางทิศ SW.....	152
5.16 แสดงตารางสรุปพื้นที่ผนังของกรอบอาคารที่ออกแบบปรับปรุง.....	172
5.17 แสดงรายการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV) ในกรณีที่ 1.....	172
5.18 แสดงผลสรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารภายหลังการปรับปรุง ในกรณีที่ 1.....	174
5.19 แสดงรายการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV) ในกรณีที่ 2.....	175
5.20 แสดงผลสรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารภายหลังการปรับปรุง ในกรณีที่ 2.....	177
5.21 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_r ของหลังคาคอนกรีตภายหลังการปรับปรุง...	181
5.22 แสดงตารางสรุปพื้นที่หลังคาของกรอบอาคารที่ออกแบบปรับปรุง.....	182

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.23 แสดงรายการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ภายหลังการปรับปรุง.....	182
5.24 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(NW,SW)..	184
5.25 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1(NW,NE).....	185
5.26 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (NE).....	186
5.27 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(SW).....	187
5.28 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1(SW).....	188
5.29 แสดงผลสรุปการเปรียบเทียบค่าภาระความเย็นรวมของห้องพักอาศัย.....	189
5.30 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย และค่าก่อสร้างของกรอบอาคาร.....	190
5.31 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย และค่าก่อสร้างของกรอบอาคาร.....	194



สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงแผนภูมิสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร.....	4
1.2 แสดงแผนภูมิสัดส่วนของภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ.....	5
2.1 แสดงลักษณะการเดินทางของดวงอาทิตย์ที่กรุงเทพฯ.....	11
2.2 แสดงส่วนประกอบของผนังอาคาร.....	22
3.1 แสดงสภาพที่ตั้งโครงการ.....	27
3.2 แสดงผังบริเวณ.....	32
3.3 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นล่าง.....	33
3.4 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นที่ 2-4.....	34
3.5 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นที่ 5.....	35
3.6 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นที่ 6.....	36
3.7 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นดาดฟ้าและหลังคาลานจอดรถ.....	37
3.8 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นที่ 7-26.....	38
3.9 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นดาดฟ้า.....	39
3.10 แสดงรูปด้านทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ.....	40
3.11 แสดงรูปด้านทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทางทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	41
3.12 แสดงรูปด้านทางทิศตะวันออกเฉียงใต้.....	42
3.13 แสดงรูปตัด A-A.....	43
3.14 แสดงรูปตัด B-B.....	44
3.15 แสดงแบบขยายแปลนพื้นที่ชั้นที่ 7-26.....	45
3.16 แสดงแบบขยายแปลนห้องพักอาศัยประเภท 2 BEDROOMS.....	46
3.17 แสดงแบบขยายแปลนห้องพักอาศัยประเภท 1 BEDROOM.....	47
3.18 แสดงลักษณะโครงสร้างของเสาคอนกรีต, คานคอนกรีตและผนังก่ออิฐ.....	48
3.19 แสดงรูปด้านผนังกระจกและหน้าต่าง (W1,W2).....	49
3.20 แสดงรูปด้านผนังกระจกและหน้าต่าง (W1',W2').....	49
3.21 แสดงรูปด้านประตู (D1), ผนังกระจกและหน้าต่าง (W4,W5).....	50
3.22 แสดงรูปด้านประตู (D1), ผนังกระจกและหน้าต่าง (W4',W5').....	51
3.23 แสดงรูปด้านประตู (D2) และหน้าต่าง (W3).....	52
3.24 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนของประตู (D1).....	52
3.25 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งของประตู (D2,D3).....	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.26 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งของประตู (D2',D3')...	53
3.27 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งของ ผนังกระจกและหน้าต่าง (W1,W4,W5').....	54
3.28 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งของ ผนังกระจกและหน้าต่าง (W1',W4',W5).....	54
3.29 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งของหน้าต่าง (W2).....	55
3.30 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งของหน้าต่าง (W2').....	55
3.31 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งของหน้าต่าง (W3).....	55
3.32 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งของหน้าต่าง (W3').....	56
3.33 แสดงลักษณะโครงสร้างของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก.....	56
4.1 แสดงลักษณะการวางทิศทางของอาคาร.....	57
4.2 แสดงลักษณะโครงสร้างของเสาคอนกรีต.....	58
4.3 แสดงลักษณะโครงสร้างของคานคอนกรีต.....	59
4.4 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังก่ออิฐฉาบปูน.....	60
4.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของกระจกใส.....	61
4.6 แสดงลักษณะโครงสร้างของหลังคาคอนกรีต.....	62
4.7 แสดง Solar Chart ที่เส้นรุ้ง 14° N (กรุงเทพฯ).....	64
4.8 แสดง Shadow-Angle Protractor.....	64
4.9 แสดงตำแหน่งและทิศทางของอุปกรณ์บังแดด.....	65
4.10 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ NE.....	66
4.11 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ SW.....	67
4.12 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE1,SW1.....	68
4.13 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE1',SW1'.....	68
4.14 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NE1,NE1'.....	69
4.15 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SW1,SW1'.....	70
4.16 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE2,SW2.....	71
4.17 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE2',SW2'.....	71
4.18 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NE2,NE2'.....	72
4.19 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SW2,SW2'.....	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE3,SW3.....	74
4.21 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE3',SW3'.....	74
4.22 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NE3,NE3'.....	75
4.23 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SW3,SW3'.....	76
4.24 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE4,SW4.....	77
4.25 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE4',SW4'.....	77
4.26 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NE4,NE4'.....	78
4.27 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SW4,SW4'.....	79
4.28 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ SE.....	80
4.29 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ NW.....	81
4.30 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE1,NW1.....	82
4.31 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE1',NW1'.....	82
4.32 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SE1,SE1'.....	83
4.33 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NW1,NW1'.....	84
4.34 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE2,NW2.....	85
4.35 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SE2,NW2.....	85
4.36 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE3,NW3.....	87
4.37 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE3',NW3'.....	87
4.38 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SE3,SE3'.....	88
4.39 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NW3,NW3'.....	89
4.40 แสดงชนิดของภาระความเย็นที่เกี่ยวข้องกับประเภทที่พักอาศัย.....	98
4.41 แสดงตำแหน่งและทิศทางของห้องพักอาศัยที่ใช้คำนวณหาค่าภาระความเย็น.....	101
5.1 แสดงลักษณะ และรูปร่างของวัสดุที่นำมาทำการวิเคราะห์.....	121
5.2 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังก่ออิฐโปรง.....	123
5.3 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังก่อคอนกรีตบดอัด.....	124
5.4 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังก่อคอนกรีตมวลเบา.....	125
5.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังเซลล์โลกริต.....	126
5.6 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังโพลีสไตรีน.....	127
5.7 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดด.....	133

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.8 แสดงมุมของดวงอาทิตย์ระหว่างเวลา 8.00 น.- 16.00 น.....	134
5.9 แสดงลักษณะการใช้อุปกรณ์บังแดดทางนอน.....	136
5.10 แสดงลักษณะการใช้อุปกรณ์บังแดดทางตั้ง.....	137
5.11 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ NE.....	145
5.12 แสดง SHADING MASK ของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE.....	146
5.13 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ NW.....	147
5.14 แสดง SHADING MASK ของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW.....	148
5.15 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ SE.....	149
5.16 แสดง SHADING MASK ของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE.....	150
5.17 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ SW.....	151
5.18 แสดง SHADING MASK ของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SW.....	152
5.19 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 มิถุนายน เวลา8.00 น.....	153
5.20 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE 22 มิถุนายน เวลา8.00 น.....	153
5.21 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE 22 มิถุนายน เวลา8.00 น.....	154
5.22 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE และทางทิศ SE 22 มิถุนายน เวลา8.00 น.....	154
5.23 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 มิถุนายน เวลา10.00 น.....	155
5.24 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE 22 มิถุนายน เวลา10.00 น.....	155
5.25 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE 22 มิถุนายน เวลา10.00 น.....	156
5.26 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE และทางทิศ SE 22 มิถุนายน เวลา10.00 น.....	156
5.27 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 มิถุนายน เวลา16.00 น.....	157
5.28 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW 22 มิถุนายน เวลา16.00 น.....	157
5.29 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SW 22 มิถุนายน เวลา16.00 น.....	158
5.30 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW และทางทิศ SW 22 มิถุนายน เวลา16.00 น.....	158
5.31 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 ธันวาคม เวลา8.00 น.....	159
5.32 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE 22 ธันวาคม เวลา8.00 น.....	159
5.33 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE 22 ธันวาคม เวลา8.00 น.....	160

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.34 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE และทางทิศ SE 22 ธันวาคม เวลา 8.00 น.....	160
5.35 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 ธันวาคม เวลา 10.00 น.....	161
5.36 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE 22 ธันวาคม เวลา 10.00 น....	161
5.37 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SW 22 ธันวาคม เวลา 10.00 น...	162
5.38 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE และทางทิศ SW 22 ธันวาคม เวลา 10.00 น.....	162
5.39 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 ธันวาคม เวลา 16.00 น.....	163
5.40 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW 22 ธันวาคม เวลา 16.00 น...	163
5.41 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SW 22 ธันวาคม เวลา 16.00 น...	164
5.42 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW และทางทิศ SW 22 ธันวาคม เวลา 16.00 น.....	164
5.43 แสดงรูปด้านทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ.....	165
5.44 แสดงรูปด้านทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	166
5.45 แสดงรูปด้านทางทิศตะวันออกเฉียงใต้.....	167
5.46 แสดงลักษณะการติดตั้งผนังโพลีสไตรีน.....	168
5.47 แสดงรูปตัดขยายลักษณะการติดตั้งผนังโพลีสไตรีนกับพื้น ค.ส.ล.....	168
5.48 แสดงรูปขยายลักษณะการยึดระหว่างตัวยึดผนังกับผนังโพลีสไตรีน.....	169
5.49 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างผนังโพลีสไตรีนกับผนังโพลีสไตรีน.....	169
5.50 แสดงรูปแปลนลักษณะการยึดติดตั้งผนังโพลีสไตรีนในกรณีที่ทำมุมฉากกัน.....	169
5.51 แสดงลักษณะโครงสร้างในการเจาะช่องประตูในผนังโพลีสไตรีน.....	170
5.52 แสดงลักษณะโครงสร้างในการเจาะช่องหน้าต่างในผนังโพลีสไตรีน.....	170
5.53 แสดงลักษณะโครงสร้างของอุปกรณ์บังแดด.....	171
5.54 แสดงลักษณะการติดตั้งวัสดุฉนวนกันความร้อนของหลัง ค.ส.ล.....	180

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตที่ผ่านมาบ้านเมืองของไทยได้มีการเปลี่ยนแปลง และพัฒนามาเป็นลำดับ บ้านเรือนที่อยู่อาศัยมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอารยธรรม และวัฒนธรรมจากตะวันตกที่เข้ามาสู่ประเทศไทย ซึ่งในสภาพปัจจุบันเมื่อความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยและประชากรที่เพิ่มมากขึ้น การก่อสร้างอาคารพักอาศัยในทางตั้ง กลายเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับระบบเศรษฐกิจของเมืองใหญ่ๆ และเมื่อระบบทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมีความเจริญยิ่งขึ้นทำให้ราคาของที่ดินมีราคาที่แพงขึ้น การก่อสร้างอาคารสูงจึงมุ่งหวังที่จะใช้เนื้อที่ภายในอาคารให้มากที่สุดโดยส่วนมากจะไม่ค่อยคำนึงถึงส่วนที่ยื่นของอาคาร หรือชายคาที่ยื่นออกไปจากผนังภายนอกของอาคาร ซึ่งจะมีผลทำให้ผนังภายนอกโดยรอบของอาคารได้รับแสงแดดที่ร้อนจัดเป็นส่วนใหญ่

อย่างไรก็ตามยังมีอาคารสูงส่วนมาก ในส่วนที่เป็นผนังทึบของอาคารยังคงก่อสร้างด้วยการเลือกใช้วัสดุ เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูนซึ่งเป็นที่นิยมยอมรับของเจ้าของอาคาร และผู้ใช้อาคารซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นแบบฉบับ หรือแบบแผนของการใช้วัสดุในการก่อสร้าง ถึงแม้ว่ารูปแบบของผนังก่ออิฐที่นำมาใช้ก่อสร้างผนังสำหรับอาคารในปัจจุบันจะมีข้อดีในแง่ของราคาค่าก่อสร้างที่ค่อนข้างถูก มีความคงทนต่อน้ำ ความชื้น และได้รับความนิยมเชื่อถือสำหรับคนทั่วไปว่าเป็นมาตรฐานแบบอย่างที่ดีสำหรับการก่อสร้าง แต่ผนังก่ออิฐก็มีข้อด้อยในแง่ที่เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมากทำให้สิ้นเปลืองโครงสร้างอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของการเสริมสร้างสภาวะความสบายภายในอาคารแล้ว ผนังก่ออิฐกลับทำให้สภาพภายในอาคารร้อนระอุเกือบตลอดทั้งวัน กล่าวคือผนังที่มีมวลสารหนาแน่นก็จะมีค่าหน่วงเหนี่ยวเวลา (Time Lag) ที่มาก โดยเฉพาะผนังก่ออิฐจะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารขึ้นสูงสุด หลังจากอุณหภูมิอากาศภายนอกขึ้นสูงสุดแล้วประมาณ 2-3 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความหนาของผนังก่ออิฐและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารจะลดลงแล้วจนไม่ร้อนก็ตามจะทำให้ผู้ใช้ภายในอาคารพบกับสภาพภายในที่ร้อนระอุกว่าอากาศภายนอกตลอดช่วงที่ใช้อาคารนั้นแสดงให้เห็นว่าอาคารหลังนั้นไม่ได้ปรับสภาพแวดล้อมภายในให้ดีน่าอยู่กว่าสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารเลย

รูปแบบของการพัฒนาที่อยู่อาศัยในปัจจุบันนั้นเป็นที่ประจักษ์แล้วว่าการก่อสร้างอาคารโดยการเลือกใช้วัสดุ เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นที่นิยมทำกันอยู่อย่างแพร่หลายไปทั่วประเทศ ซึ่งในอนาคตก็จะดำเนินไปสู่หนทางดังกล่าวมากยิ่งขึ้นในขณะเดียวกันปัญหาทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติก็ทำให้มีแนวโน้มที่อุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นเกินขีดสภาวะความสบาย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหันไปพึ่งเครื่องปรับอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในสภาวะความสบาย ซึ่งความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศในประเทศไทยมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นในทุกๆปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมืองที่มีความเจริญสูงอย่างเช่นในกรุงเทพฯที่มีการก่อสร้างอาคารเพิ่มมากขึ้น และปัญหาดังกล่าวยังส่งผลกระทบต่อความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย โดยมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเรื่อยๆทุกปีโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้ามีความจำเป็นต้องถูกเร่งรัดให้สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้กระแสไฟฟ้า รัฐจึงต้องมีการระดมเงินจำนวนมหาศาลนั้นๆมาก่อสร้างโรงผลิตพลังงานไฟฟ้าแทนที่จะไปพัฒนาประเทศชาติทางด้านอื่นๆให้เจริญยิ่งขึ้นไปก็ไม่ได้ นอกเหนือจากนั้นปัญหาทางด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมก็ติดตามมาควบคู่กับการสร้างโรงผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วย

สถานการณ์พลังงานในปัจจุบัน และการบริโภคพลังงานในอาคารจากเศรษฐกิจของประเทศไทยในช่วงแผนพัฒนา ฯ ฉบับที่ 6 ขยายตัวสูงมากด้วยอัตราเฉลี่ย 10.5% ต่อปี ทำให้ความต้องการไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นมากปีละ 14 - 15% ติดต่อกัน กล่าวคือ ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 4,180 เมกะวัตต์ในปี 2529 เป็นกว่า 8,000 เมกะวัตต์ในปี 2534

จากการประมาณการไว้ว่าความต้องการไฟฟ้าในช่วงแผนพัฒนา ฯ ฉบับที่ 7 จะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปี 10.06 เมกะวัตต์หรือเฉลี่ยประมาณ 10.2% ต่อปี คือเพิ่มขึ้นเป็น 13,075 เมกะวัตต์ในปี 2539

ในปี 2534 มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุด 8,045 เมกะวัตต์ และใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 42,062 ล้านหน่วยโดยใช้ไปในภาคต่าง ๆ ดังนี้

ภาคอุตสาหกรรม	46.7%
ภาคธุรกิจ	25.4%
ภาคที่อยู่อาศัย	21.1%
อื่น ๆ	6.8%

คาดว่าในปี 2549 การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจะเพิ่มขึ้นเป็น 25,515 เมกะวัตต์ และการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคต่าง ๆ รวมทั้งสิ้นจะสูงถึง 144,433 ล้านหน่วยโดยแยกตามภาคผู้ใช้ไฟฟ้าได้ดังนี้

ภาคอุตสาหกรรม	46.5%
ภาคธุรกิจ	27.5%
ภาคที่อยู่อาศัย	21.5%
อื่น ๆ	4.5%

ที่มา : บทความ “ภาพรวมสถานการณ์พลังงานในปัจจุบัน และการบริโภคพลังงานในอาคารโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ DMS” วิโรจน์ นพคุณ, การไฟฟ้าผลิตแห่งประเทศไทย, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเภทที่พักอาศัย จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของที่พักอาศัยในกรุงเทพฯ รวมทั้งสิ้น 3,390 ล้านกิโลวัตต์-ชม. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนดูในกรุงเทพฯการใช้พลังงานไฟฟ้าเกือบจะครึ่งหนึ่งของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั่วประเทศ (ดูตารางที่ 1.1) และการใช้พลังงานไฟฟ้าของที่พักอาศัยในเมืองใหญ่ 1 ครอบครัว จะใช้พลังงานไฟฟ้า 5,000 กิโลวัตต์ - ชม. ปี⁻¹ เทียบเท่ากับการใช้พลังงานไฟฟ้าในหมู่บ้านชนบทเท่ากับ 20 หลัการเรือน (ดูตารางที่ 1.2)

ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณและสัดส่วนในการใช้พลังงานไฟฟ้า

ประเภท	กรุงเทพฯ		ทั่วประเทศ	
	ธุรกิจ	ที่พักอาศัย	ธุรกิจ	ที่พักอาศัย
ประมาณ (ล้านกิโลวัตต์ - ชม.)	7,120	3,390	11,170	8,080
คิดเป็น % ของทุกสาขาเศรษฐกิจ	39	19	30	21
อัตราการเติบโต %	15	12	14	18.8

จะเห็นได้ว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคธุรกิจ และที่พักอาศัยสูงมากมีอัตราการเติบโตรวดเร็ว

ตารางที่ 1.2 แสดงความสำคัญของการใช้ไฟฟ้าในธุรกิจและที่พักอาศัยในแง่สังคม

ประเภท	การใช้ไฟฟ้า กิโลวัตต์ - ชม. ปี ⁻¹	เทียบเท่ากับการใช้ไฟฟ้าใน หมู่บ้าน (ชนบท)
อาคารสำนักงานขนาด 20,000 ตรม.	4,800,000	200 หมู่บ้าน
โรงแรม ขนาด 400 ห้อง	7,800,000	270 หมู่บ้าน
โรงพยาบาล ขนาด 200 เตียง	5,000,000	200 หมู่บ้าน
บ้านในเมืองใหญ่ ครอบครัวเล็ก	5,000	20 หลัการเรือน

ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,
โครงการศึกษาเพื่อจัดทำมาตรฐานและหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

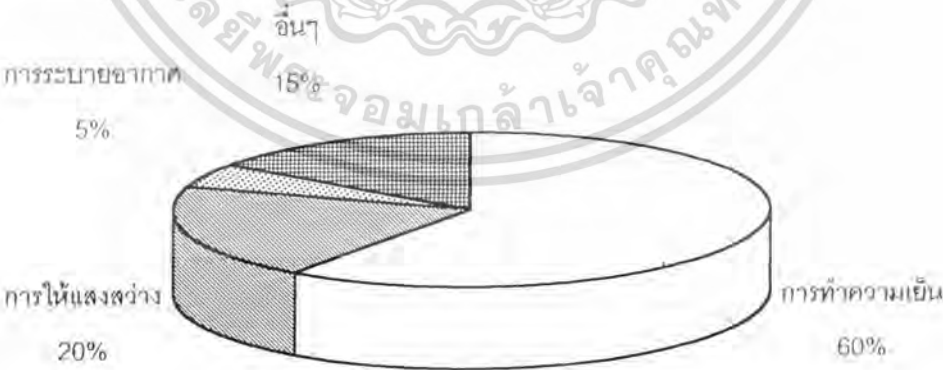
ตารางที่ 1.3 แสดงความสำคัญของการใช้ไฟฟ้าในธุรกิจและที่พักอาศัยในแง่สิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ

การใช้ไฟฟ้าในกรุงเทพฯ	เทียบเท่า
ธุรกิจ	20 เชื้อนปากมูล หรือ 6 โรงไฟฟ้าน้ำมันเตา หรือ ลิกไนท์ ขนาด 300 MW
บ้านอยู่อาศัย	10 เชื้อนปากมูล หรือ 3 โรงไฟฟ้าน้ำมันเตา หรือ ลิกไนท์ ขนาด 300 MW

ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,
โครงการศึกษาเพื่อจัดทำมาตรฐานและหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

จากตารางแสดงให้เห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในกรุงเทพฯทั้งในภาคธุรกิจและที่
อยู่อาศัยมีการใช้ไฟฟ้าที่สูงมาก ซึ่งเมื่อเทียบเท่าเชื้อนปากมูล 1 เชื้อน ที่มีกำลังการผลิต 136
MW ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 300 ล้าน kWh/ปี และโรงผลิตไฟฟ้าน้ำมันเตา 1 โรง ขนาด 300
MW ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 2,500 ล้าน kWh/ปี ใช้น้ำมันเตา 870 ล้านลิตร/ปี คิดเป็นเงิน
2,800 ล้านบาท

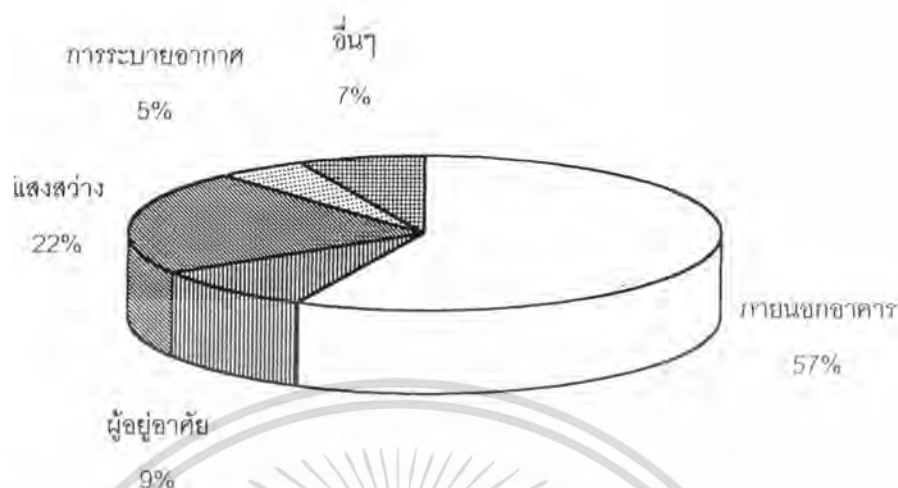
รูปที่ 1.1 แสดงแผนภูมิสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร



จากรูปที่ 1.1 แสดงให้เห็นได้ว่าการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารมีการใช้ที่สูงในส่วนของการทำความเย็นในระบบปรับอากาศถึง 60% รองลงมาเป็นการใช้ไฟฟ้าในด้านแสงสว่าง 20% นอกนั้นจะเป็นการใช้ไฟฟ้าในองค์ประกอบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.2 แสดงแผนภูมิสัดส่วนของภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศภายในอาคาร



ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, โครงการศึกษาเพื่อจัดทำมาตรฐานและหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

จากรูปที่ 1.2 แสดงให้เห็นได้ว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการใช้ไฟฟ้าที่สูงในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศภายในอาคาร สาเหตุส่วนใหญ่จะมาจากภายนอกอาคารถึง 57% โดยขึ้นอยู่กับ การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารโดยผ่านทางผนังด้านนอกอาคาร นอกนั้นจะเป็นส่วนขององค์ประกอบต่างๆภายในอาคารที่ทำให้เกิดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ

จากที่ได้กล่าวมาพอสรุปถึงปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 2 ประเด็นใหญ่ ๆ คือ

ปัญหาทางด้านพลังงาน

1. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร เป็นส่วนหนึ่งของความต้องการของทุก ๆ ครัวเรือน เกี่ยวกับทางด้านการใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งสามารถจะลดปริมาณการใช้ลงได้หากมีการคิด การแก้ปัญหาตั้งแต่ต้น

2. การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารพักอาศัยในประเทศสูงขึ้นมาก รัฐบาลจึงมีนโยบาย การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ โดยให้มีผลในด้านรูปธรรมโดย เร็วและต่อเนื่อง ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้ในด้านการประหยัดค่าไฟฟ้าและเป็นผลต่อ ประเทศในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรพลังงาน

3. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้มีการบังคับใช้กับอาคารที่มีการ ขอใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือใช้ไฟฟ้าและพลังงานสิ้นเปลืองรวมกันเทียบเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป จะต้องเป็นอาคารที่ควบคุมที่กำหนดให้มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารที่มีการปรับอากาศดังนี้คือ

3.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาจะต้องมีค่าไม่เกิน 25 วัตต์/ม.²

3.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศจะต้องมีค่าไม่เกิน 45 วัตต์/ม.²

จากปัญหาดังกล่าวหากได้มีการพิจารณาและวิเคราะห์ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า ภายในอาคารอย่างละเอียดก็สามารถทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางด้านการปรับอากาศที่เกิดขึ้นในกรุงเทพฯ ได้ตลอดทั้งปี รวมทั้งการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ด้วย

ปัญหาทางด้านสถาปัตยกรรม

รูปลักษณะและความงามของสถาปัตยกรรม ตามรสนิยมของเจ้าของอาคารรวมทั้งผู้ออกแบบ โดยมีได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับวัสดุที่นำมาใช้กับอาคารว่าจะมีผลกระทบได้อย่างไร ซึ่งทำให้การออกแบบไม่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น

1.2 สมมติฐาน

ความสำคัญที่มีบทบาทต่อขบวนการออกแบบของกรอบอาคารพักอาศัยก็คือ จะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่นับวันจะมีบทบาทมากขึ้นต่อการตัดสินใจในการออกแบบ และการเลือกใช้วัสดุในการทำผนังของอาคาร ที่จะทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดสภาวะความสบายและสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในด้านการปรับอากาศ ซึ่งรูปแบบของผนังสามารถนำไปใช้ได้กับการก่อสร้าง

1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการดำเนินงานเพื่อศึกษาถึงการเลือกใช้วัสดุของกรอบอาคารพักอาศัยที่เหมาะสม ที่จะนำมาใช้ในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยโดยพิจารณาทั้งในด้านความสามารถในการลดภาระความร้อนภายในอาคารและการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในด้านการปรับอากาศ และความเป็นไปได้ในการลงทุน

1.3.1. ศึกษาคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุที่มีใช้ในประเทศไทย

1.3.2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการเลือกใช้วัสดุผนังที่มีความสามารถในการลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาวะความร้อนและการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศ ในการใช้งานจริงโดยเปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนในแง่การป้องกันความร้อนและการประหยัดงบประมาณในส่วนของการปรับอากาศที่ลดลง

1.3.3. ศึกษาวิเคราะห์หาแนวทางในการเลือกใช้วัสดุผนังที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย

1.4 ประโยชน์ที่พึงได้จากการศึกษา

1.4.1. เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประกอบกับการออกแบบอาคารพักอาศัยที่ทำให้เกิดสภาวะความสบาย และสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในด้านการปรับอากาศในอาคาร

1.4.2. เพื่อการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานจะต้องมีคุณสมบัติในการก่อสร้าง ได้แก่ มีน้ำหนักที่เบา หาได้ง่าย ราคาประหยัด และค่าบำรุงรักษาที่ต่ำ

1.4.3. เพื่อเป็นการสนับสนุนให้ผู้ออกแบบอาคารพักอาศัยในกรุงเทพมหานครหันกลับมาศึกษาและดำเนินการด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับการปรับอากาศอย่างถูกวิธี โดยเฉพาะในด้านการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในประเทศไทย

1.4.4. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการก่อสร้างในอนาคต และเป็นแนวทางต่อผู้ที่มีความสนใจที่จะนำไปศึกษาค้นคว้าต่อไป

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

1.5.1. เนื่องจากอาคารพักอาศัยมีมากมายหลายรูปแบบ และพื้นที่ใช้สอยที่แตกต่างกันการศึกษาวเคราะห์จะขอเอาอาคารพักอาศัยของการเคหะแห่งชาติมาเป็นกรณีศึกษา เพราะว่าการเคหะแห่งชาติเป็นองค์กรหนึ่งของรัฐที่ได้จัดสร้างที่อยู่อาศัยประเภทอาคารชุดให้แก่ประชาชนไว้ทั่วประเทศ ซึ่งในปัจจุบันได้มีนโยบายของรัฐที่จะให้มีการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารทั้งในหน่วยงานของรัฐและภาคเอกชน ฉะนั้นหน่วยงานของรัฐควรจะเป็นตัวริเริ่มในการอนุรักษ์พลังงานในอาคารให้เป็นตัวอย่างที่ดีเสียก่อนที่จะให้ภาคเอกชนได้ตระหนักถึงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารให้ดียิ่งขึ้น

1.5.2. ศึกษาอาคารพักอาศัยประเภทอาคารสูงของการเคหะแห่งชาติในกรุงเทพฯ โดยศึกษาถึงการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารที่เข้าสู่ภายในอาคารและการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะทำการศึกษาเฉพาะในส่วนที่พักอาศัยเท่านั้น

1.5.3. ศึกษาและวิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุของผนังภายนอกอาคารรวมทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประตู หน้าต่าง และการบังแดด โดยจะเน้นในเรื่องของการถ่ายเทความร้อนที่จะเข้ามาภายในอาคารและการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศด้วยการคำนวณ และการทดสอบ

1.5.4. การวิจัยจะเป็นการออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพในส่วนของการออกแบบอาคารพักอาศัยที่ทำให้ได้มาตรฐานสภาวะความสบายภายในอาคารและมาตรฐานของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้

1.5.5. เปรียบเทียบถึงงบประมาณค่าใช้จ่ายและการก่อสร้างของกรอบอาคารแบบที่นำเสนอ กับการก่อสร้างของกรอบอาคารแบบเดิม

1.6 แนวทางการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์

1.6.1. ทำการรวบรวม และศึกษาข้อมูล แนวคิด ทฤษฎี หลักเกณฑ์ต่างๆ และปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบอาคารพักอาศัย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้พลังงานทางธรรมชาติ และสร้างมาตรฐานสภาวะความสบายให้เกิดขึ้นภายในอาคาร

1.6.2. ทำการศึกษาถึงรายละเอียดการใช้วัสดุของกรอบอาคารพักอาศัยที่นำมาศึกษา (Case Study) โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม ระบบการก่อสร้าง รวมทั้งการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร(OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

1.6.3. ทำการวิเคราะห์รูปแบบ และลักษณะทางสถาปัตยกรรมของกรอบอาคารที่ส่งผลกระทบโดยตรงของห้องพักอาศัย โดยการคำนวณหาค่าภาระความเย็นเพื่อการปรับอากาศ (Cooling Load) ภายในอาคาร

1.6.4. ทำการออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารโดยการนำผลการวิเคราะห์ในเบื้องต้นมาเป็นแนวทางในการออกแบบให้มีคุณภาพในการลดปริมาณความร้อนเข้าภายในอาคาร และสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ โดยการคำนวณในด้านการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร และการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา รวมทั้งภาระความเย็นเพื่อการปรับอากาศภายในอาคาร

1.6.5. นำผลการออกแบบมาวิเคราะห์ถึงการลงทุนและผลคุ้มค่า โดยการเปรียบเทียบถึงค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างของกรอบอาคารที่เสนอ กับการอบอาคารแบบเดิม

1.6.6. สรุปผลการออกแบบและเสนอแนะแนวทางในการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารเพื่อลดปริมาณความร้อน และการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศภายในอาคาร

บทที่ 2

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 สภาพทางภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ที่ตำแหน่งละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก สภาพทางภูมิอากาศแบบร้อนชื้น*(Hot Humid) ตามลักษณะทางภูมิอากาศ ได้แบ่งฤดูกาลต่าง ๆ ออกเป็น 3 ฤดู คือ

2.1.1. ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ในระยะนี้ลมฝ่ายใต้จะพัดปกคลุมกรุงเทพมหานครดวงอาทิตย์จะโคจรจากซีกโลกใต้ขึ้นไปทางซีกโลกเหนือ เป็นช่วงเวลาที่ผิวโลกเอียงเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะกรุงเทพมหานครประมาณวันที่ 27 เมษายน ดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงศีรษะพอดีในเวลาเที่ยงวัน แสงอาทิตย์ส่องตั้งฉากกับพื้นดินทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่ ซึ่งทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป อุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27.4°ซ - 29.3°ซ

2.1.2. ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึง กลางเดือนตุลาคม เมื่อลมมรสุมฝ่ายใต้และตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมกรุงเทพมหานคร และร่องความกดอากาศต่ำเลื่อนขึ้นมาพาดผ่านทำให้มีฝนตกทั่วไป ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยตลอดปีมีค่าประมาณ 1,500 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 78% อุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27.5°ซ - 28.7°ซ

2.1.3. ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือน กุมภาพันธ์ เมื่อลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้าสู่กรุงเทพมหานคร มีระยะเวลาประมาณ 4 เดือน อากาศหนาวมีระยะเวลาสั้น ๆ และไม่สู้จะหนาวเย็นมากนัก อากาศจะค่อนข้างหนาวมากอยู่ในช่วงปลายเดือนธันวาคม ต่อกับต้นเดือนมกราคม อุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25.9°ซ - 26.8°ซ

* ภูมิอากาศแบบร้อนชื้น(Hot Humid) คือ บริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 18 °ซ และมีฝนตกชุกมาก ฝนตกแต่ละปีมากกว่าจำนวนน้ำระเหยต่อปี อัตราของน้ำฝนตลอดปีมากกว่า 784.4 นิ้ว มีความชื้นสูงมาก ความชื้นสัมพัทธ์ 55-100% มีความแตกต่างในฤดูกาลน้อย

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าสถิติภูมิอากาศของกรุงเทพฯในช่วงปี พ.ศ. 2494 - 2537

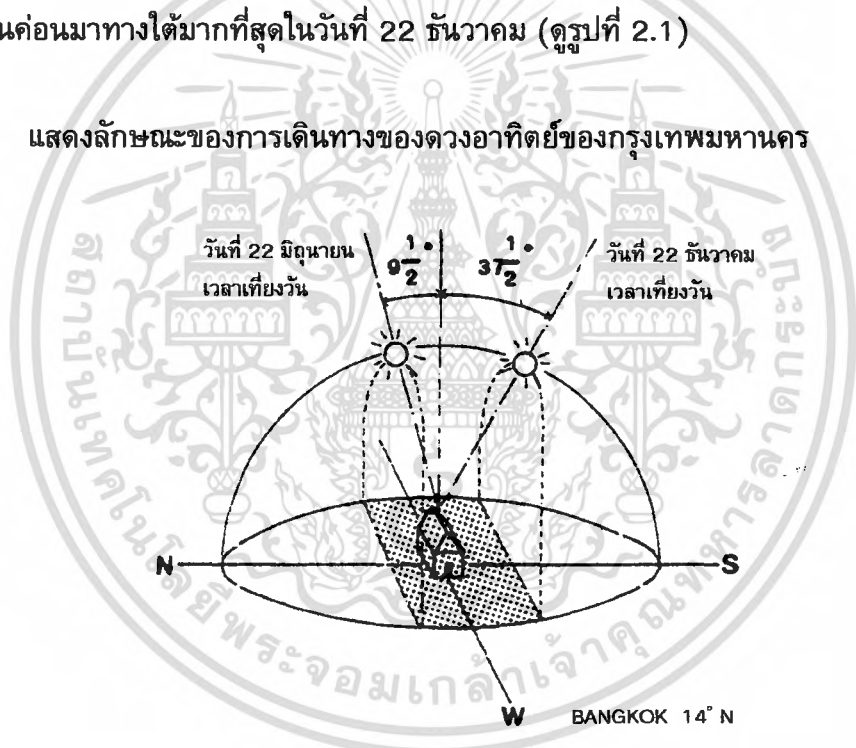
Station BANGKOK METROPOLIS									Elevation of station above MSL			2	Meters
Index station 48455									Height of barometer above MSL			20	Meters
Latitude 13 44 N									Height of thermometer above ground			1.25	Meters
Longitude 100 34 E									Height of wind vane above ground			33.10	Meters
									Height of raingauge			1.00	Meters
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Temperature (Celsius)													
Mean	25.9	27.4	28.7	29.8	29.3	28.7	28.3	28.0	27.7	27.5	26.8	25.5	27.8
Mean max.	32.0	32.8	33.8	35.0	34.2	33.1	32.7	32.4	32.1	31.8	31.5	31.2	32.7
Mean min.	20.9	23.2	24.8	26.0	25.6	25.3	25.0	24.8	24.5	24.3	23.0	20.7	24.0
Ext. max.	35.7	37.0	39.8	40.0	39.5	37.7	37.8	37.0	36.0	35.3	35.1	35.2	40.0
Ext. min.	9.9	14.9	15.7	19.9	21.1	21.7	21.9	21.2	21.3	18.3	14.2	10.5	9.9
Relative Humidity (%)													
Mean	72	75	75	75	78	78	78	79	82	82	76	72	77
Mean max.	90	92	91	90	92	91	91	92	95	94	92	89	92
Mean min.	49	53	55	55	60	62	63	63	65	65	58	52	58
Ext. min.	26	17	17	23	30	38	40	43	45	36	32	29	17
Wind (Knots)													
Mean wind speed	2.7	4.2	5.1	4.6	3.7	3.9	3.6	3.7	2.7	2.4	2.5	2.5	-
Prevalling wind	NE	S	S	S	S	SW	SW	SW	SW	NE	NE	NE	-
Max. wind speed	31	37	48	56	42	43	43	45	44	42	45	31	56
Rainfall (mm.)													
Mean	8.5	24.8	29.1	65.6	202.6	152.3	168.1	205.7	342.2	250.9	45.7	7.6	1503.1
Mean rainy day	1.6	2.6	3.2	5.9	15.6	16.4	17.8	20.3	21.3	17.1	5.9	1.2	128.9
Daily maximum	39.3	73.0	88.4	133.5	248.6	167.3	108.8	97.8	156.7	143.9	116.6	32.0	248.6

จากกรมอุตุนิยมวิทยา(ตารางที่ 2.1) ได้เก็บสถิติภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครในคาบ 43 ปี (พ.ศ. 2494-2537) ณ สถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร ซึ่งพอจะสรุปสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครได้ดังนี้

- อุณหภูมิโดยเฉลี่ยทั้งปีมีค่าประมาณ 27.8°C โดยมีอุณหภูมิต่ำสุด 24°C และอุณหภูมิสูงสุด 32.7°C
- ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยทั้งปีมีค่าประมาณ 77% โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 58% และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 92%
- ความเร็วลมโดยเฉลี่ยอยู่ในระหว่าง 2.4 นอต ถึง 5.1 นอต

ตำแหน่งทิศทางการเดินของดวงอาทิตย์ ณ กรุงเทพมหานคร จะขึ้นมาทางทิศตะวันออกก่อนไปทางเหนือมากที่สุด ในวันที่ 22 มิถุนายน ต่อจากนั้นจะค่อย ๆ กลับลงทางใต้ จนกระทั่งขึ้นก่อนมาทางใต้มากที่สุดในวันที่ 22 ธันวาคม (ดูรูปที่ 2.1)

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของการเดินทางของดวงอาทิตย์ของกรุงเทพมหานคร



2.2 ความต้องการภาวะความสบายสำหรับผู้อยู่อาศัยในอาคาร

สภาพอากาศมีผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งทางด้านกายภาพและทางด้านความรู้สึก ดังนั้นสภาพอากาศจึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาถึงภาวะความสบายสำหรับผู้อยู่อาศัยร่างกายของมนุษย์จะรู้สึกถึงภาวะความสบายจะประกอบไปด้วยอุณหภูมิของอากาศ ความชื้น ความเร็วลม และความร้อนจากดวงอาทิตย์

2.2.1 อุณหภูมิของอากาศ(Temperature) โดยที่ความร้อนเป็นสิ่งที่ถ่ายเทไปมาได้ ดังนั้นถ้าอุณหภูมิของอากาศรอบๆกายต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกายแล้ว ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนไปสู่อากาศ แต่ถ้าอุณหภูมิของอากาศรอบๆกายสูงกว่าอุณหภูมิของร่างกายแล้ว ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนจากตัวคนสู่อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนไปสู่อากาศโดยรอบเป็นผลให้มีความรู้สึกความเย็นสบาย ยิ่งอุณหภูมิของอากาศที่แวดล้อมอยู่ลดลงเท่าใดร่างกายก็จะรู้สึกเย็นลงเท่านั้น

2.2.2 ความชื้น(Humidity) ความร้อนส่วนหนึ่งของร่างกายถูกใช้ระเหยน้ำออกมาเป็นเหงื่อทางผิวหนัง แต่ร่างกายจะระบายน้ำออกมาได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศโดยรอบ ถ้าความชื้นในอากาศต่ำร่างกายจะระเหยน้ำออกมาได้มากจะรู้สึกเย็นสบายลง ในทางตรงกันข้ามถ้าความชื้นในอากาศสูงร่างกายจะระเหยน้ำออกมาได้น้อยหรือไม่ได้เลย จะรู้สึกร้อนและเหนียวตัว

2.2.3 ความเร็วลม(Wind) เป็นปัจจัยสำคัญยิ่งในการที่ทำให้รู้สึกเย็นสบาย ทั้งนี้เพราะกระแสลมจะช่วยพัดพาเอาอากาศร้อนที่ร่างกายถ่ายเทออกไปและพัดพาเอาอากาศที่เย็นกว่ามาแทนที่ ทำให้อากาศถ่ายเทความร้อนออกได้เร็วยิ่งขึ้น นอกจากนั้นกระแสลมยังช่วยพัดพาเอาความชื้นที่ร่างกายถ่ายเทออกไป และพัดพาเอาอากาศที่แห้งกว่ามาแทนที่

2.2.4 ความร้อนจากดวงอาทิตย์(Heating) เมื่อวัตถุใดๆได้รับความร้อนก็จะถ่ายเทความร้อนไปยังที่ๆ เย็นกว่า เช่น ผืนอาคารที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ก็จะถ่ายเทความร้อนนั้นเข้ามาภายในอาคาร หรือการที่มีแสงอาทิตย์ส่องเข้ามาภายในอาคาร สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นเหตุให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น

2.3 มาตรฐานภาวะความสบาย

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสบายของมนุษย์ที่ประกอบไปด้วย อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น การเคลื่อนไหวของอากาศ และการแผ่รังสี อิทธิพลของแต่ละองค์ประกอบจะขึ้นอยู่กับระดับขององค์ประกอบอื่นๆ ได้มีความพยายามที่จะคิดค้นวิธีการที่จะรวมเอาองค์ประกอบทั้งสี่ของสภาวะอากาศให้แสดงเป็นตัวเลขเพียงค่าเดียว เพื่อมาตรฐานความสบายซึ่งจะเป็นผลรวมของปฏิกริยาระหว่างตัวแปรทางภูมิอากาศ และในเวลาต่อมาได้มีการรวมเอาอัตรา Metabolism* และเสื้อผ้าที่สวมใส่มาคิดรวมไปด้วย

มาตรฐานในการวัดค่าภาวะความสบายได้มีผู้ค้นคว้าคิดทฤษฎีไว้มากมาย ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงมาตรฐานที่นำมาใช้เท่านั้น

2.3.1 The Effective Temperature Index (ET)

* Metabolism คือ ขบวนการเปลี่ยนแปลงอาหารให้เป็นพลังงานของร่างกาย พลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมด โดยขบวนการ Metabolism นี้เพียง 20% เท่านั้นที่นำมาใช้ ส่วนที่เหลืออีก 80% จะสูญเสียไปกับสิ่งแวดล้อมโดยตรง

มาตรฐานอันนี้ได้ถูกสร้างขึ้นในระหว่างปี ค.ศ. 1923-1925 โดย Houghton และ Yaglou องค์ประกอบของสภาวะอากาศที่นำมารวมกันคือ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ มาตรฐานนี้ได้ถูกสร้างขึ้น 2 ประเภท ประเภทหนึ่งสำหรับผู้ชายที่สวมเสื้อผ้างึ่งเปลือย (เปลือยท่อนบน) และอีกประเภทหนึ่งสำหรับผู้คนที่สวมเสื้อผ้าสำหรับฤดูร้อนน้อย หรือมูลฐานของดัชนี ET (Effective Temperature) ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศที่อึมน้ำ และหนึ่ง ที่อัตราความเร็ว 0.12 ม./วินาที ค่า ET หาได้จากการเชื่อมระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT=Dry Bulb Temperature) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT=Wet Bulb Temperature) และอ่านค่า ET จากเส้นที่ตรงกับค่าการเคลื่อนไหวของอากาศที่ต้องการมาตรฐาน ET นี้เป็นมาตรฐานเบื้องต้น ซึ่งไม่ได้รวมอุณหภูมิการแผ่รังสีซึ่งถือว่ามีความเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ต่อมาค.ศ. 1962 Vernon ได้เสนอแนะวิธีการแก้ไขโดยการใช้อุณหภูมิจากการแผ่รังสี จากวิธีการดังกล่าวนี้เรียกว่า Corrected Effective Temperature (CET)

มาตรฐาน ET หรือ CET ครอบคลุมช่วงสภาพอากาศดังต่อไปนี้

อุณหภูมิของอากาศ (DBT) $1^{\circ} - 43^{\circ}\text{ซ}$

อุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT) $1^{\circ} - 43^{\circ}\text{ซ}$

ความเร็วลม 0.1 - 3.5 ม./วินาที (สำหรับเปลือยท่อนบน)

0.1 - 7.0 ม./วินาที (สำหรับผู้ที่สวมใส่ชุดทำงานธรรมดา)

เหตุที่ใช้มาตรฐาน ET ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ได้รับการพัฒนาหลายครั้งหลายคราได้มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางและเป็นดัชนีที่เข้าใจง่ายที่สุด

2.3.2. หลักเกณฑ์ และวิธีการหาภาวะความสบายของกรุงเทพมหานคร

การหามาตรฐานภาวะความสบายโดยใช้มาตรฐาน Effective Temperature(ET) คืออุณหภูมิในที่ซึ่งมีความชื้นและความเร็วลมรวมอยู่ด้วยกันจุดประสงค์ของการหา ET ก็เพื่อจะหาอุณหภูมิที่มีผลต่อร่างกายโดยแท้จริง และใช้อุณหภูมินี้หาจุดที่ร่างกายรู้สึกสบาย(Comfort Zone) สำหรับใช้อุณหภูมินี้ในห้องที่ต้องการใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อจะได้ออกขนาดของเครื่องได้แน่นอน และนำเอาอุณหภูมิที่ร่างกายรู้สึกสบายนี้มาตรวจดูเวลาที่ต้องการกันแดดจากการหาอุณหภูมิเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงใน Hourly Temperature Calculator ได้

วิธีการหา Effective Temperature ของชั่วโมงต่าง ๆ ของเดือนในรอบ 1 ปี

ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการ

- ตารางแสดงสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพฯ ในช่วง พ.ศ. 2494 - 2537

สถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร (ตารางที่ 2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิอากาศจากตาราง ซึ่งประกอบด้วยค่าเฉลี่ยสูงสุด(Mean Max) และค่าเฉลี่ยต่ำสุด(Mean Min)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ซึ่งประกอบด้วยค่าเฉลี่ยสูงสุด (Mean Max) และค่าเฉลี่ยต่ำสุด(Mean Min)
- ความเร็วลมเฉลี่ยของกรุงเทพมหานคร

2.3.3. ขั้นตอนการดำเนินการ

1. เปลี่ยนอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) จากตารางที่ 2.1 เป็นอุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT) โดยอาศัย Psychrometric Chart (ดูตัวอย่างที่แสดงในภาคผนวก ก.) ทำเช่นเดียวกันทุกเดือน ในรอบปีและนำมาบันทึกในตาราง Wet Bulb Temperature Data (ตารางที่ 2.2)

2. หา Correct Effective Temperature โดยอาศัยอุณหภูมิกระเปาะแห้ง และอุณหภูมิกระเปาะเปียก โดยใช้ Correct Effective Temperature Chart (ดูตัวอย่างแสดงในภาคผนวก ก.) ทำเช่นเดียวกันทุกเดือนในรอบปี และนำมาบันทึกในตาราง Effective Temperature Data (ตารางที่ 2.2)

3. คำนวณหา Comfort Zone จากสูตร

$$\begin{aligned}\text{อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี (AMT)} &= \frac{\text{DBT สูงสุดของปี} + \text{DBT ต่ำสุดของปี}}{2} \\ \text{AMT(Annual Mean Temperature)} &= \frac{32.7 + 24.0}{2} \\ &= 28.4^{\circ}\text{C} \\ \text{Center of Comfort Zone} &= \frac{\text{AMT}}{4} + 17.2 \\ &= \frac{28.4}{4} + 17.2 \\ &= 24.3 \\ \text{Annual DBT Range} &= \text{DBT สูงสุดของปี} - \text{DBT ต่ำสุดของปี} \\ &= 32.7 - 24.0 \\ &= 8.7\end{aligned}$$

∴ Comfort Zone Range = 2.5 (จากตารางที่ 2.3)

Comfort Zone (ระยะอุณหภูมิที่ร่างกายรู้สึกสบาย)

$$= \text{Centre of Comfort Zone} \pm \frac{\text{Comfort Zone Range}}{2}$$

∴ MAX ของ Comfort Zone = 24.3 + 1.25 = 25.6 °ซ

MIN ของ Comfort Zone = 24.3 - 1.25 = 23.0 °ซ

4. จัดทำ Effective Temperature Sheet (ตารางที่ 2.4) จากตาราง Effective Temperature Data ทำให้สามารถทราบถึงระยะอุณหภูมิซึ่งร่างกายรู้สึกสบาย (Comfort Temperature) ได้

5. หา Effective Temperature ของชั่วโมงต่างๆในแต่ละเดือนได้จาก Hourly Temperature Calculator (ดูตัวอย่างแสดงในภาคผนวก ก.) จะได้ผลของอุณหภูมิชั่วโมงต่างๆของทุกเดือน และบันทึกลงในตาราง (ตารางที่ 2.5)

ตารางที่ 2.2 แสดง Wet Bulb Temperature Data & Effective Temperature Data

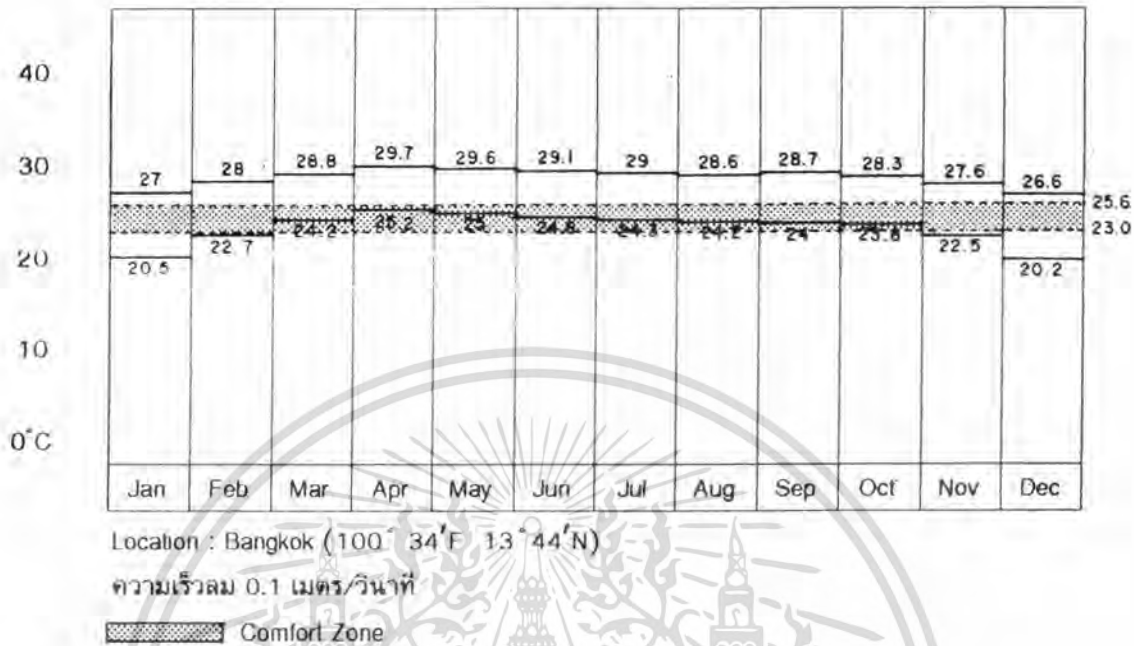
Data	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Mean max.												
DBT:°C	32.0	32.8	33.8	35	34.2	33.1	32.7	32.4	32.1	31.8	31.5	31.2
RH min. %	49	53	55	55	60	62	63	63	65	65	58	52
WBT : °C	23.4	25	26	27.2	27.4	26.8	26.8	26.5	26.7	26.2	24.8	23.2
ET: max. °C	27	28	28.8	29.7	29.6	29.1	29	28.6	28.7	28.3	27.6	26.6
Mean min.												
DBT:°C	20.9	23.2	24.8	26	25.6	25.3	25	24.8	24.5	24.3	23	20.7
RH max. %	90	92	91	90	92	91	91	92	95	94	92	89
WBT :°C	19.8	22.2	23.5	24.7	24.5	24.1	23.8	23.7	23.7	23.5	22	19.4
ET : min. °C	20.5	22.7	24.2	25.2	25	24.6	24.3	24.2	24	23.8	22.5	20.2

ตารางที่ 2.3 แสดงระยะช่วงสภาวะความสบาย (Comfort Zone Range)

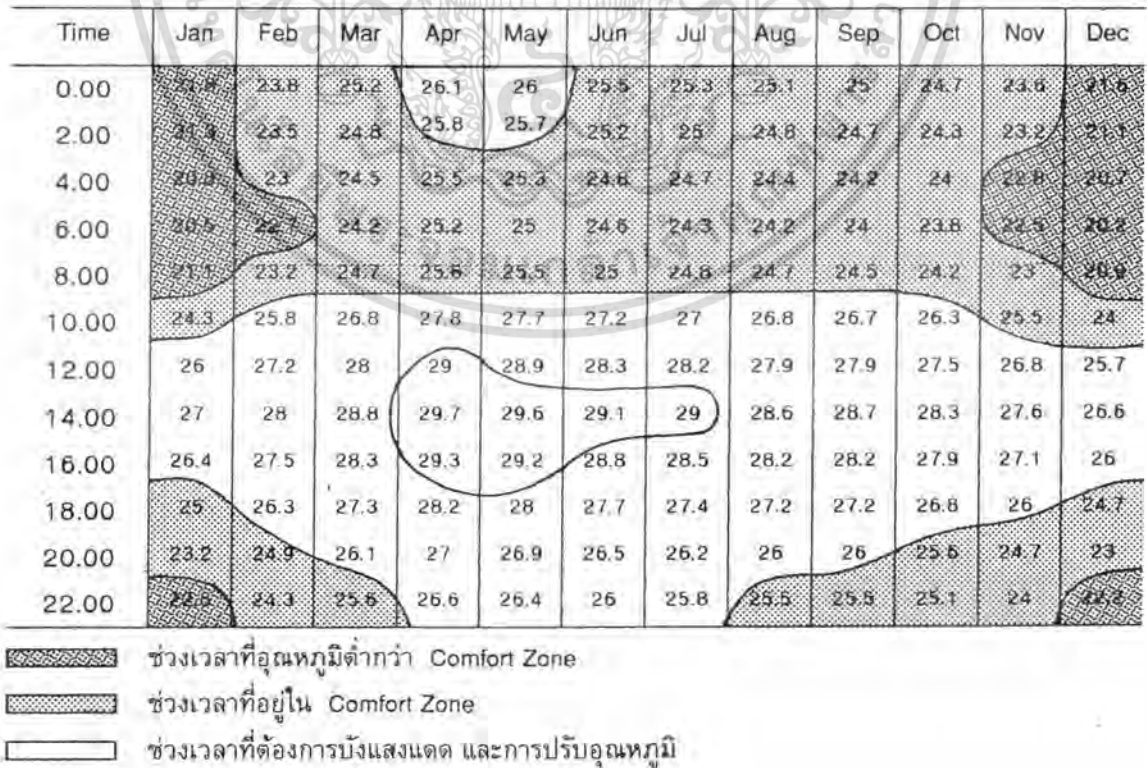
Annual DBT Range	Comfort Zone Range (CET)
ต่ำกว่า 13	2.5
13 - 16	3.0
16 - 19	3.5
19 - 24	4.0
24 - 28	4.5
28 - 33	5.0
33 - 38	5.5
38 - 45	6.0
45 - 52	6.5
สูงกว่า 52	7.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดง Effective Temperature Sheet



ตารางที่ 2.5 แสดงอุณหภูมิตามชั่วโมงต่างๆของเดือน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางแสดง Effective Temperature เมื่อพิจารณาอุณหภูมิซึ่งอยู่ใน Comfort Zone ที่หาได้จะสามารถทราบได้ว่าในช่วง 1 ปีมีระยะเวลาใดบ้างในเดือนใดที่อากาศอยู่ในสภาวะสบาย และเวลาใดที่ต้องการกันแสงแดด

2.4 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

กระบวนการถ่ายเทความร้อนในส่วนต่างๆ ของอาคารจากวัตถุสิ่งของ หรือตัวบุคคล ซึ่งพลังงานความร้อนที่ได้รับและถูกส่งออกไปเรียกว่าการถ่ายเทความร้อน โดยตามธรรมชาติแล้วจะเป็นการถ่ายเทความร้อนจากที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ไปสู่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในกระบวนการถ่ายเทความร้อนนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นดังนี้

2.4.1 การนำความร้อน(Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนแบบหนึ่งที่ต้องผ่านตัวกลาง เช่น การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังห้อง หรือกำแพงโดยผนังห้องหรือกำแพงเป็นตัวกลาง เมื่อมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันความร้อนจะไหลจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยผ่านตัวกลางนั้น

2.4.2 การพาความร้อน(Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนในแนวตั้งความร้อนถูกพาไปโดยตัวกลาง เช่น ภายในอาคารซึ่งความร้อนผ่านผนังอาคารเข้ามาโดยการนำจากนั้นผนังด้านในจะร้อนขึ้นและทำให้อากาศรอบๆ กำแพงด้านในร้อนขึ้นด้วย อากาศร้อนก็จะลอยตัวสูงขึ้นหมุนเวียนกับอากาศตรงกลางห้องซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าเข้ามาแทนที่อากาศร้อนลักษณะเช่นนี้ก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการพา และอากาศภายในห้องก็จะร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นในที่สุด

2.4.3 การแผ่รังสีความร้อน(Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนที่ไม่ต้องผ่านตัวกลางใดๆ ทั้งสิ้นเช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์มายังโลกผ่านสุญญากาศ ความร้อนที่ได้รับจากการแผ่รังสีของของดวงอาทิตย์ การแผ่ความร้อนนี้ส่งออกมาเป็นความร้อน รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์แผ่มายังโลกมี 2 ชนิด คือ ลักษณะเป็นคลื่นช่วงยาวและคลื่นช่วงสั้น คลื่นความร้อนดังกล่าวเดินทางด้วยความเร็วเท่ากับแสงโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางใดๆ ทั้งสิ้น

1. คลื่นช่วงยาว (Long Wave) คือ แสงอาทิตย์ที่ให้แสงสว่างที่ทำให้เรามองเห็นสิ่งต่างๆ ได้เมื่อส่องผ่านบรรยากาศจะทำให้อากาศรอบๆ ตัวเราร้อนขึ้น

2. คลื่นช่วงสั้น (Sort Wave) คือ รังสีความร้อนเป็นคลื่นรังสีที่ไม่ให้แสงสว่างและไม่ทำให้อากาศรอบๆ ตัวเราร้อน แต่จะทำให้วัตถุที่คลื่นรังสีนี้กระทบร้อนขึ้น รังสีคลื่นสั้นนี้จะถูกดูดซึมโดยสีดำ และจะสะท้อนกลับวัตถุที่มีผิวมันเรียบและสีอ่อน รังสีคลื่นสั้นนี้สามารถผ่านทะลุกระจกได้

อัตราการถ่ายเทความร้อน (Heat Flow) อัตราที่ความร้อนจะไหลผ่านวัตถุที่กัน
อยู่นี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

- ก. ความแตกต่างของอุณหภูมิของผิวตรงข้ามของวัตถุ
 - ข. พื้นที่ผิวของวัตถุที่ความร้อนไหลผ่าน
 - ค. ความต้านทานความร้อน (Thermal Resistance) ของวัตถุที่ความร้อนไหลผ่าน
- จากปัจจัยเหล่านี้สามารถจะแสดงด้วยสมการดังนี้

$$Q = U \times A \times TD_{eq} \text{ ----- (1)(ผนังทึบ, หลังคาทึบ)}$$

$$Q = (A \times SC \times SHGF \times CLF) + (U \times A \times \Delta T) \text{ ----- (1.1)(กระจก)}$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อน (W)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ($W/m^2 K$)

A = พื้นที่ผิวที่ความร้อนไหลผ่าน (m^2)

TD_{eq} = ผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า(Equivalent Temperature Difference, °C)

ΔT = อุณหภูมิแตกต่างกันที่ความร้อนไหลผ่านจากอุณหภูมิสูงไปสู่ที่
อุณหภูมิต่ำกว่า (Temperature Difference, °C)

SC = Shading Coefficient สำหรับกระจกชนิดต่าง ๆ

$SHGF$ = ตัวประกอบความร้อนเพิ่มจากดวงอาทิตย์(Solar heat gain factor,
 W/m^2)

CLF = ตัวประกอบภาระความเย็น(Cooling load factor) ขึ้นอยู่กับชนิด
ของกระจกและความสามารถในการยอมให้แสงผ่าน

ความต้านทานความร้อนทั้งหมด (Total Resistance) การถ่ายเทความร้อนผ่าน
ผนัง หลังคา พื้น และโครงสร้างต่าง ๆ ของอาคารเป็นการไหลผ่านฟิล์มอากาศจากด้านหนึ่ง
แล้วไหลผ่านวัตถุโครงสร้างที่เป็นของแข็ง จากนั้นจึงไหลผ่านฟิล์มที่เป็นอากาศจากด้านหนึ่ง
วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยชั้นของวัสดุต่างชนิดกัน ซึ่งจะต้องได้รับการนำมารวมกัน
ด้วยสมการดังนี้

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \text{etc.} \text{ ----- (2)}$$

เมื่อ R_t = ความต้านทานความร้อนทั้งหมด(Total Resistance), ($W/m^2 K$)⁻¹

R_1, R_2, etc = ความต้านทานความร้อนของวัสดุแต่ละชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมด (Overall Coefficient of Heat Transmission) จะใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างในส่วนต่างๆ ของอาคารสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนนี้จะเป็นส่วนผกผันของความต้านทานความร้อน ดังนี้

$$U = \frac{1}{R_t} \text{ ----- (3)}$$

เมื่อ U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมด (W/m²)

ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร เกิดจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และจากจำนวนคนภายในอาคาร ลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารสามารถแบ่งลักษณะออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- 1. การส่งผ่านความร้อนที่เกิดขึ้นจากผนังกันภายใน เพดาน พื้น โดยใช้สมการที่ 1
- 2. ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat)
- 2.1 บุคคล (People Load)

$$Q = \text{จำนวน} \times \text{ตัวประกอบความร้อนสัมผัส} \text{ ----- (4)}$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อนจากสัมผัสบุคคล (W)
ตัวประกอบความร้อนสัมผัสเกิดจากบุคคลที่กระทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความร้อนขึ้น ดูได้จากตารางที่

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor or Fan Load)

$$Q = Hp \times 0.746 / \% \text{ Eff} \text{ ----- (5)}$$

- เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อนของมอเตอร์ไฟฟ้า (W)
- Hp = กำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า
- %Eff = เปอร์เซนต์ประสิทธิภาพของมอเตอร์
- 2.3 แสงไฟฟ้า, อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ

$$Q = \text{Number of Watts} \times 1 \text{ ----- (6)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อนจากแสงไฟฟ้า (W)

Number of Watts = จำนวนวัตต์ของหลอดไฟฟ้า (W)

3. ความร้อนแฝง (Latent Heat)

3.1 บุคคล

$$Q = \text{จำนวนคน} \times \text{ตัวประกอบความร้อนแฝง} \text{ ----- (7)}$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงจากบุคคล (W)

4. การถ่ายเทอากาศ (Ventilation)

4.1 บุคคล

$$\text{LPS} = \text{จำนวนคน} \times \text{LPS/person} \text{ ----- (8)}$$

เมื่อ LPS = ปริมาณความต้องการอากาศในการถ่ายเทอากาศ (Litre/sec)

LPS/person = อัตราการถ่ายเทอากาศต่อหนึ่งคน

4.2 ความร้อนสัมผัสจากปริมาณอากาศที่ถ่ายเท

$$Q = 1.232 \times \text{LPS} \times \text{TD} \text{ ----- (9)}$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสจากอากาศที่ถ่ายเท (W)

1.232 = ค่าคงที่ในการเปลี่ยนหน่วย เป็น หน่วยเมตริก

4.3 ความร้อนแฝงจากอัตราการถ่ายเทอากาศ

$$Q = 3012 \times \text{moisture diff} \times \text{LPS} \text{ ----- (10)}$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงจากอากาศที่ถ่ายเท (W)

3012 = ค่าคงที่ในการเปลี่ยนหน่วย เป็น หน่วยเมตริก

moisture diff = ผลต่างระหว่างไอน้ำในอากาศภายนอกและภายในห้อง
kg. vapor/kg. of dry air

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นปัจจัยต่างๆ ที่นำมาใช้ในการคำนวณหาค่าภาระความเย็น(Cooling Load) เพื่อการปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (The Evaluation of Building Envelope Thermal Performance)

การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารนั้น เป็นการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV ย่อมาจาก Overall Thermal Transfer Value) และหลังคา (RTTV ย่อมาจาก Roof Thermal Transfer Value) โดยค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความร้อนซึ่งเกิดจากอิทธิพลของบรรยากาศภายนอกและปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ถ่ายเทผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร หลักการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมนี้อาศัยทฤษฎีพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน ซึ่งพิจารณาว่าความร้อนที่ผ่านกรอบของอาคารเข้าสู่บริเวณภายในนั้นประกอบด้วยความร้อน 3 ส่วนคือ

- ก. ความร้อนจากการนำความร้อนผ่านผนังทึบ
 - ข. ความร้อนจากการนำความร้อนผ่านกระจก
 - ค. ความร้อนจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ผ่านกระจก
- เมื่อนำค่าความร้อนทั้ง 3 ส่วน มาเฉลี่ยค่าตามพื้นที่ก็จะได้เป็นค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในรูปของสมการได้ว่า

$$OTTV = \frac{(A_w \times U_w \times TD_{eq}) + (A_g \times U_g \times \Delta T) + (A_g \times SC \times SF)}{A_o} \text{ ----- (1)}$$

- เมื่อ OTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (W/m²)
- A_w คือ พื้นที่ของผนังทึบ (m²)
- U_w คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (W/m² K)
- TD_{eq} คือ ค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Equivalent Temperature Difference, K)
- A_g คือ พื้นที่ของกระจก (m²)
- U_g คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก (W/m² K)
- ΔT คือ ค่าผลต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร (Temperature Difference,K)
- SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient)
- SF คือ ค่า Solar Factor (W/m²)
- A_o คือ พื้นที่รวมทั้งหมดของผนัง (m²)

$$A_o = A_w + A_g \text{ ----- (2)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

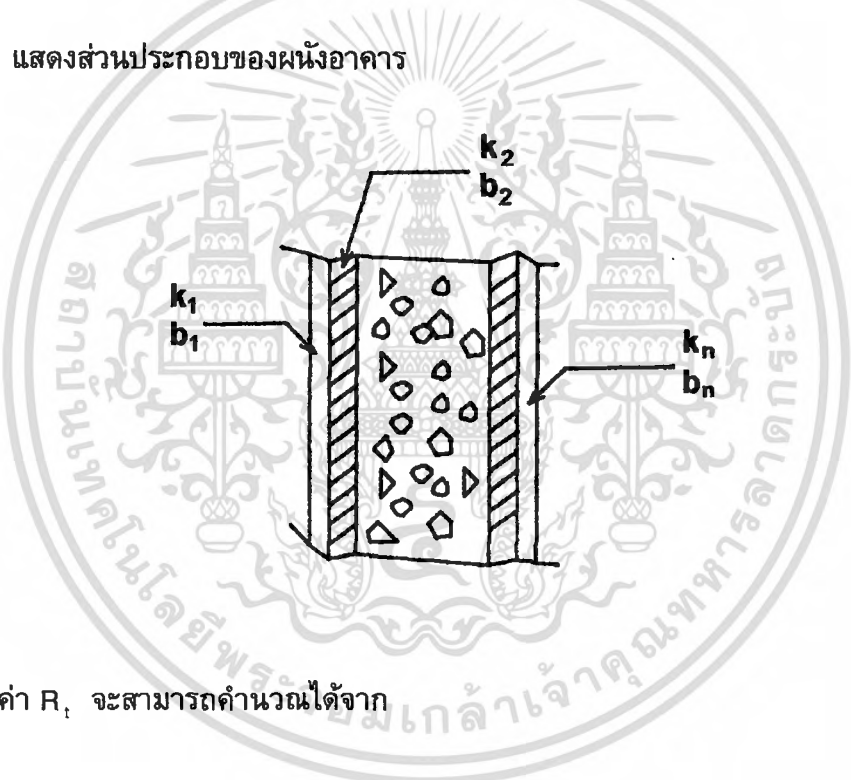
1. การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม อาศัยหลักการพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อนซึ่งสามารถเขียนสมการเพื่อการคำนวณได้เป็น

$$U = \frac{1}{R_t} \text{ ----- (3)}$$

เมื่อ R_t คือ ค่าความต้านทานความร้อนของผนัง $(W/m^2 K)^{-1}$
โดยทั่วไปผนังอาคารนั้นประกอบด้วยวัสดุมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของผนังอาคาร



ค่า R_t จะสามารถคำนวณได้จาก

$$R_t = R_o + \frac{b_1}{K_1} + \frac{b_2}{K_2} + ... + \frac{b_n}{K_n} + R_i \text{ ----- (4)}$$

- เมื่อ R_o คือ ความต้านทานความร้อนของอากาศที่ผิวด้านนอกของผนังอาคาร $(W/m^2K)^{-1}$
- R_i คือ ความต้านทานความร้อนของอากาศที่ผิวด้านในของผนังอาคาร $(W/m^2K)^{-1}$
- b คือ ความหนาของวัสดุ (m)
- k คือ สัมประสิทธิ์ของการนำความร้อนของวัสดุ $(W/m K)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n คือ จำนวนชนิดของวัสดุที่ประกอบเป็นผนังอาคาร
ค่าของ R_o , R_i และ k ของวัสดุชนิดต่างๆ แสดงในภาคผนวก ข.

2. การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC)

สัมประสิทธิ์การบังแดดเป็นอัตราส่วนระหว่างความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้าสู่ภายในอาคารทางหน้าต่างต่อความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านกระจกใสหนา 3 มม. ที่ไม่มีการบังแดด

โดยปกติหน้าต่างของอาคารทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระจก และส่วนที่เป็นอุปกรณ์บังแดดดังนั้นการคำนวณหาสัมประสิทธิ์การบังแดดจึงประกอบด้วย 2 ส่วนคือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกและของอุปกรณ์บังแดด ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$SC = SC_1 \times SC_2 \text{ ----- (5)}$$

เมื่อ SC_1 เป็นสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก
 SC_2 เป็นสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

2.1 สัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (SC_1)

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกเป็นค่าที่ถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตกระจกซึ่งทำการประเมินที่แสงอาทิตย์ตกกระทบทำมุมกับกระจก 45°จากแนวตั้งฉาก ดังแสดงในภาคผนวก ข.

2.2 สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC_2)

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดนั้น มีค่าขึ้นอยู่กับลักษณะของอุปกรณ์บังแดด อย่างไรก็ตามจะสามารถคำนวณได้โดยอาศัยนิยามพื้นฐานของสัมประสิทธิ์การบังแดด ซึ่งสมการการคำนวณเขียนได้เป็น

$$\begin{aligned} SC &= \frac{(A_o \times I_o) + (A \times I_d)}{A \times I_t} \text{ ----- (6)} \\ &= \frac{(G \times I_o) + I_d}{I_t} \end{aligned}$$

เมื่อ G = อัตราส่วนของพื้นที่ที่โดนแสงต่อพื้นที่ทั้งหมด = A_o/A
 A_o = พื้นที่ของกระจกส่วนที่โดนแสง (m^2)
 A = พื้นที่ของกระจก (m^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- I_D = พลักซ์ของรังสีตรงดวงอาทิตย์ (W/m^2)
- I_d = พลักซ์ของรังสีกระจายดวงอาทิตย์ (W/m^2)
- I_t = พลักซ์ของรังสีรวมดวงอาทิตย์ (W/m^2)

2.3 การคำนวณค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

โดยปกติการถ่ายเทความร้อนในสภาวะคงที่ (Steady State Heat Transfer) จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างสองบริเวณ ซึ่งจะสามารถเขียนสมการได้เป็น

$$q = A \times U \times \Delta T \text{ ----- (7)}$$

- เมื่อ q เป็น ความร้อนที่ถ่ายเท (W)
- A เป็น พื้นที่ผิวที่มีการถ่ายเทความร้อน (m^2)
- U เป็น สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)
- ΔT เป็น ผลต่างของอุณหภูมิตัวกลางระหว่างสองบริเวณ ($^\circ C$)

2.4 ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์

คือ ค่าของผลจากพลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนหน้าต่าง คำนี้นี้ได้จากผลการวัดรังสีอาทิตย์ระยะยาวทั้งรังสีตรงและรังสีกระจายและได้จัดทำไว้สำหรับผนังในทิศต่าง ๆ ค่าเฉลี่ยของค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังแนวตั้งในทิศต่าง ๆ คือ

$$SF = 160 \text{ } W/m^2 \text{ ----- (8)}$$

ตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังมุมเอียงในทิศต่าง ๆ มีค่าไม่เท่ากันและคำนวณได้จาก

$$SF = (160) (CF) \text{ } W/m^2 \text{ ----- (9)}$$

โดยที่ CF = ค่าตัวประกอบแก้ (correction factor) สำหรับผนังมุมเอียงหนึ่ง ๆ ในทิศหนึ่ง ๆ ซึ่งหาได้จากตารางในภาคผนวก ข.

สำหรับการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$RTTV = \frac{(A_r \times U_r \times TD_{eq}) + (A_s \times U_s \times \Delta T) + (A_s \times SC \times SF)}{A_o} \text{ ----- (10)}$$

- เมื่อ RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (W/m²)
- A_r คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนที่ป (m²)
- U_r คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาส่วนที่ป (W/m² K)
- TD_{eq} คือ ค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Equivalent Temperature Difference) ระหว่างภายนอกและภายใน (K)
- A_s คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนโปร่งแสง (ช่องรับแสง) (m²)
- U_s คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนโปร่งแสง (ช่องรับแสง) (W/m² K)
- ΔT คือ ค่าผลต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร สำหรับ ประเทศไทย = 5 °C
- SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหลังคาส่วนโปร่งแสง (ช่องรับแสง)
- SF คือ ค่า Solar Factor (W/m²)
- A_o คือ พื้นที่รวมทั้งหมดของหลังคา (m²)

2.6 โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร OTTV & RTTV CALCULATION

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) โดยใช้หลักการและทฤษฎีการคำนวณที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้รับการพัฒนาโปรแกรมโดย อ.กุสกาณา กุบาฮา และ อ.พัฒนะ รักความสุข เป็นอาจารย์ประจำ คณะพลังงานและวัสดุสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การประมวลผลของโปรแกรม

- แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของแต่ละด้านผนัง (W/m²) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (W/m²)
- แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา
- แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารของแต่ละด้าน (SC)

2.7 กฎกระทรวงว่าด้วยกำหนดมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

ตามกฎหมาย (พ.ศ. 2538) อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 6 และมาตรา 19 แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ว่าด้วยกำหนดมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารได้กำหนดดังนี้

อาคารควบคุม หมายความว่า อาคารที่ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า หรือให้ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียว หรือหลายชุดรวมกันขนาดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ หรือ 1,750 กิโลโวลท์แอมแปร์ขึ้นไป หรือใช้พลังงานสิ้นเปลืองอื่นๆในรอบ 1 ปีปฏิทินตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป

อาคารเก่า หมายความว่า อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จ หรือกำลังก่อสร้าง หรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้ก่อนวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมมีผลใช้บังคับ

อาคารใหม่ หมายความว่า อาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมมีผลใช้บังคับ

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ
 - 1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร ทั้งอาคารใหม่และอาคารเก่า จะต้องไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตรของหลังคา
 - 1.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศจะต้องมีดังต่อไปนี้
 - ก. สำหรับอาคารใหม่ ไม่เกินกว่า 45 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก
 - ข. สำหรับอาคารเก่า ไม่เกินกว่า 55 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก
2. มาตรฐานการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารและมาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร
3. หลักเกณฑ์ในการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อน ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างในอาคาร และค่าสมรรถนะของอุปกรณ์ปรับอากาศ

จากดังกล่าวข้างต้นเป็นส่วนหนึ่งที่นำมาใช้ของกฎกระทรวง(พ.ศ. 2538) ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 สำหรับรายละเอียดและวิธีการคำนวณหาค่าต่างๆ จะมีข้อกำหนดอยู่ในกฎกระทรวงฉบับนี้ทั้งหมด

บทที่ 3

การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

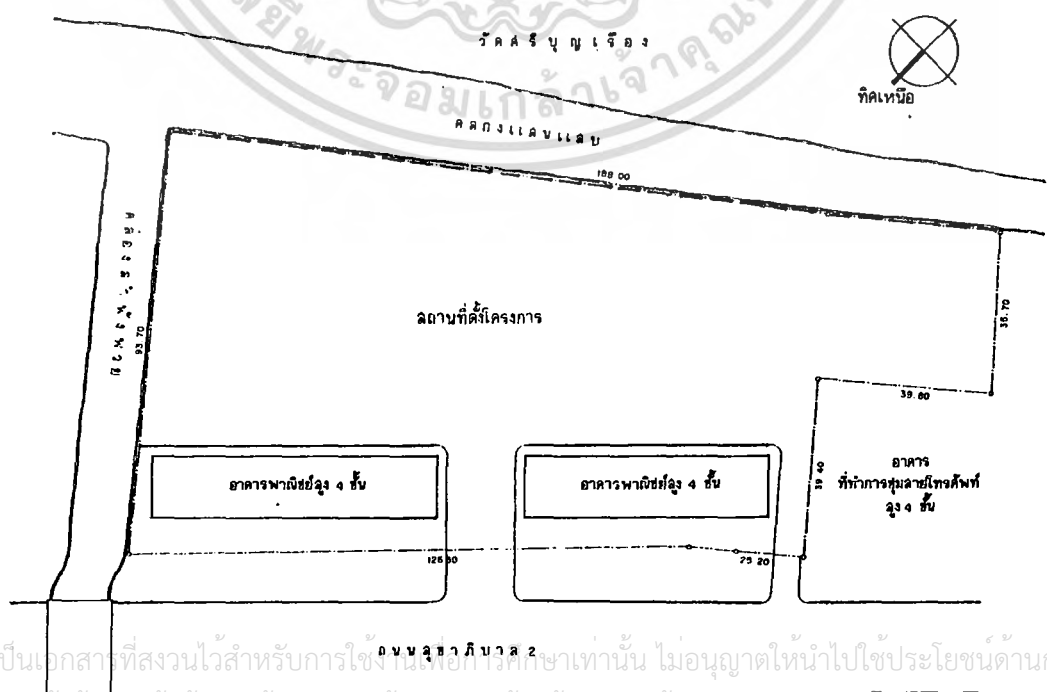
3.1 ลักษณะทั่วไปทางสถาปัตยกรรมของอาคารกรณีศึกษา

โครงการพิเศษ และบริการชุมชนคลองจั่นบริเวณที่ 1 ระยะที่ 2 ของการเคหะแห่งชาติ เป็นอาคารชุดพักอาศัยสูง 26 ชั้น 2 หลัง และ 22 ชั้น 1 หลัง ของการเคหะแห่งชาติ ตั้งอยู่บนถนนสุขาภิบาล 2 แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร ขนาดพื้นที่ประมาณ 6.68 ไร่ เป็นโครงการที่กำลังจะเริ่มทำการก่อสร้าง

3.1.1. สภาพที่ตั้งของโครงการ

- ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ติดถนนสุขาภิบาล 2 หลังอาคารพาณิชย์ศรีบุญเรือง
- ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ติดคลองแสนแสบ
- ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ติดสาธารณูปโภค และสถาบันพัฒนาบริหารศาสตร์
- ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ติดสำนักงานองค์การโทรศัพท์สาขาคลองจั่น และทำการไปรษณีย์โทรเลข สาขาคลองจั่น

รูปที่ 3.1 แสดงสภาพที่ตั้งโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเชิงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2. ลักษณะของอาคาร

1. อาคารชุดพักอาศัยสูง 26 ชั้น 2 หลัง ซึ่งสร้างอยู่ในส่วน Podium ตัวเดียวกันประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

ก.) ส่วน Podium Floor ตั้งแต่ชั้นที่ 1-6 จะประกอบไปด้วยพื้นที่สำนักงาน ห้องประชุม ร้านค้าพาณิชย์ สโมสร สระว่ายน้ำ ห้องกีฬา และเกมส์ ที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ห้องเครื่อง ห้องโทรศัพท์ และห้องเก็บขยะ

ข.) ส่วนที่พักอาศัย ตั้งแต่ชั้นที่ 7-26

2. อาคารชุดพักอาศัยสูง 22 ชั้น 1 หลัง ประกอบไปด้วยชั้นที่ 1 และ 2 จะเป็นส่วนของห้องไฟฟ้า ห้องเครื่อง ห้องโทรศัพท์ และพื้นที่โล่งทางเดินเชื่อม จาก Podium มายังอาคาร ส่วนชั้นที่ 3-22 เป็นส่วนพักอาศัย

โครงสร้างของอาคาร เป็นระบบเสาและคาน ส่วนพื้นและหลังคาจะเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ระยะเวลาสูงระหว่างชั้นต่อชั้นสูง 3.15 เมตร

3.1.3. รายละเอียดของโครงการและพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

1. ลักษณะโครงการ

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะโครงการจัดสร้างอาคารชุดพักอาศัย

ลำดับที่	ประเภทอาคาร		จำนวนหน่วย
1.	อาคารชุด 26 ชั้น 2 หลัง	1 ห้องนอน	240
		2 ห้องนอน	160
2.	อาคารชุด 22 ชั้น 1 หลัง	1 ห้องนอน	80
		2 ห้องนอน	80
3.	ที่จอดรถ 665 คัน		
4.	ร้านค้าพาณิชย์		
	รวม		560

2. การใช้ที่ดิน

ตารางที่ 3.2 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	อัตราส่วนโดยประมาณ		
	ร้อยละ	ไร่	ตารางเมตร
พื้นที่จัดหาประโยชน์ได้			
1. พื้นที่สร้างอาคาร 26 ชั้น 2 หลัง พร้อมที่จอดรถ, สระว่ายน้ำ, ร้านค้า	50.45	3.37	5,388
2. พื้นที่สร้างอาคาร 22 ชั้น 1 หลัง	5.99	0.40	648
รวมพื้นที่จัดหาประโยชน์ได้	56.44	3.77	6,036
พื้นที่จัดหาประโยชน์ไม่ได้			
1. ถนน, ทางเท้า, ที่จอดรถ, สวน, สนามหญ้า	43.56	2.91	4,652
รวมพื้นที่จัดหาประโยชน์ไม่ได้	43.56	2.91	4,652
รวมพื้นที่ทั้งหมด	100	6.68	10,688

3. ขนาดและจำนวนหน่วยอาคาร

ตารางที่ 3.3 แสดงขนาดและจำนวนหน่วยอาคาร

แบบอาคาร	พื้นที่ห้องพัก/หน่วย (ม ²)	จำนวนหน่วย
อาคารชุด 26 ชั้น 2 หลัง		
แบบ 1 ห้องนอน	52.20	240
แบบ 2 ห้องนอน	65.00	40
	75.00	120
อาคารชุด 22 ชั้น 1 หลัง		
แบบ 1 ห้องนอน	50.00	80
แบบ 2 ห้องนอน	61.00	40
	71.00	40
รวม		560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รายละเอียดพื้นที่ก่อสร้าง

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดพื้นที่ก่อสร้าง

รายละเอียด	พื้นที่ขายได้ (ม ²)	พื้นที่ส่วนรวม (ม ²)
อาคาร 26 ชั้น 2 หลัง		
- พื้นที่อาศัย ชั้นที่ 7-26	24,128	
- พื้นที่จอดรถ ชั้นที่ 1-6 และชั้นดาดฟ้า	25,446	
- พื้นที่ห้องโถง-ลิฟท์-บันได ชั้น 1-26		10,468.50
อาคาร 22 ชั้น 1 หลัง		
- พื้นที่อาศัย ชั้น 3-22	9,280	
- พื้นที่ห้องโถง-ลิฟท์-บันได ชั้น 1-22		3,437
ส่วนสาธารณูปการ		
- สำนักงาน		504
- ร้านค้า พาณิชย	2,930.20	
- ห้องเก็บขยะ		88
- ห้องกีฬาและเกมส์	80	
- สโมสร สระว่ายน้ำ	900	
- ห้องไฟฟ้า, ห้องเครื่อง, ห้องโทรศัพท์		406
- ห้องน้ำ, ห้องเก็บของ		190
- รักษาความปลอดภัย		42
- ถนน, ทางเท้า		3,498
รวม	62,764.20	18,970.50
รวมพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมด	81,734.70 ม ²	

5. การสัญจรของชุมชน โครงการอยู่ติดกับถนนสุขาภิบาล 2 ทำให้การสัญจรติดต่อกับภายนอกได้โดยสะดวก เพราะมีรถประจำทางผ่านหน้าโครงการส่วนภายในโครงการเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ทางลาดขึ้นลงอาคารที่จอดรถ จัดทางสัญจรเชื่อมอาคารที่จอดรถเพื่อสะดวกต่อผู้อยู่อาศัย

6. ระบบระบายน้ำและระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำโสโครกของหน่วยพักอาศัยในอาคารชุดทั้งหมด 560 หน่วย และน้ำโสโครกจากส่วนบริการอื่นๆ ภายในอาคาร จะลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียที่จัดสร้างไว้ได้อาคารจำนวน 3 บ่อเพื่อทำการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน ก่อนระบายลงสู่ท่อระบายสาธารณะขนาด 1.00 ม. ริมถนนสุขาภิบาล 2

7. ระบบประปา ประปาภายในโครงการให้บริการของการประปานครหลวง โดยเชื่อมต่อกับท่อเมนขนาด 200 มม. ผ่านหน้าโครงการ

8. ระบบไฟฟ้า ไฟฟ้าภายในโครงการให้บริการของการไฟฟ้านครหลวง

9. ระบบโทรศัพท์ ให้บริการขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

10. ระบบห้องกันอัคคีภัย

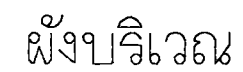
- จัดระบบสัญญาณเตือนภัยแต่ละแห่ง
- จัดสร้างบันได ค.ส.ล. พร้อมระบบอัดอากาศ จำนวน 2 แห่ง/อาคาร
- ระบบหนีไฟทางอากาศเหนืออาคารสูง
- จัดสร้างถังเก็บน้ำสูงเหนืออาคารสูงเพื่อใช้เป็นน้ำสำรองดับเพลิง

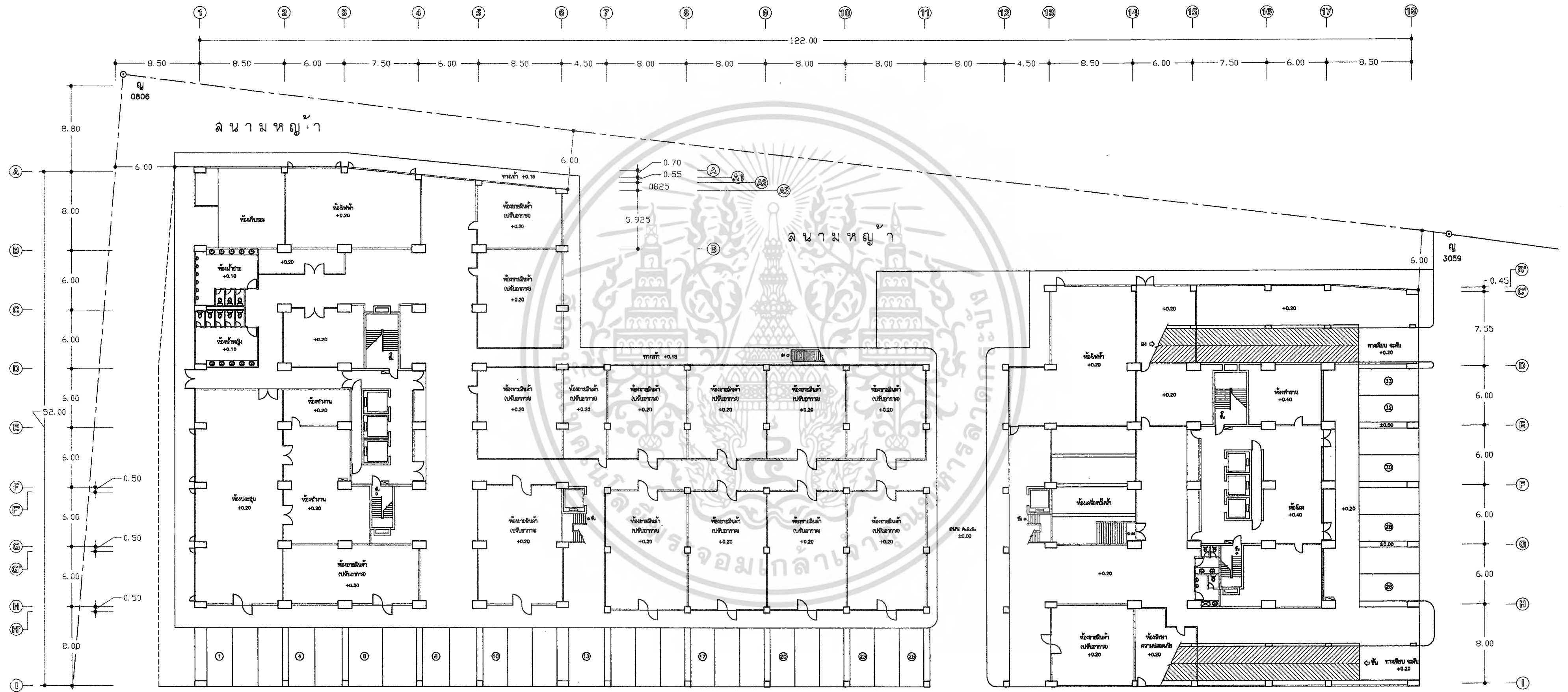
11. ระบบเก็บขยะ ให้บริการขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

12. ระบบโครงสร้าง ใช้ระบบ เสา,คาน และพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก

3.2 แบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารกรณีศึกษา

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะศึกษาเฉพาะอาคารพักอาศัยสูง 26 ชั้น จำนวน 1 หลัง และอาคารที่มีจำนวนหน่วยพักอาศัยมากที่สุดในจำนวน 2 หลัง ที่มีผลกระทบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศ และมีการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าที่มีขนาดเกินกว่า 1,000 กิโลวัตต์ ซึ่งอยู่ในข้อกำหนดมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารให้เป็นอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ฉะนั้นในที่นี้จะขอเสนอแบบทางสถาปัตยกรรมในส่วนของอาคารที่จะทำการศึกษาเท่านั้น ดังต่อไปนี้





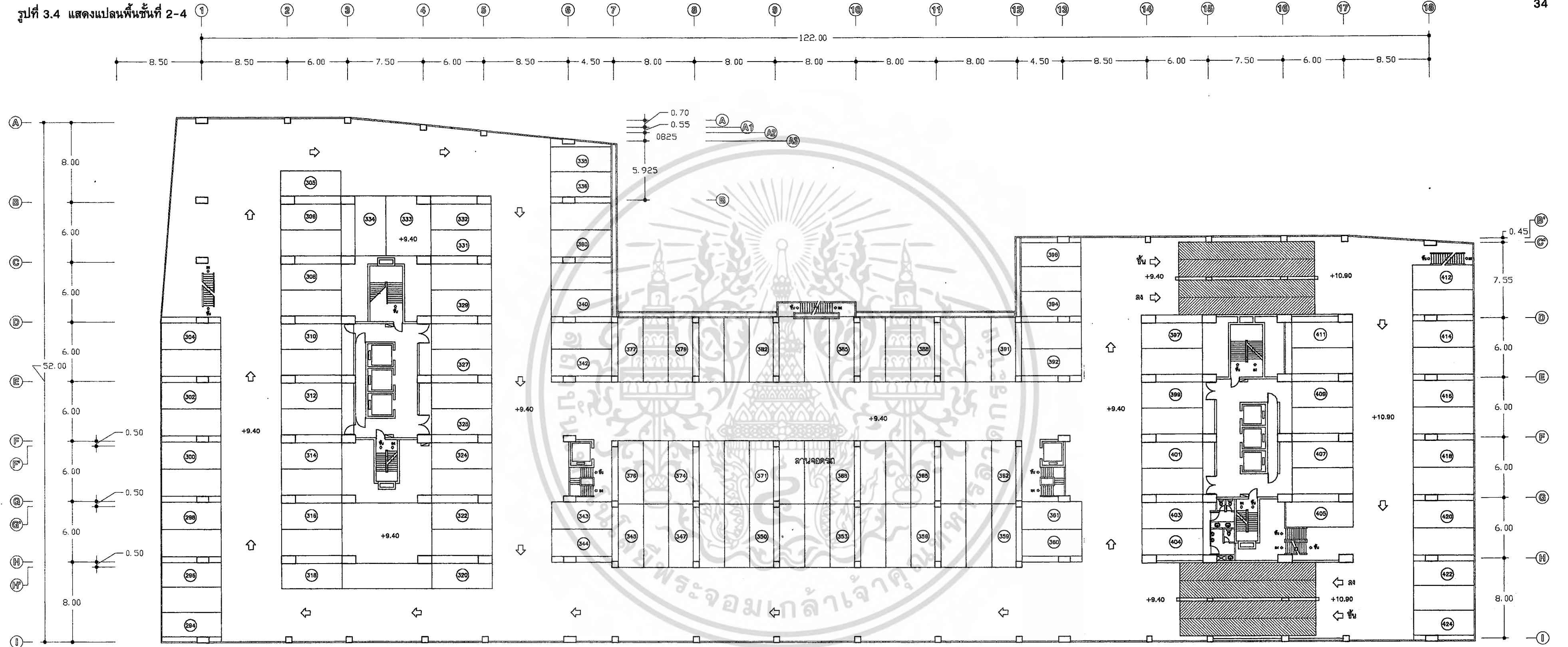
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **แป๊ะล้นพินช์ล่าง** ครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลนพื้นชั้นล่าง

SCALE 1 : 300

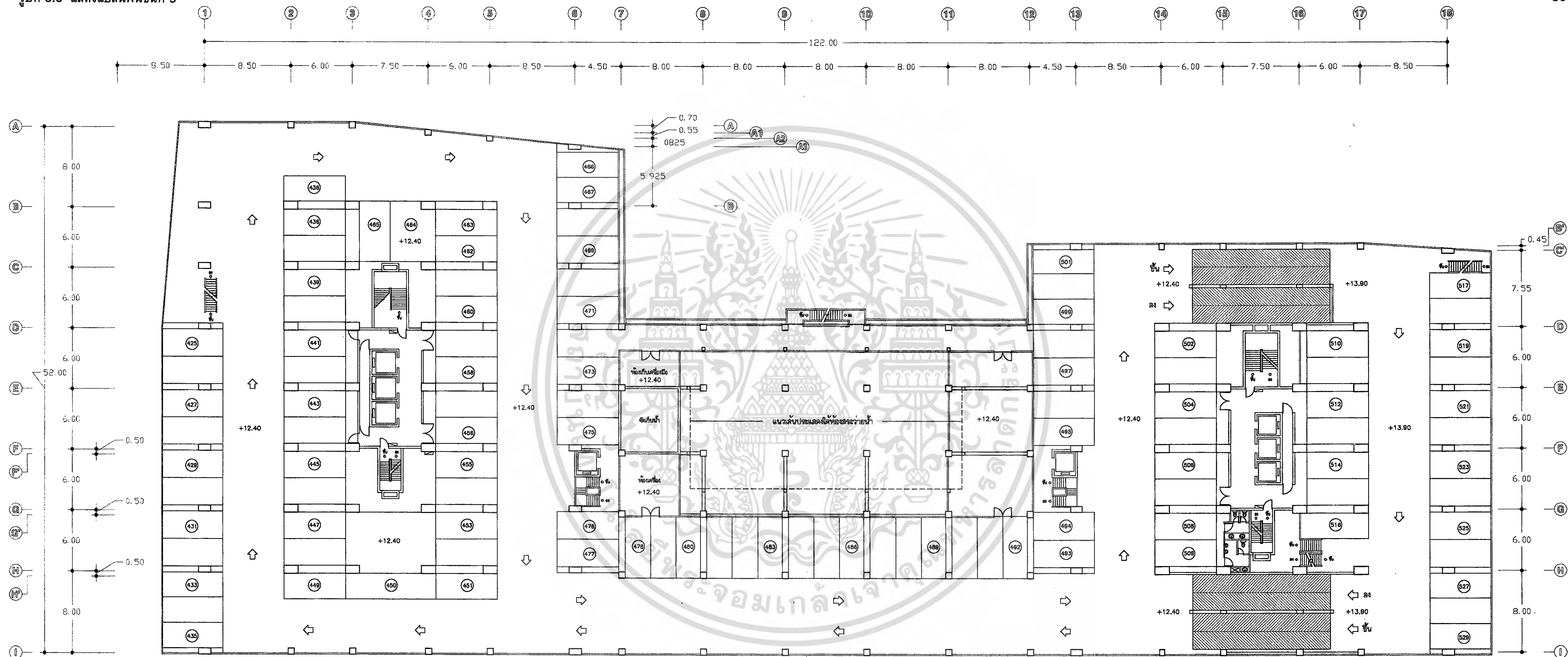
รวม ร.ร.
±0.00

รูปที่ 3.4 แสดงแปลนพื้นที่ 2-4



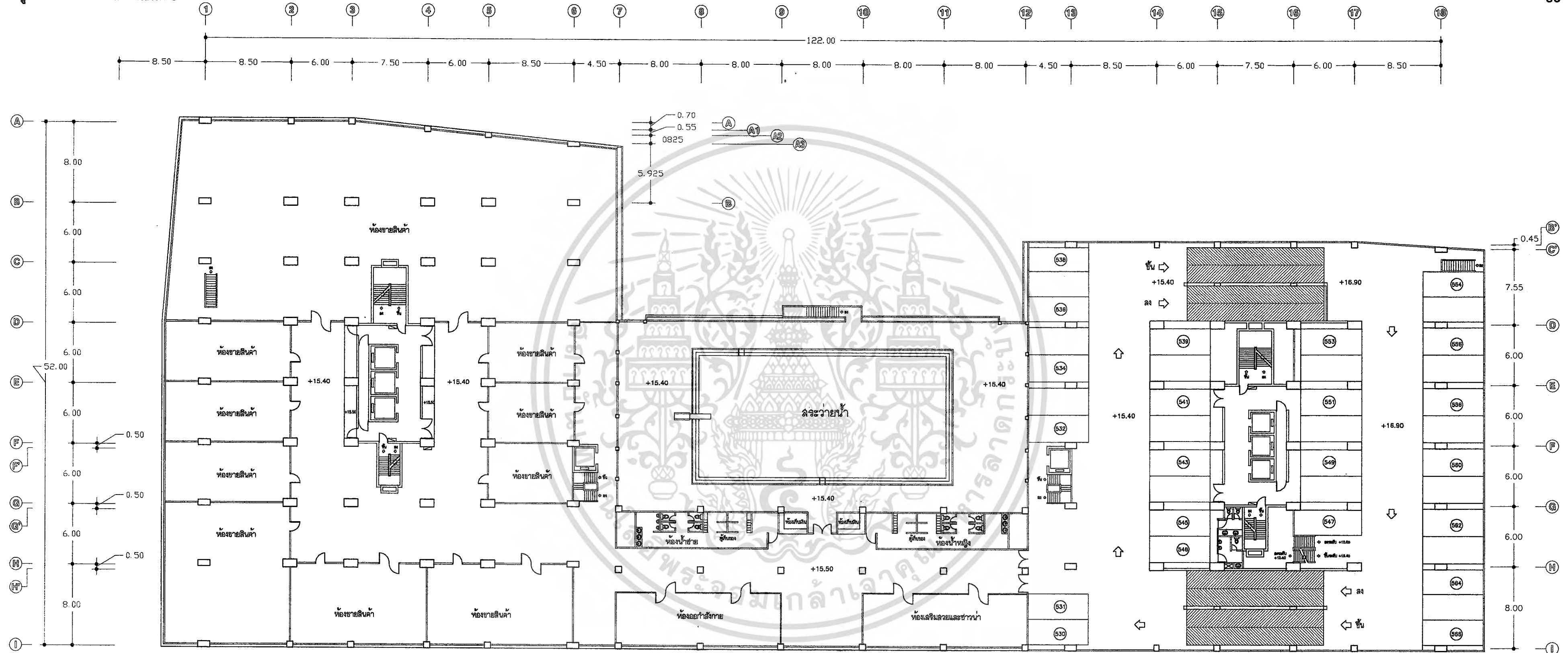
แปลนพื้นที่ 2-4
SCALE 1 : 300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบฉบับขั้นสูง 5

SCALE 1 : 300



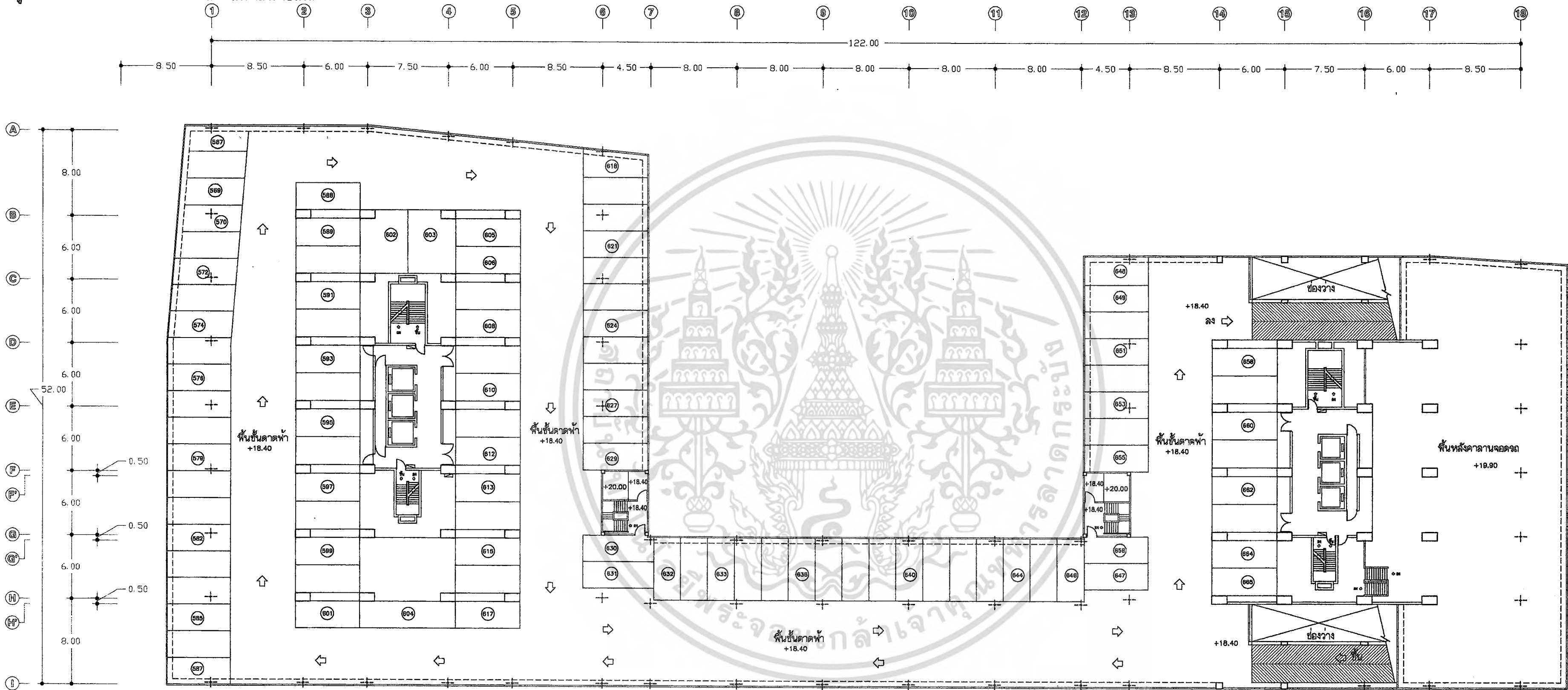
แปลนพื้นที่ 6

SCALE 1 : 300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
จลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

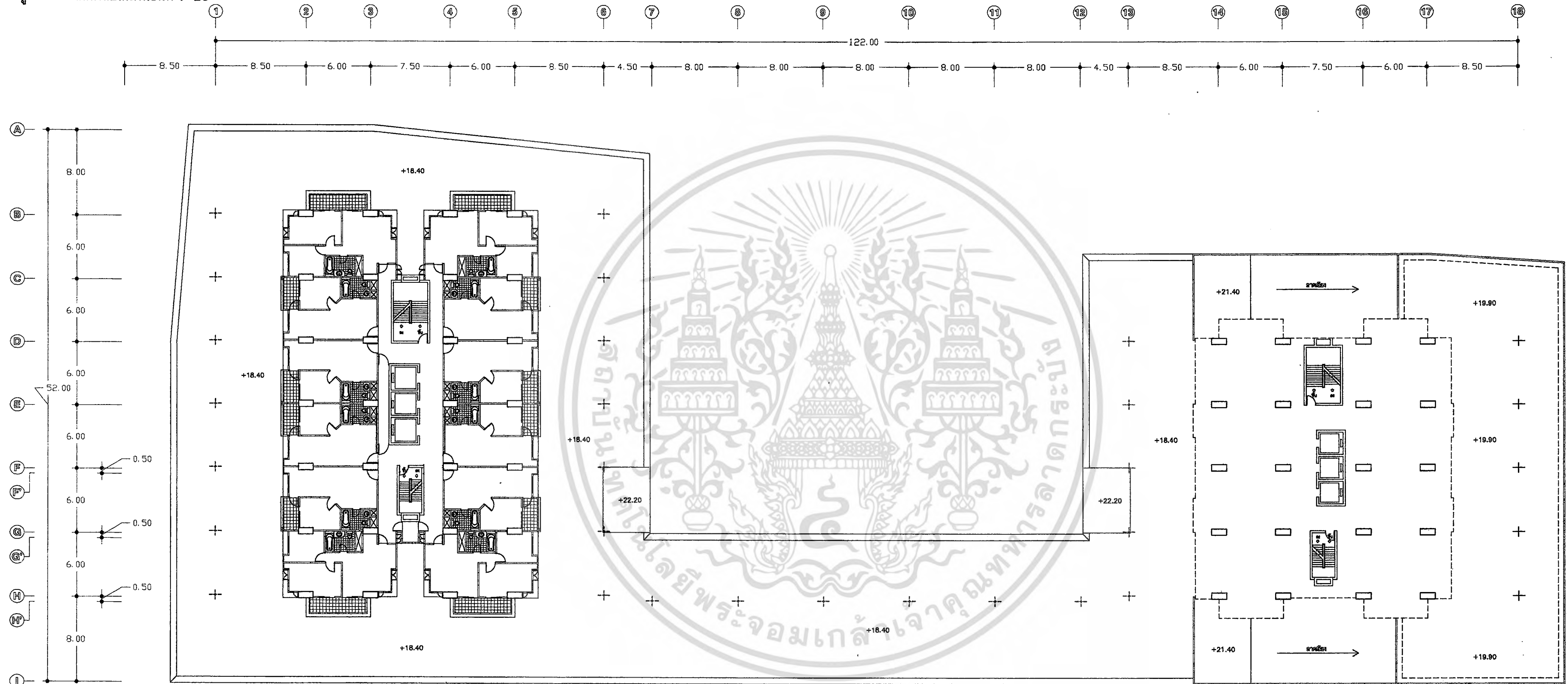
รูปที่ 3.7 แสดงแปลนพื้นที่หน้าตัดฟ้า และหลังคาถาวร



แปลนหน้าตัด ฟ้าและหลังคาถาวร

SCALE 1 : 300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

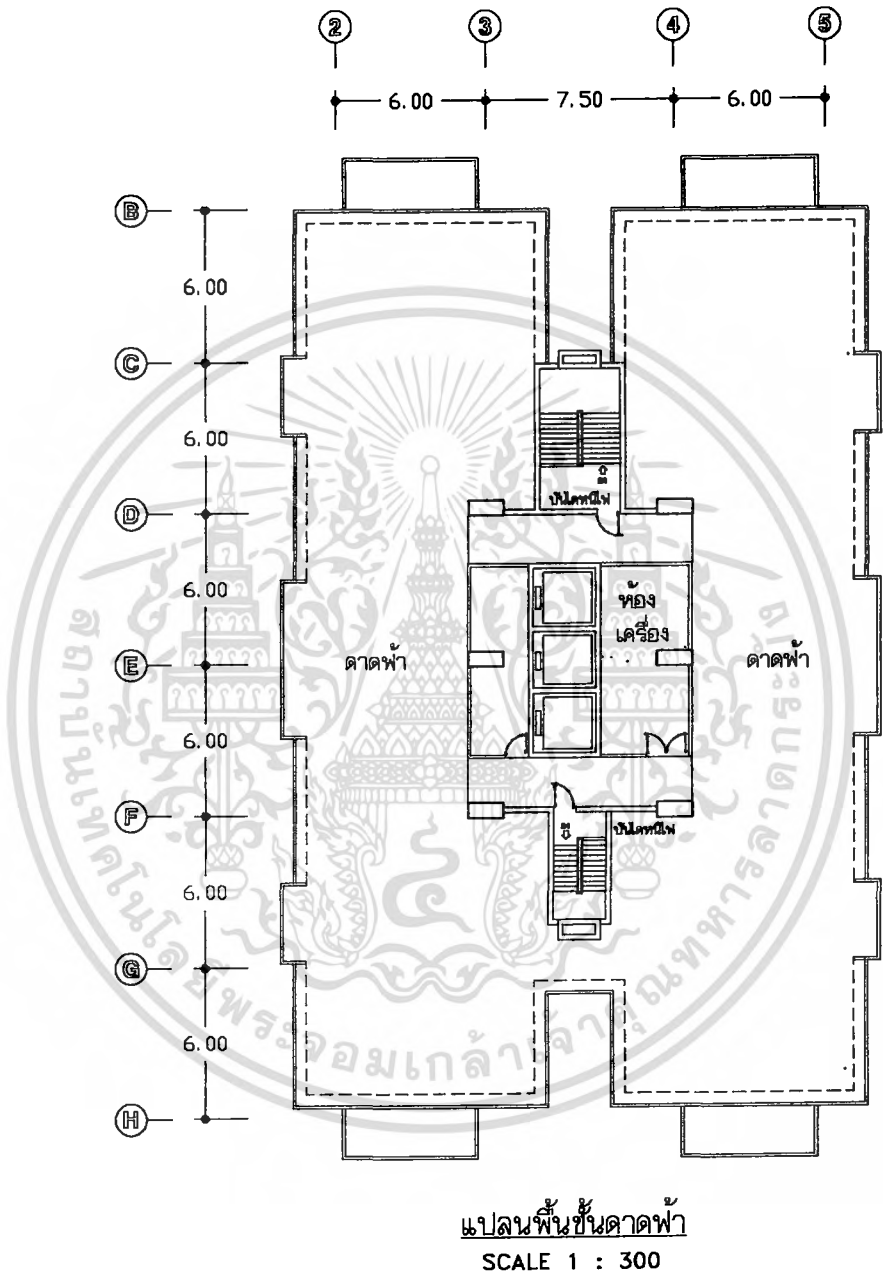


แปลนพื้นที่ 7-26

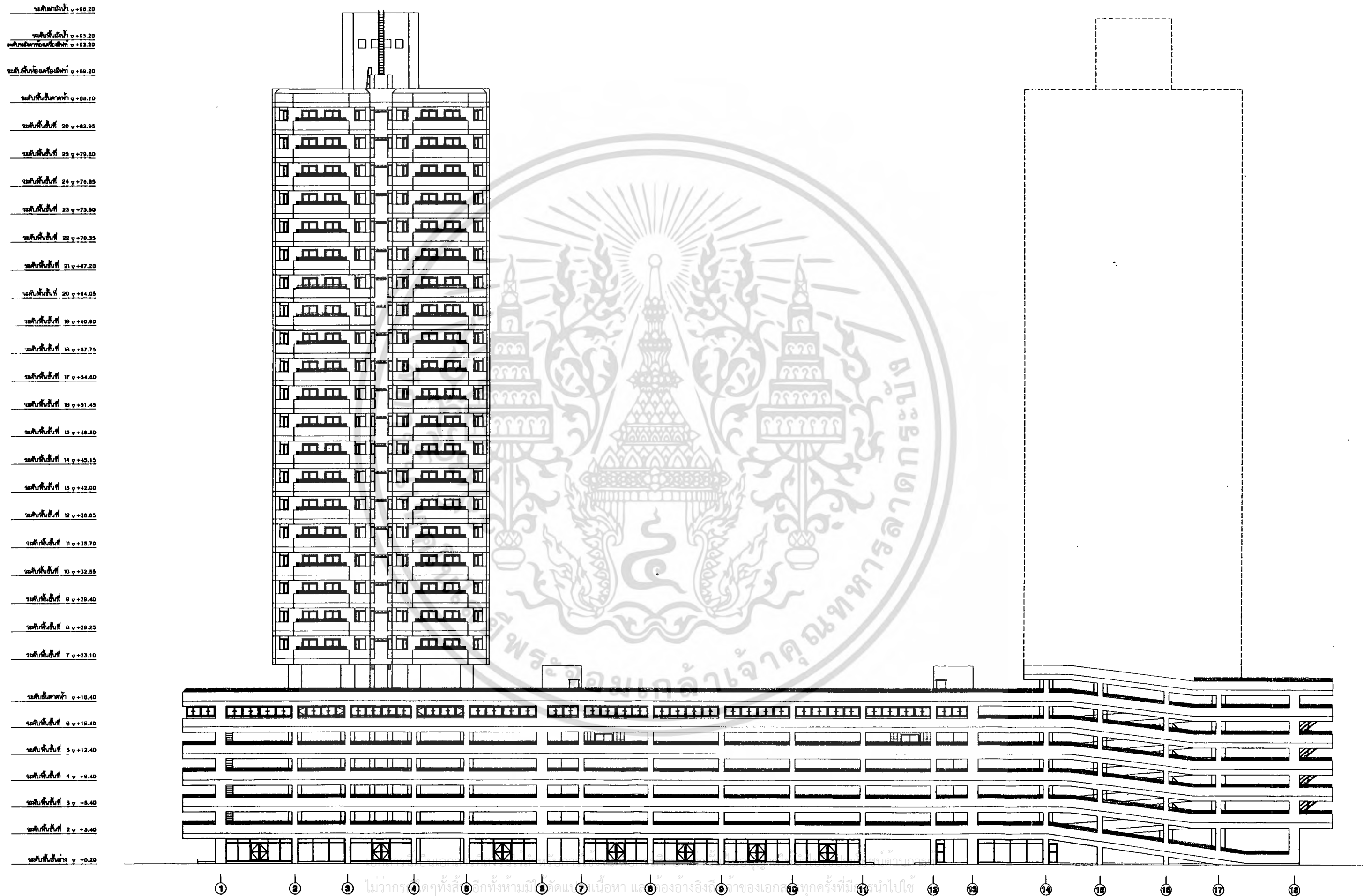
SCALE 1 : 300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

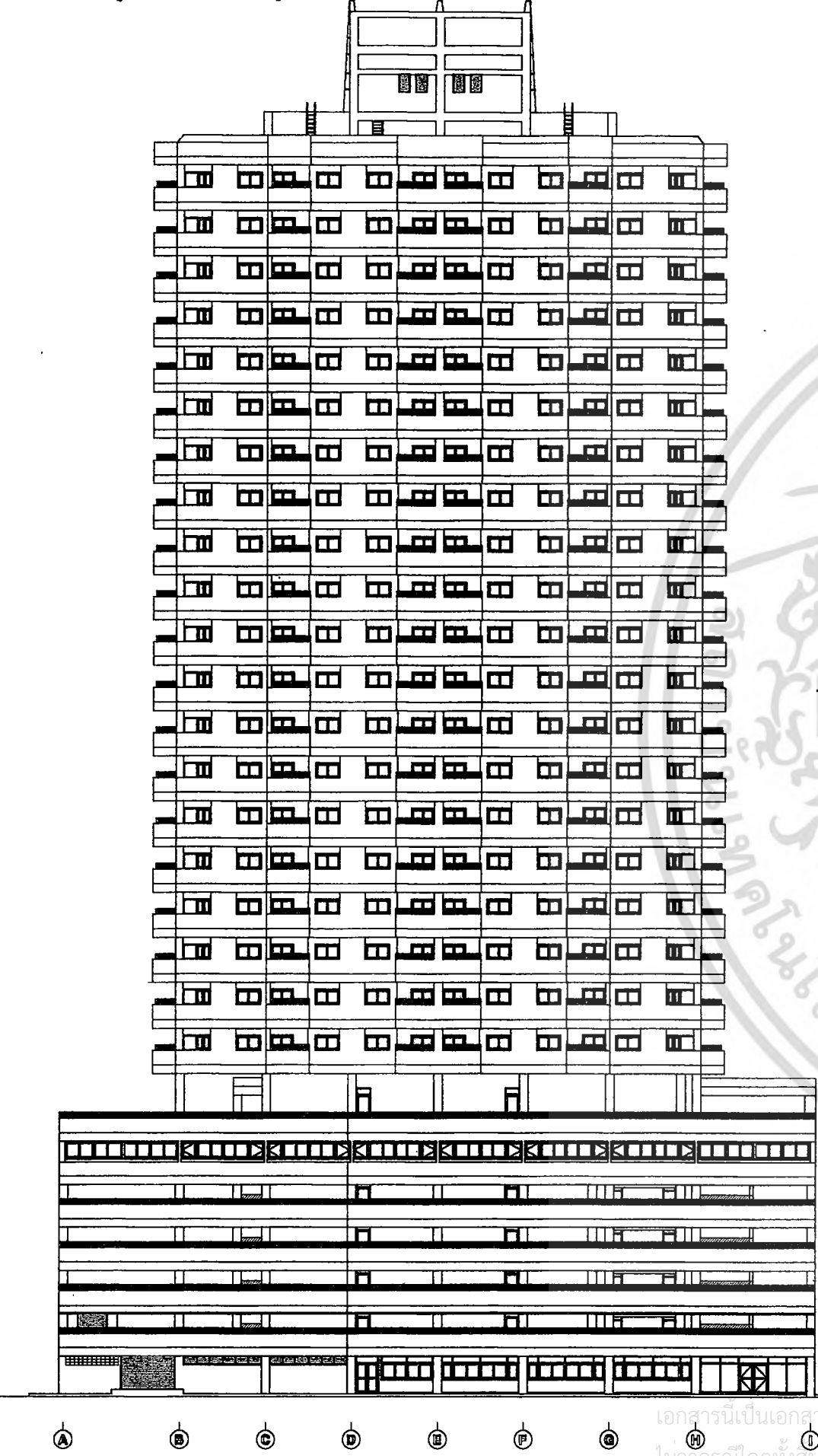
รูปที่ 3.9 แสดงแบบแปลนพื้นที่ชั้นดาดฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

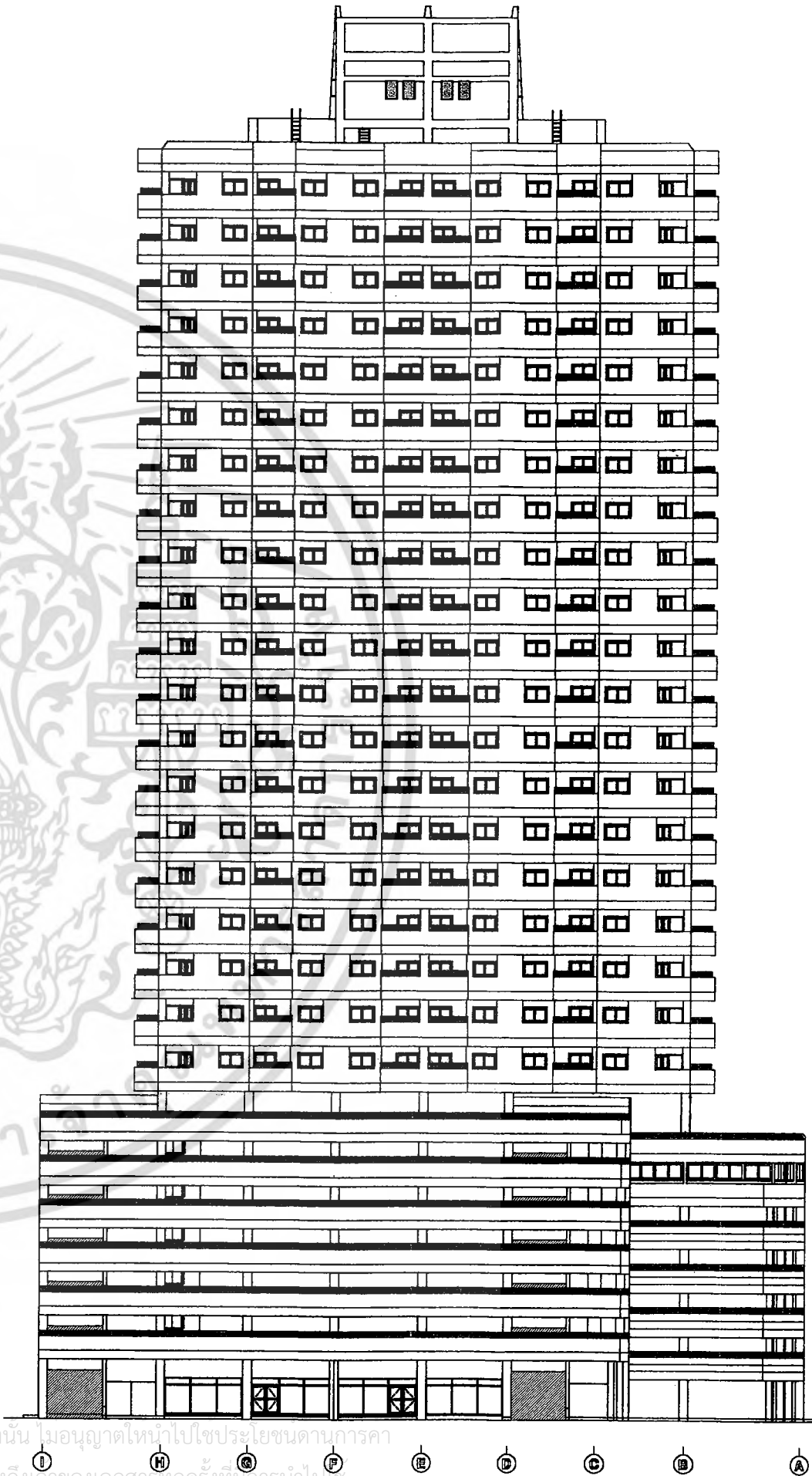


รูปที่ 3.11 แสดงรูปด้านทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้



ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
SCALE 1 : 400

ระดับผิวน้ำ	๗ +98.20
ระดับชั้นน้ำ	๗ +93.20
ระดับชั้นทางคอนกรีต	๗ +92.20
ระดับพื้นห้องลิฟท์	๗ +89.20
ระดับชั้นคาเฟ่	๗ +88.10
ระดับชั้นที่ 28	๗ +82.95
ระดับชั้นที่ 25	๗ +78.80
ระดับชั้นที่ 24	๗ +78.65
ระดับชั้นที่ 23	๗ +73.50
ระดับชั้นที่ 22	๗ +70.35
ระดับชั้นที่ 21	๗ +67.20
ระดับชั้นที่ 20	๗ +64.05
ระดับชั้นที่ 19	๗ +60.90
ระดับชั้นที่ 18	๗ +57.75
ระดับชั้นที่ 17	๗ +54.60
ระดับชั้นที่ 16	๗ +51.45
ระดับชั้นที่ 15	๗ +48.30
ระดับชั้นที่ 14	๗ +45.15
ระดับชั้นที่ 13	๗ +42.00
ระดับชั้นที่ 12	๗ +38.85
ระดับชั้นที่ 11	๗ +35.70
ระดับชั้นที่ 10	๗ +32.55
ระดับชั้นที่ 9	๗ +29.40
ระดับชั้นที่ 8	๗ +26.25
ระดับชั้นที่ 7	๗ +23.10
ระดับชั้นคาเฟ่	๗ +18.40
ระดับชั้นที่ 6	๗ +15.40
ระดับชั้นที่ 5	๗ +12.40
ระดับชั้นที่ 4	๗ +9.40
ระดับชั้นที่ 3	๗ +6.40
ระดับชั้นที่ 2	๗ +3.40
ระดับชั้นล่าง	๗ +0.20



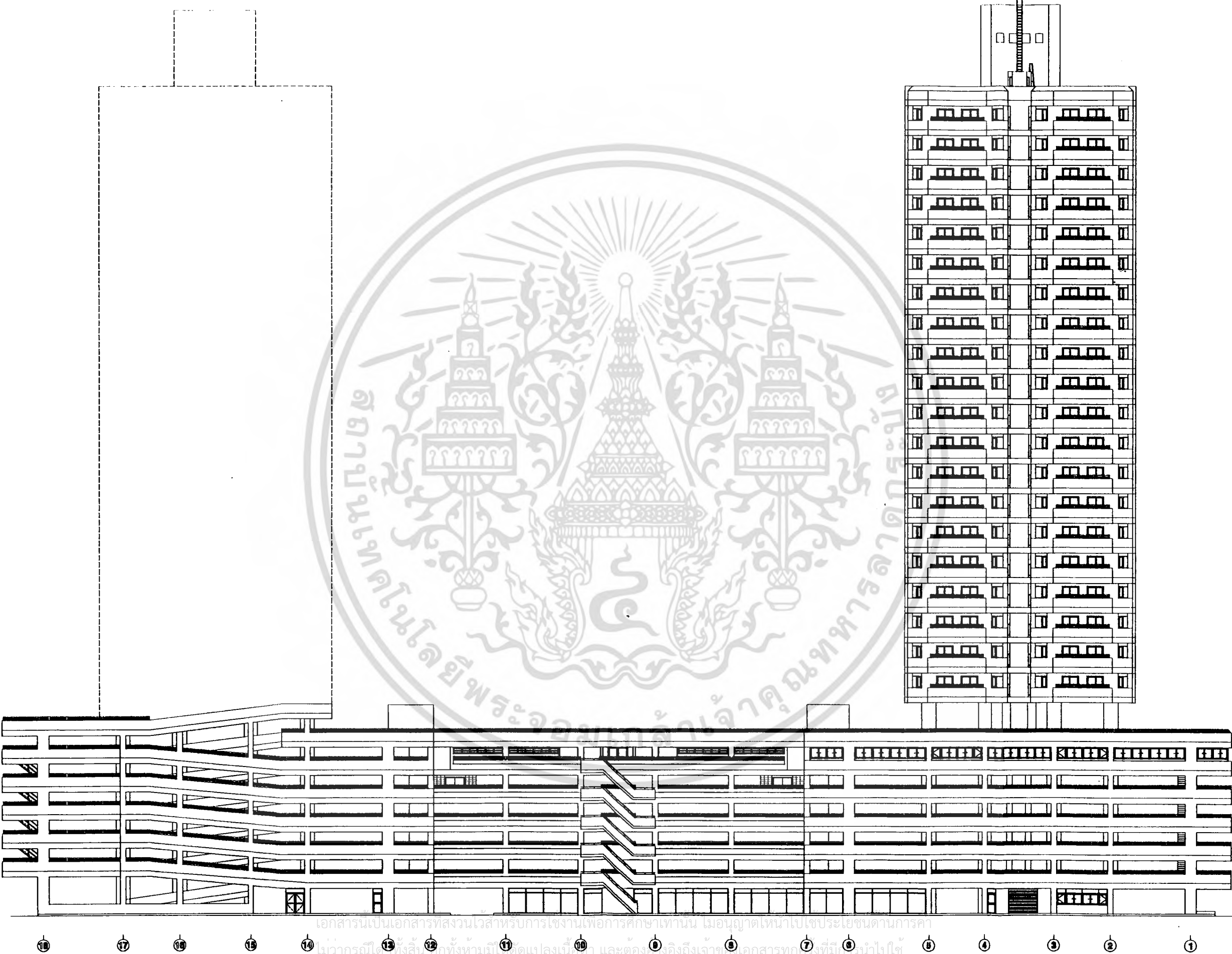
ทิศตะวันตกเฉียงใต้
SCALE 1 : 400

ระดับผิวน้ำ	๗ +98.20
ระดับชั้นน้ำ	๗ +93.20
ระดับชั้นทางคอนกรีต	๗ +92.20
ระดับพื้นห้องลิฟท์	๗ +89.20
ระดับชั้นคาเฟ่	๗ +88.10
ระดับชั้นที่ 28	๗ +82.95
ระดับชั้นที่ 25	๗ +78.80
ระดับชั้นที่ 24	๗ +78.65
ระดับชั้นที่ 23	๗ +73.50
ระดับชั้นที่ 22	๗ +70.35
ระดับชั้นที่ 21	๗ +67.20
ระดับชั้นที่ 20	๗ +64.05
ระดับชั้นที่ 19	๗ +60.90
ระดับชั้นที่ 18	๗ +57.75
ระดับชั้นที่ 17	๗ +54.60
ระดับชั้นที่ 16	๗ +51.45
ระดับชั้นที่ 15	๗ +48.30
ระดับชั้นที่ 14	๗ +45.15
ระดับชั้นที่ 13	๗ +42.00
ระดับชั้นที่ 12	๗ +38.85
ระดับชั้นที่ 11	๗ +35.70
ระดับชั้นที่ 10	๗ +32.55
ระดับชั้นที่ 9	๗ +29.40
ระดับชั้นที่ 8	๗ +26.25
ระดับชั้นที่ 7	๗ +23.10
ระดับชั้นคาเฟ่	๗ +18.40
ระดับชั้นที่ 6	๗ +15.40
ระดับชั้นที่ 5	๗ +12.40
ระดับชั้นที่ 4	๗ +9.40
ระดับชั้นที่ 3	๗ +6.40
ระดับชั้นที่ 2	๗ +3.40
ระดับชั้นล่าง	๗ +0.20

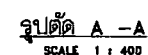
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 แสดงรูปด้านทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

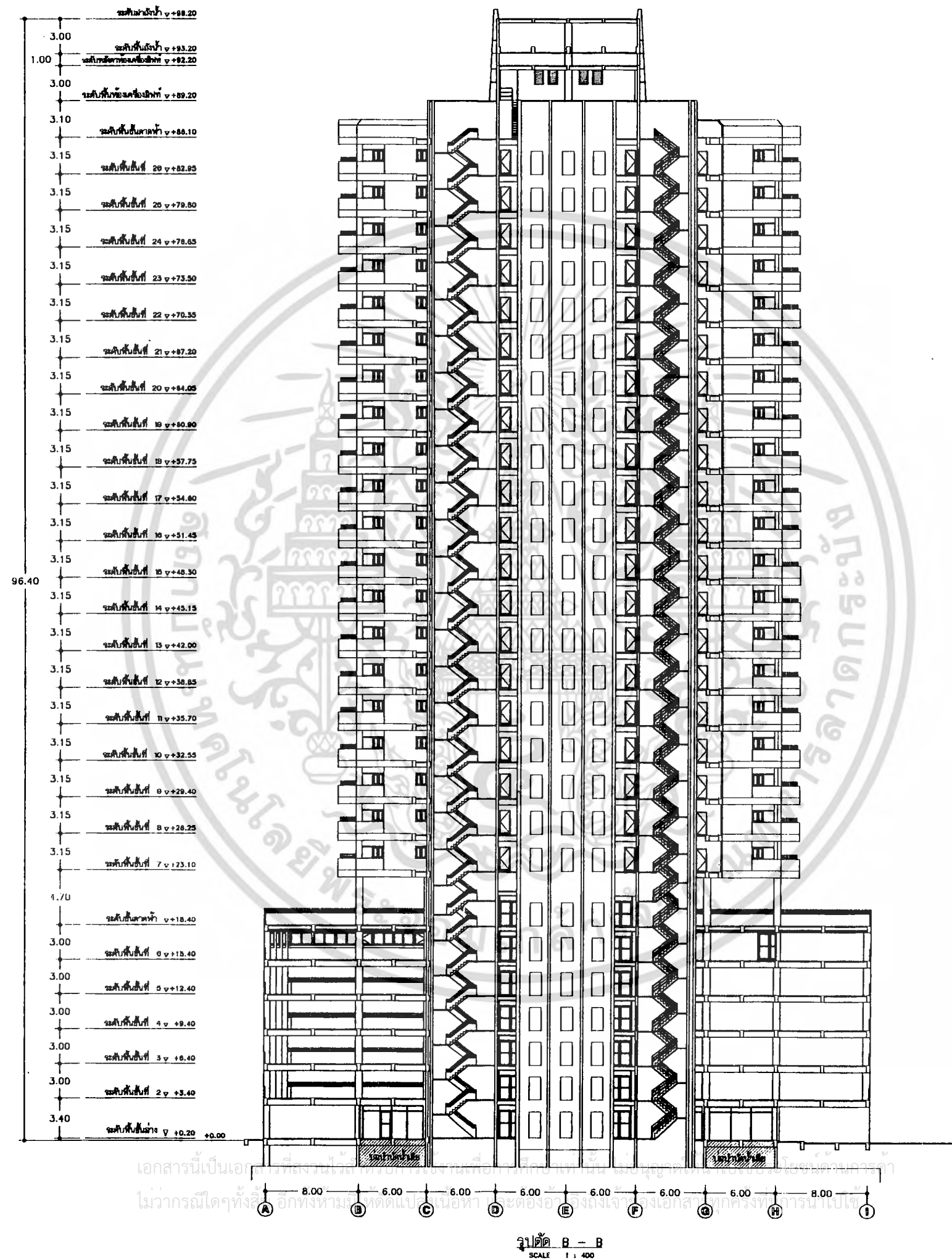
- ระดับน้ำทะเลปานกลาง +96.20
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 1 +93.20
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 2 +92.20
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 3 +89.20
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 4 +85.10
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 5 +82.95
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 6 +79.80
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 7 +78.65
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 8 +73.90
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 9 +70.35
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 10 +67.20
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 11 +64.05
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 12 +60.90
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 13 +57.75
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 14 +54.60
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 15 +51.45
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 16 +48.30
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 17 +45.15
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 18 +42.00
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 19 +38.85
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 20 +35.70
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 21 +32.55
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 22 +29.40
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 23 +26.25
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 24 +23.10
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 25 +19.40
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 26 +15.40
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 27 +12.40
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 28 +9.40
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 29 +6.40
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 30 +3.40
- ระดับชั้นใต้ดินที่ 31 +0.20



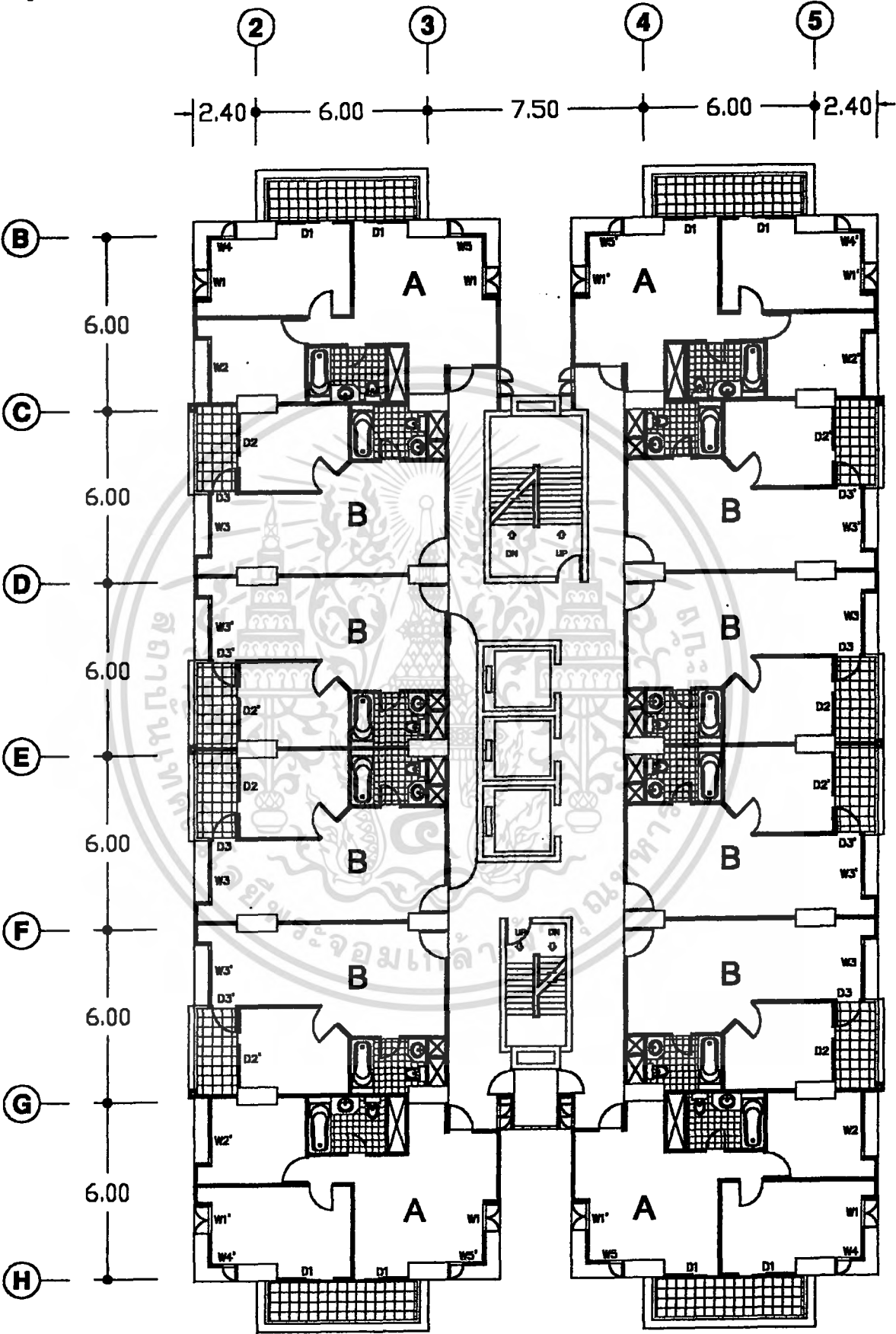
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงรูปตัด B-B



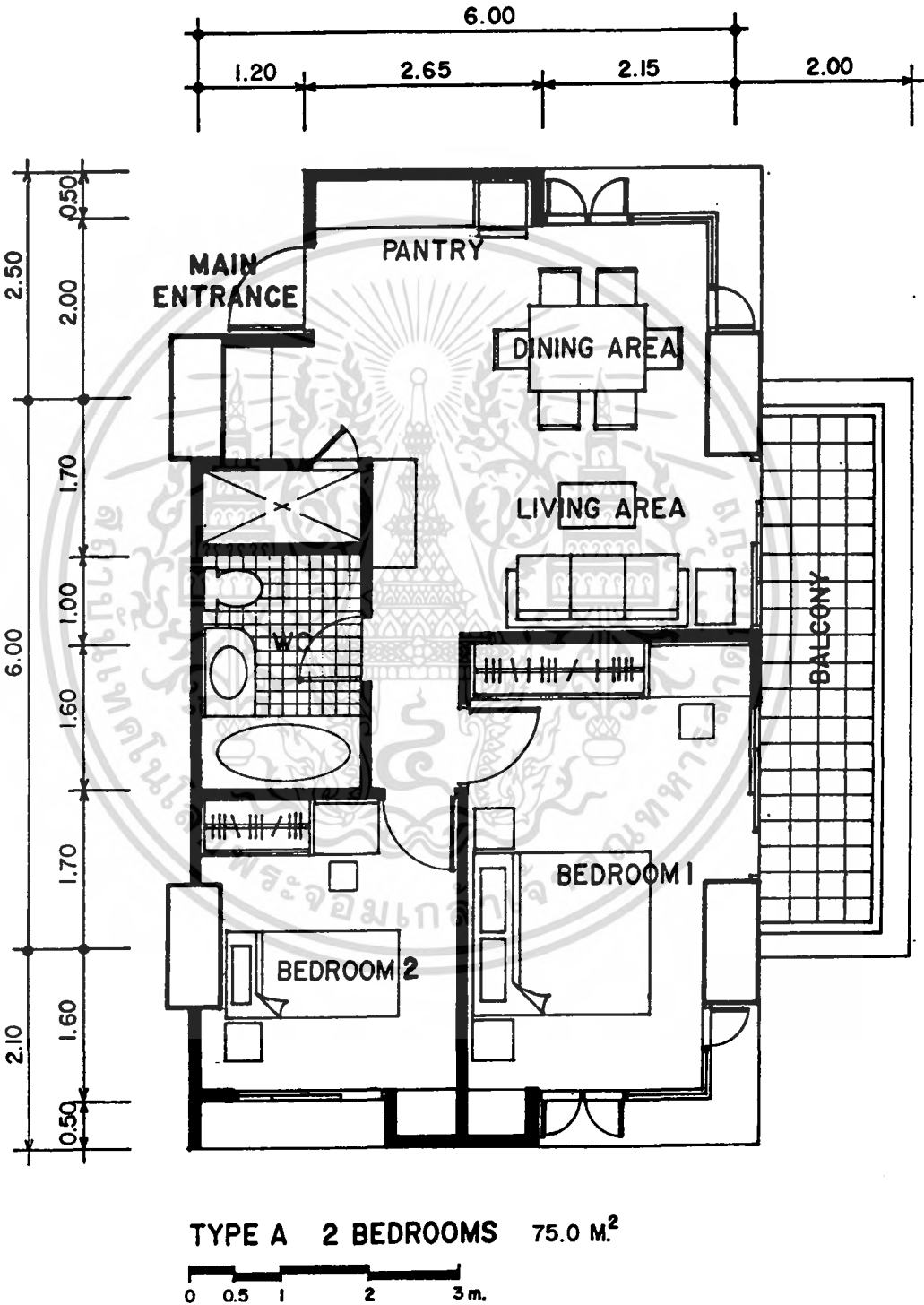
รูปที่ 3.15 แสดงแบบขยายแปลนพื้นที่ 7-26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อขยายแปลนพื้นที่ 7 - 26 ซึ่งประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

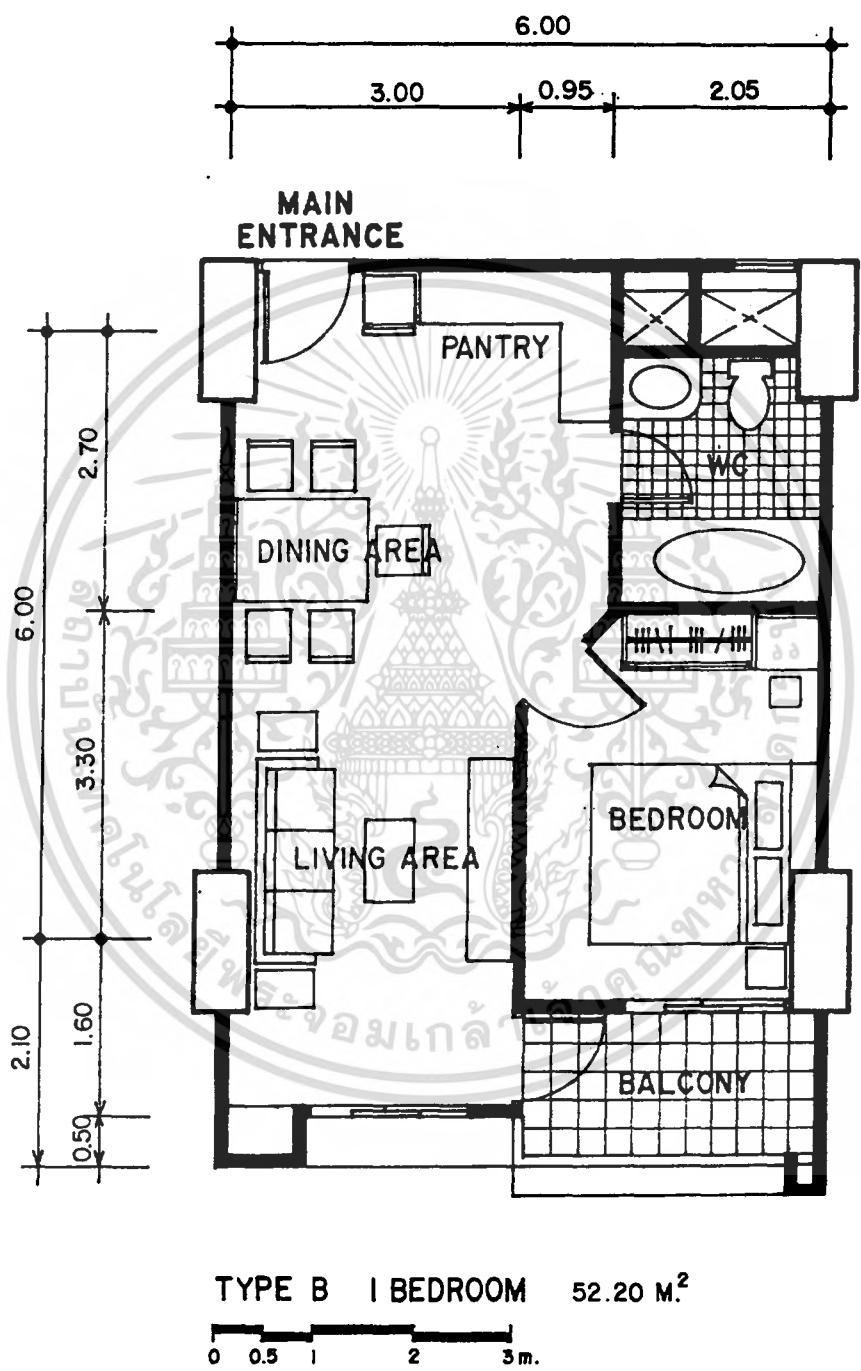
SCALE 1 : 200

รูปที่ 3.16 แสดงแบบขยายแปลนห้องพักอาศัยประเภท 2 BEDROOMS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 แสดงแบบขยายแปลนห้องพักอาศัยประเภท 1 BEDROOM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

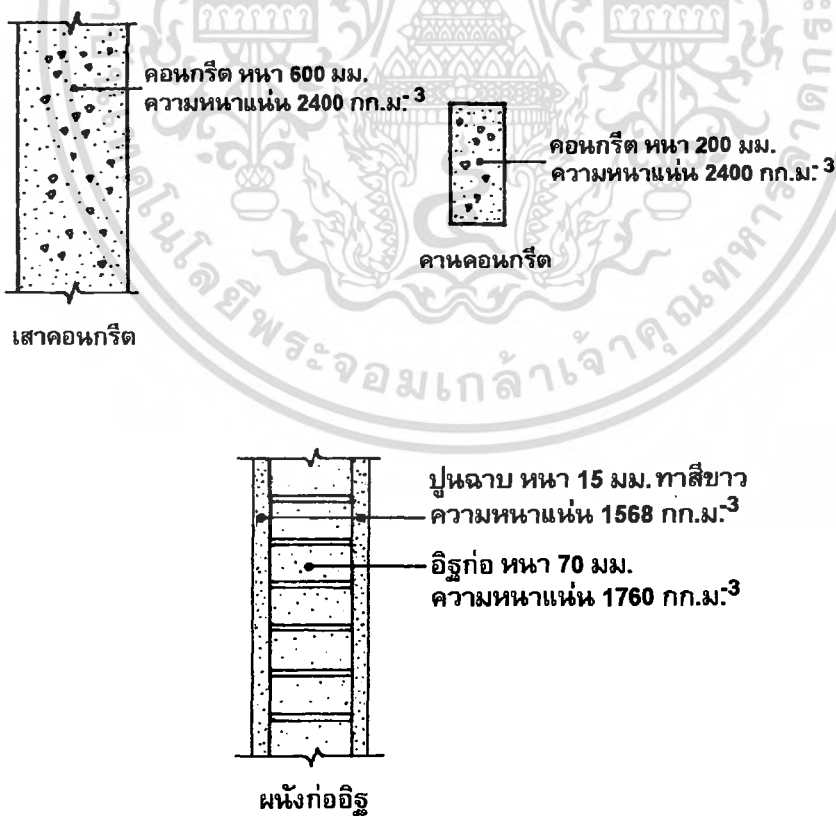
3.3 รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของกรอบอาคาร

กรอบของอาคารชุดพักอาศัยของอาคารกรณีศึกษา จะสามารถแยกออกเป็นรายละเอียดทางด้านสถาปัตยกรรมได้หลายลักษณะอันได้แก่ ชนิด และขนาดของวัสดุ สีของวัสดุ เป็นต้น ซึ่งจะแยกรายละเอียดของกรอบอาคารออกเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

- 1. ผนังทึบ (Opaque Wall)
- 2. ผนังกระจก (Glass Wall)
- 3. อุปกรณ์บังแดด (Shading Device)
- 4. หลังคา (Roof)

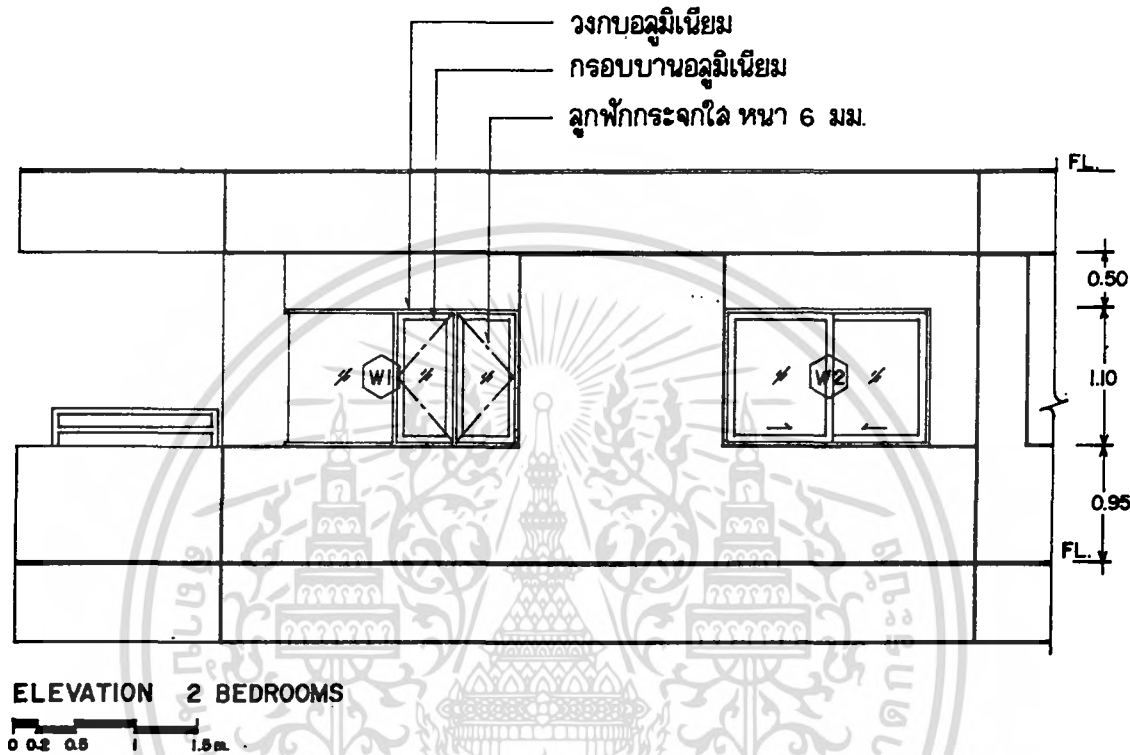
1. ผนังทึบ (Opaque Wall) ได้แก่ เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก หน้า 600 มม. ทาสีขาว, คานคอนกรีตเสริมเหล็กหน้า 200 มม. ทาสีขาว และผนังก่ออิฐฉาบปูน อิฐแห้งหน้า 70 มม. ฉาบปูนหน้า 15 มม. ทั้ง 2 ด้าน ทาสีขาวโดยมีรายละเอียดโครงสร้างดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 แสดงลักษณะโครงสร้างของ เสาคอนกรีต, คานคอนกรีต และผนังก่ออิฐ

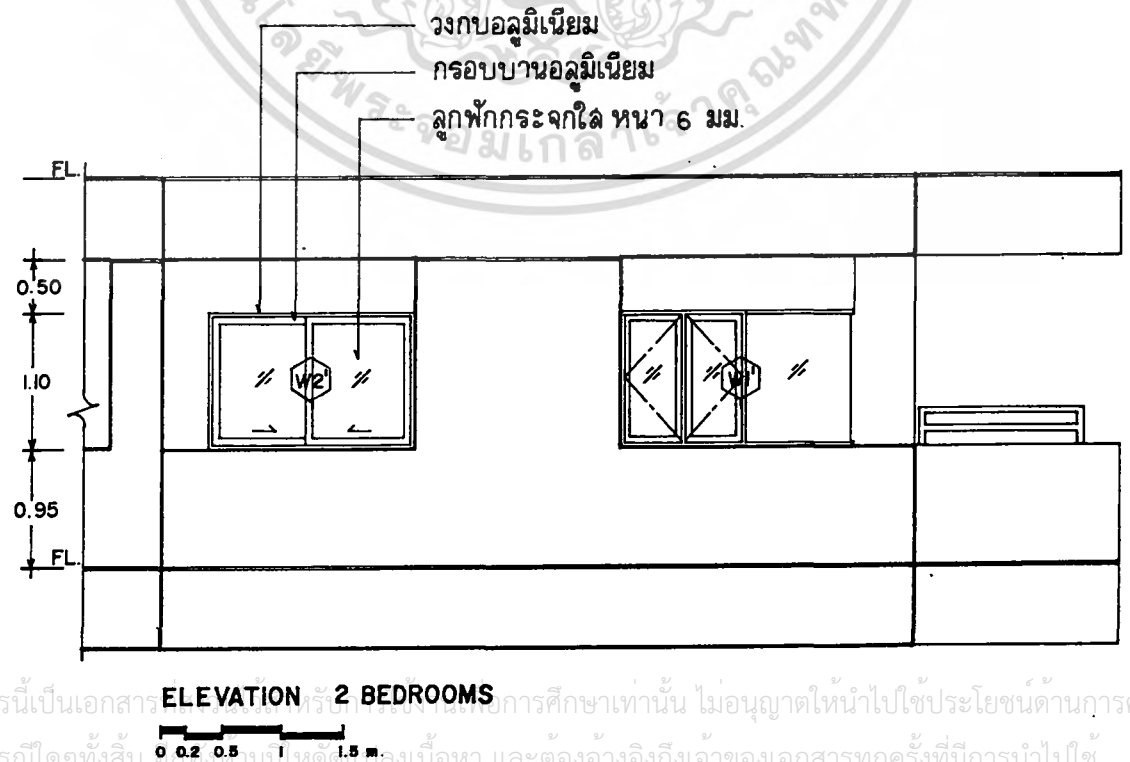


2. ผนังกระจก (Glass Wall) จะรวมทั้งส่วนที่เป็นประตู และหน้าต่าง เป็นบานประตูกระจกใส มีความหนา 6 มม. ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก(SC)เท่ากับ 0.96 ติดตั้งภายในกรอบบานอลูมิเนียม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

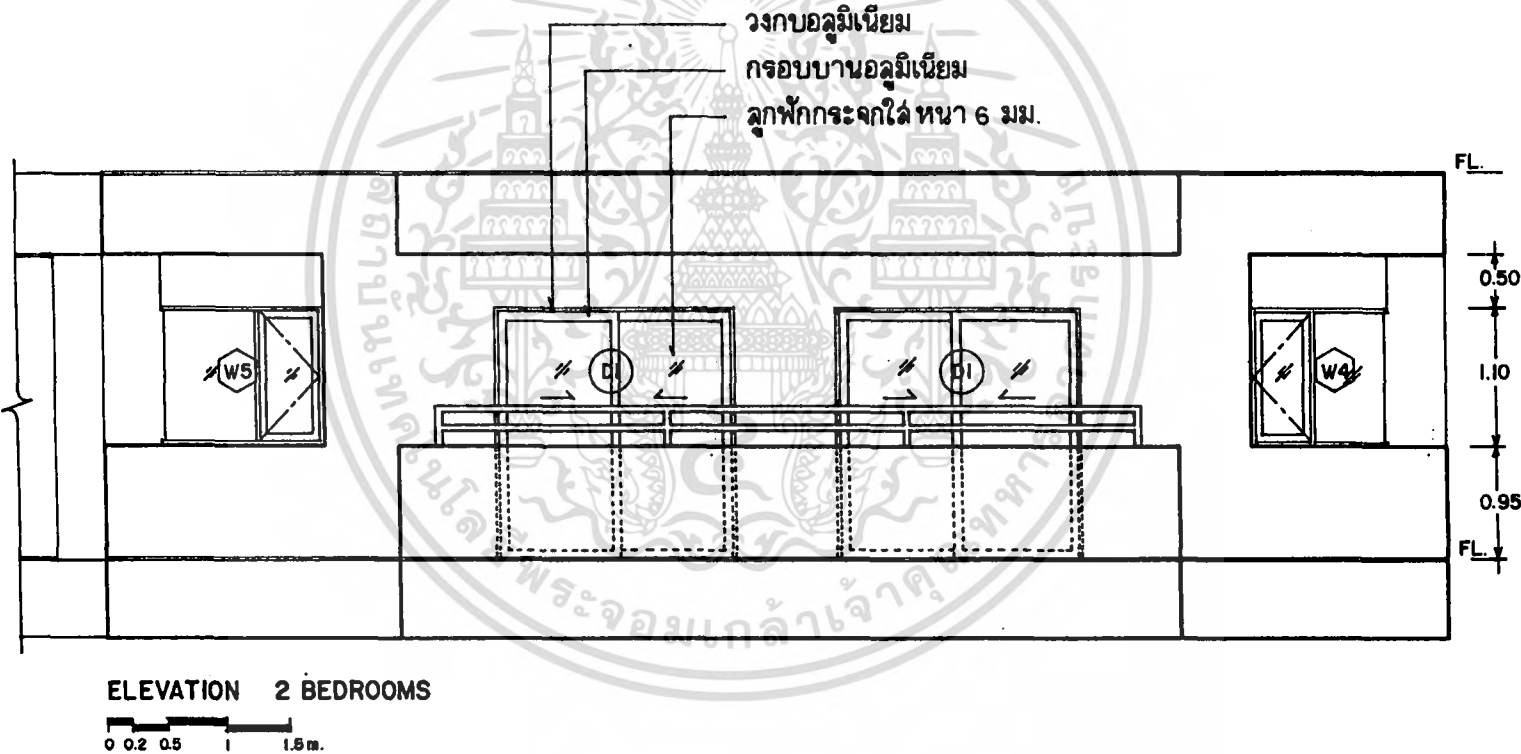
รูปที่ 3.19 แสดงรูปด้านผนังกระจก และหน้าต่าง (W1,W2)



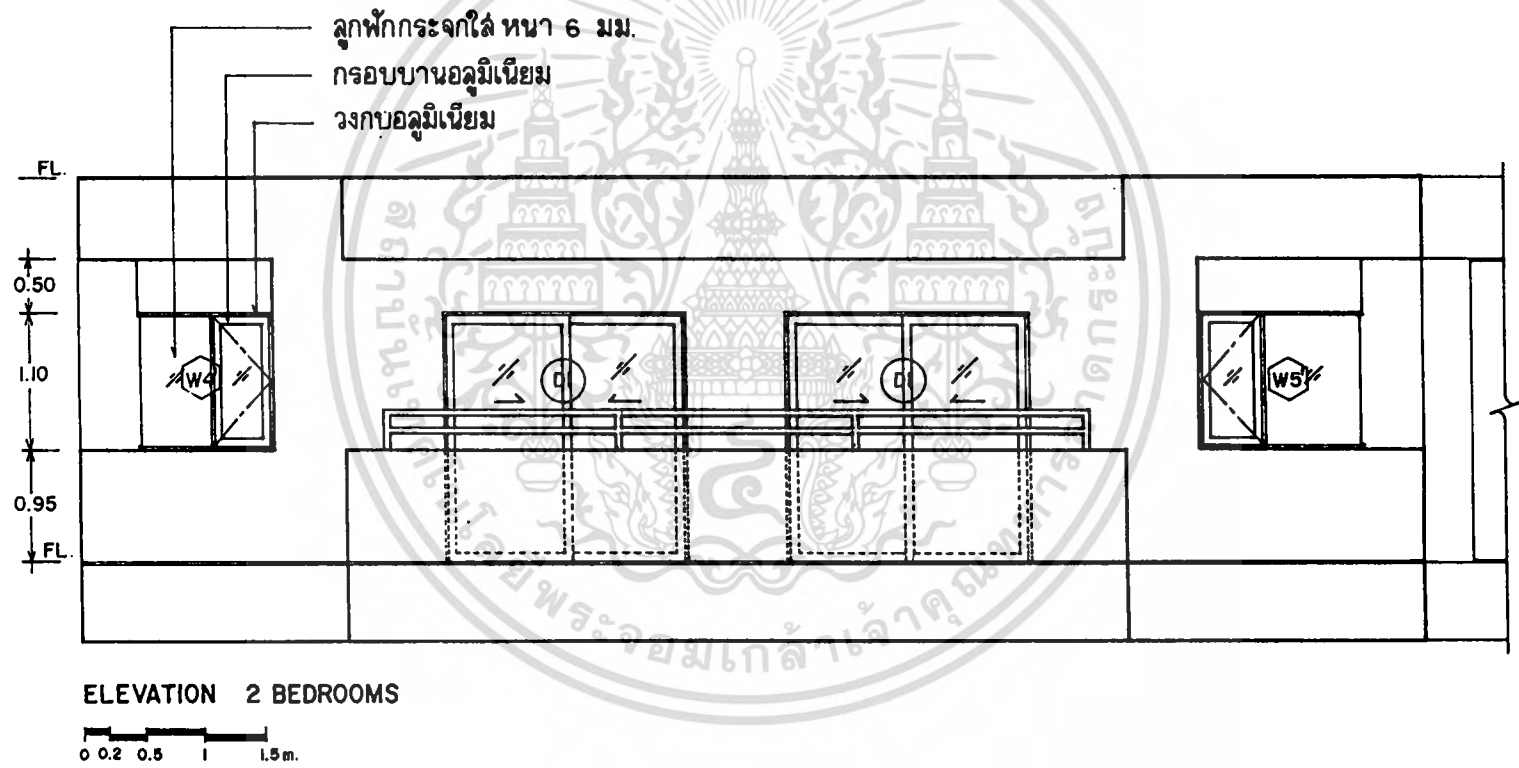
รูปที่ 3.20 แสดงรูปด้านผนังกระจก และหน้าต่าง (W1',W2')



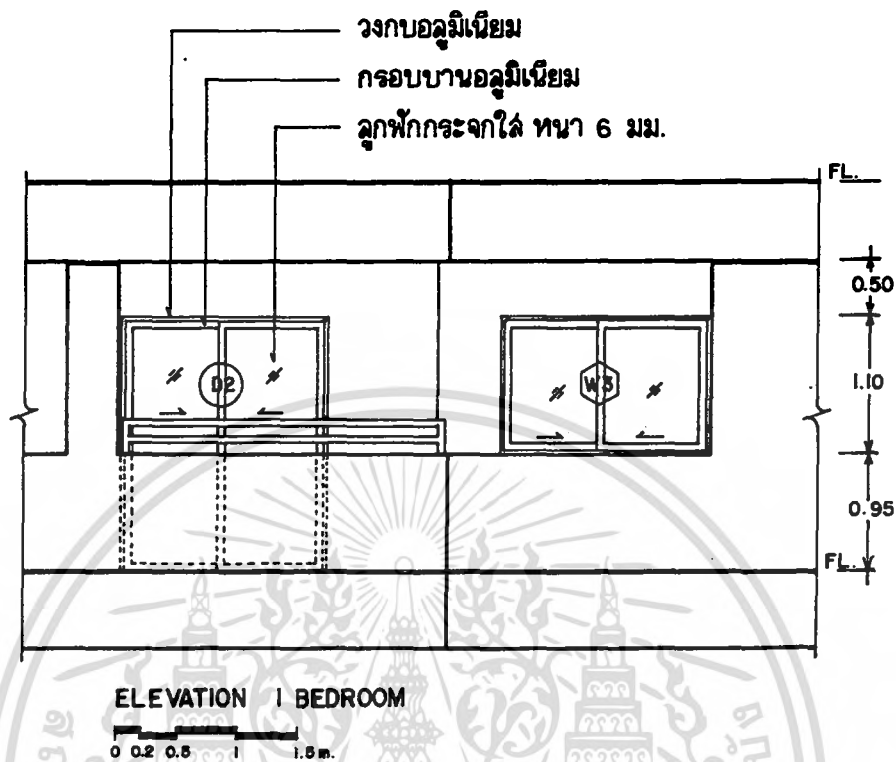
รูปที่ 3.21 แสดงรูปด้านประตู (D1) , ผนังกระจกและหน้าต่าง (W4,W5)



รูปที่ 3.22 แสดงรูปด้านประตู (D1) , ผืนกระจกและหน้าต่าง (W4',W5')



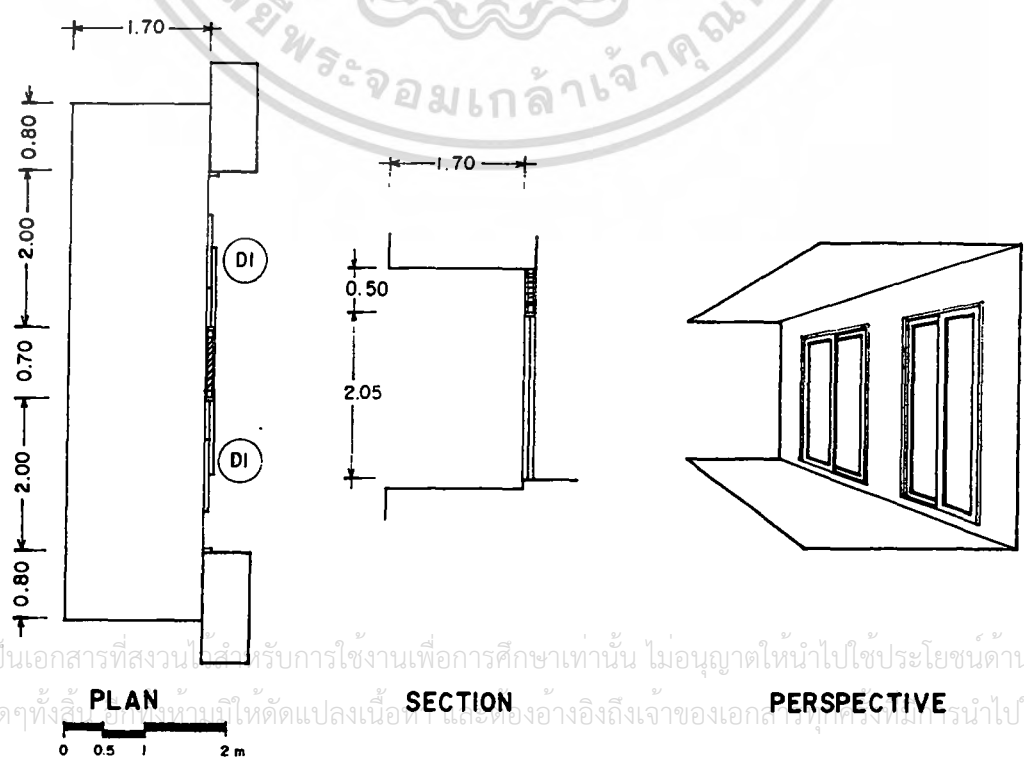
รูปที่ 3.23 แสดงรูปด้านประตู่ (D2) และหน้าต่าง (W3)



3. อุปกรณ์บังแดด (Shading Device) มีด้วยกัน 2 ลักษณะ ดังนี้

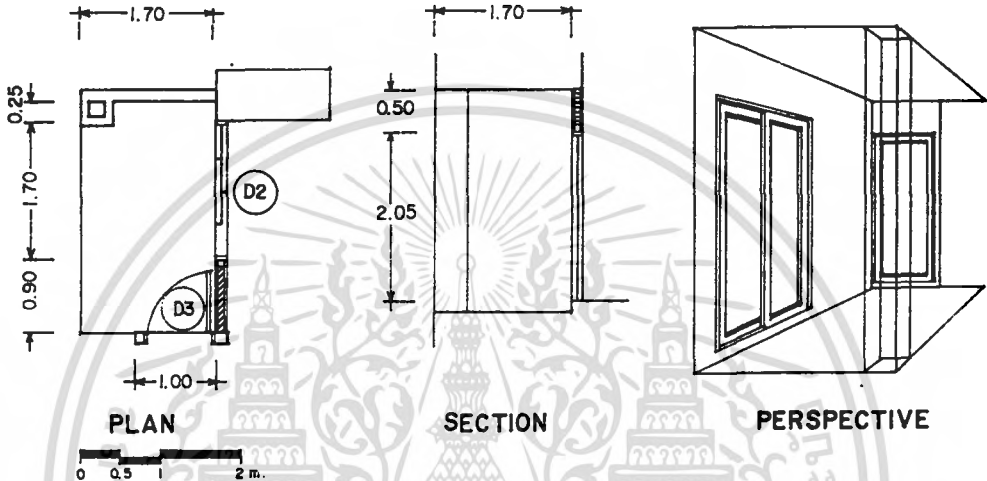
ก. อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (Over Hang) ลักษณะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กทาสีขาว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 3.24 แสดงลักษณะรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนของประตู (D1)

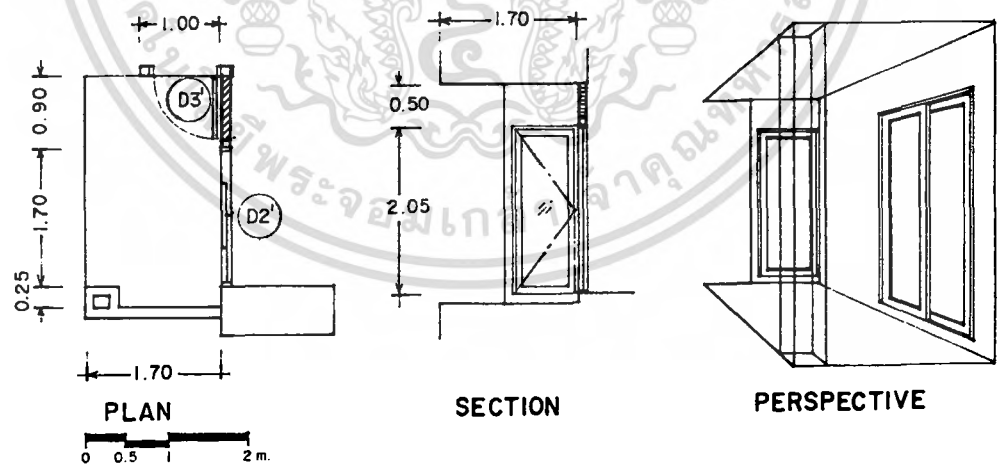


ข. อุปกรณ์บังแดดแนวนอนกับแนวดิ่ง (Over Hang With Fin) ลักษณะของ
อุปกรณ์บังแดดแนวนอน และแนวดิ่ง จะเป็นการ SETBACK ลึกกว่าระดับของผนังที่ 0.50 ม.
โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

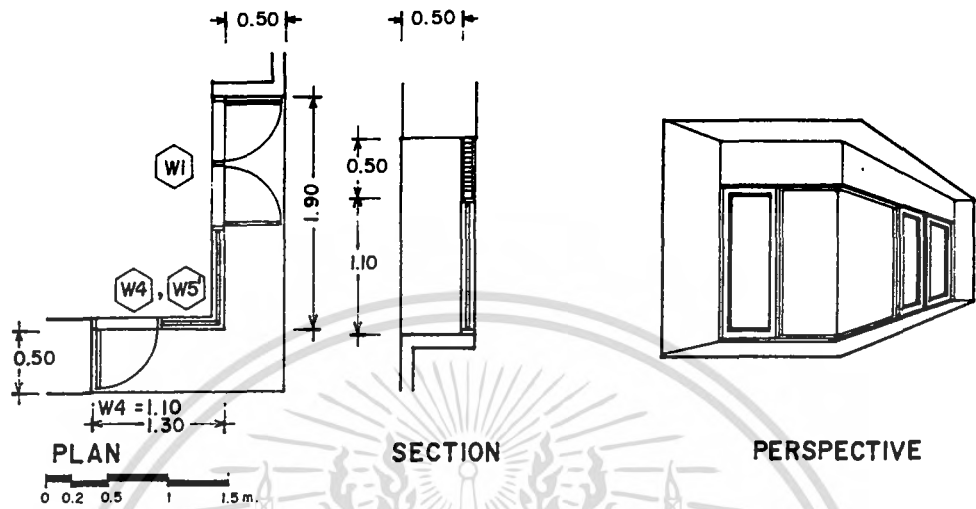
รูปที่ 3.25 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนกับแนวดิ่งของประตู (D2,D3)



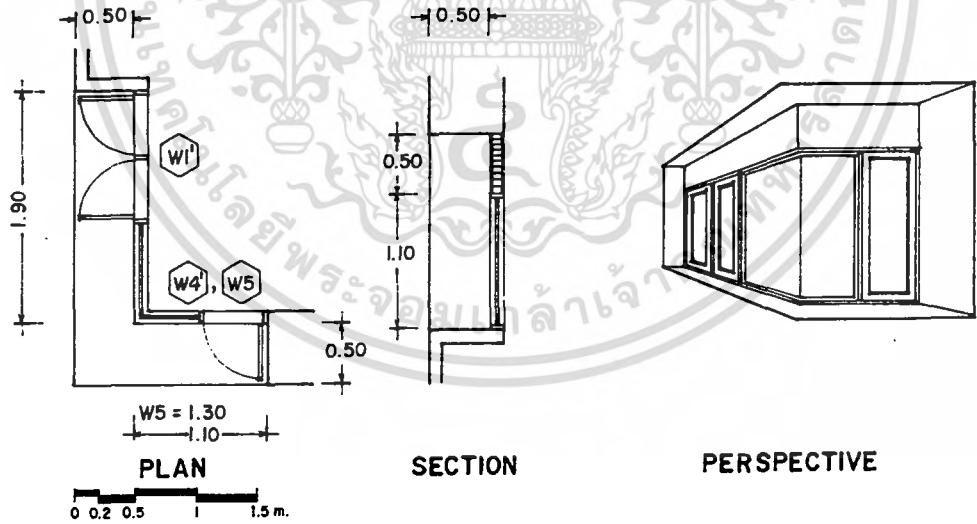
รูปที่ 3.26 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนกับแนวดิ่งของประตู (D2',D3')



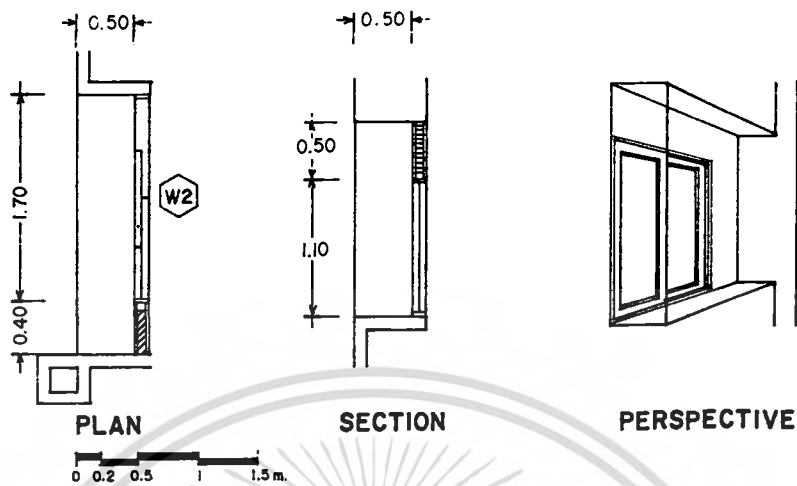
รูปที่ 3.27 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนกับแนวตั้งของผนังกระจก และหน้าต่าง (W1,W4,W5')



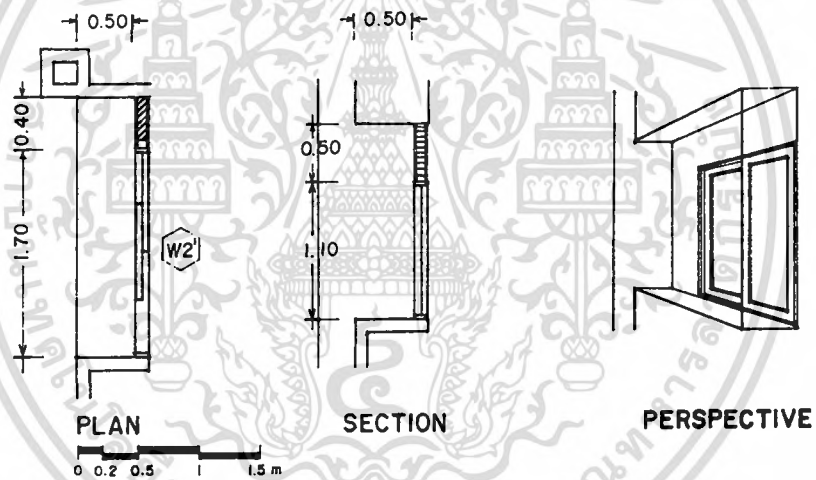
รูปที่ 3.28 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนกับแนวตั้งของผนังกระจก และหน้าต่าง (W1',W4',W5)



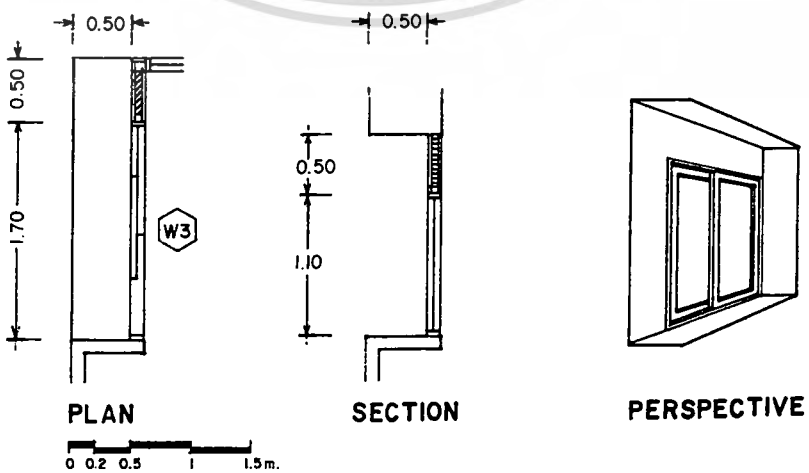
รูปที่ 3.29 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนกับแนวตั้งของหน้าต่าง (W2)



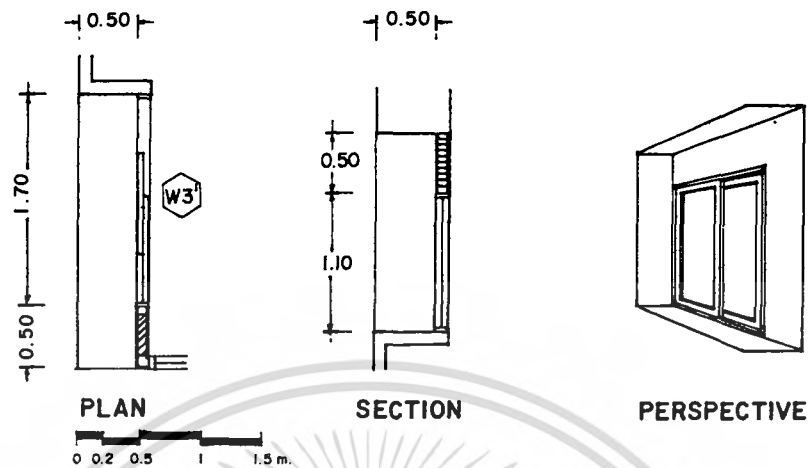
รูปที่ 3.30 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนกับแนวตั้งของหน้าต่าง (W2')



รูปที่ 3.31 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนกับแนวตั้งของหน้าต่าง (W3)

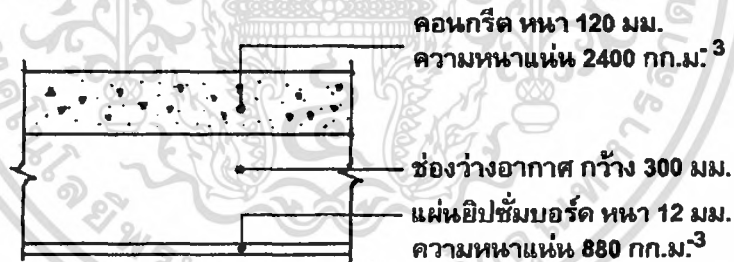


รูปที่ 3.32 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนกับแนวตั้งของหน้าต่าง (W3')



4. หลังคา (Roof) เป็นหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก Flat Slab ความหนา 120 มม. ระยะห่างระหว่างช่องว่างอากาศจากคอนกรีตเสริมเหล็กถึงแผ่นยิปซัมบอร์ดกว้าง 300 มม. แผ่นยิปซัมบอร์ดหนา 12 มม. โดยมีรายละเอียดโครงสร้างดังรูปที่ 3.33

รูปที่ 3.33 แสดงลักษณะโครงสร้างของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก



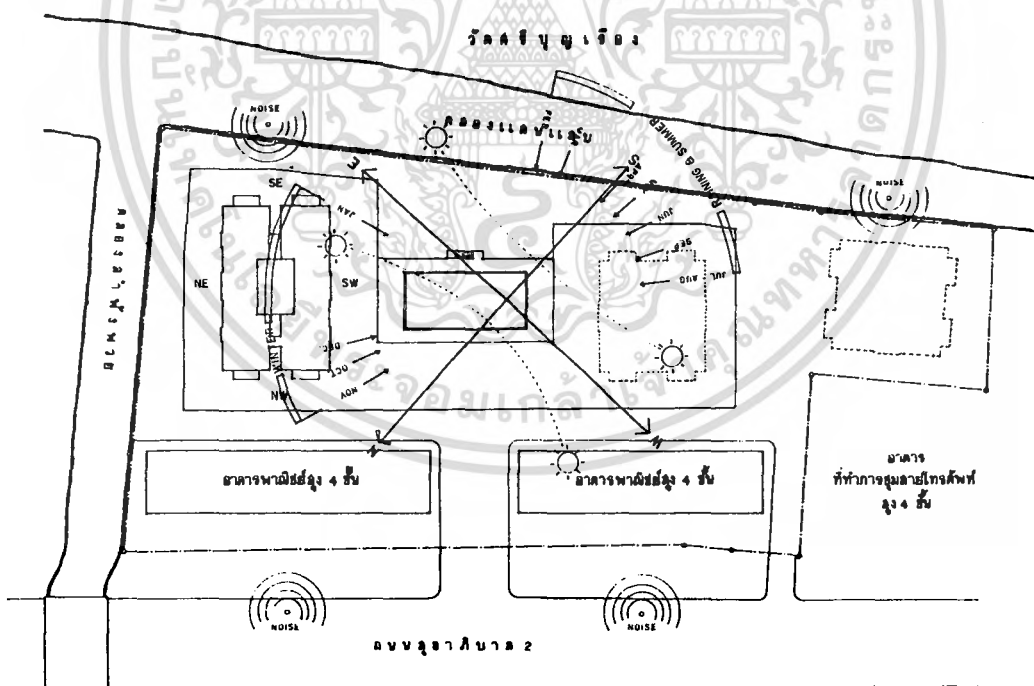
บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลของอาคารกรณีศึกษา

4.1 การวิเคราะห์ลักษณะของกรอบอาคาร และประสิทธิภาพการบังแดด

ลักษณะรูปแบบของอาคารเป็นลักษณะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความสูงของอาคารในส่วนที่พักอาศัย (ชั้นที่ 7-26) สูง 63 เมตร และการวางทิศทางของอาคารทางด้านกว้างจะหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ กับทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ส่วนทางด้านยาวจะหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ กับทิศตะวันตกเฉียงใต้ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งจะมีผลกับกรอบของอาคาร รวมทั้งวัสดุที่ใช้และอุปกรณ์บังแดดสามารถแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะการวางทิศทางของอาคาร



4.1.1. การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (U_w) และค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ของผนังที่ลักษณะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลักษณะโครงสร้างของกรอบอาคาร ซึ่งจำแนกผนังที่ไปตามลักษณะโครงสร้างออกเป็น 3 ประเภทคือ เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานคอนกรีตเสริมเหล็ก และผนังก่ออิฐฉาบปูน การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(U) และค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า(TD_{eq}) ซึ่งแสดงดังต่อไปนี้

กำหนดให้ Δx คือ ความหนาของวัสดุ (m)

k คือ สัมประสิทธิ์ของการนำความร้อนของวัสดุ ($W/m \cdot K$)

R คือ ค่าความต้านทานความร้อน ($W/m^2 \cdot K$)⁻¹

U คือ ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

ก.) เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 600 มม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะโครงสร้างของเสาคอนกรีต



ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R ($W/m^2 \cdot K$) ⁻¹	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.2
2. ผนังคอนกรีต	$\frac{0.600}{1.442}$	0.416	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก. 1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_t)		0.580	

$$U_w = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0.580} = 1.724 \text{ วัตต์/ม.}^2 \cdot ^\circ \text{ซ}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าขึ้นอยู่กับมวลและค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ โดยค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ หรือสีที่ใช้ทาวัสดุ จากโครงสร้างของเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถคำนวณมวลของเสาได้ดังนี้

มวลของเสา = (ความหนาแน่นของเสา) (ความหนาของเสา)

= 2400 x 0.60

= 1440 กก./ม.²

และเสากายนอกทาสีขาว (ผิวสีอ่อน) จะได้ว่า

$TD_{eq} = 10\text{ }^{\circ}\text{ซ}$ (จากตารางที่ 1 และตารางที่ 6 ข้อ 2 ในภาคผนวก ข.)

ข.) คานคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 200 มม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะโครงสร้างของคานคอนกรีต



ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R (W/m ² K) ⁻¹	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.2
2. ผนังคอนกรีต	$\frac{0.200}{1.442}$	0.139	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.1 1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_t)		0.303	

$$U_w = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0.303} = 3.300 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

จากโครงสร้างของคานคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถคำนวณมวลของคานได้ดังนี้

มวลของคาน = (2400) (0.20)

= 480 กก./ม.²

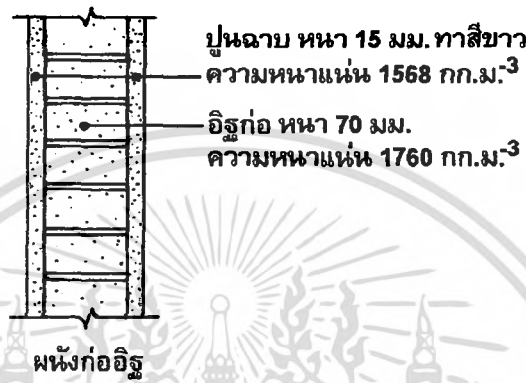
และคานกายนอกทาสีขาว (ผิวสีอ่อน) จะได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$TD_{eq} = 10\text{ }^{\circ}\text{ซ}$ (จากตารางที่ 1 และตารางที่ 6 ข้อ 2 ในภาคผนวก ข.)

ค.) ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 100 มม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังก่ออิฐ



ตารางที่ 4.3 รายละเอียดการคำนวณค่า U_w

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
		$(W/m^2K)^{-1}$	
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.2
2. ปูนฉาบ	$\frac{0.015}{0.533}$	0.028	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ผนังอิฐ	$\frac{0.070}{0.807}$	0.087	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
4. ปูนฉาบ	$\frac{0.015}{0.533}$	0.028	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
5. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_t)		0.307	

$$U_w = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0.307} = 3.26 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

จากโครงสร้างของผนังก่ออิฐฉาบปูน สามารถคำนวณมวลผนังได้ดังนี้
มวลผนัง = (1568) (0.015) + (1760) (0.07) + (1568) (0.015)
= 170.24 กก./ม.²

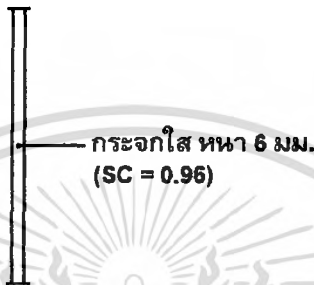
และผนังภายนอกทาสีขาว (ผิวสีอ่อน) จะได้ว่า

$TD_{eq} = 12\text{ }^{\circ}\text{ซ}$ (จากตารางที่ 1 และตารางที่ 6 ข้อ 2 ในภาคผนวก ข.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (U_f) และค่าผลต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารของผนังที่เป็นกระจก (ΔT) ผนังกระจกใส หน้า 6 มม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะของกระจกใส



ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_f

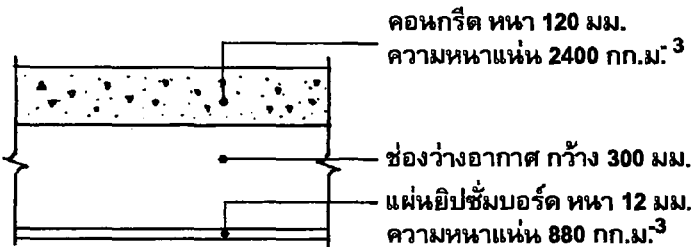
โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R (W/m ² K) ⁻¹	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก. 2
2. ผนังกระจก	$\frac{0.006}{1.053}$	0.006	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.1.1
ความต้านทานความร้อน (R_f)		0.170	

$$U_f = \frac{1}{R_f} = \frac{1}{0.170} = 5.88 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

กำหนด $\Delta T = 5^{\circ}\text{ซ}$ (ค่ามาตรฐานของความแตกต่างอุณหภูมิ ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร สำหรับประเทศไทยเฉพาะส่วนของกระจกเท่านั้น)

4.1.3 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ การส่งผ่านความร้อนของหลังคา (U_r) และค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า(TD_{eq})ของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก โครงสร้างของหลังคา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะโครงสร้างของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก



ตารางที่ 4.6 รายละเอียดการคำนวณค่า U_r

โครงสร้าง	$\frac{\Delta r}{K}$	R (W/m ² K) ⁻¹	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.055	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ข.2
2. คอนกรีต	$\frac{0.120}{1.442}$	0.083	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ช่องว่างอากาศ	-	0.174	ใช้ค่าจากตารางที่ 5 ข้อ ข.11 กรณีที่ความหนาของช่องว่างอากาศมีค่ามากกว่า 100 มม. กำหนดให้ใช้ค่าที่ความหนา 100 มม. ได้โดยตรง
4. แผ่นยิปซัมบอร์ด	$\frac{0.012}{0.191}$	0.063	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
5. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.162	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ข.1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_t)		0.537	

$$U_r = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0.537} = 1.862 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

จากโครงสร้างของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถคำนวณมวลของหลังคาได้ดังนี้

มวลของหลังคา = (2400) (0.12) ÷ (880) (0.012)

= 298.56 กก./ม.²

และหลังคามีสีค่อนข้างเข้ม จะได้ว่า

$$TD_{eq} = 24^{\circ}\text{ซ} \text{ (จากตารางที่ 2 และตารางที่ 6 ข้อ 4 ในภาคผนวก ข.)}$$

4.1.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด ภายนอก

อาคาร

วิธีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด ภายนอกอาคารโดยใช้เครื่องมือวัดมุมของเงา (Solar Shadow Angle Protractor) ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

1. Solar Chart ที่เส้นรุ้ง 14°N (กรุงเทพมหานคร)
2. Shadow - Angle Protractor

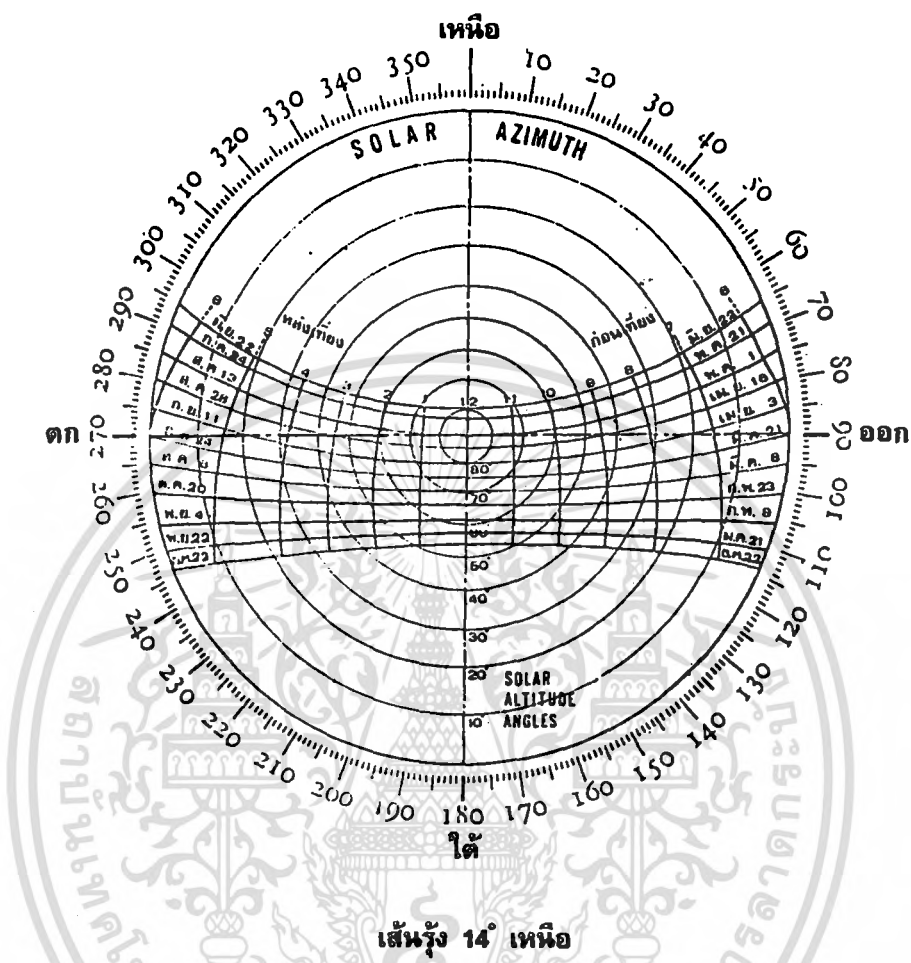
1. Solar Chart คือ ทางเดินของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าครึ่งทรงกลม ที่กำหนดให้เห็นบนพื้นราบเส้นต่าง ๆ ที่ปรากฏใน Solar Chart คือ

- 1.1 จุดศูนย์กลางของ Diagram ใช้แทนที่ตำแหน่งที่ผู้มองยืนอยู่ (Observer's Position)
- 1.2 เส้นซึ่งขนานกับเส้นรอบวงที่ขยายจาก 0° ถึง 90° เป็นเส้นที่บอกมุม Altitude
- 1.3 เส้นรัศมี ซึ่งมีตัวเลขบอกขนาดมุมกำกับที่เส้นรอบวงของ Diagram คือ องศาของมุม Azimuth
- 1.4 เส้นโค้งที่ผ่านกลาง Diagram ที่วันที่และเดือนกำกับอยู่ ได้แก่เส้นทางเดินของดวงอาทิตย์ในรอบปี
- 1.5 เส้นซึ่งตัดทางเดินดวงอาทิตย์ ออกเป็นส่วน ๆ ได้แก่ เส้นบอกเวลามีตัวเลขกำกับบอกเวลาตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเย็น

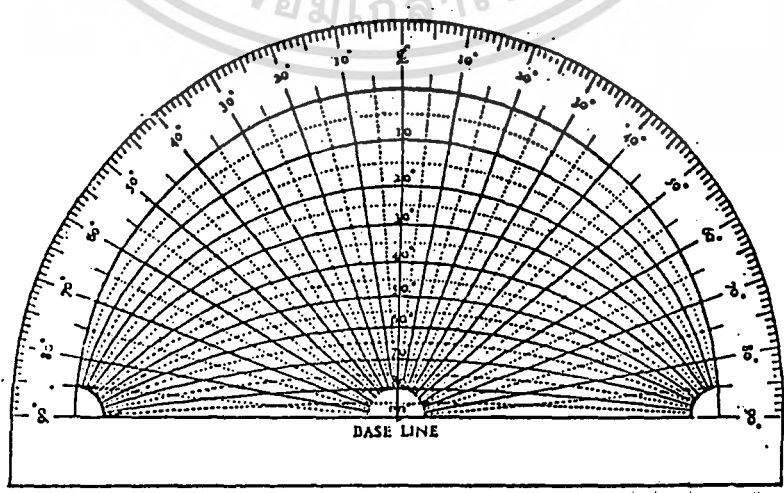
2. Shadow - Angle Protractor เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการหามุมของเงา (Shadow Angle) นี้เรียกว่า “Shadow-Angle Protractor” มีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลม ประกอบด้วย

- เส้นฐาน (Base Line) ใช้แทนด้านของผนังที่ต้องการทราบเงา
- เส้นกึ่งกลาง (Center Line ซึ่งเขียนย่อเป็น C) เป็นเส้นที่ใช้ชี้ไปยังองศาที่ผนังนั้นชี้ไป
- เส้นโค้ง มีตัวเลข 0° ถึง 90° กำกับอยู่เป็นเส้นที่บอกขนาดมุมของเงาทางตั้ง (Vertical Shadow-Angle)
- เส้นรัศมี มีตัวเลขบอกขนาดมุมอยู่เส้นรอบวงเป็นเส้นที่บอกขนาดมุมของเงาทางนอน (Horizontal Shadow-Angle)

รูปที่ 4.7 แสดง Solar Chart ที่เส้นรุ้ง 14°N (กรุงเทพฯ)



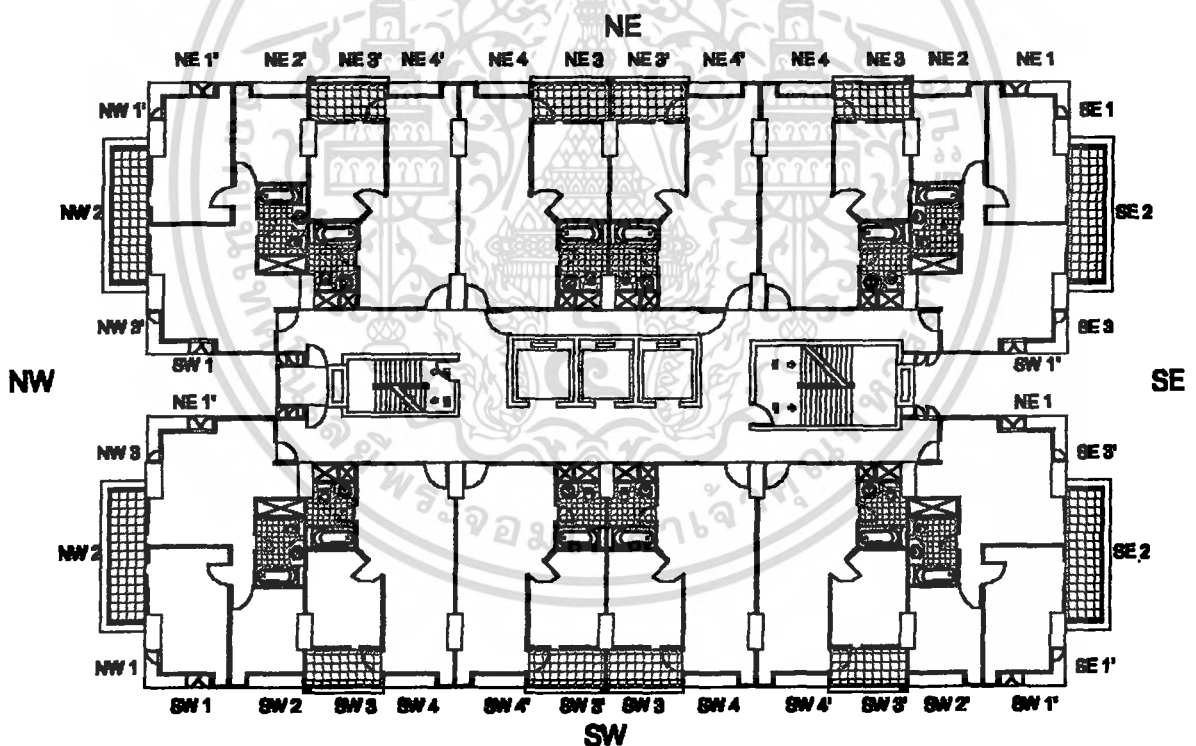
รูปที่ 4.8 Shadow-Angle Protractor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หามุมของเงาได้โดยซ้อนโปรแทรกเตอร์นั้นบน Solar-Chart โดยให้ศูนย์กลางของทั้งสองทับกันพอดี และหมุนให้เส้นฐานหันไปยังทิศทางที่ขนานกับผนังด้านที่ต้องการทราบมุมของเงา เส้นโค้งและเส้นรัศมีที่ผ่านตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันและเวลา*ที่ต้องการทราบ จะบอกขนาดมุมของเงาของแผงบังแดดที่จะบังแสงอาทิตย์ไว้ได้พอดี ซึ่งในการวิเคราะห์อุปกรณ์บังแดดของอาคารกรณีศึกษา จะมีอุปกรณ์บังแดดชนิดแนวนอน (Overhang) และอุปกรณ์บังแดดชนิดแนวตั้ง(Fin) โดยจะหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดด้วยการแสดงผลในรูปของ Shading Mask (เงาที่ปรากฏบนแปลนพื้นราบ) โดยได้ขนาดองศาจาก Protractor ที่จะ Plot ลงไปใน Solar Chart เพื่อจะดูว่าตำแหน่งของดวงอาทิตย์เมื่อเวลาใด เดือนใดบ้างที่อยู่นอก Shading Mask ส่วนที่อยู่นอก Shading mask ก็คือช่วงเวลาที่แดดจะส่องผ่านประตูหรือหน้าต่างเข้าไปได้ของอุปกรณ์บังแดดและทิศทางนั้น

รูปที่ 4.9 แสดงตำแหน่งและทิศทางของอุปกรณ์บังแดด

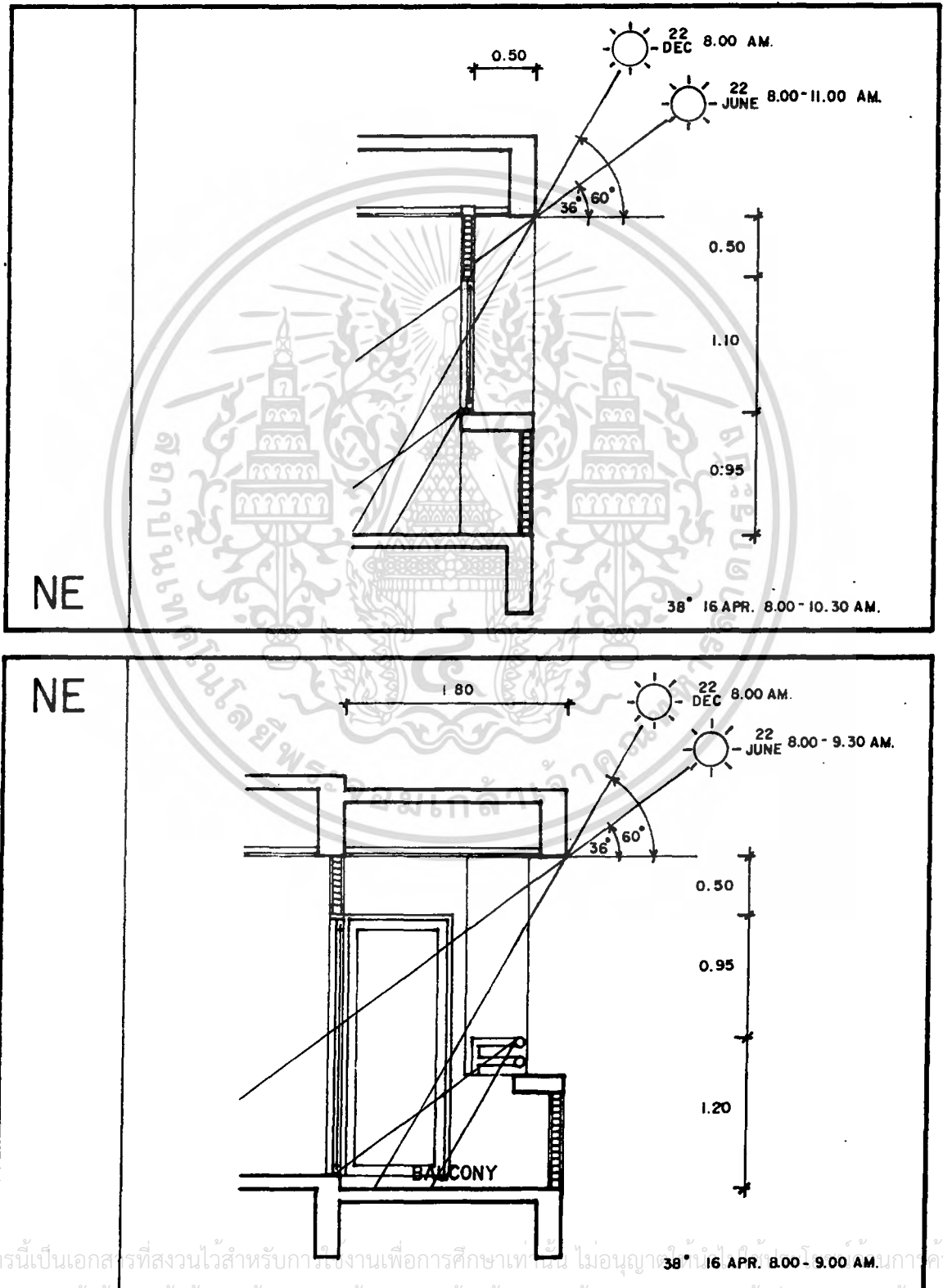


* เวลาที่ใช้อยู่ทั้งหมดเป็น Solar Time นั่นคือเวลา 12.00 น. หมายถึงเวลาที่ดวงอาทิตย์ผ่านเส้น meridian พอดีเวลาก่อนและหลังเที่ยงก็ถูกแบ่งออกเป็นชั่วโมงๆตามปกติเวลาเหล่านั้นจึงไม่ตรงกับเวลามาตรฐานที่ใช้กันในประเทศไทยอาจจะเป็นเวลาที่คลาดเคลื่อนเล็กน้อย

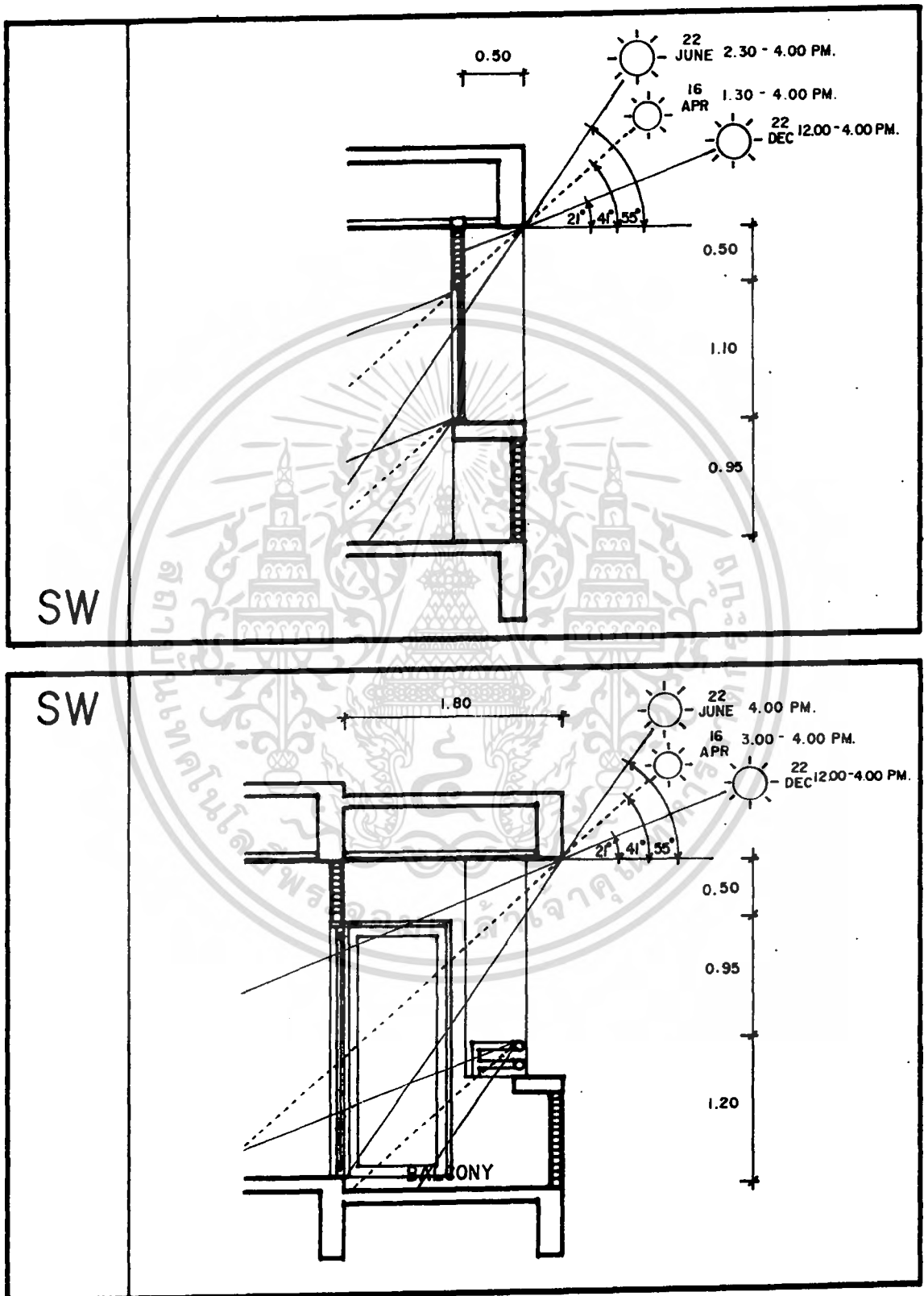
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.) อุปกรณ์บังแดดทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) และทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

รูปที่ 4.10 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ NE

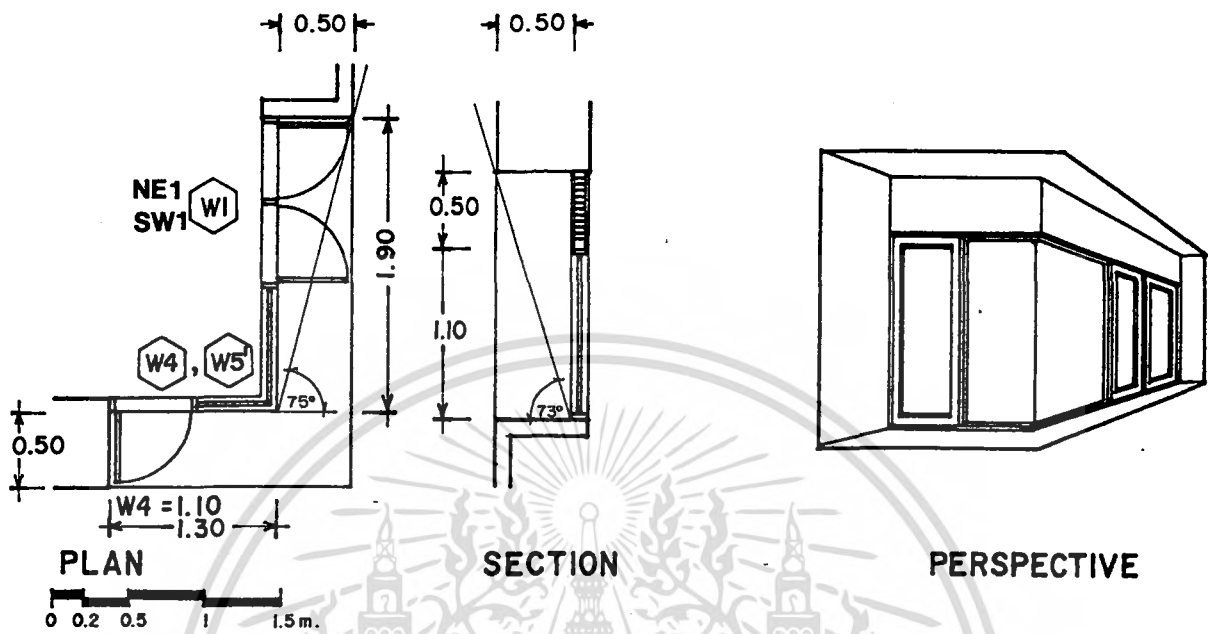


รูปที่ 4.11 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ SW

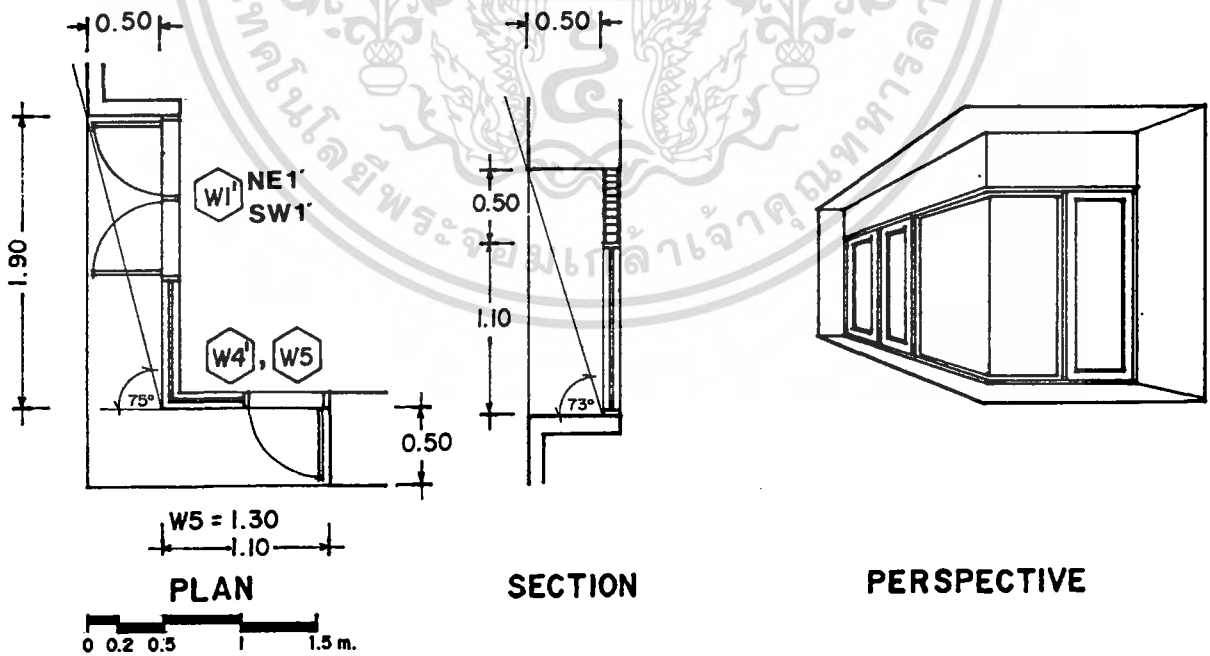


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE1, SW1

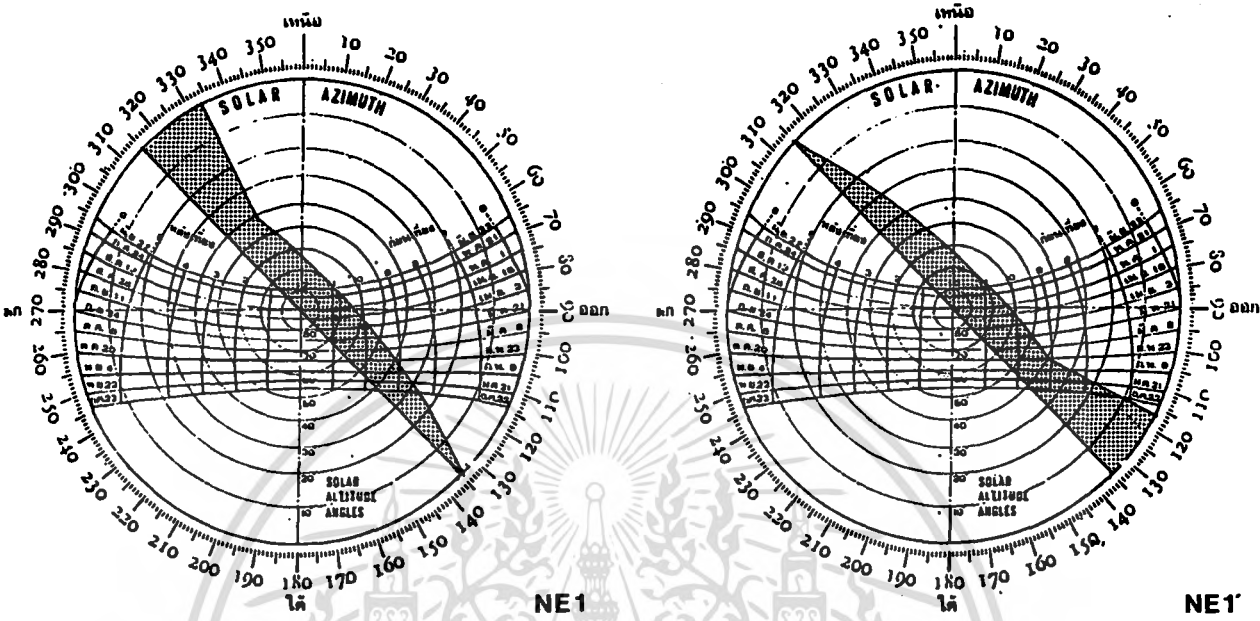


รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE1', SW1'



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NE1, NE1’

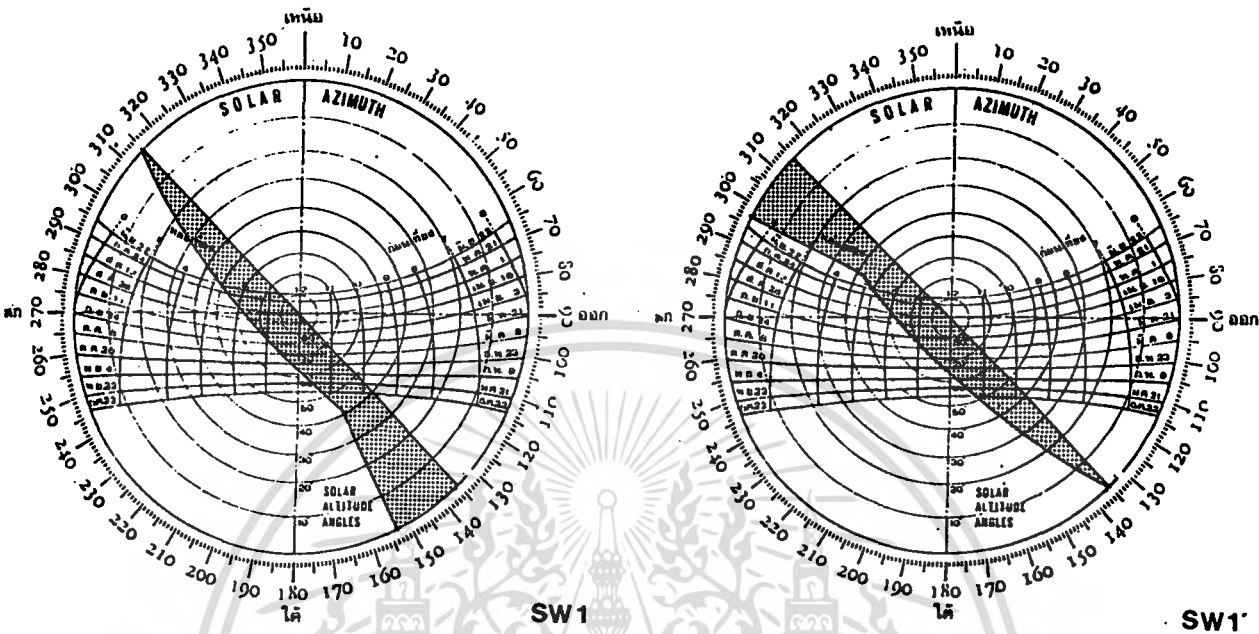


ตารางที่ 4.6 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่าง
22	มิ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.00 น.
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.45 น.
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.15 น.
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.00 น.
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.45 น.
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.30 น.
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.15 น.
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.00 น.
9	ก.พ. และ 4 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.50 น. (NE1) 8.30 น. (NE1')
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.40 น. (NE1)
22	ธ.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.30 น. (NE1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SW1, SW1’



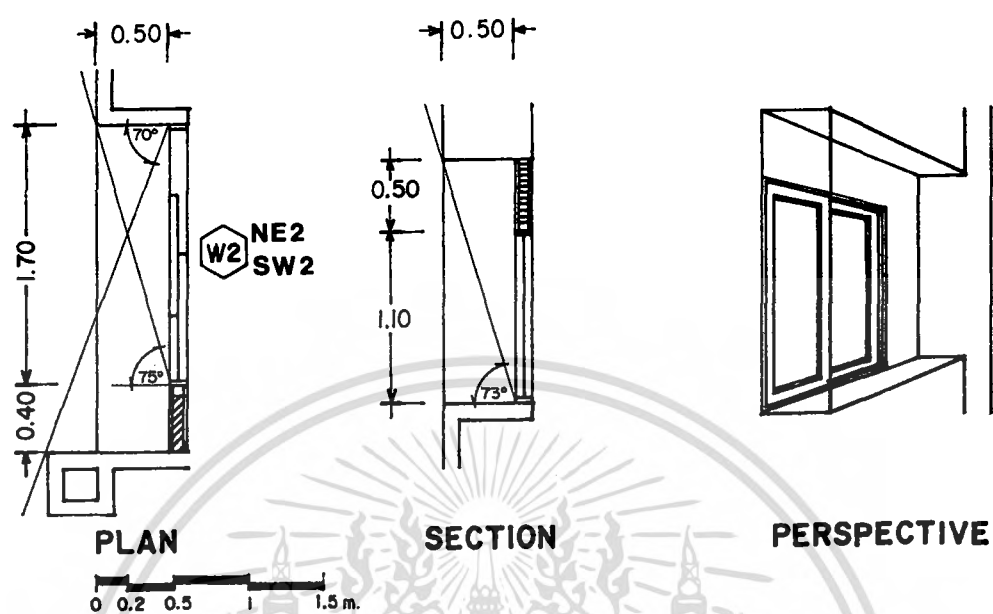
จากรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.7 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

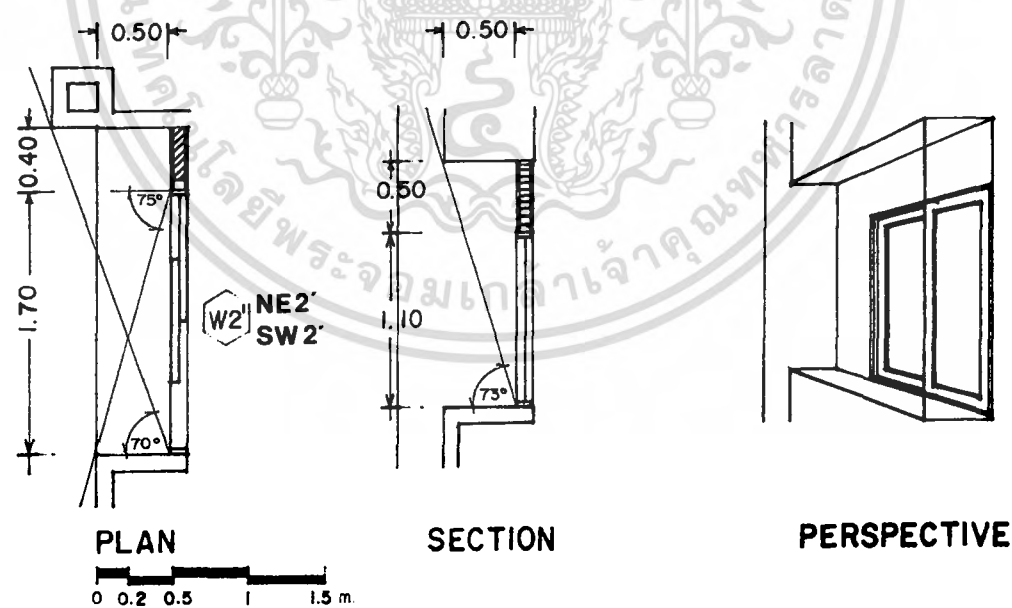
วันที่	เดือน	เวลาที่แสดงแดดส่องผ่านหน้าต่าง
22	มิ.ย.	14.50 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ค. และ 21 พ.ค.	14.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
13	ส.ค. และ 1 พ.ค.	14.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
28	ส.ค. และ 16 เม.ย.	13.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
11	ก.ย. และ 3 เม.พ.	13.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ย. และ 21 มี.ค.	13.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
6	ต.ค. และ 8 มี.ค.	12.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
20	ต.ค. และ 23 ก.พ.	12.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
4	พ.ย. และ 9 ก.พ.	12.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	พ.ย. และ 21 ม.ค.	11.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	ธ.ค.	11.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE2, SW2

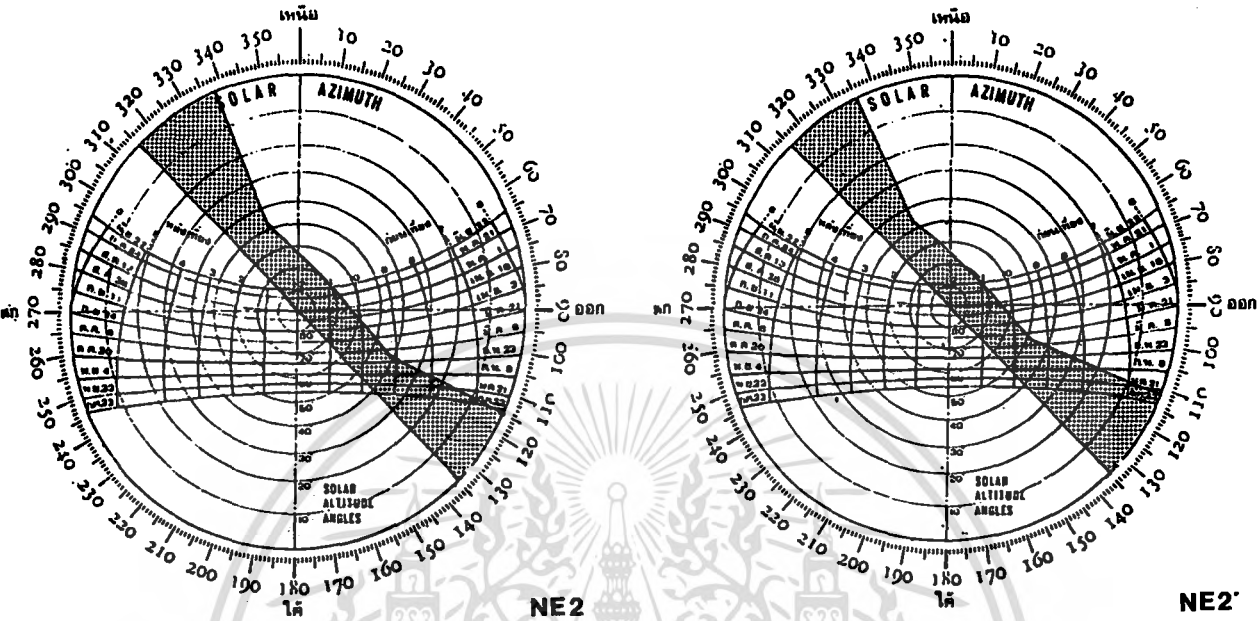


รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE2', SW2'



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NE2, NE2'



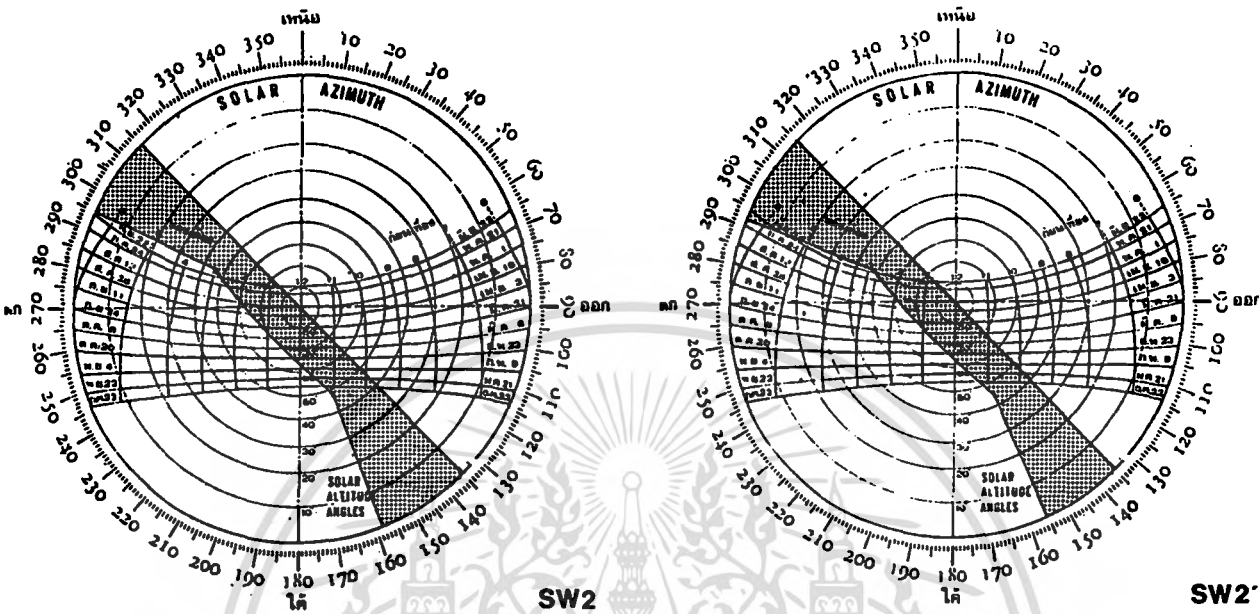
จากรูปที่ 4.18 จะเห็นว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.8 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่าง	
22	มิ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง	11.00 น.
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง	10.40 น.
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง	10.20 น.
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง	10.00 น.
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง	9.45 น.
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง	9.30 น.
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง	9.15 น. (NE2) 8.00 น. (NE2')
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง	9.00 น. (NE2) 8.30 น. (NE2')
9	ก.พ. และ 4 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง	8.00 น.
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	ไม่โดนแสงแดด	
22	ธ.ค.	ไม่โดนแสงแดด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.19 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SW2, SW2’



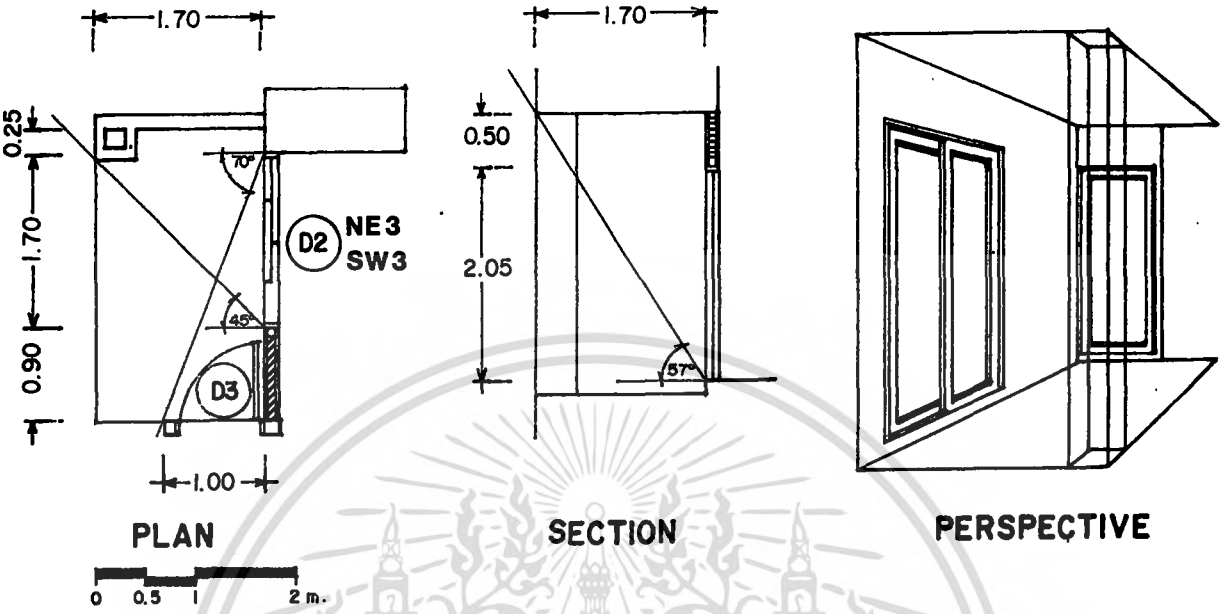
จากรูปที่ 4.19 จะเห็นว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.9 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

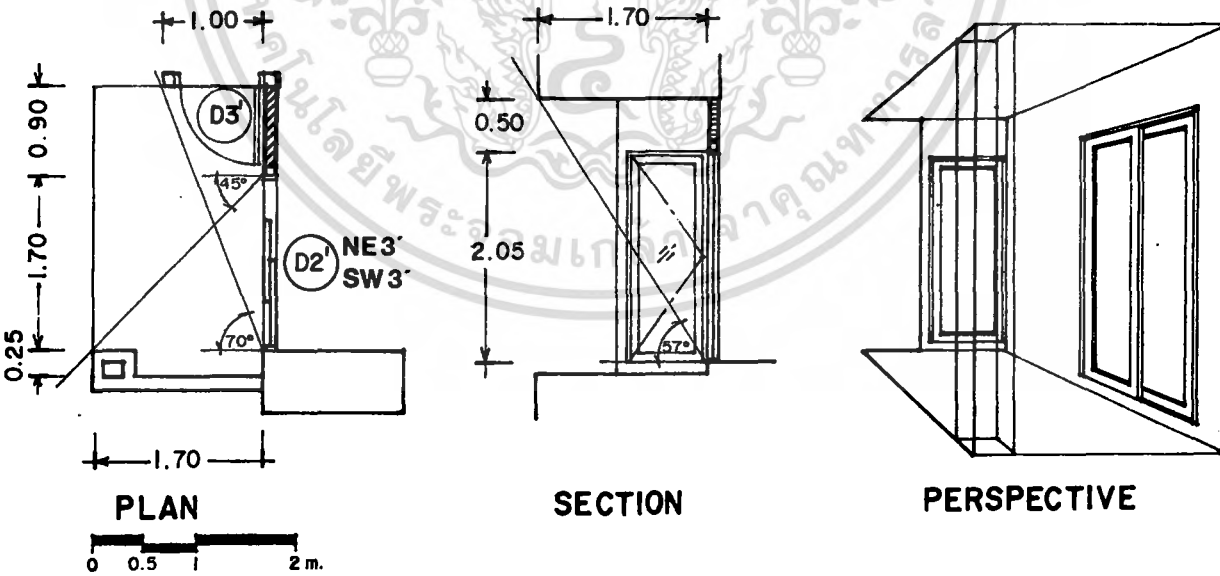
วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่าง
22	มิ.ย.	14.45 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ค. และ 21 พ.ค.	14.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
13	ส.ค. และ 1 พ.ค.	14.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
28	ส.ค. และ 16 เม.ย.	13.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
11	ก.ย. และ 3 เม.ย.	13.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ย. และ 21 มี.ค.	12.50 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
6	ต.ค. และ 8 มี.ค.	12.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
20	ต.ค. และ 23 ก.พ.	12.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
4	พ.ย. และ 9 ก.พ.	12.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	พ.ย. และ 21 ม.ค.	11.45 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	ธ.ค.	11.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE3, SW3

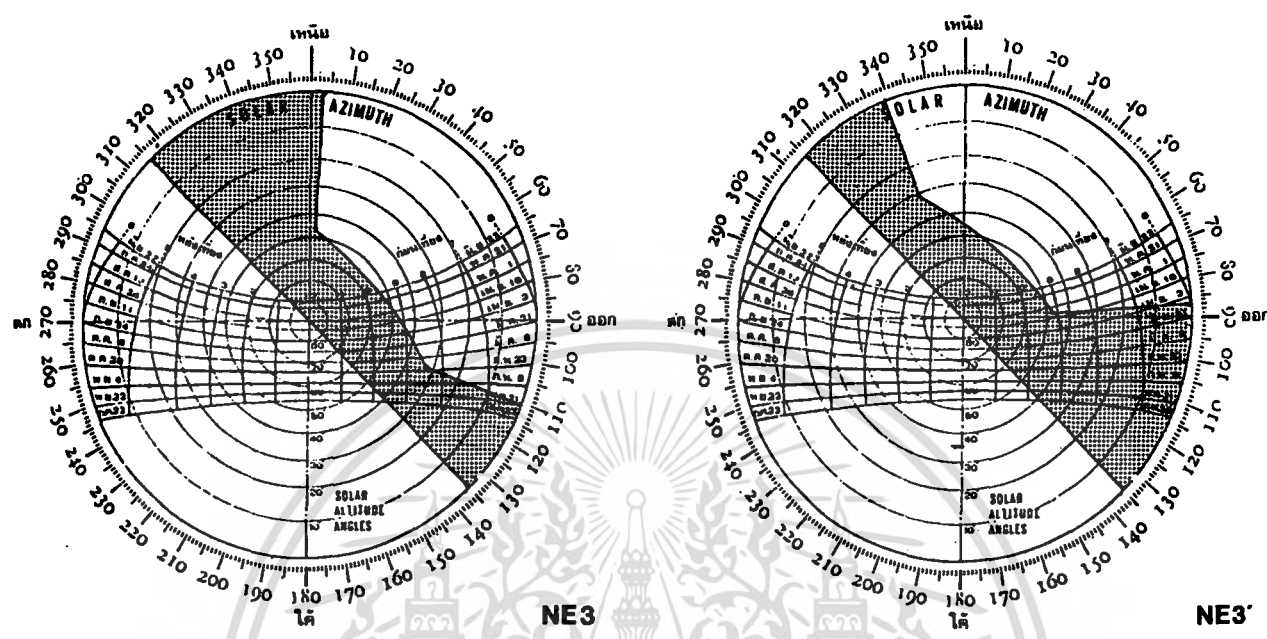


รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE3', SW3'



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.22 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NE3, NE3'



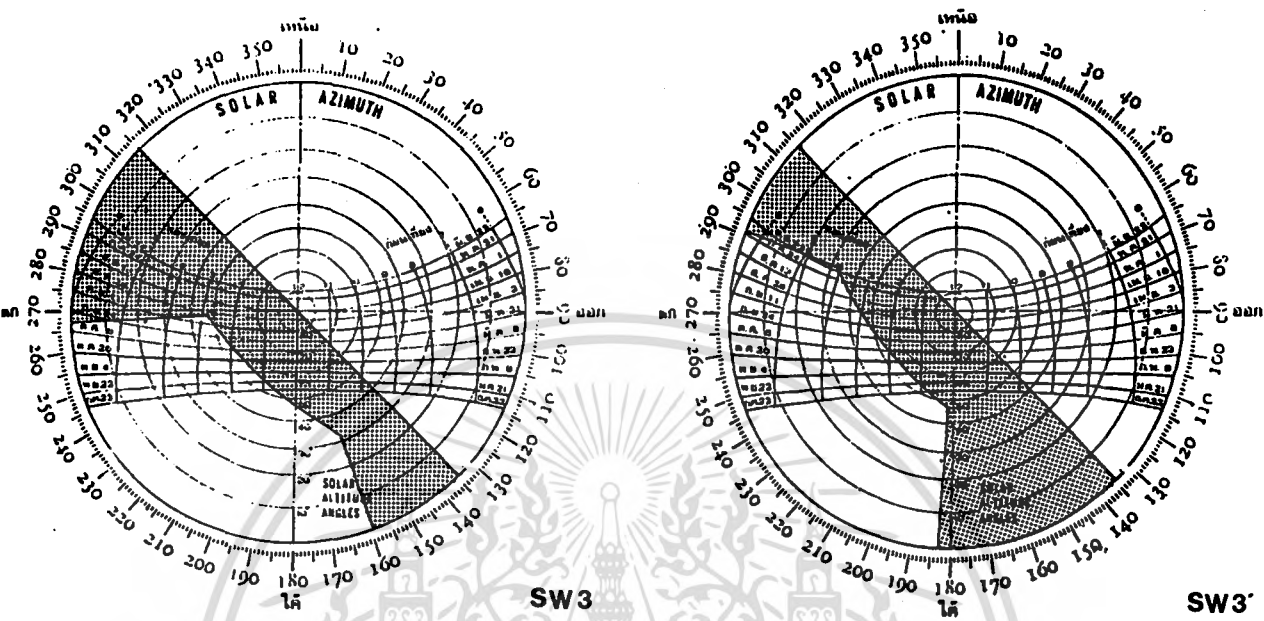
จากรูปที่ 4.22 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตูเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.10 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.10 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตูเข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตู
22	มิ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.40 น.
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.30 น.
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.20 น.
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.10 น. (NE3)
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.00 น. (NE3)
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.45 น. (NE3)
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.40 น. (NE3)
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.30 น. (NE3)
9	ก.พ. และ 4 พ.ย.	ไม่โดนแสงแดด
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	ไม่โดนแสงแดด
22	ธ.ค.	ไม่โดนแสงแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.23 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SW3, SW3'



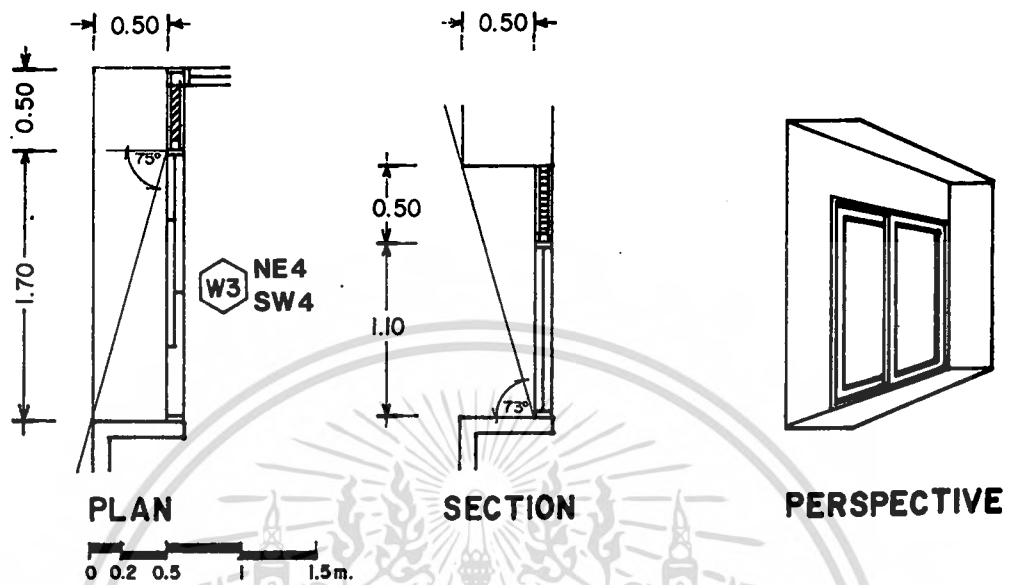
จากรูปที่ 4.23 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่องผ่านประตูเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.11 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตูเข้าไปภายในอาคาร

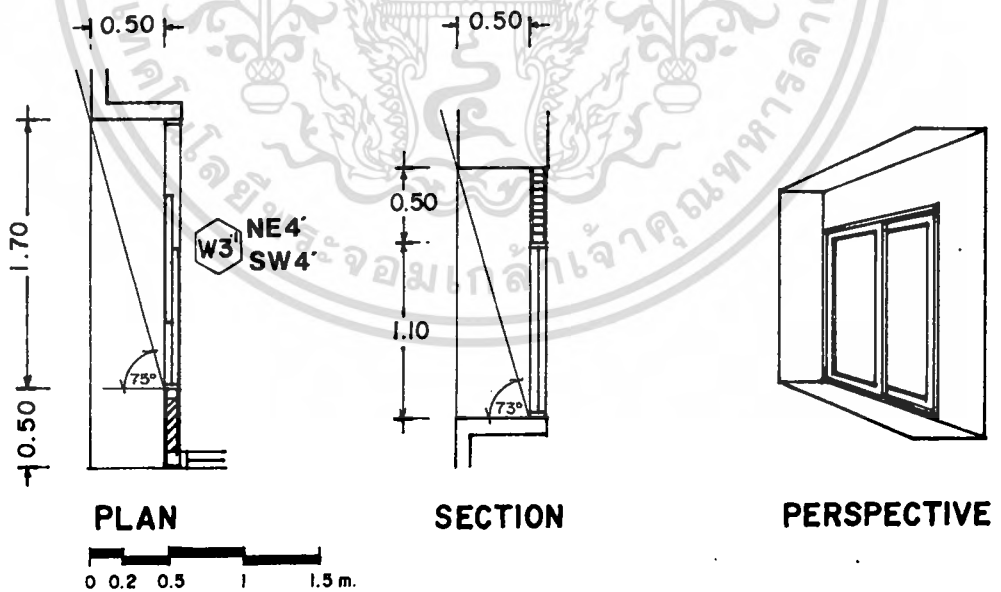
วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตู
22	มิ.ย.	ไม่โดนแสงแดด
24	ก.ค. และ 21 พ.ค.	16.00 น. (SW3') จนถึงพระอาทิตย์ตก
13	ส.ค. และ 1 พ.ค.	15.30 น. (SW3') จนถึงพระอาทิตย์ตก
28	ส.ค. และ 16 เม.ย.	15.00 น. (SW3') จนถึงพระอาทิตย์ตก
11	ก.ย. และ 3 เม.ย.	14.45 น. (SW3') จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ย. และ 21 มี.ค.	14.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
6	ต.ค. และ 8 มี.ค.	14.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
20	ต.ค. และ 23 ก.พ.	13.45 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
4	พ.ย. และ 9 ก.พ.	13.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	พ.ย. และ 21 ม.ค.	13.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	ธ.ค.	12.50 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE4, SW4

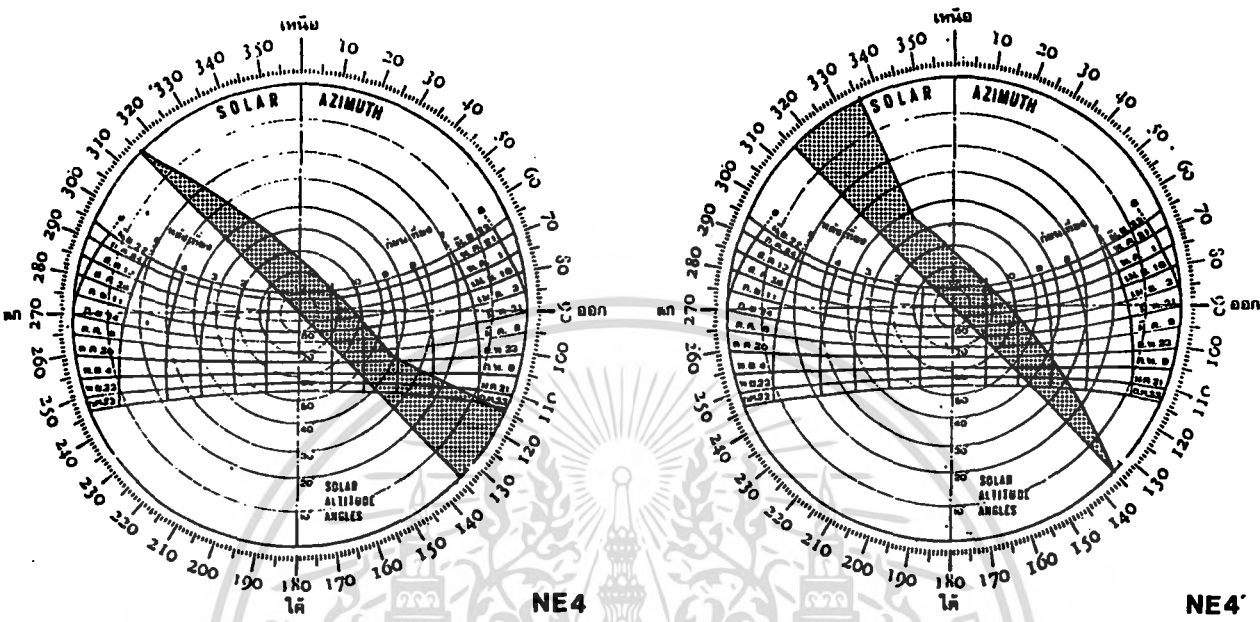


รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE4', SW4'



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.26 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NE4, NE4'



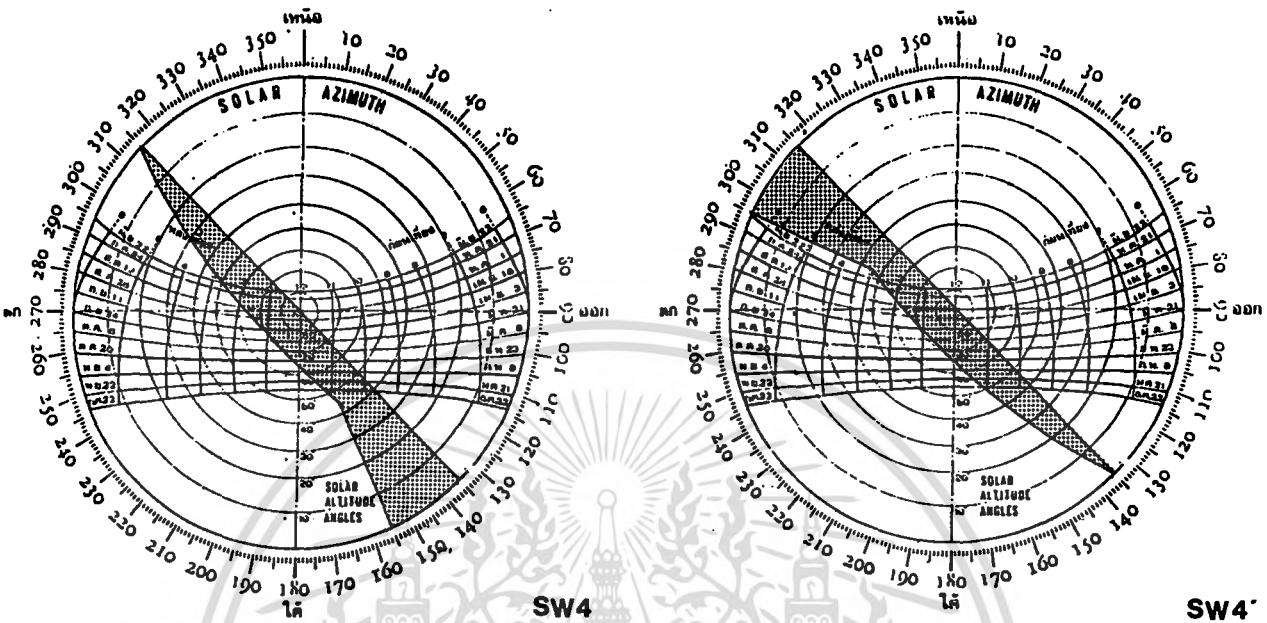
จากรูปที่ 4.26 จะเห็นว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะต้องผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.12 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่าง
22	มี.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.00 น.
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.45 น.
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.15 น.
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.00 น.
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.45 น.
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.30 น.
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.15 น.
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.00 น.
9	ก.พ. และ 4 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.50 น. (NE4')
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.40 น. (NE4')
22	ธ.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.30 น. (NE4')

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.27 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SW4, SW4'



จากรูปที่ 4.27 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.13 ดังต่อไปนี้

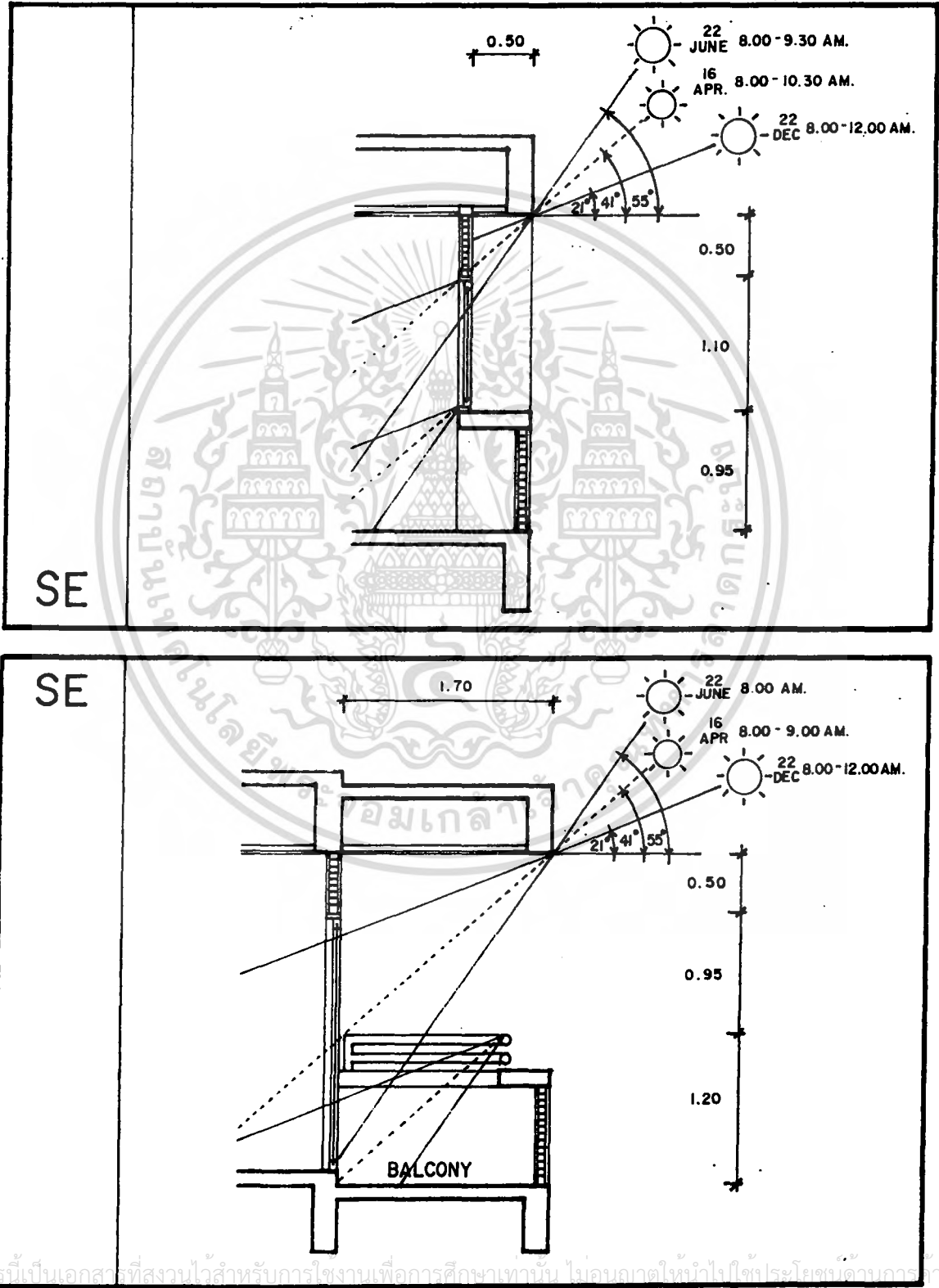
ตารางที่ 4.13 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่าง
22	มิ.ย.	14.50 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ค. และ 21 พ.ค.	14.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
13	ส.ค. และ 1 พ.ค.	14.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
28	ส.ค. และ 16 เม.ย.	13.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
11	ก.ย. และ 3 เม.ย.	13.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ย. และ 21 มี.ค.	13.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
6	ต.ค. และ 8 มี.ค.	12.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
20	ต.ค. และ 23 ก.พ.	12.20น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
4	พ.ย. และ 9 ก.พ.	12.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	พ.ย. และ 21 ม.ค.	11.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	ธ.ค.	11.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

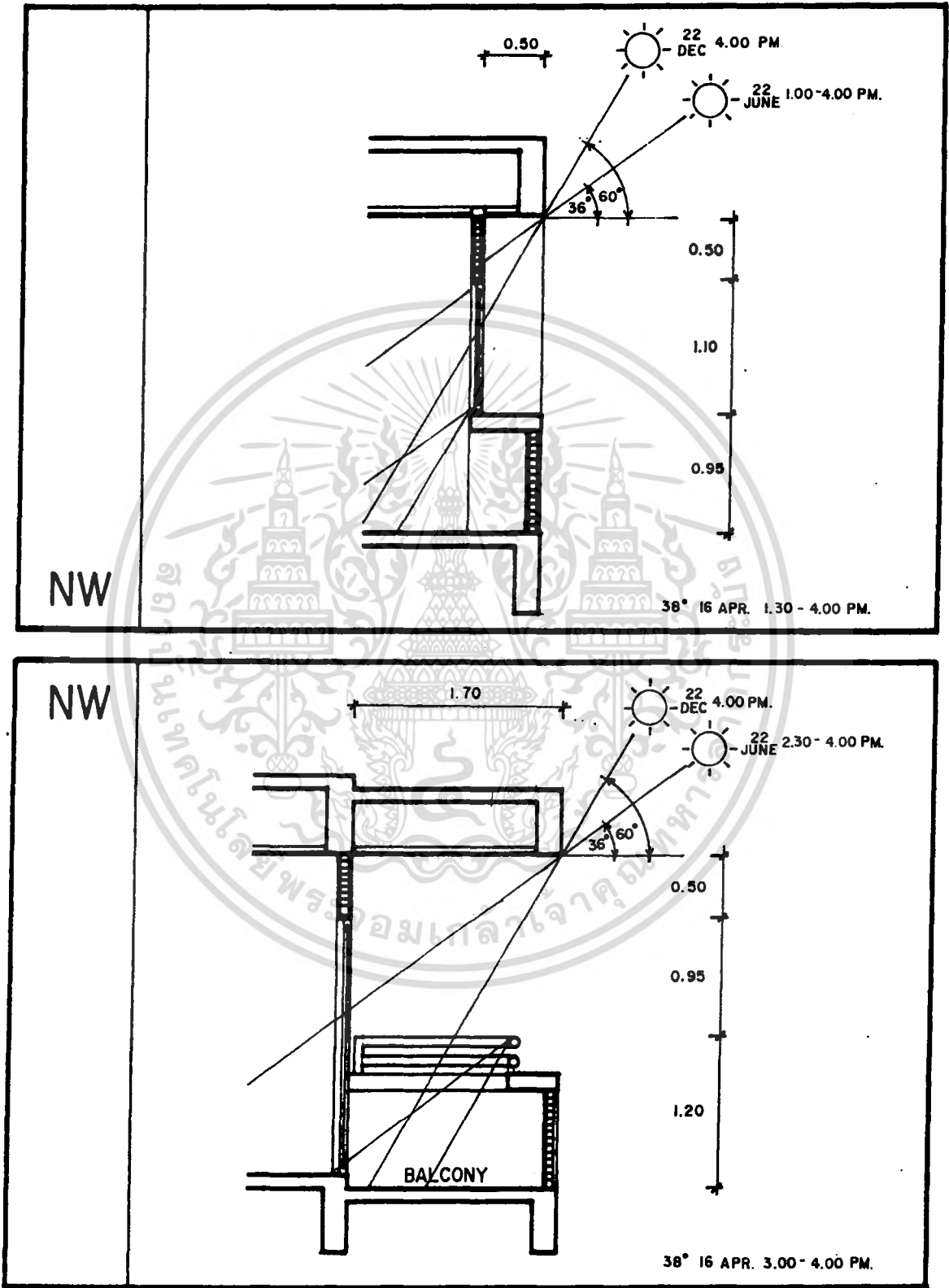
ข.) อุปกรณ์บังแดดทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) และทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)

รูปที่ 4.28 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ SE



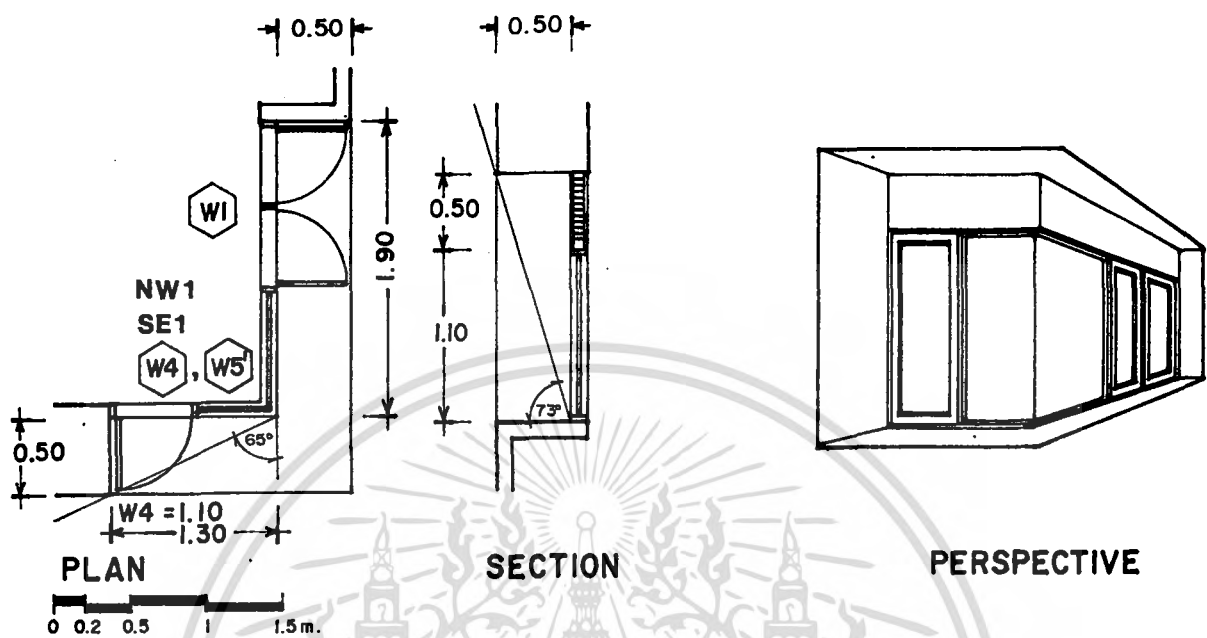
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.29 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ NW

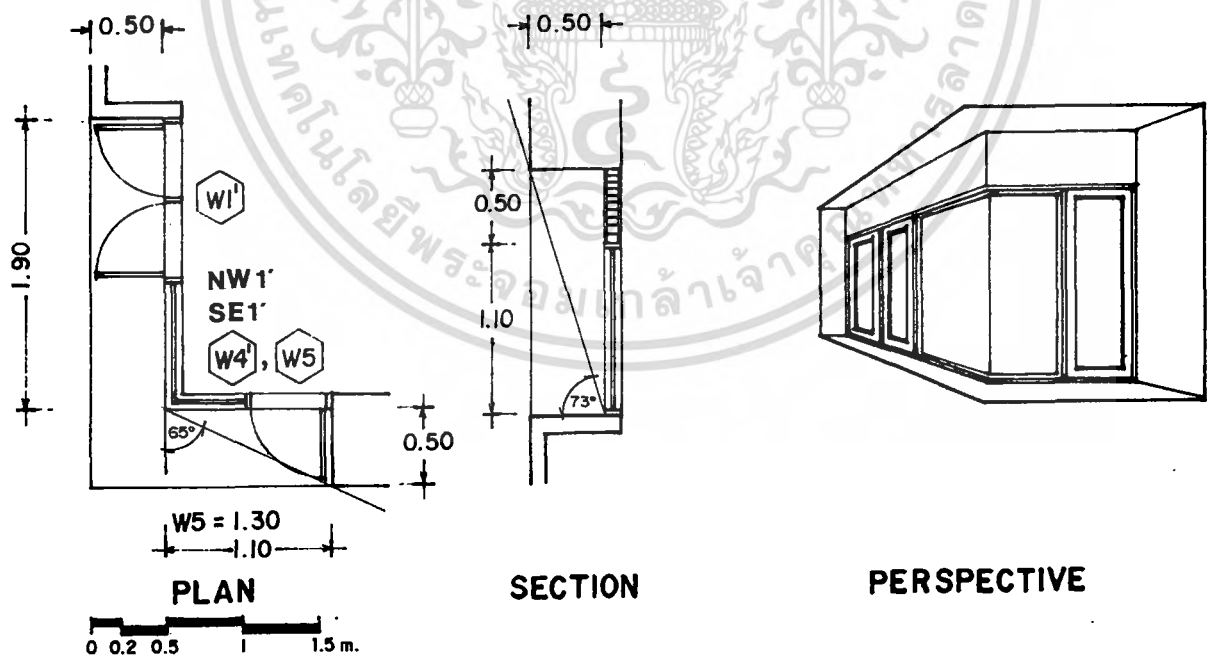


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.30 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW1, SE1

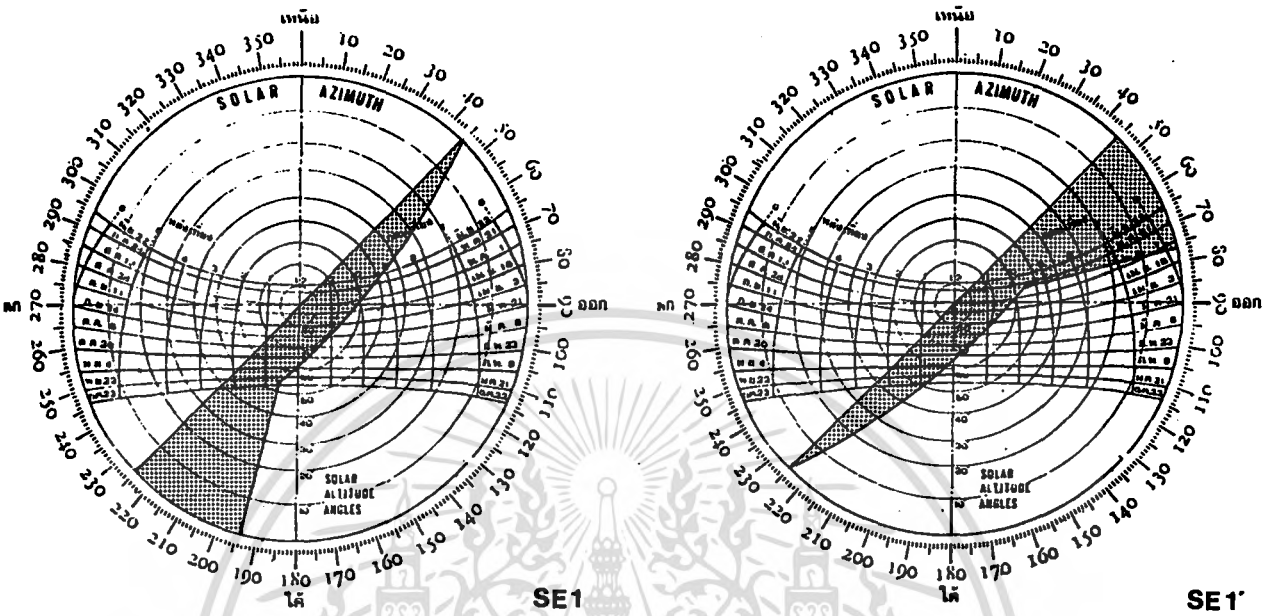


รูปที่ 4.31 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW1', SE1'



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.32 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SE1, SE1’



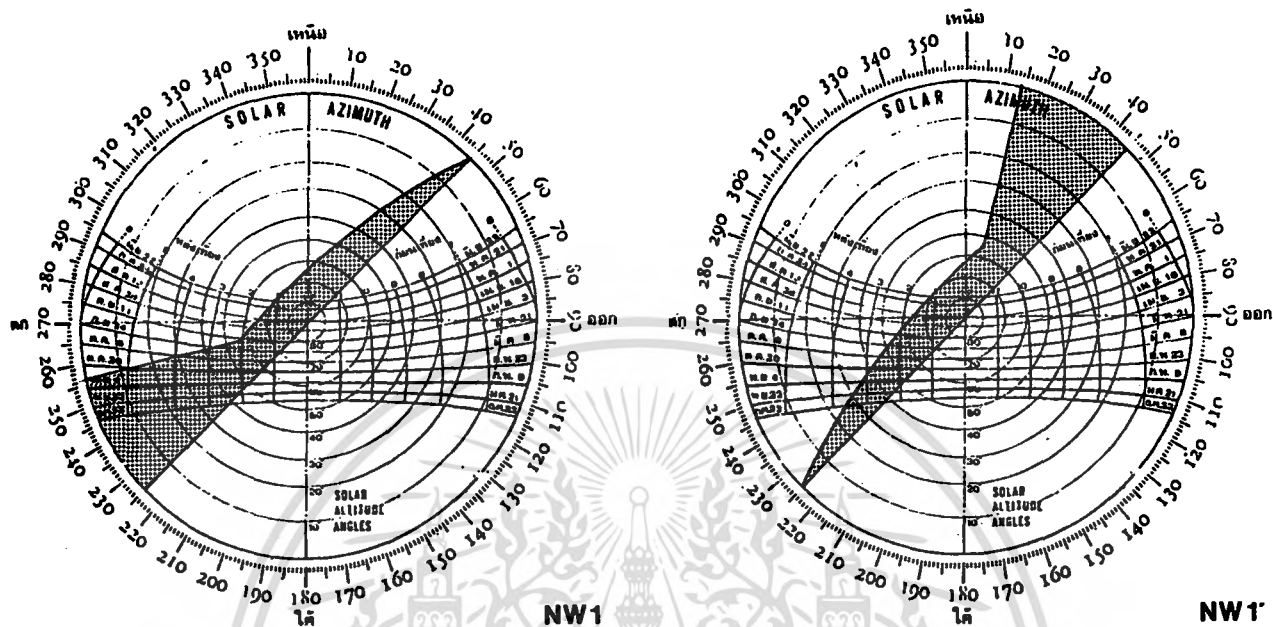
จากรูปที่ 4.32 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.14 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.14 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่าง
22	มิ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.00 น. (SE1)
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.30 น. (SE1)
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.00 น.
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.20 น.
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.40 น.
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.00 น.
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.20 น.
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.45 น.
9	ก.พ. และ 4 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 12.00 น.
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 12.20 น.
22	ธ.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 12.45 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.33 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NW1, NW1'



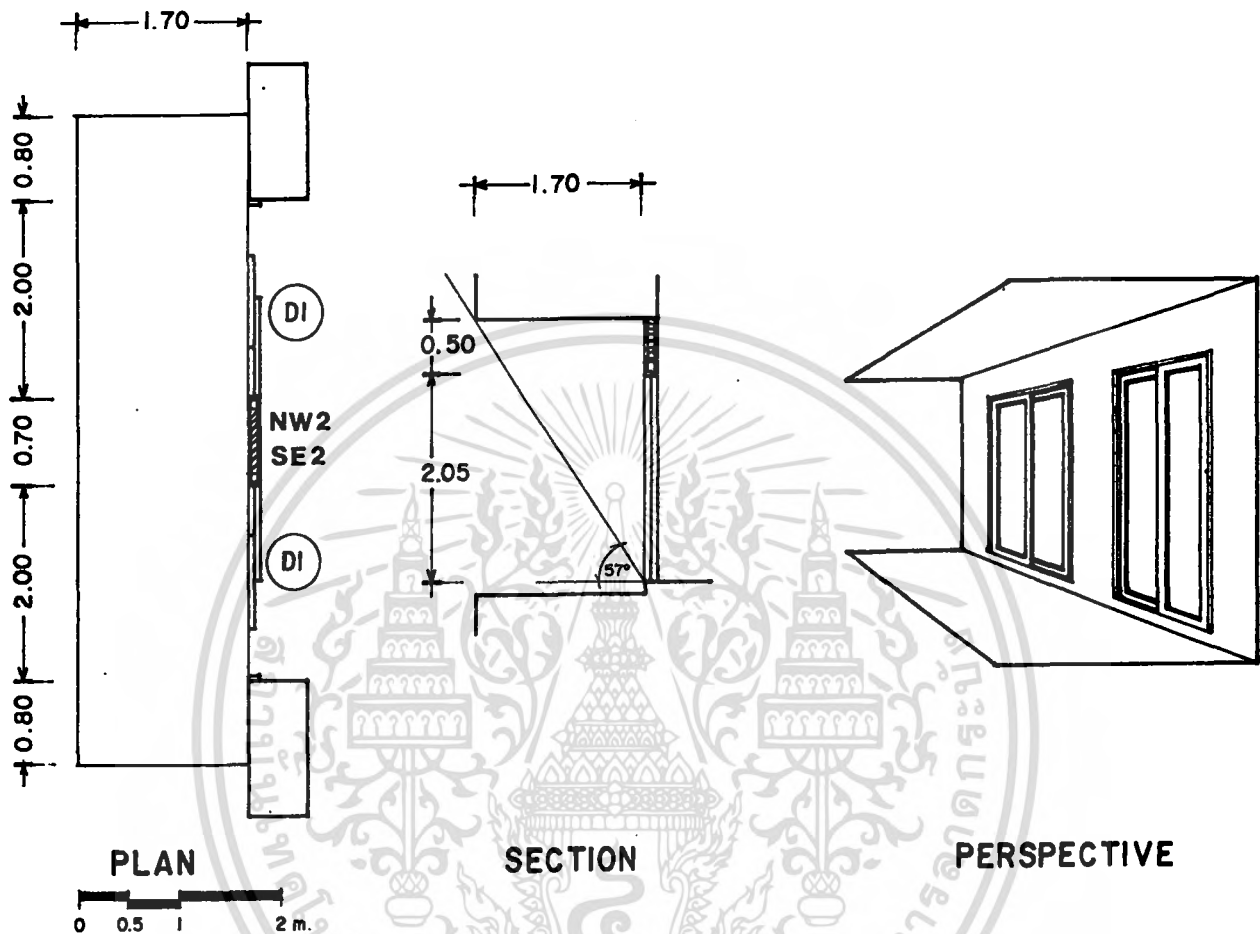
จากรูปที่ 4.33 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.15 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.15 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

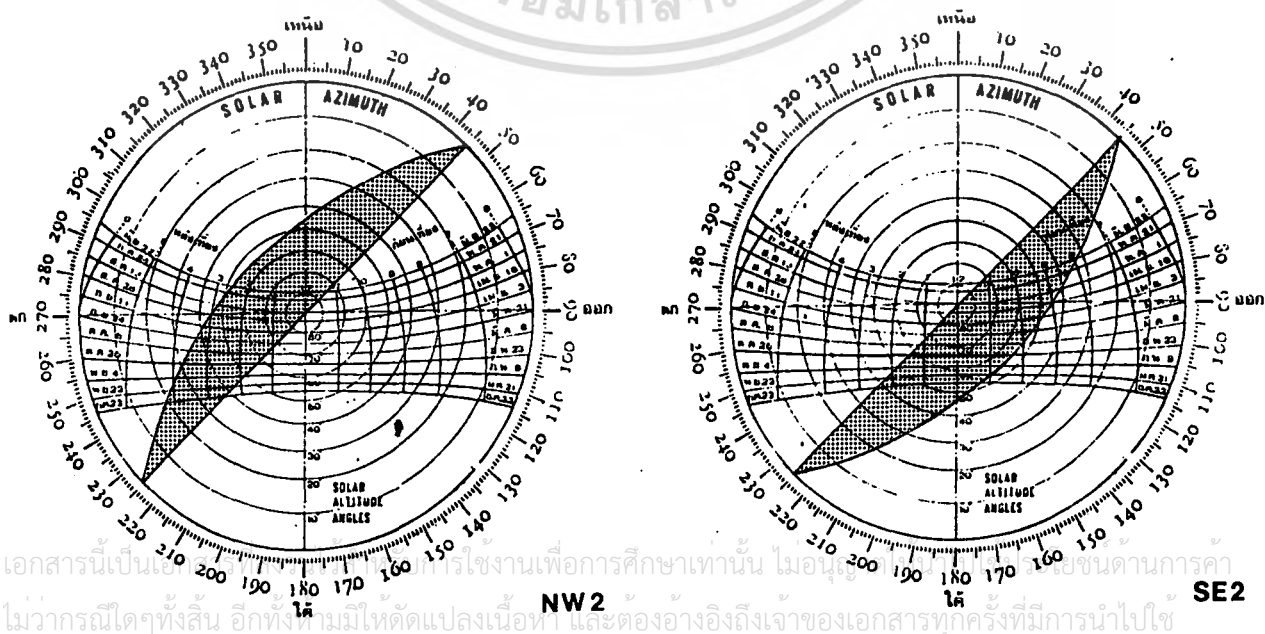
วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่าง
22	มิ.ย.	13.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ค. และ 21 พ.ค.	13.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
13	ส.ค. และ 1 พ.ค.	13.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
28	ส.ค. และ 16 เม.ย.	14.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
11	ก.ย. และ 3 เม.ย.	14.15 น. (NW1) จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ย. และ 21 มี.ค.	14.30 น. (NW1') 15.00 น. (NW1) จนถึงพระอาทิตย์ตก
6	ต.ค. และ 8 มี.ค.	14.45 น. (NW1') 16.00 น. (NW1) จนถึงพระอาทิตย์ตก
20	ต.ค. และ 23 ก.พ.	15.00 น. (NW1) จนถึงพระอาทิตย์ตก
4	พ.ย. และ 9 ก.พ.	15.15 น. (NW1) จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	พ.ย. และ 21 ม.ค.	15.30 น. (NW1) จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	ธ.ค.	15.45 น. (NW1) จนถึงพระอาทิตย์ตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.34 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW2, SE2



รูปที่ 4.35 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NW2, SE2



จากรูปที่ 4.35 จะเห็นว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่องผ่านประตูเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.16 และ 4.17 ดังต่อไปนี้

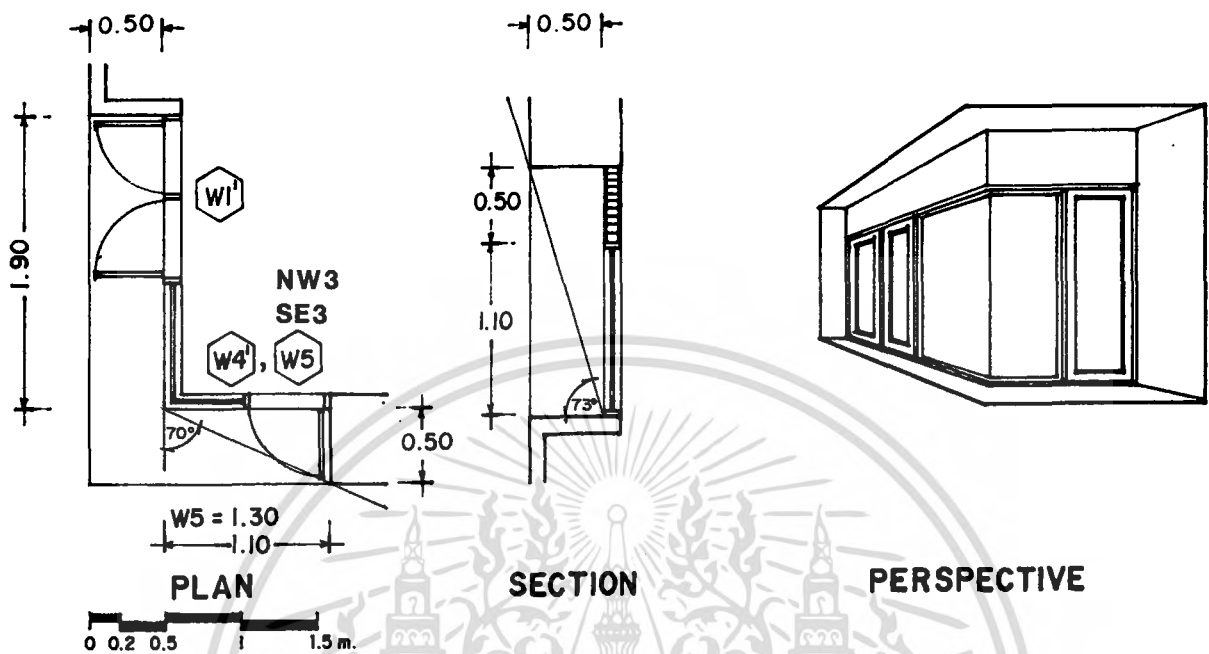
ตารางที่ 4.16 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตู (SE2) เข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตู
22	มิ.ย.	ไม่โดนแสงแดด
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.10 น.
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 8.45 น.
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.00 น.
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.20 น.
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.45 น.
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.00 น.
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.20 น.
9	ก.พ. และ 4 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.45 น.
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.00 น.
22	ธ.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.20 น.

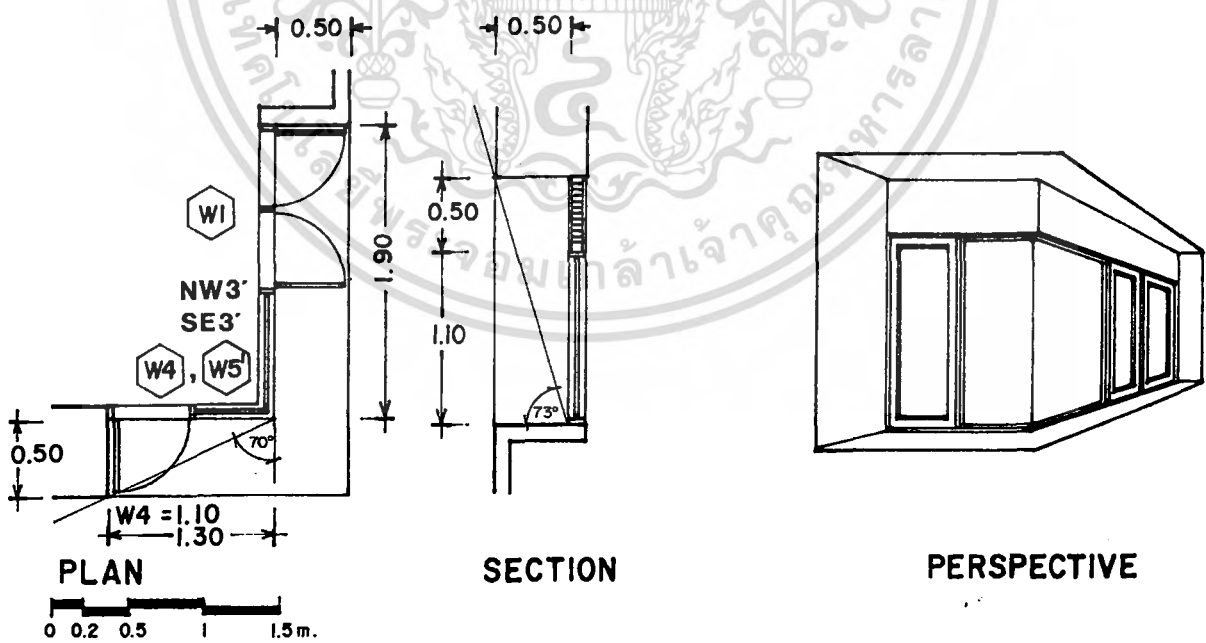
ตารางที่ 4.17 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตู (NW2) เข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตู
22	มิ.ย.	14.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ค. และ 21 พ.ค.	14.45 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
13	ส.ค. และ 1 พ.ค.	14.50 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
28	ส.ค. และ 16 เม.ย.	15.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
11	ก.ย. และ 3 เม.ย.	15.15 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ย. และ 21 มี.ค.	15.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
6	ต.ค. และ 8 มี.ค.	15.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
20	ต.ค. และ 23 ก.พ.	15.45น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
4	พ.ย. และ 9 ก.พ.	16.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	พ.ย. และ 21 ม.ค.	16.10 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	ธ.ค.	16.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก

รูปที่ 4.36 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW3, SE3

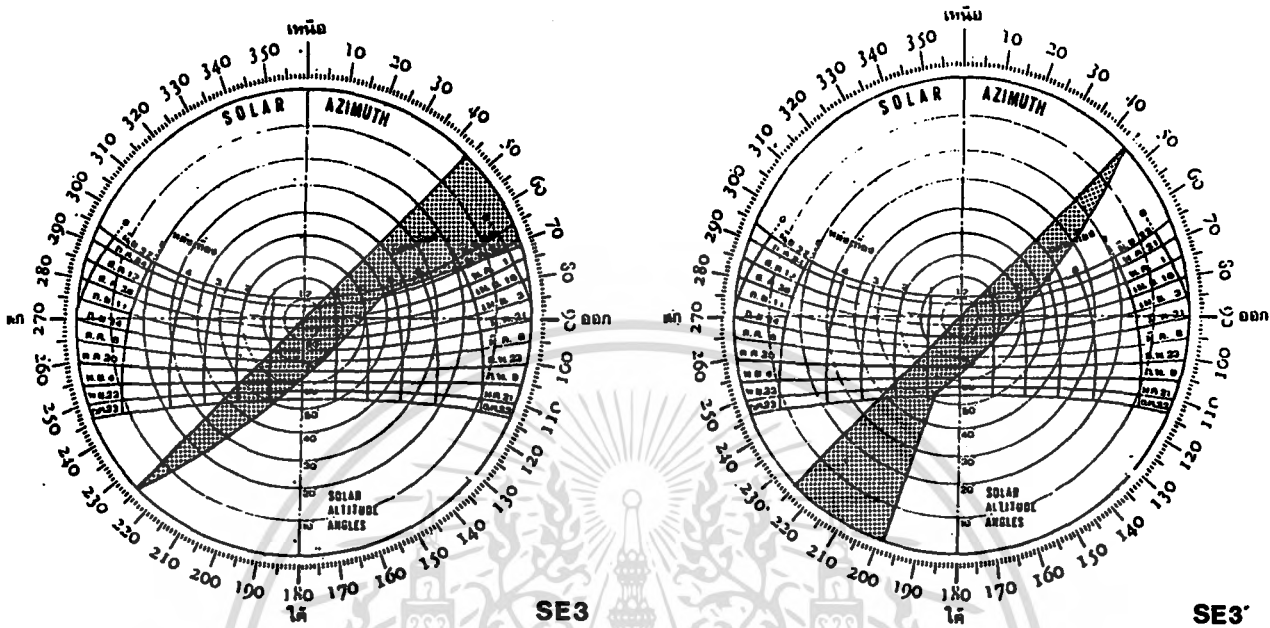


รูปที่ 4.37 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW3', SE3'



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.38 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด SE3, SE3'



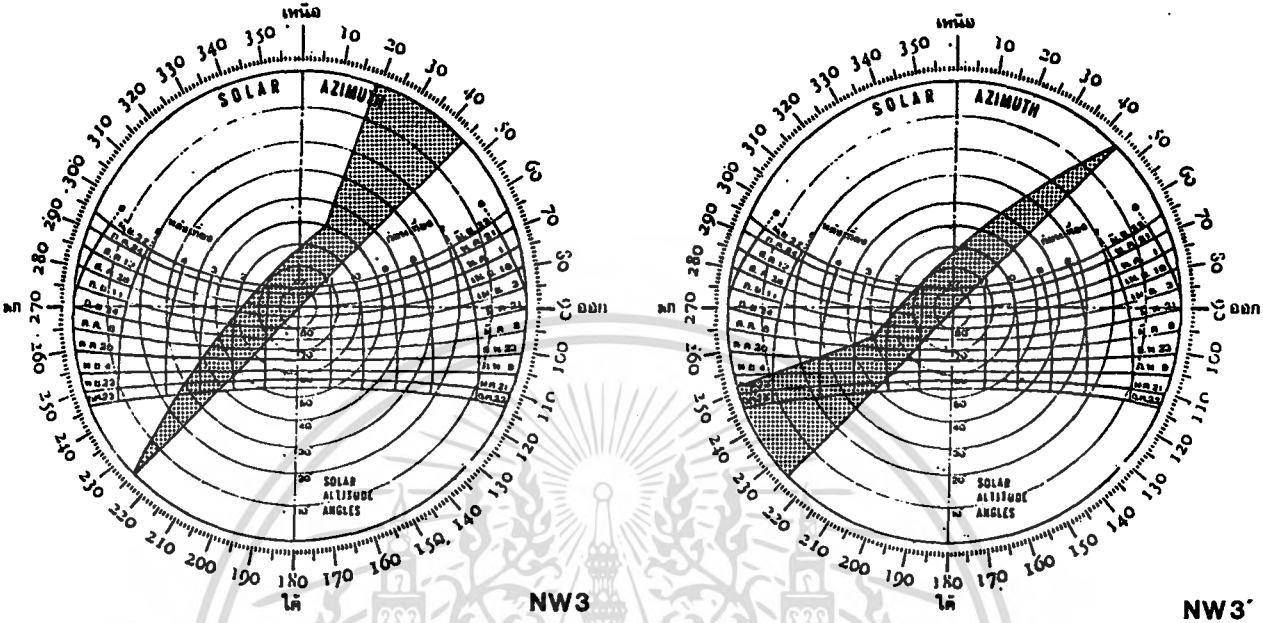
จากรูปที่ 4.38 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่แสงแดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.18 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.18 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านประตู
22	มี.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.10 น. (SE3')
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 9.30 น. (SE3')
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.00 น.
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.20 น.
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 10.45 น.
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.00 น.
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.30 น.
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 11.45 น.
9	ก.พ. และ 4 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 12.00 น.
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 12.30 น.
22	ธ.ค.	พระอาทิตย์ขึ้นจนถึง 12.45 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.39 แสดง Shading Mask ของอุปกรณ์บังแดด NW3, NW3'



จากรูปที่ 4.39 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาแสงแดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.19 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.19 แสดงช่วงเวลาแสงแดดส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านหน้าต่าง
22	มิ.ย.	13.10 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ค. และ 21 พ.ค.	13.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
13	ส.ค. และ 1 พ.ค.	13.45 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
28	ส.ค. และ 16 เม.ย.	14.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
11	ก.ย. และ 3 เม.ย.	14.15 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ย. และ 21 มี.ค.	14.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
6	ต.ค. และ 8 มี.ค.	14.45 น. (NW3) 15.00 น. (NW3') จนถึงพระอาทิตย์ตก
20	ต.ค. และ 23 ก.พ.	15.00 น. (NW3) 16.00 น. (NW3') จนถึงพระอาทิตย์ตก
4	พ.ย. และ 9 ก.พ.	15.15 น. (NW3) จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	พ.ย. และ 21 ม.ค.	15.30 น. (NW3) จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	ธ.ค.	15.45 น. (NW3) จนถึงพระอาทิตย์ตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะสามารถแสดงผลสรุปของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดของแต่ละทิศทาง ได้ตามตารางที่ 4.20 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.20 แสดงผลสรุปประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดของอาคาร

ทิศทางของ ผนัง	อุปกรณ์บัง แดด	ช่วงเวลาที่แสงแดดเข้าอาคาร				ประสิทธิภาพการบังแดด	
		6.00 น.- 9.00 น.	9.00 น.- 12.00 น.	12.00 น.- 15.00 น.	15.00 น.- 18.00 น.	ได้ผล	ไม่ได้ผล
NE	NE1, NE1'					-	•
	NE2, NE2'					-	•
	NE3, NE3'					•	-
	NE4, NE4'					-	•
NW	NW1,NW1'					-	•
	NW2					-	•
	NW3,NW3'					-	•
SW	SW1, SW1'					-	•
	SW2, SW2'					-	•
	SW3, SW3'					-	•
	SW4, SW4'					-	•
SE	SE1, SE1'					-	•
	SE2					-	•
	SE3, SE3'					-	•

ช่วงเวลาที่แสงแดดเข้าสู่อาคาร

จากตารางที่ 4.20 จะสรุปได้ว่าประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด ไม่สามารถที่จะบังแดดที่ส่องเข้าสู่อาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอเป็นผลทำให้แสงแดดส่องผ่านประตู, หน้าต่าง และช่องแสงส่วนที่เป็นกระจกเข้าสู่ตัวอาคารได้ตลอดทั้งปี

4.1.5 การคำนวณพื้นที่ของกรอบอาคาร

ในการคำนวณหาพื้นที่กรอบอาคาร ซึ่งจะคิดคำนวณเฉพาะในส่วนพักอาศัยเท่านั้น คือ ตั้งแต่ชั้นที่ 7-26 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ พื้นที่ของกรอบอาคารในส่วนที่เป็นผนัง และพื้นที่กรอบอาคารส่วนที่เป็นหลังคา ดังมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.) การคำนวณพื้นที่ของกรอบอาคารส่วนที่เป็นผนัง
การคำนวณจะแยกตามทิศทางของผนังอาคาร โดยจะแยกผนังออกตาม
ลักษณะคือ ผนังทึบ และกระจก ซึ่งสามารถสรุปพื้นที่ผนังของกรอบอาคารได้ดังนี้

ตารางที่ 4.21 ตารางสรุปพื้นที่ผนังของกรอบอาคาร

ทิศทาง ของผนัง	ผนังทึบ				กระจก				รวม พื้นที่ (ม. ²)
	ลักษณะ	รหัส ผนัง	พื้นที่ (ม. ²)	รวม (ม. ²)	ลักษณะ	รหัส ผนัง	พื้นที่ (ม. ²)	รวม (ม. ²)	
ทิศตะวันออก เฉียงเหนือ (NE)	-คาน ค.ส.ล.	NE - B	436.8		กระจก	NE1	41.8		
	-ผนังก่ออิฐ ฉาบปูน	NE - W	1228.8		กระจก	NE2	37.4		
					กระจก	NE3	139.4		
					กระจก	NE4	74.8		
					กระจก	NE1'	41.8		
					กระจก	NE2'	37.4		
					กระจก	NE3'	139.4		
					กระจก	NE4'	74.8		
				1665.6				586.8	2252.4
ทิศตะวันตก เฉียงเหนือ (NW)	-เสา ค.ส.ล.	NW - C	352.8		กระจก	NW1	24.2		
	-คาน ค.ส.ล.	NW - B	196.8		กระจก	NW2	328.0		
	-ผนังก่ออิฐ ฉาบปูน	NW - W	402.8		กระจก	NW3	28.6		
					กระจก	NW1'	24.2		
					กระจก	NW3'	28.6		
				952.4				433.6	1386.0
ทิศตะวันตก เฉียงใต้ (SW)	-คาน ค.ส.ล.	SW - B	436.8		กระจก	SW1	41.8		
	-ผนังก่ออิฐ ฉาบปูน	SW - W	1228.8		กระจก	SW2	37.4		
					กระจก	SW3	139.4		
					กระจก	SW4	74.8		
					กระจก	SW1'	41.8		
					กระจก	SW2'	37.4		
					กระจก	SW3'	139.4		
					กระจก	SW4'	74.8		
				1665.6				586.8	2252.4
ทิศตะวันออก เฉียงใต้ (SE)	-เสา ค.ส.ล.	SE - C	352.8		กระจก	SE1	24.2		
	-คาน ค.ส.ล.	SE - B	196.8		กระจก	SE2	328.0		
	-ผนังก่ออิฐ ฉาบปูน	SE - W	402.8		กระจก	SE3	28.6		
					กระจก	SE1'	24.2		
					กระจก	SE3'	28.6		
				952.4				433.6	1386.0
รวมทั้งสิ้น				5236.0	รวมทั้งสิ้น			2040.8	7276.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.21 ในการสรุปพื้นที่ผนังของกรอบอาคารจะเห็นว่า ในส่วนของผนังที่บิดเป็นร้อยละ 71.89 และกระฉากบิดเป็นร้อยละ 28.11 ของพื้นที่ผนังของกรอบอาคารทั้งหมด

ข.) การคำนวณพื้นที่กรอบอาคารส่วนที่เป็นหลังคา

ตารางที่ 4.22 ตารางสรุปพื้นที่หลังคาของกรอบอาคาร

หลังคา			
ลักษณะ	รหัส หลังคา	พื้นที่ (ม.2)	รวม (ม.2)
- หลังคา Flat Slab คอนกรีตเสริมเหล็ก	Roof	834	834
รวมทั้งสิ้น			834

4.2 การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (โปรแกรม OTTV, RTTV)

การหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา จะใช้การคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาค่า OTTV และ RTTV (OTTV & RTTV CALCULATION PROGRAM) ช่วยในการคำนวณโดยการป้อนข้อมูลพื้นที่ผนังและหลังคาของกรอบอาคาร ลงในโปรแกรมซึ่งจะแบ่งออกตามทิศทางของผนัง และหลังคา โดยจะแบ่งตามลักษณะของผนังและอุปกรณ์บังแดด

4.2.1 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) การป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมจะแบ่งออกตามประเภทของผนังและทิศทางของผนัง พร้อมใส่รหัสผนัง (Section) ตามทิศทางของผนังนั้น ๆ จะได้ผลการคำนวณโดยแยกตาม Azimuth และ Section ของผนังได้ดังนี้

- ตัวอย่างการใส่รหัสของผนังในการป้อนข้อมูล
- SE - C คือ เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก
 - SE - B คือ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก
 - SE - W คือ ผนังก่ออิฐฉาบปูน
 - SE1, SE1' คือ ผนังก่ออิฐฉาบปูน รวมกับผนังที่เป็นกระจก

ตารางที่ 4.23 แสดงการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ของอาคารกรณีศึกษา

THE OTTV OF NHACON BUILDING									
AZIMUTH ANGLE = -135									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
NE-B	436.8	3.3	10.0	-	-	-	-		14414.4
NE-W	747.6	3.3	12.0	-	-	-	-		29605.0
NE1,NE1'	38.0	3.3	12.0	83.6	5.9	5.0	138.7	0.850	13822.4
NE2,NE2'	59.6	3.3	12.0	74.8	5.9	5.0	138.7	0.837	13248.4
NE3,NE3'	251.6	3.3	12.0	278.8	5.9	5.0	138.7	0.730	46416.7
NE4,NE4'	132.0	3.3	12.0	149.6	5.9	5.0	138.7	0.846	27194.5
***** OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 64.2 W/sq m ***** <<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>> OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 54.6 W/sq m (15% reduction) *****									
AZIMUTH ANGLE = -45									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
SE-C	352.8	1.7	10.0	-	-	-	-		5997.6
SE-B	196.8	3.3	10.0	-	-	-	-		6494.4
SE-W	193.2	3.3	12.0	-	-	-	-		7650.7
SE1,SE1'	22.0	3.3	12.0	48.4	5.9	5.0	186.9	0.817	9687.7
SE2	161.6	3.3	12.0	328.0	5.9	5.0	186.9	0.691	58423.6
SE3,SE3'	26.0	3.3	12.0	57.2	5.9	5.0	186.9	0.823	11518.6
***** OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 72.0 W/sq m ***** <<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>> OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 61.2 W/sq m (15% reduction) *****									
AZIMUTH ANGLE = 45									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
SW-B	436.8	3.3	10.0	-	-	-	-		14414.4
SW-W	747.6	3.3	12.0	-	-	-	-		29605.0
SW1,SW1'	38.0	3.3	12.0	83.6	5.9	5.0	180.7	0.835	16589.5
SW2,SW2'	59.6	3.3	12.0	74.8	5.9	5.0	180.7	0.839	15901.6
SW3,SW3'	251.6	3.3	12.0	278.8	5.9	5.0	180.7	0.658	51312.3
SW4,SW4'	132.0	3.3	12.0	149.6	5.9	5.0	180.7	0.833	32156.0
***** OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 71.0 W/sq m ***** <<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>> OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 60.4 W/sq m (15% reduction) *****									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = 135									

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q

NW-C	352.8	1.7	10.0	-	-	-	-		5997.6
NW-B	196.8	3.3	10.0	-	-	-	-		6494.4
NW-W	193.2	3.3	12.0	-	-	-	-		7650.7
NW1, NW1'	22.0	3.3	12.0	48.4	5.9	5.0	134.3	0.833	7716.2
NW2	161.6	3.3	12.0	328.0	5.9	5.0	134.3	0.796	51139.5
NW3, NW3'	26.0	3.3	12.0	57.2	5.9	5.0	134.3	0.840	9169.8

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 63.6 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 54.1 W/sq m (15% reduction)

OTTV OF THIS BUILDING IS 57.5 W/sq m

จากตารางที่ 4.23 สามารถดูรายละเอียดในการป้อนข้อมูลได้ในภาคผนวก ข. เนื่องจากได้กำหนดให้แต่ละด้านของอาคารได้มีการนำแสงสว่างธรรมชาติ (Daylight) เข้ามาใช้ภายในอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้แก่อาคารทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร แต่ละด้านสามารถลดลงไปได้ประมาณ 15% และสรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารแต่ละด้านของผนังอาคาร ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.24 สรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร

ทิศทางผนัง AZIMUTH ANGLE	รหัส ผนัง	ปริมาณความร้อน (Q/W)	พื้นที่ผนัง (Aw/M ²)	พื้นที่กระจก (Af/M ²)	OTTV W/sq.m.
AZ = -135	NE	144,701.4	1,665.6	586.8	54.6
AZ = -45	SE	99,772.6	952.4	433.6	61.2
AZ = 45	SW	159,978.8	1,665.6	586.8	60.4
AZ = 135	NW	88,168.2	952.4	433.6	54.1
รวมทั้งสิ้น		491,621.0	5,236.0	2,040.8	57.5

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร(OTTV) จะมีค่าเฉลี่ยโดยประมาณ 57.5 วัตต์/ม.²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปได้ว่าผนังของอาคารแต่ละด้านจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เป็นผลทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารที่มีค่าเท่ากับ 57.5 วัตต์/ม.² ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานตามที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร สำหรับอาคารใหม่จะต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ม.² ของผนังด้านนอกของอาคาร ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วจึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงตัวผนังอาคารใหม่ให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

4.2.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

ในส่วนของการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา สำหรับอาคารที่ทำการศึกษาคือจะเป็นลักษณะหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเมื่อป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม RTTV จะแสดงผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.25 แสดงการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา (RTTV)

THE RTTV OF NHACON BUILDING									
AZIMUTH ANGLE = 0									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
ROOF	834.0	1.9	24.0	-	-	-	-	-	38030.4

RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 45.6 W/sq m									

RTTV OF THIS BUILDING IS 45.6 W/sq m									

จากตารางที่ 4.25 สามารถดูรายละเอียดในการป้อนข้อมูลได้ในภาคผนวก ข.
สรุปได้ว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคามีค่าโดยเฉลี่ยประมาณ 45.6 วัตต์/ม.² ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร จะต้องไม่เกิน 25 วัตต์/ม.² ของหลังคา จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงหลังคาใหม่ให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

4.3 การวิเคราะห์ภาระความเย็น (Cooling Load) ของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

ในการวิเคราะห์ภาระความเย็น ซึ่งมีองค์ประกอบในการพิจารณาที่ทำให้ผู้อาศัยรู้สึกสบายในอาคาร ดังแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.3.1 พฤติกรรมในการใช้สอยภายในอาคาร
- 4.3.2 ภาระความเย็นที่เกิดขึ้นภายในอาคาร
- 4.3.3 การคำนวณหาค่าภาระความเย็น

4.3.1 พฤติกรรมในการใช้สอยภายในอาคาร จากการศึกษาในที่นี้ได้จากการสอบถามและสังเกตการณ์ถึงพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารในลักษณะอาคารพักอาศัยประเภทอาคารสูงเวลาและช่วงเวลาที่ใช้นั้นจะไม่ใช่สิ่งที่กำหนดที่แน่นอนขึ้นอยู่กับการทำงาน และระยะทางของที่ทำงาน การใช้ยานพาหนะ เช่น รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทางก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดช่วงเวลาของผู้ใช้สอยภายในอาคาร ซึ่งในที่นี้จะกำหนดพฤติกรรมของผู้ใช้ภายในอาคารอย่างคร่าวๆ เพื่อเป็นกรณีศึกษาพอจะสรุปได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.26 แสดงพฤติกรรมในกรอบคร่าวๆกับพื้นที่ใช้สอยในช่วงวันทำงาน (จันทร์ - ศุกร์)

ช่วงเวลา ที่ใช้งาน	ระยะ เวลา ชม.	พื้นที่ใช้สอย กิจกรรม	จำนวนผู้ใช้							ความสัมพันธ์ของช่วง เวลากับจำนวนผู้ใช้
			ห้อง นอน	ห้อง น้ำ, ส้วม	บริ เวณ ทำ ครัว	บริ เวณ ทาน อาหาร	ซัก ล้าง, ตาก ผ้า	บริ เวณที่ พัก ผ่อน	บริ เวณที่ ทำงาน	
5.30 น.	1.5	ตื่นนอน								ช่วงเวลาสั้นผู้ใช้มาก
		อาบน้ำ		1-5						
	1.5	แต่งตัว	2-4	1-2						ช่วงเวลาสั้นผู้ใช้มาก
7.00 น.		ไปทำงาน								
18.30 น.	1.5	กลับบ้าน								ช่วงเวลาสั้นผู้ใช้มาก
		ทำอาหารเย็น			2	1-2		1-2		
	1.5	ทานอาหารเย็น				2-5				ช่วงเวลาสั้นผู้ใช้มาก
		ล้างจาน			1-2		1-2			
20.00 น.	1.5	อาบน้ำ		1-5						ช่วงเวลาสั้นผู้ใช้มาก
		พักผ่อน	1-2					2-5	2-5	
22.30 น.	1.5	ทำงาน	2-5					2-5	2-5	ช่วงเวลาสั้นผู้ใช้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ช่วงเวลา ที่ใช้งาน	ระยะ เวลา ชม.	พื้นที่ใช้สอย กิจกรรม	จำนวนผู้ใช้							ความสัมพันธ์ของช่วง เวลากับจำนวนผู้ใช้
			ห้อง นอน	ห้อง น้ำ, ส้วม	บริ เวณ ทำ ครัว	บริ เวณ ทาน อาหาร	ซัก ล้าง, ตาก ผ้า	บริ เวณที่ พัก ผ่อน	บริ เวณที่ ทำงาน	
5.30 น.	7	เข้านอน	1-5							ช่วงเวลายาวผู้ใช้มาก

ตารางที่ 4.27 แสดงพฤติกรรมในครอบครัวกับพื้นที่ใช้สอยในช่วงวันหยุด (เสาร์ - อาทิตย์)

ช่วงเวลา ที่ใช้งาน	ระยะ เวลา ชม.	พื้นที่ใช้สอย กิจกรรม	จำนวนผู้ใช้							ความสัมพันธ์ของช่วง เวลากับจำนวนผู้ใช้
			ห้อง นอน	ห้อง น้ำ, ส้วม	บริ เวณ ทำครัว	บริ เวณ ทาน อาหาร	ซัก ล้าง, ตาก ผ้า	บริ เวณที่ พัก ผ่อน	บริ เวณที่ ทำงาน	
7.00 น.	2	ตื่นนอน อาบน้ำ		1-5						ช่วงเวลานั้นผู้ใช้มาก
		ทำอาหารเช้า			2	1-2				
		แต่งตัว	2-4	1-2						
9.00 น.		จัดอาหาร ทานอาหารเช้า			1-2	1-2	1-2			ช่วงเวลายาวผู้ใช้มาก
					1	2-5		2-5		
11.30 น.	4.5	พักผ่อน ทำงานบ้าน	1-2		1-2	1-2		1-2	1-2	ช่วงเวลายาวผู้ใช้มาก
	5.5	ทำอาหาร ทานอาหาร			2	1-2		1-2		ช่วงเวลายาวผู้ใช้มาก
		ล้างจาน			1-2		1-2			
		ทำงานบ้าน					1-2			
17.00 น.		พักผ่อนส่วนตัว	1-2			1-2		1-2	1-2	ช่วงเวลานั้นผู้ใช้มาก
	2	ทำอาหารเย็น			2	1-2		1-2		
		ทานอาหารเย็น				2-5				
19.00 น.		ล้างจาน			1-2		1-2			ช่วงเวลานั้นผู้ใช้มาก
20.00 น.	1	อาบน้ำ ทำงานบ้าน	1-2	1-5	1-2	1-2		1-2	1-2	ช่วงเวลานั้นผู้ใช้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

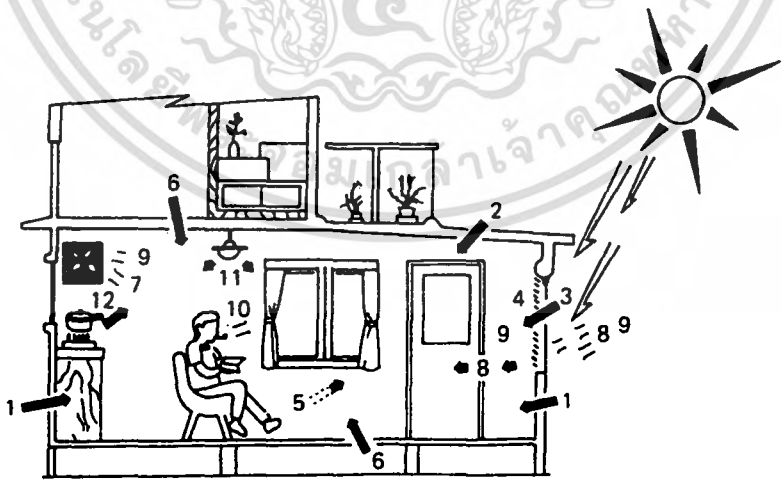
ช่วงเวลา ที่ใช้งาน	ระยะ เวลา ชม.	พื้นที่ใช้สอย กิจกรรม	จำนวนผู้ใช้							ความสัมพันธ์ของช่วง เวลากับจำนวนผู้ใช้
			ห้อง นอน	ห้อง น้ำ, ส้วม	บริ เวณ ทำครัว	บริ เวณ ทาน อาหาร	ซัก ล้าง, ตาก ผ้า	บริ เวณที่ พัก ผ่อน	บริ เวณที่ ทำงาน	
24.00 น.	4	พักผ่อน	1-2			1-2		2-5	2-5	ช่วงเวลาผู้ใช้มาก
		ทำงาน	2-5			1-2		2-5	2-5	
7.00 น.	7	เข้านอน	1-5							ช่วงเวลาผู้ใช้มาก

จากพฤติกรรมที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในที่นี้ได้กำหนดให้จำนวนผู้ใช้ใช้สูงสุด 5 คน ใน 1 ครั้วเรือนในขนาด 2 ห้องนอน และ จำนวน 3 คน ใน 1 ครั้วเรือนในขนาด 1 ห้องนอน

4.3.2 ภาวะความเย็นที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

ภาวะความเย็น คือ ปริมาณความร้อนที่รักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับหนึ่งที่ต้องการจากรูปที่ 4.40 แสดงชนิดของภาวะความเย็นที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัย

รูปที่ 4.40 แสดงชนิดของภาวะความเย็นที่เกี่ยวข้องกับประเภทที่พักอาศัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.40 (ต่อ)

1. ภาระความเย็นเนื่องจากความร้อนภายนอกที่ผ่านเข้ามาทางผนังของอาคาร	6. ภาระความเย็นเนื่องจากความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางฝ้าของเพดาน
2. ภาระความเย็นเนื่องจากความร้อนภายนอกที่ผ่านเข้ามาทางหลังคาของอาคาร	7. ภาระความเย็นเนื่องจากการนำอากาศภายนอกเข้ามาในห้อง
3. ภาระความเย็นเนื่องจากความร้อนภายนอกที่ผ่านเข้ามาทางหน้าต่างที่เป็นกระจก	8. ภาระความเย็นเนื่องจากอาคารภายนอกที่รั่วซึมเข้ามาในห้อง
4. สัมประสิทธิ์ (Coefficient) ของการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านวัสดุฉนวน	9. ภาระความเย็นเนื่องจากการระบายอากาศเข้ามาในห้อง
5. ภาระความเย็นเนื่องจากความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางผนังที่กันห้อง	10. ภาระความเย็นเนื่องจากความร้อนที่ถ่ายเทออกมาจากร่างกายคนเรา
	11. ภาระความเย็นเนื่องจากความร้อนที่เกิดจากคอมพิวเตอร์
	12. ภาระความเย็นเนื่องจากความร้อนที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

ภาระความเย็นที่ต้องการภายในห้องจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร วัสดุการก่อสร้างของอาคาร จำนวนความร้อนที่เกิดขึ้นภายในห้องซึ่งจะต้องคำนวณของแต่ละห้อง หรือแต่ละส่วนของอาคารคือ

1. ความร้อนที่ไหลผ่านผนังอาคาร ผนังที่กันระหว่างห้อง หน้าต่างที่เป็นกระจก หลังคา ฝ้า พื้นของห้องและอื่น ๆ
2. ความร้อนที่เกิดจากอากาศสดเข้ามาทางช่องหรือส่วนที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ
3. ความร้อนที่เกิดจากคอมพิวเตอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ
4. ความร้อนที่เกิดจากร่างกายคน

ความร้อนต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานี้จะเป็นภาระของการทำความเย็น (Cooling Load) การเลือกขนาดทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับภาระความเย็นของห้องที่เกิดขึ้น

4.3.3 การคำนวณหาค่าภาระความเย็น (Cooling Load)

การคำนวณหาค่าภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณมีดังต่อไปนี้

1. สภาพที่ตั้งโครงการ กรุงเทพฯ
2. สภาพอากาศในการคำนวณ จะกำหนดใช้ในเดือนเมษายน เพราะสภาพอากาศของเดือนเมษายนจะร้อนที่สุดในรอบปีซึ่งในการรับภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะมีค่าสูงสุดด้วย (จากตารางที่ 2.5 แสดงอุณหภูมิตามชั่วโมงต่างๆ ของเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

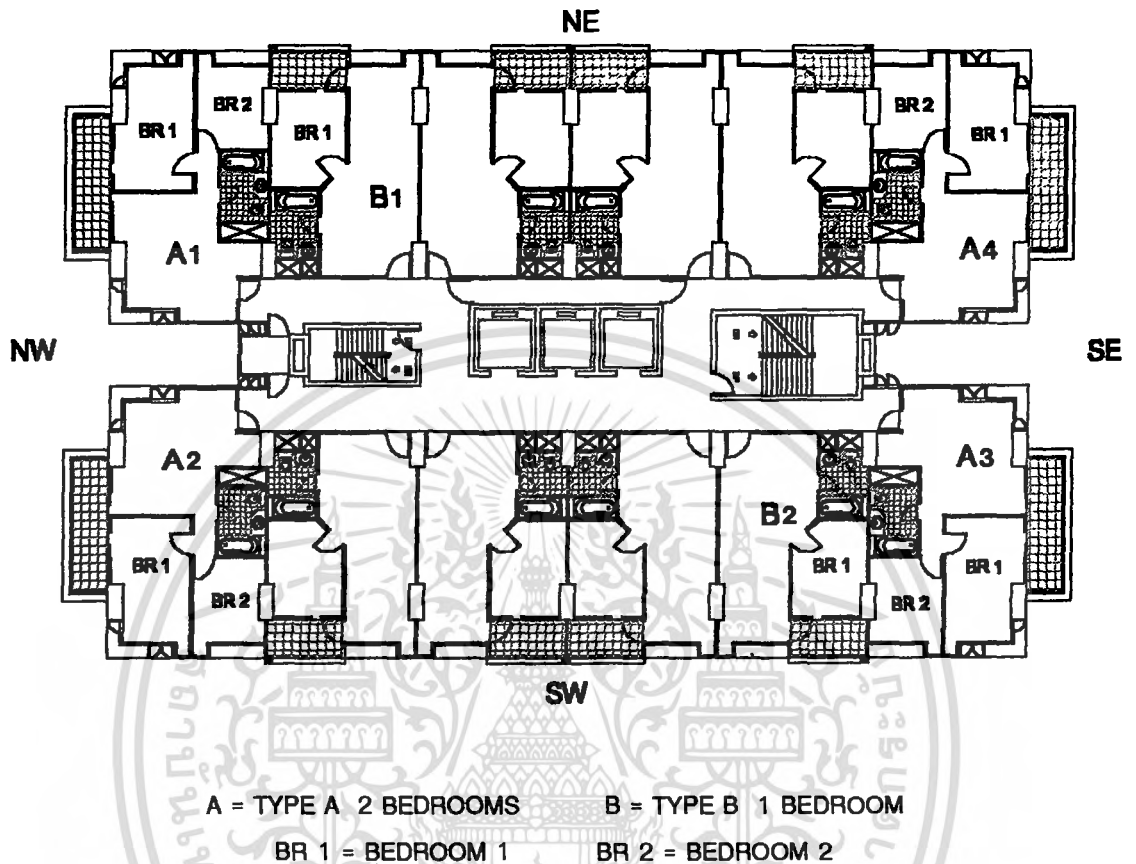
3. อุณหภูมิ แบ่งออกเป็น
- 3.1 อุณหภูมิภายนอกห้องจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ใช้ห้องนั้น ๆ ในเดือนเมษายน และจะใช้อุณหภูมิที่สูงสุดในช่วงเวลานั้นมาทำการคำนวณ(จากตารางที่ 2.5 แสดงอุณหภูมิตามชั่วโมงต่างๆ ของเดือน และตารางที่ 4.26 แสดงพฤติกรรมในครอบครัวยกกับพื้นที่ใช้สอย)
- 3.2 อุณหภูมิภายในห้องกำหนดไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 55%¹
- 3.3 อุณหภูมิแตกต่างระหว่างห้องที่ปรับอากาศกับห้องไม่ปรับอากาศต่างกัน 5 °ซ
4. จำนวนผู้ใช้ในแต่ละห้อง
- 4.1 ปริมาณความร้อนที่เป็นความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงที่คายออกจากร่างกายคนที่ทำกิจกรรมต่างๆภายในห้องปรับอากาศ (จากตารางที่ 3 ใน ภาคผนวก ค.)
5. จำนวนอากาศที่ใช้ถ่ายเทภายในห้องคำนวณจากจำนวนผู้ใช้อยู่ภายในห้อง โดยกำหนดให้ ห้องนอนประสงค์ (LIV.+DIN.+KIT.) 5 ลิตร/วินาที ต่อคน² ห้องนอน (BEDROOM) 3.5 ลิตร/วินาที ต่อคน
6. พื้นที่ แบ่งออกเป็น
- 6.1 พื้นที่ของกระจก ของแต่ละด้าน ค่า SC ของกระจกจะใช้ค่าในโปรแกรม OTTV ซึ่งได้มีการคำนวณในส่วนของอุปกรณ์บังแดดมาเกี่ยวข้อง
- 6.2 พื้นที่ของผนังของแต่ละด้าน
- 6.3 พื้นที่ของพื้นในแต่ละห้อง
- 6.4 พื้นที่เพดานของแต่ละห้อง
7. อุปกรณ์แสงสว่างที่ใช้ภายในห้องใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดกลมขนาด 32 วัตต์รวมทั้งบัลลาสต์ขนาด 10 วัตต์
8. อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ กำหนดให้มี
- | | |
|----------------------|-----------|
| โทรทัศน์สีขนาด 20" | 200 วัตต์ |
| ตู้เย็น 12 คิว | 240 วัตต์ |
| พัดลมดูดอากาศขนาด 6" | 25 วัตต์ |
| พัดลมดูดอากาศขนาด 8" | 45 วัตต์ |

¹ กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ,“ระบบปรับอากาศ,” คู่มือการอนุรักษ์พลังงานใน อาคาร : หน้า 23

² John Hancock Callender, “Outdoor air ventilation requirements for occupants,”Time-Saver Standards for Architectural Design Data : p. 4 -119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.41 แสดงตำแหน่งและทิศทางของห้องพักอาศัยที่ใช้ในการคำนวณหาค่าภาระความเย็น



กำหนดให้ U = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ใช้ค่าจากการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (ดูในหัวข้อที่ 4.1.1) W/m^2K

A = พื้นที่ของผนังทึบ และผนังกระจก (m^2)

TD_{eq} = ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ใช้ค่าจากการคำนวณผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (ดูในหัวข้อที่ 4.1.1) $^{\circ}C$

ΔT = ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในห้องปรับอากาศกับห้องที่ไม่ได้ปรับอากาศกำหนดให้แตกต่างกันที่ $5^{\circ}C$

SC = Shading Coefficient สำหรับกระจก

$SHGF$ = ตัวประกอบความร้อนเพิ่มจากดวงอาทิตย์ (หาค่าได้จากตารางที่ 1 ในภาคผนวก ค.) W/m^2

CLF = ตัวประกอบภาระความเย็นของกระจก (หาค่าได้จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ในภาคผนวก ค.)

Q = ค่าภาระความเย็นรวม (W)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้องพักอาศัยประเภท TYPE A (A1) 2 BEDROOMS ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ(NE) และ ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ(NW) ของ เดือนเมษายน

ตารางที่ 4.28 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(NW,SW)

ชื่อห้อง: LIV. + DIN. + KIT.

ทิศ: NW, SW.

เวลาใช้ห้อง : 18.00 - 22.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 23 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 58.55 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGfxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	NW.CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69
	NW.BRICK	3.26	4.16	12	-	-	-	162.74
	SW.BRICK	3.26	10.7	12	-	-	-	417.02
หน้าต่างกระจก	NW.GLASS	5.88	4.10	-	5	973.70	1094.24	1094.24
	NW.GLASS	5.88	1.43	-	5	358.38	400.42	400.42
	SW.GLASS	5.88	2.09	-	5	425.93	487.38	487.38
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.3	-	5	-	-	411.58
เพดาน	GYPSUM	1.75	23	-	5	-	-	201.25
พื้น	TILED	1.75	23	-	5	-	-	201.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด x 32 วัตต์ + 30 วัตต์						126
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	โทรทัศน์สีขนาด 20"						200
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	ตู้เย็น 12 ลิ้ว 240 วัตต์						240
		พัดลมดูดอากาศขนาด 8" 45 วัตต์						45
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 25 x 5						154
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 25						451.8
ภาระความเย็นรวม								5,403.37

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 18.00 น. อุณหภูมิที่ 28.2 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระ ความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็น รวมเท่ากับ 5,403.37 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 5.40 กิโลวัตต์(18,436 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.29 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1 (NW,SW)

ชื่อห้อง : BEDROOM 1

ทิศ: NW, SW.

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 15 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 37.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q วัตต์
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGxCLF		
ผนังอาคาร	NE. BRICK	3.26	5.4	12	-	-	-	211.25
	NE.BRICK	3.26	5.11	12	-	-	-	199.9
	NW.CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69
หน้าต่างกระจก	NW.GLASS	5.88	2.09	-	5	107.97	169.42	169.42
	NW.GLASS	5.88	1.21	-	5	122.51	158.09	158.09
	SW.GLASS	5.88	4.1	-	5	396.69	517.23	517.23
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	21.7	-	5	-	-	353.38
เพดาน	GYPSUM	1.75	23	-	5	-	-	131.25
พื้น	TILED	1.75	23	-	5	-	-	131.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 60						180
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 10.50 x 5						65
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 40						120
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006x10.50						189.8
ภาระความเย็นรวม								2,554.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 2,554.25 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 2.55 กิโลวัตต์ (8,706 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.30 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (NE)

ชื่อห้อง : BEDROOM 2

ทิศ: NE

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 10 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 25.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGFxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	NE. BRICK	3.26	5.65	12	-	-	-	221.03
หน้าต่างกระจก	NE.GLASS	5.88	1.87	-	5	95.12	150.10	150.10
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.3	-	5	-	-	411.58
เพดาน	GYP SUM	1.75	10	-	5	-	-	87.5
พื้น	TILED	1.75	10	-	5	-	-	87.5
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 60						120
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 40						80
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.5
ภาระความเย็นรวม								1,394.21

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 1,394.21 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.39 กิโลวัตต์ (4,746 บีทียู/ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้องพักอาศัยประเภท TYPE A (A2) 2 BEDROOMS ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้(SW) และ ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ(NW) ของเดือน เมษายน

ตารางที่ 4.31 แสดงรายการคำนวณหาภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(NW,NE)

ชื่อห้อง : LIV. + DIN. + KIT.

ทิศ: NW, NE

เวลาใช้ห้อง : 18.00 - 22.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 23 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 58.55 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGfxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	NE.CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69
	NE.BRICK	3.26	4.16	12	-	-	-	162.74
	NE.BRICK	3.26	10.7	12	-	-	-	417.02
หน้าต่างกระจก	NW.GLASS	5.88	4.10	-	5	973.70	1094.24	1094.04
	NW.GLASS	5.88	1.43	-	5	358.38	400.42	400.42
	NE.GLASS	5.88	2.09	-	5	206.12	267.56	267.56
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.3	-	5	-	-	411.58
เพดาน	GYPSUM	1.75	23	-	5	-	-	201.25
พื้น	TILED	1.75	23	-	5	-	-	201.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด x 32 วัตต์ + 30 วัตต์						126
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	โทรทัศน์สีขนาด 20"						200
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	ตู้เย็น 12 คิว 240 วัตต์						240
		พัดลมดูดอากาศขนาด 8' 45 วัตต์						45
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 25 x 5						154
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 25						451.8
ภาระความเย็นรวม								5,183.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 18.00 น. อุณหภูมิที่ 28.2°ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระ ความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็น รวมเท่ากับ 5,183.55 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 5.18 กิโลวัตต์ (17,685 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.32 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1(SW,NW)

ชื่อห้อง : BEDROOM 1

ทิศ: SW, NW

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 15 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 37.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	SW.BRICK	3.26	5.4	12	-	-	-	211.25
	NW.BRICK	3.26	5.11	12	-	-	-	199.90
	NW.2 CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69
หน้าต่างกระจก	SW.2 GLASS	5.88	2.09	-	5	192.87	254.32	254.32
	NW.1 GLASS	5.88	1.21	-	5	122.51	158.08	158.08
	NW.2 GLASS	5.88	4.1	-	5	396.69	517.23	517.23
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	21.7	-	5	-	-	353.38
เพดาน	GYPSUM	1.75	15	-	5	-	-	131.25
พื้น	TILED	1.75	15	-	5	-	-	131.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 60						180
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 10.50 x 5						65
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 40						120
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 10.50						189.8
ภาระความเย็นรวม								2,554.26

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 2,554.26 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 2.55 กิโลวัตต์ (8,706 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.33 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (SW)

ชื่อห้อง : BEDROOM 2

ทิศ: SW

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 10 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 25.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGFxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	SW. BRICK	3.26	5.65	12	-	-	-	221.03
หน้าต่างกระจก	SW.GLASS	5.88	1.87	-	5	173.40	228.38	228.38
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.3	-	5	-	-	411.58
เพดาน	GYPSON	1.75	10	-	5	-	-	87.5
พื้น	TILED	1.75	10	-	5	-	-	87.5
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 60						120
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 40						80
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.5
ภาระความเย็นรวม								1,472.49

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 1,472.49 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.47 กิโลวัตต์ (5,019 บีทียู/ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้องพักอาศัยประเภท TYPE A (A3) 2 BEDROOMS ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้(SW) และ ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้(SE) ของเดือน เมษายน

ตารางที่ 4.34 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(SW,SE)

ชื่อห้อง : LIV. + DIN. + KIT.

ทิศ: SW, SE

เวลาใช้ห้อง : 18.00 - 22.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 23 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 58.55 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGfxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	SE.CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69
	SE.BRICK	3.26	4.16	12	-	-	-	162.74
	SW.BRICK	3.26	10.7	12	-	-	-	417.02
หน้าต่างกระจก	SE. GLASS	5.88	4.10	-	5	326.16	446.7	446.7
	SE. GLASS	5.88	1.43	-	5	135.49	177.53	177.53
	SW. GLASS	5.88	2.09	-	5	425.93	487.38	487.38
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.3	-	5	-	-	411.58
เพดาน	GYPSTUM	1.75	23	-	5	-	-	201.25
พื้น	TILED	1.75	23	-	5	-	-	201.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด x 32 วัตต์ + 30 วัตต์						126
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	โทรทัศน์สีขนาด 20"						200
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	ตู้เย็น 12 คิว 240 วัตต์						240
		พัดลมดูดอากาศขนาด 8" 45 วัตต์						45
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 25 x 5						154
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 25						451.8
ภาระความเย็นรวม								4,532.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 18.00 น. อุณหภูมิที่ 28.2°ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 4,532.94 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 4.53 กิโลวัตต์ (15,465 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.35 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1 (SW,SE)

ชื่อห้อง : BEDROOM 1

ทิศ: SW, SE

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 15 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 37.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	SW.2 BRICK	3.26	5.4	12	-	-	-	211.25
	SE.1 BRICK	3.26	5.11	12	-	-	-	199.9
	SE.2 CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69
หน้าต่างกระจก	SW.2 GLASS	5.88	2.09	-	5	192.87	254.32	254.32
	SE.1 GLASS	5.88	1.21	-	5	63.73	99.30	99.30
	SE.2 GLASS	5.88	4.1	-	5	182.65	303.19	303.19
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	21.7	-	5	-	-	353.38
เพดาน	GYPSUM	1.75	15	-	5	-	-	131.25
พื้น	TILED	1.75	15	-	5	-	-	131.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 60						180
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 10.50 x 5						65
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 40						120
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 10.50						189.8
ภาระความเย็นรวม								2,366.33

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 2,366.33 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 2.37 กิโลวัตต์ (8,091 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.36 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (SW)

ชื่อห้อง : BEDROOM 2

ทิศ: SW

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 10 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 25.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGfxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	SW. BRICK	3.26	5.65	12	-	-	-	221.03
หน้าต่างกระจก	SW.GLASS	5.88	1.87	-	5	173.40	228.38	228.38
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.3	-	5	-	-	411.58
เพดาน	GYP SUM	1.75	10	-	5	-	-	87.50
พื้น	TILED	1.75	10	-	5	-	-	87.50
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 60						120
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 40						80
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.5
ภาระความเย็นรวม								1,472.49

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 1,472.49 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.47 กิโลวัตต์ (5,019 บีทียู/ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้องพักอาศัยประเภท TYPE A (A4) 2 BEDROOMS ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้(SE) และ ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ(NE) ของเดือน เมษายน

ตารางที่ 4.37 แสดงรายการคำนวณหาภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(SE,NE)

ชื่อห้อง : LIV. + DIN. + KIT.

ทิศ: SE, NE

เวลาใช้ห้อง : 18.00 - 22.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 23 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 58.55 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q วัตต์
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGFXCLF		
ผนังอาคาร	SE.CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69
	SE.BRICK	3.26	4.16	12	-	-	-	162.74
	SW.BRICK	3.26	10.7	12	-	-	-	417.02
หน้าต่างกระจก	SE. GLASS	5.88	4.10	-	5	326.16	446.7	446.7
	SE. GLASS	5.88	1.43	-	5	135.49	177.53	177.53
	NE. GLASS	5.88	2.09	-	5	206.12	267.56	267.56
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.3	-	5	-	-	411.58
เพดาน	GYPSUM	1.75	23	-	5	-	-	201.25
พื้น	TILED	1.75	23	-	5	-	-	201.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด x 32 วัตต์ + 30 วัตต์						126
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	โทรทัศน์สีขนาด 20"						200
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	ตู้เย็น 12 ลิ้ว 240 วัตต์						240
		พัดลมดูดอากาศขนาด 8" 45 วัตต์						45
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 25 x 5						154
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 25						451.8
ภาระความเย็นรวม								4,313.12

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 18.00 น. อุณหภูมิที่ 28.2°ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความร้อนรวมเท่ากับ 4,313.12 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 4.31 กิโลวัตต์ (14,714 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.38 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1(SE,NE)

ชื่อห้อง : BEDROOM 1

ทิศ: SE, NE

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 15 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 37.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q	
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGFxCLF		วัตต์	
ผนังอาคาร	SE.CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69	
	SE.BRICK	3.26	5.11	12	-	-	-	199.90	
	NE. BRICK	3.26	5.4	12	-	-	-	211.25	
หน้าต่างกระจก	SE. GLASS	5.88	4.10	-	5	182.65	303.19	303.19	
	SE. GLASS	5.88	1.21	-	5	63.73	99.30	99.30	
	NE. GLASS	5.88	2.09	-	5	107.97	169.41	169.41	
ภายใน									
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	21.7	-	5	-	-	353.38	
เพดาน	GYPSON	1.75	15	-	5	-	-	131.25	
พื้น	TILED	1.75	15	-	5	-	-	131.25	
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 60						180	
	ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
		ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
		การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 10.50 x 5						65
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 40						120	
	ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 10.50						189.8
ภาระความเย็นรวม								2,281.42	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6°ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 2,281.42 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 2.28 กิโลวัตต์ (7,784 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.39 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (NE)

ชื่อห้อง : BEDROOM 2

ทิศ: NE

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 10 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 25.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q วัตต์
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGfxCLF		
ผนังอาคาร	NE. BRICK	3.26	5.65	12	-	-	-	221.03
หน้าต่างกระจก	NE.GLASS	5.88	1.87	-	5	95.12	150.10	150.10
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.3	-	5	-	-	411.58
เพดาน	GYP SUM	1.75	10	-	5	-	-	87.50
พื้น	TILED	1.75	10	-	5	-	-	87.50
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 60						120
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 40						80
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.5
ภาระความเย็นรวม								1,394.21

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6°ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 1,394.21 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.39 กิโลวัตต์ (4,746 บีทียู/ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้องพักอาศัยประเภท TYPE B (B1) 1 BEDROOM ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ(NE) ของเดือนเมษายน

ตารางที่ 4.40 แสดงรายการคำนวณค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(NE)

ชื่อห้อง LIV. + DIN. + KIT.
เวลาใช้ห้อง : 18.00 - 22.00 น.
ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ทิศ: NE
พื้นที่ของห้อง : 27 ม.²
ปริมาตรของห้อง : 68.85 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q วัตต์	
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGxCLF			
ผนังอาคาร	NE. BRICK	3.26	5.78	12	-	-	-	226.11	
หน้าต่างกระจก	NE. GLASS	5.88	1.87	-	5	183.55	238.53	238.53	
ภายใน									
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	52.6	-	5	-	-	856.73	
เพดาน	GYP SUM	1.75	27	-	5	-	-	236.25	
พื้น	TILED	1.75	27	-	5	-	-	236.25	
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 75						225	
	ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด x 32 วัตต์ + 30 วัตต์						126
		ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	โทรทัศน์สีขนาด 20"						200
		ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	ตู้เย็น 12 คิว 240 วัตต์						240
			พัดลมดูดอากาศ 8" 45 วัตต์						45
		การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 15 x 5						92
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 75						225	
	ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 15						271.08
ภาระความเย็นรวม								3,217.95	

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 18.00 น. อุณหภูมิที่ 28.2 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 3,217.95 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 3.22 กิโลวัตต์ (10,993 บีทียู/ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.41 แสดงรายการคำนวณหาภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1(NE)

ชื่อห้อง : BEDROOM 1

ทิศ: NE

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 10.9 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 27.8 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGfxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	NE. BRICK	3.26	3.78	12	-	-	-	147.87
หน้าต่างกระจก	NE.GLASS	5.88	3.48	-	5	154.39	256.70	256.70
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	18.1	-	5	-	-	295.19
เพดาน	GYPSUM	1.75	10.9	-	5	-	-	95.38
พื้น	TILED	1.75	10.9	-	5	-	-	95.38
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 60						180
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43
	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.5
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 40						120
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.5
ภาระความเย็นรวม								1,427.02

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 1,427.02 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.43 กิโลวัตต์ (4,882 บีทียู/ชั่วโมง)

6. คำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้องพักอาศัยประเภท TYPE B (B2) 1 BEDROOM ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้(SW) ของเดือนเมษายน

ตารางที่ 4.42 แสดงรายการคำนวณหาภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(SW)

ชื่อห้อง LIV. + DIN. + KIT.

ทิศ: SW

เวลาใช้ห้อง : 18.00 – 22.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 27 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 68.85 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGFxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	SW.BRICK	3.26	5.78	12	-	-	-	226.11
หน้าต่างกระจก	SW. GLASS	5.88	1.87	-	5	380.18	435.16	435.16
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	52.6	-	5	-	-	856.73
เพดาน	GYP SUM	1.75	27	-	5	-	-	236.25
พื้น	TILED	1.75	27	-	5	-	-	236.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 75						225
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด x 32 วัตต์ + 30 วัตต์						126
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	โทรทัศน์สีขนาด 20"						200
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	ตู้เย็น 12 คิว 240 วัตต์						240
		พัดลมดูดอากาศขนาด 8" 45 วัตต์						45
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 15 x 5						92
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 75						225
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 15						271.08
ภาระความเย็นรวม								3,414.58

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 18.00 น. อุณหภูมิที่ 28.2°ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 3,414.58 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 3.42 กิโลวัตต์ (11,676 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.43 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1(SW)

ชื่อห้อง : BEDROOM 1

ทิศ: SW

เวลาใช้ห้อง : 22.00 – 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 10.9 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 27.8 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	NE. BRICK	3.26	3.78	12	-	-	-	147.87
หน้าต่างกระจก	NE. GLASS	5.88	3.48	-	5	253.07	355.38	355.38
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	18.1	-	5	-	-	295.19
เพดาน	GYP SUM	1.75	10.9	-	5	-	-	95.38
พื้น	TILED	1.75	10.9	-	5	-	-	95.38
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 60						180
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 40						120
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.5
ภาระความเย็นรวม								1,525.70

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 1,525.70 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.53 กิโลวัตต์ (5,223 บีทียู/ชั่วโมง)

จากตารางการหาค่าภาระความเย็นรวมของห้องพักอาศัยแต่ละประเภทที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะสามารถแสดงผลสรุปค่าภาระความเย็นรวมของห้องพักอาศัยแต่ละทิศทางได้ตามตารางที่ 4.44 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.44 แสดงผลสรุปค่าภาระความเย็นรวมของห้องพักอาศัยแต่ละประเภท

ประเภทห้องพักอาศัย	ทิศทาง	ค่าภาระความเย็นรวม/วัตต์
1. ห้องพักอาศัย 2 BEDROOMS	NE,NW	
- LIV. + DIN. + KIT.	(A1)	5,403.37
- BEDROOM 1		2,554.25
- BEDROOM 2		1,394.21
รวมทั้งสิ้น		9,351.83
2. ห้องพักอาศัย 2 BEDROOMS	SW,NW	
- LIV. + DIN. + KIT.	(A2)	5,183.55
- BEDROOM 1		2,554.26
- BEDROOM 2		1,472.49
รวมทั้งสิ้น		9,210.30
3. ห้องพักอาศัย 2 BEDROOMS	SW,SE	
- LIV. + DIN. + KIT.	(A3)	4,532.94
- BEDROOM 1		2,366.33
- BEDROOM 2		1,472.49
รวมทั้งสิ้น		8,371.76
4. ห้องพักอาศัย 2 BEDROOMS	SE,NE	
- LIV. + DIN. + KIT.	(A4)	4,313.12
- BEDROOM 1		2,281.42
- BEDROOM 2		1,394.21
รวมทั้งสิ้น		7,988.75
5. ห้องพักอาศัย 1 BEDROOM	NE	
- LIV. + DIN. + KIT.	(B1)	3,217.95
- BEDROOM 1		1,427.02
รวมทั้งสิ้น		4,644.97
6. ห้องพักอาศัย 1 BEDROOM	SW	
- LIV. + DIN. + KIT.	(B2)	3,414.58
- BEDROOM 1		1,525.70
รวมทั้งสิ้น		4,940.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 สรุปผลการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การออกแบบของกรอบอาคาร

จากผลของการวิเคราะห์ และลักษณะรายละเอียดของกรอบอาคารที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศภายในอาคารสามารถจะสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

- 1.) ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวมของผนังทึบ (U_w) ของผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. มีค่าเท่ากับ $3.26 \text{ วัตต์/ม.}^2 \cdot ^\circ\text{ซ}$
- 2.) ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวมของผนังกระจก (U_f) ของกระจกใสหนา 6 มม. มีค่าเท่ากับ $5.88 \text{ วัตต์/ม.}^2 \cdot ^\circ\text{ซ}$
- 3.) อุปกรณ์บังแดดของอาคารไม่มีประสิทธิภาพในการกันแดดให้กับกรอบอาคารในส่วนของผนังกระจก รวมทั้งในส่วนของประตูและหน้าต่างได้ดีเพียงพอในตลอดทั้งปี
- 4.) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) จะมีค่าเท่ากับ 57.5 วัตต์/ม.^2 ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้ให้สำหรับอาคารใหม่จะต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ม.^2
- 5.) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) จะมีค่าเท่ากับ 45.6 วัตต์/ม.^2 ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้ให้สำหรับในส่วนของหลังคาจะต้องไม่เกิน 25 วัตต์/ม.^2
- 6.) ค่าภาระความเย็น (Cooling Load) ของเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักอาศัยแต่ละประเภทในทุกๆด้านของกรอบอาคารจะมีผลต่อเนื่องมาจากประสิทธิภาพของกรอบอาคารซึ่งพอจะสรุปได้ว่า ห้องพักอาศัยประเภท 2 ห้องนอนของทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) กับทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) จะใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศมากที่สุดคือ $9,351.83 \text{ วัตต์}$ และในส่วนห้องพักอาศัยประเภท 1 ห้องนอนของทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) จะใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศมากที่สุดคือ $4,940.28 \text{ วัตต์}$

จากการสรุปผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าในส่วนของกรอบอาคารไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการถ่ายเทความร้อน ซึ่งสาเหตุก็คือในส่วนผนังทึบโดยเฉพาะผนังก่ออิฐฉาบปูนมีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนที่สูง และประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดไม่สามารถที่จะกันแสงแดดได้ดีเพียงพอ ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ที่สูง ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น

บทที่ 5

การออกแบบของกรอบอาคารจากผลการวิเคราะห์

การออกแบบของกรอบอาคารมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการปรับปรุงในส่วนของการอบของอาคารทั้งหมดให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีขึ้น เพื่อที่จะทำให้อาคารถ่ายเทความร้อนที่จะเข้าสู่ภายในอาคาร และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้กำหนดไว้ ซึ่งจะมีผลในการที่จะลดภาระความเย็นของการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร แต่ในการออกแบบในส่วนของการอบอาคารจะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างของอาคารแบบเดิม จึงควรพิจารณาที่จะไม่ทำให้โครงสร้างของอาคารแบบเดิมมีการรับภาระในเรื่องของน้ำหนักที่เพิ่มมากขึ้นจนทำให้เกิดอันตรายต่อระบบโครงสร้างของอาคาร

5.1 แนวทางในการออกแบบของกรอบอาคาร

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบของกรอบอาคารสามารถสรุปแนวทางที่จะทำให้สามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร และลดค่าภาระความเย็น (Cooling Load) ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศภายในอาคารดังต่อไปนี้

5.1.1 แนวทางการออกแบบของกรอบอาคารในส่วนที่เป็นผนัง และกระจกให้มีประสิทธิภาพในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งจะมีผลในการลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ จะแยกการออกแบบเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ผนังภายนอกส่วนที่เป็นผนังทึบ (Opaque Wall)
2. ผนังภายนอกส่วนที่เป็นผนังกระจก (Glass Wall) รวมทั้งประตู และหน้าต่างที่เป็นกระจก

1. ผนังภายนอกส่วนที่เป็นผนังทึบ (Opaque Wall)

ในการออกแบบผนังทึบเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าภายในอาคารจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาใช้ทำผนังภายนอกอาคาร จะต้องมียุคสมบัติดังต่อไปนี้

ก.) คุณสมบัติทางด้านประหยัดพลังงาน

- มีความสามารถในการกันความร้อนได้ดี คือจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อนของตัววัสดุที่สูง เพื่อลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าภายในอาคาร
- ไม่สะสมความร้อน หรือมีความจุความร้อนที่ต่ำ เพราะว่าการสะสมความร้อนของวัสดุจะทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในอาคารเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศเพิ่มมากขึ้นด้วย

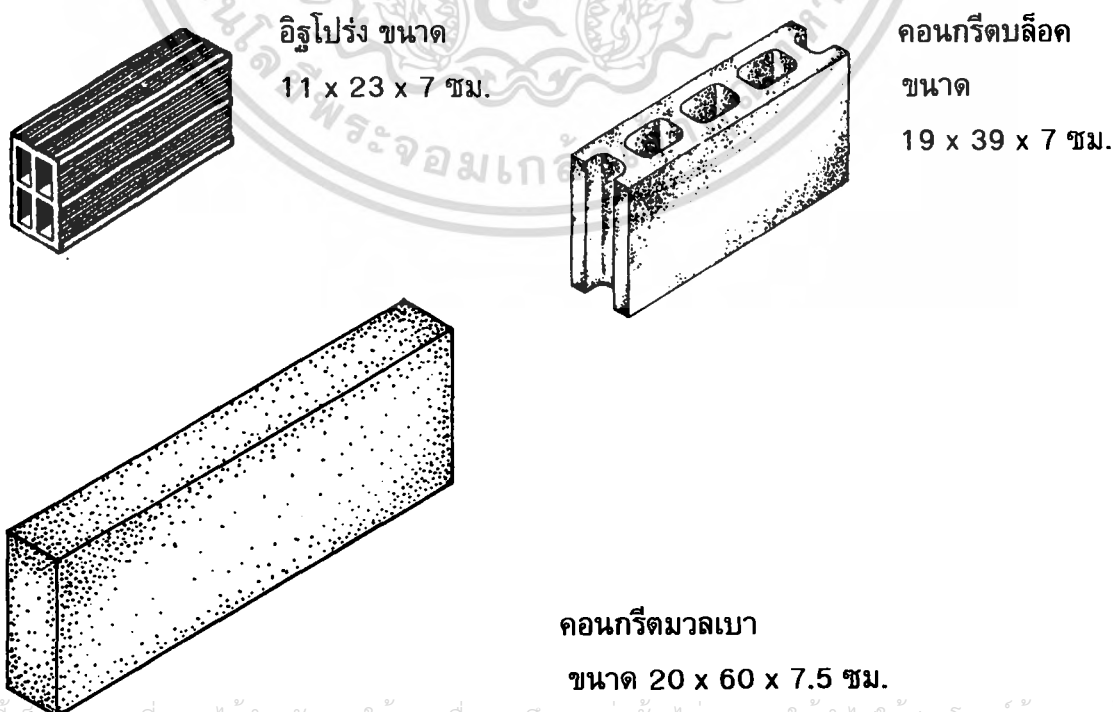
- มีความทนทานต่อการขยายตัว และหดตัวได้ดี เพื่อลดปัญหาการแตกร้าว

ข.) คุณสมบัติในการก่อสร้าง และระบบเศรษฐกิจ

- มีน้ำหนักที่เบาเพื่อไม่เป็นการระต่อระบบโครงสร้างของอาคารแบบเดิม
- มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน
- สามารถหาซื้อวัสดุได้ง่ายตามท้องตลาดในเมืองไทย
- ทำงานง่าย และการติดตั้งได้สะดวก
- ราคาที่ประหยัด

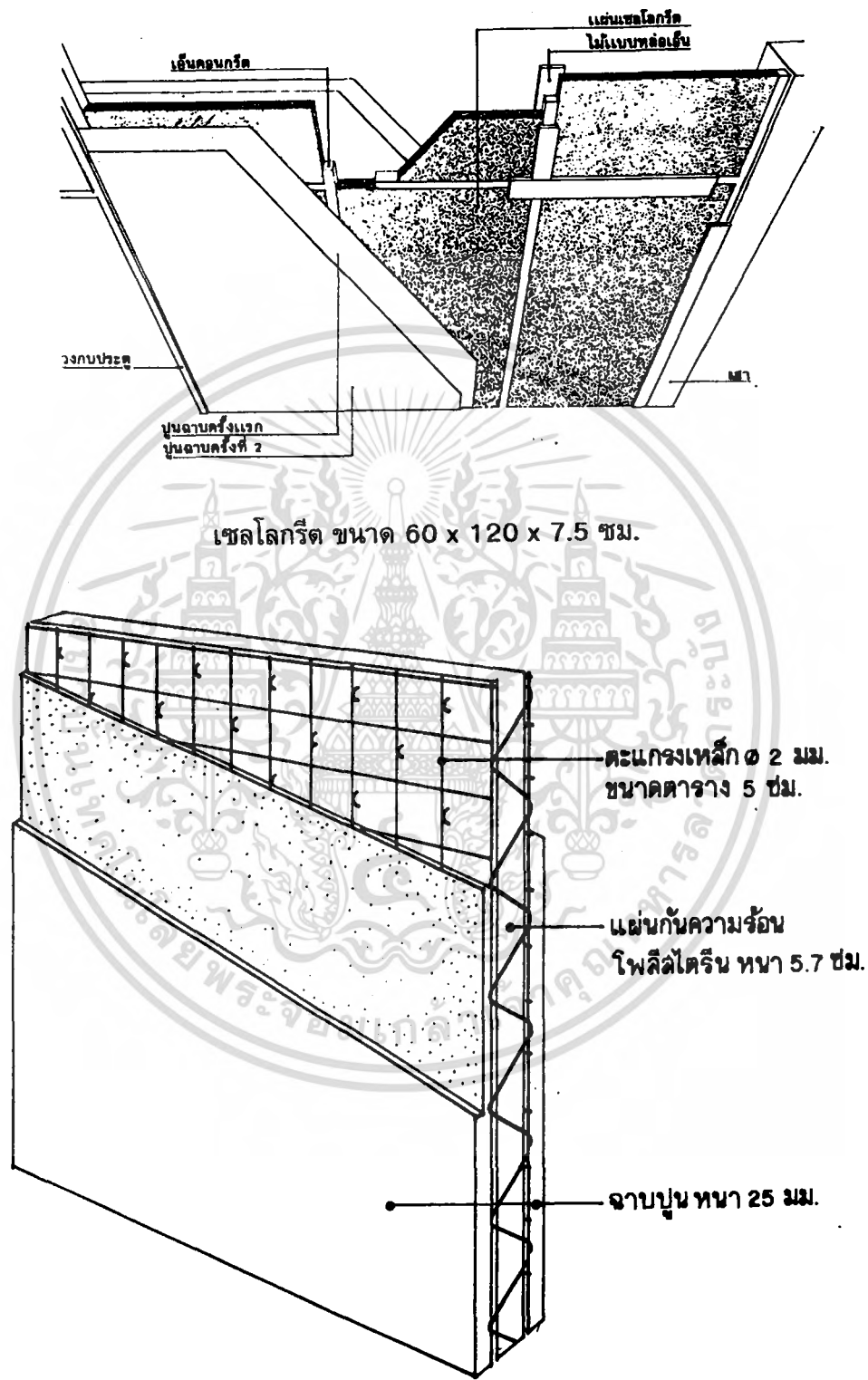
ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นข้อพิจารณาถึงคุณสมบัติในการเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ทำผนังภายนอกอาคาร การวิเคราะห์ได้ทำการศึกษาวัสดุ 5 ชนิด (ดูรูปที่ 5.1) ที่ใช้ทำผนังมีขายในท้องตลาดเมืองไทย และกำหนดความหนาของวัสดุที่นำมาทำการวิเคราะห์เมื่อก่อเป็นผนังฉาบปูนแล้วจะหนาประมาณ 10 ซม. เพื่อมาเปรียบเทียบกับผนังของเดิม (ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม.)

รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะและรูปร่างของวัสดุที่นำมาทำการวิเคราะห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.1 (ต่อ)



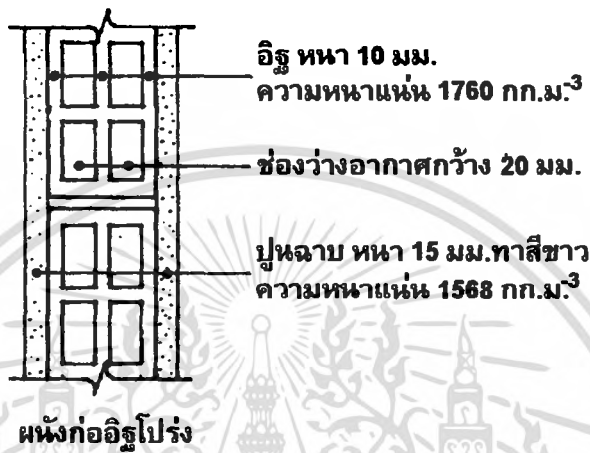
โพลีสไตรีน ขนาด 120 x 240 x 5.7 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 การวิเคราะห์คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวมของผนังทึบ (U_w) และค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ของวัสดุที่ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

1.) ผนังก่ออิฐโปรงฉาบปูนหนา 100 มม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.2 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังก่ออิฐโปรง



ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R (W/m^2K) ⁻¹	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.2
2. ปูนฉาบ	$\frac{0.015}{0.533}$	0.028	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ผนังอิฐ	$\frac{0.01}{0.807}$	0.012	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
4. ช่องว่างอากาศ	-	0.148	ใช้ค่าจากตารางที่ 5 ข้อ ก.1 กรณีช่องกว้าง 20 มม.
5. ผนังอิฐ	$\frac{0.01}{0.807}$	0.012	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
6. ช่องว่างอากาศ	-	0.148	ใช้ค่าจากตารางที่ 5 ข้อ ก.1 กรณีช่องกว้าง 20 มม.
7. ผนังอิฐ	$\frac{0.01}{0.807}$	0.012	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
8. ปูนฉาบ	$\frac{0.015}{0.533}$	0.028	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
9. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_t)		0.552	

$$U_w = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0.552} = 1.81 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

จากโครงสร้างของผนังก่ออิฐโปรงฉาบปูน สามารถคำนวณมวลผนังได้ดังต่อไปนี้

มวลผนัง = (1568) (0.015) + (1760) (0.01) + (1760) (0.01) + (1760) (0.01) + (1568) (0.015)

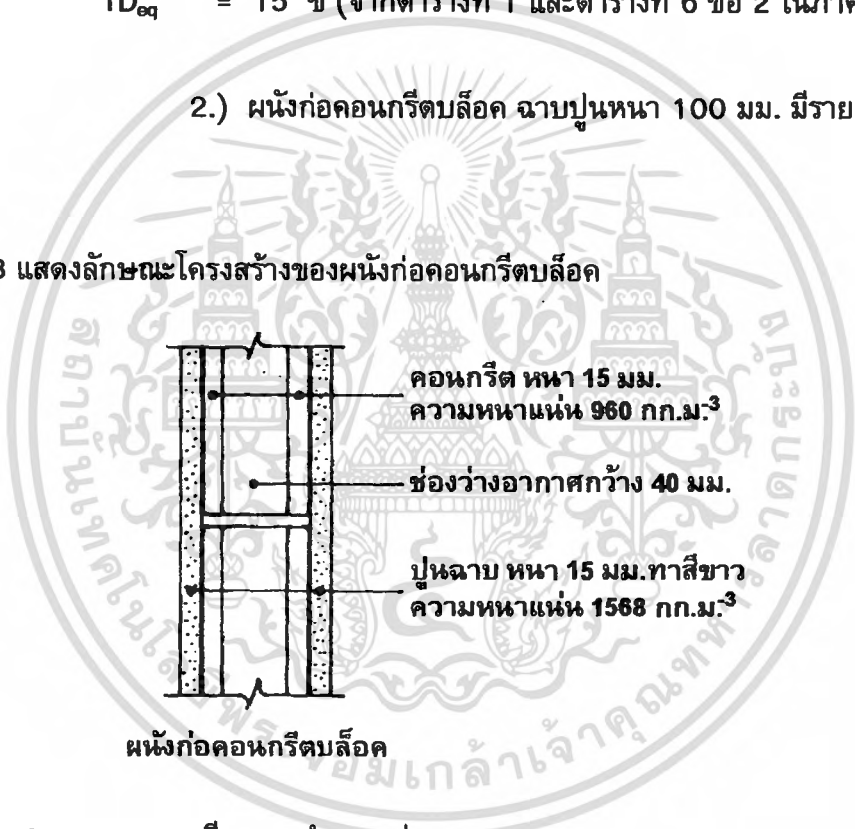
= 99.2 กก./ม.²

และผนังภายนอกทาสีขาว (ผิวสีอ่อน) จะได้ว่า

$$TD_{eq} = 15^{\circ}\text{ซ (จากตารางที่ 1 และตารางที่ 6 ข้อ 2 ในภาคผนวก ข.)}$$

2.) ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ฉาบปูนหนา 100 มม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.3 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังก่อคอนกรีตบล็อก



ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R (W/m ² K) ⁻¹	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.2
2. ปูนฉาบ	$\frac{0.015}{0.533}$	0.028	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ผนังคอนกรีต	$\frac{0.015}{0.303}$	0.050	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
4. ช่องว่างอากาศ	-	0.151	ใช้ค่าจากตารางที่ 5 ข้อ ก.1 โดยใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่องระหว่าง

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R (W/m ² K) ⁻¹	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
5. ผนังคอนกรีต	0.015	0.050	ค่าที่ 20 มม. กับ 100 มม. ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
6. ปูนฉาบ	0.015	0.028	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
7. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R _t)		0.471	

$$U_w = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0.471} = 2.12 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

จากโครงสร้างของผนังก่อคอนกรีตบล็อกฉาบปูน สามารถคำนวณมวลผนังได้ดังนี้

มวลผนัง = (1568) (0.015) + (960) (0.015) + (960) (0.015) + (1568) (0.015)

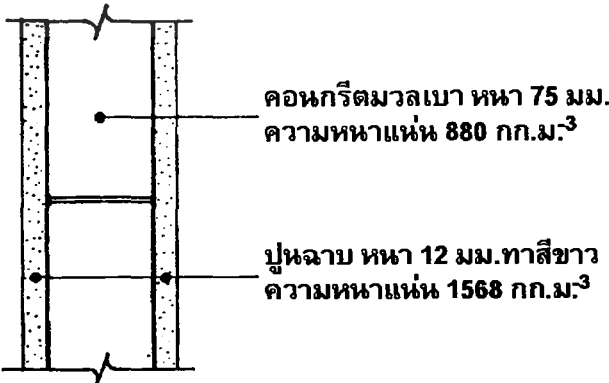
= 75.8 กก./ม.²

และผนังภายนอกทาสีขาว (ผิวสีอ่อน) จะได้ว่า

TD_{eq} = 15 °ซ (จากตารางที่ 1 และตารางที่ 6 ข้อ 2 ในภาคผนวก ข.)

ต่อไปนี้เป็นผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูนหนา 100 มม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.4 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังคอนกรีตมวลเบา



ผนังคอนกรีตมวลเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R (W/m ² K) ⁻¹	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.2
2. ปูนฉาบ	$\frac{0.012}{0.533}$	0.023	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. คอนกรีตมวลเบา	$\frac{0.075}{0.190}$	0.395	ข้อมูลมาจากผู้ผลิตสำหรับค่า K
4. ปูนฉาบ	$\frac{0.012}{0.533}$	0.023	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
5. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก. 1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_t)		0.605	

$$U_w = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0.605} = 1.65 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

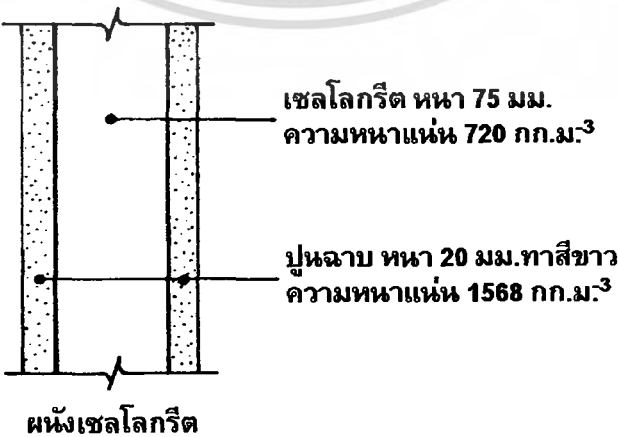
จากโครงสร้างของผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน สามารถคำนวณมวลผนังได้ดังนี้
มวลผนัง = (1568) (0.012) + (880) (0.075) + (1568) (0.012)
= 103.6 กก./ม.²

และผนังภายนอกทาสีขาว (ผิวสีอ่อน) จะได้ว่า

$$TD_{eq} = 15^{\circ}\text{ซ} \text{ (จากตารางที่ 1 และตารางที่ 6 ข้อ 2 ในภาคผนวก ข.)}$$

4.) ผนังเซลโลกรีต ฉาบปูนหนา 115 มม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังเซลโลกรีต



ตารางที่ 5.4 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{k}$	R $(W/m^2K)^{-1}$	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.2
2. ปูนฉาบ	$\frac{0.020}{0.533}$	0.038	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ผนังเซลโลกรีต	$\frac{0.075}{0.110}$	0.682	ข้อมูลมาจากผู้ผลิตสำหรับค่า K
4. ปูนฉาบ	$\frac{0.020}{0.533}$	0.038	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
5. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก. 1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_t)		0.922	

$$U_w = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0.922} = 1.08 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

จากโครงสร้างของผนังเซลโลกรีตฉาบปูน สามารถคำนวณมวลผนังได้ดังนี้
มวลผนัง = (1568) (0.02) + (720) (0.075) + (1568) (0.02)
= 116.72 กก./ม.²

และผนังภายนอกทาสีขาว (ผิวสีอ่อน) จะได้ว่า
 $TD_{eq} = 15^{\circ}\text{ซ}$ (จากตารางที่ 1 และตารางที่ 6 ข้อ 2 ในภาคผนวก ข.)

5.) ผนังโพลีสไตรีน ฉาบปูนหนา 100 มม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.6 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังโพลีสไตรีน



ตารางที่ 5.5 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_w

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R $(W/m^2K)^{-1}$	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก.2
2. ปูนฉาบ	$\frac{0.025}{0.533}$	0.047	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ผนังโพลีสไตรีน	$\frac{0.057}{0.035}$	1.629	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
4. ปูนฉาบ	$\frac{0.025}{0.533}$	0.047	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
5. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ก. 1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_t)		1.887	

$$U_w = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{1.887} = 0.53 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

จากโครงสร้างของผนังโพลีสไตรีนฉาบปูน สามารถคำนวณมวลผนังได้ดังนี้
มวลผนัง = (1568) (0.025) + (16) (0.057) + (1568) (0.025)
= 79.31 กก./ม.²
และผนังภายนอกทาสีขาว (ผิวสีอ่อน) จะได้ว่า
 $TD_{eq} = 15^{\circ}\text{ซ}$ (จากตารางที่ 1 และตารางที่ 6 ข้อ 2 ในภาคผนวก ข.)

จากการวิเคราะห์หาค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) และหาค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของผนังทึบ (U_w) ของวัสดุทั้ง 5 ชนิดที่นำมาศึกษา ซึ่งพอจะสรุปทำการเปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนของเดิมได้ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุก่อผนัง

ชนิด รายละเอียด	อิฐมอญ	อิฐโปรง	คอนกรีตบล็อก	คอนกรีตมวลเบา	เซลโลกรีต	โพลีสไตรีน
1.) ขนาด	7 x 15 x 3.5 ซม.	11 x 23 x 7 ซม.	19 x 39 x 7 ซม.	20 x 60 x 7.5 ซม.	60 x 120 x 7.5 ซม.	120 x 240 x 5.7 ซม.
2.) จำนวนก้อน/ตร.ม.	140 ก้อน	35 ก้อน	12.5 ก้อน	8.33 ก้อน	--	--
3.) ปูนฉาบหนา	15-20 มม.	15-20 มม.	15-20 มม.	5-10 มม.	20-25 มม.	20-25 มม.
4.) ความหนาทั้งหมด	10 ซม.	10 ซม.	10 ซม.	10 ซม.	11.5 ซม.	10 ซม.
5.) น้ำหนัก/ตร.ม.	200 กก.	110 กก.	140 กก.	90 กก.	120 กก.	100 กก.
6.) ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R _t)	0.307 m ² -°C/W	0.409 m ² -°C/W	0.471 m ² -°C/W	0.827 m ² -°C/W	0.922 m ² -°C/W	1.875 m ² -°C/W
7.) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)	3.26 W/m ² °C	2.44 W/m ² °C	2.12 W/m ² °C	1.65 W/m ² °C	1.08 W/m ² °C	0.53 W/m ² °C
8.) รับแรงอัด กก./ตร.ซม.	น้อยกว่า 150	100	น้อยกว่า 100	80	90	70
9.) การป้องกันไฟ	1 ซม.	ต่ำกว่า 1 ซม.	ต่ำกว่า 1 ซม.	4 ซม.	1 ซม.	1 ซม.
10.) การเก็บเสียง	ได้น้อย	ได้น้อย	ได้น้อย	ได้ดี	ได้น้อย	ได้ดี
11.) การใช้เวลาก่อและฉาบเวลาติดตั้งและฉาบ	2-3 ซม.	2-3 ซม.	2-3 ซม.	40 นาที	1 ซม.	1 ซม.
12.) การแตกหักหรือสูญเสีย	ประมาณ 15 %	ประมาณ 15 %	ประมาณ 15 %	มีน้อย	มีน้อย	มีน้อย
13.) สามารถเลื่อยหรือตัดแต่ง	ทำได้ยาก	ทำได้ยาก	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย	ทำได้ง่าย	ทำได้ง่าย
14.) ราคาต่อตารางเมตรโดยประมาณ	350 บาท	320 บาท	310 บาท	390 บาท	450 บาท	355 บาท

ที่มาข้อมูล : จากทำเนียบวัสดุก่อสร้าง และการสอบถามจากผู้ผลิตสินค้า

จากตารางที่ 5.6 จะเห็นได้ว่าวัสดุที่มีคุณสมบัติค่อนข้างจะครบถ้วนตรงที่กำหนดไว้เป็นวัสดุผนังโพลีสไตรีน ก็คือ มีค่าต้านทานความร้อนรวม (R_t) ที่สูง 1.887 ม.²-°ซ/วัตต์ และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U_w) ที่ต่ำ 0.53 วัตต์/ม.²-°ซ มีน้ำหนักที่เบาและการติดตั้งได้สะดวกกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งทำให้ประหยัดในด้านโครงสร้างและระยะเวลาส่วนของราคาอาจจะแพงกว่าระบบผนังก่ออิฐฉาบปูนเล็กน้อย

คุณสมบัติอื่นๆ ของโพลีสไตรีนมีข้อจำกัดก็คือตัวโพลีสไตรีนไม่มีปัจจัยที่จะกระทบต่อคนในด้านการเป็นพิษ และกลิ่น แต่เป็นสารที่ลุกไหม้ได้จึงต้องมีเปลือกหุ้ม(ฉาบปูน) ที่สามารถต้านทานเปลวไฟได้หุ้มอยู่และยังสามารถป้องกันจากการกระทบแสงอุลตราไวโอเลตได้โดยตรงด้วย เพราะจะทำให้เป็นสีเหลือง คุณสมบัติจะลดลงแต่การถูกแสงอุลตราไวโอเลตในช่วงสั้นๆไม่มีผลกระทบอะไร อุณหภูมิใช้งานสูงสุดของโพลีสไตรีนเท่ากับ 80°ซ การใช้งานกับอุณหภูมิที่สูงกว่านี้จะเป็นสาเหตุให้อ่อนตัวลงได้ อย่างไรก็ดีไม่มีผลกระทบเนื่องจากการทำงานเป็นวัฏจักรหรือสภาพอากาศหากใช้งานในช่วงอุณหภูมิที่กำหนด และโพลีสไตรีนไม่ทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตและไม่เป็นอาหารของสัตว์ต่างๆ และสภาพการดูดซึมน้ำน้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก¹

2. ผนังภายนอกส่วนที่เป็นผนังกระจก (Glass Wall)

ในการออกแบบผนังภายนอกในส่วนที่เป็นพื้นที่กระจกเพื่อที่จะทำให้มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าภายในอาคารและช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ควรจะพิจารณาถึงคุณสมบัติของกระจกดังต่อไปนี้

- ก.) มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ที่ต่ำเพื่อป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าสู่ภายในอาคาร
- ข.) จะต้องมีการสะท้อนแสงอาทิตย์ที่ระดับต่ำ เพื่อที่จะไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร
- ค.) มีการดูแลรักษาง่าย
- ง.) ราคาที่ประหยัด

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นข้อพิจารณาถึงคุณสมบัติในการเลือกชนิด และประเภทของกระจก

การวิเคราะห์ได้ทำการศึกษาชนิดของกระจกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท และได้กำหนดความหนาของกระจกหนา 6 มม. เป็นตัวพิจารณาเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับกระจกเดิม (กระจกโพลีไธหนา 6 มม.) ดังแสดงตารางที่ 5.7

¹ ตระการ ก้าวไกลกรรม, คู่มือฉนวนความร้อน. (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์หน้าอักษรการพิมพ์,2537): หน้า 66

ตารางที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติชนิด และประเภทของกระจก

ชนิดกระจก	ความหนา (มม.)	น้ำหนัก (กก./ตร.ม.)	แสงที่ตามองเห็น %		พลังงานแสงอาทิตย์ %			สัมประสิทธิ์ การบังแดด (SC)	ความแข็งแรงในการ ต้านแรงอัดของลม (กก./ตร.ม.)	คุณสมบัติของกระจก
			ค่าสะท้อน	ค่าส่องผ่าน	ค่าสะท้อน	ค่าส่องผ่าน	ค่าดูดกลืน			
กระจกโฟลทใส (CLEAR FLOAT GLASS) ราคาต่อตร.ฟ. 30.80 บาท	6	15	7	88	7	80	13	0.96	440	ข้อดี : กระจกให้ภาพมองเห็นที่ชัด และให้ภาพสะท้อนที่สมบูรณ์ ไม่บิดเบี้ยว ข้อเสีย : พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์สามารถ ผ่านเข้ามาภายใน อาคารได้มากจะทำให้เพิ่มภาระในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ
กระจกโฟลทสีตัดแสง (HEAT ABSORBING FLOAT GLASS)										ข้อดี : กระจกสามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่มา กระทบพื้นผิวของกระจกได้ถึงร้อยละ 35-50 จึงมีส่วนช่วยในการลด ภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ
• กระจกสีชา	6	15	5	38	6	43	51	0.64	440	: กระจกยังช่วยในการลดความสว่างจ้าของแสงที่ส่องผ่านเข้ามา
• กระจกสีชาดำ	6	15	4	15	5	34	61	0.63	440	ภายในอาคาร ทำให้เกิดแสงที่นุ่มนวลสบายตา
• กระจกสีบรอนซ์	6	15	6	49	6	50	45	0.71	440	ข้อเสีย : กระจกจะดูดกลืนความร้อน สะสมในเนื้อกระจกมากจนมี
ราคาต่อตร.ฟ. 45-50 บาท										อุณหภูมิสูงโอกาสในการแตกร้าวของกระจกจะมีมากกว่ากระจกโฟลท
กระจกสะท้อนแสง (HEAT REFLECTIVE GLASS)										ใสธรรมดา ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความเข้มของสี และความหนาของกระจก
• กระจกสี SLIVER	6	15	38	8	33	6	61	0.21	440	ข้อดี : กระจกสามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่มา
• กระจกสี EARTH - BRONZE	6	15	19	10	21	6	73	0.24	440	กระทบพื้นผิวของกระจกได้ร้อยละ 60-75 จึงช่วยลดภาระการทำความ
• กระจกสี SLIVER - BLUE	6	15	21	20	19	13	68	0.32	440	เย็นของเครื่องปรับอากาศ
ราคาต่อตร.ฟ. 65 บาท										: ช่วยสร้างความสมดุลระหว่างแสงสว่างที่ส่องผ่านเข้ามาภายใน
										อาคาร กับแสงที่สะท้อนออกสู่ภายนอกอาคาร จึงช่วยลดความสว่างจ้า
										ของแสง
										ข้อเสีย : กระจกมีประสิทธิภาพการสะท้อนกลับของแสงสูง ฉะนั้นแสง
										ที่สะท้อนออกมาอาจมีผลกระทบต่ออาคารข้างเคียงได้
										: กระจกมีประสิทธิภาพการดูดกลืนความร้อนไว้สูง ดังนั้นการ
										แตกร้าวเนื่องจากความร้อน (THERMAL CRACK) ก็อาจเกิดขึ้นได้

ที่มาข้อมูล : จากบริษัทกระจกไทย - อาซาฮิ จำกัด

จากตารางที่ 5.7 แสดงให้เห็นว่าชนิดและประเภทของกระจกที่มีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนดไว้คือ กระจกประเภทกระจกโฟลทสีตัดแสง (Heat Absorbing Float Glass) ซึ่งเป็นกระจกที่มีราคาไม่แพงกว่ากระจกโฟลทใส (Clear Float Glass) ของเดิมมากนักในประเภทกระจกโฟลทสีตัดแสงได้พิจารณากระจกทั้ง 3 ชนิด จะเห็นได้ว่ากระจกสีชาที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ที่ต่ำ 0.64 และค่าการส่องผ่านของแสงที่ตามองเห็น 38% ส่วนกระจกสีชาดำ มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ที่ต่ำ 0.63 ก็จริง แต่ค่าการส่องผ่านของแสงที่ตามองเห็นแค่ 15% ซึ่งจะทำให้ภายในอาคารมืดสลัวจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการให้แสงสว่างในการมองเห็นในช่วงเวลากลางวัน และการดูดกลืนความร้อนของกระจกมีเอาไว้มากถึง 61% ซึ่งจะคายความร้อนเข้ามาภายในอาคาร ในภายหลังได้บางส่วนจะทำให้เพิ่มภาระการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ในส่วนของกระจกสีบรอนซ์มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ที่สูง 0.71 ค่าการส่องผ่านของแสงที่ตามองเห็น 49% ฉะนั้นกระจกโฟลทสีตัดแสงชนิดกระจกสีชาจึงมีความเหมาะสมที่ใกล้เคียงกับคุณสมบัติที่กำหนดไว้มากที่สุด

5.1.2. แนวทางการออกแบบของกรอบอาคารในส่วนของอุปกรณ์บังแดด

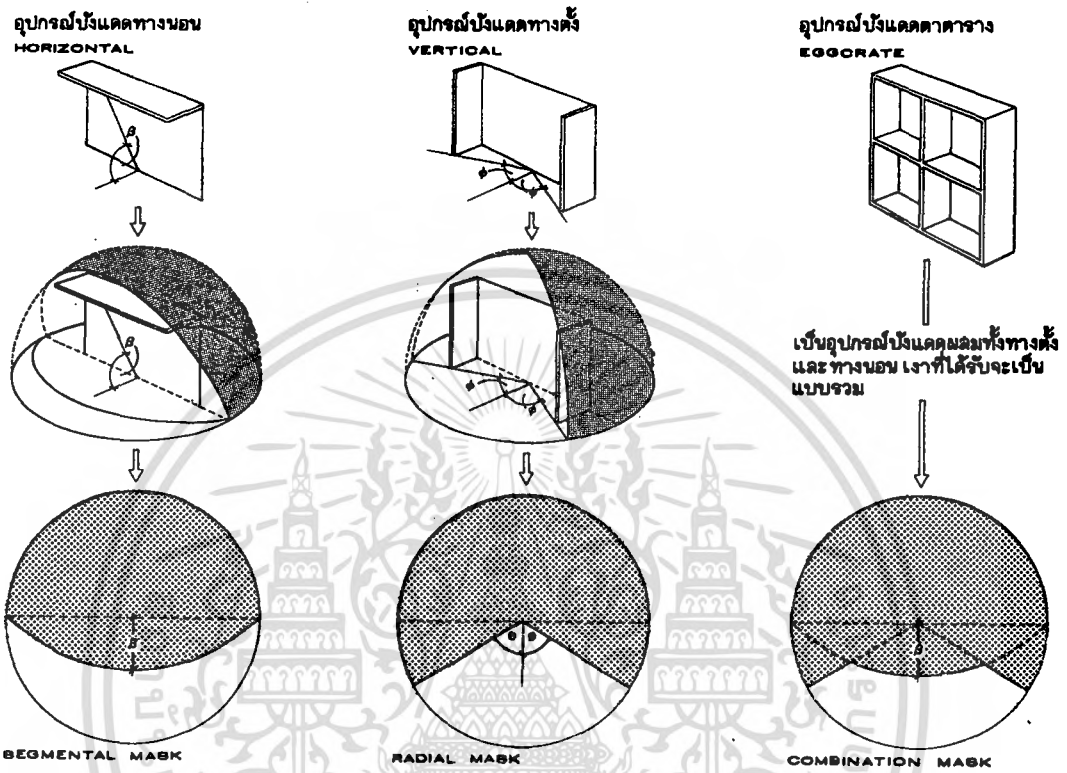
การออกแบบของอุปกรณ์บังแดดเพื่อป้องกันแสงแดดและฝน โดยตรงไม่ให้เข้าภายในอาคารในสิ่งที่เป็กระจกของประตู, หน้าต่าง และผนังกระจก ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 3 ชนิดมีดังนี้

- ก.) อุปกรณ์บังแดดทางนอน
- ข.) อุปกรณ์บังแดดทางตั้ง
- ค.) อุปกรณ์บังแดดแบบตาตาราง

จากลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทั้ง 3 ชนิด รูปที่ 5.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์จะต้องศึกษามุมของดวงอาทิตย์ในกรุงเทพมหานครที่ Latitude 14°N โดยใช้เครื่องมือวัดมุมของเงา (Solar Shadow Angle Protractor)* เพื่อใช้ในการหามุมของดวงอาทิตย์ที่แสงแดดส่องผ่านทิศทางนั้นๆ จะทำให้สามารถกำหนดขนาดของอุปกรณ์บังแดดได้ดังแสดงในรูปที่ 5.8

* ดูรายละเอียดในบทที่ 4, หัวข้อที่ 4.1.4

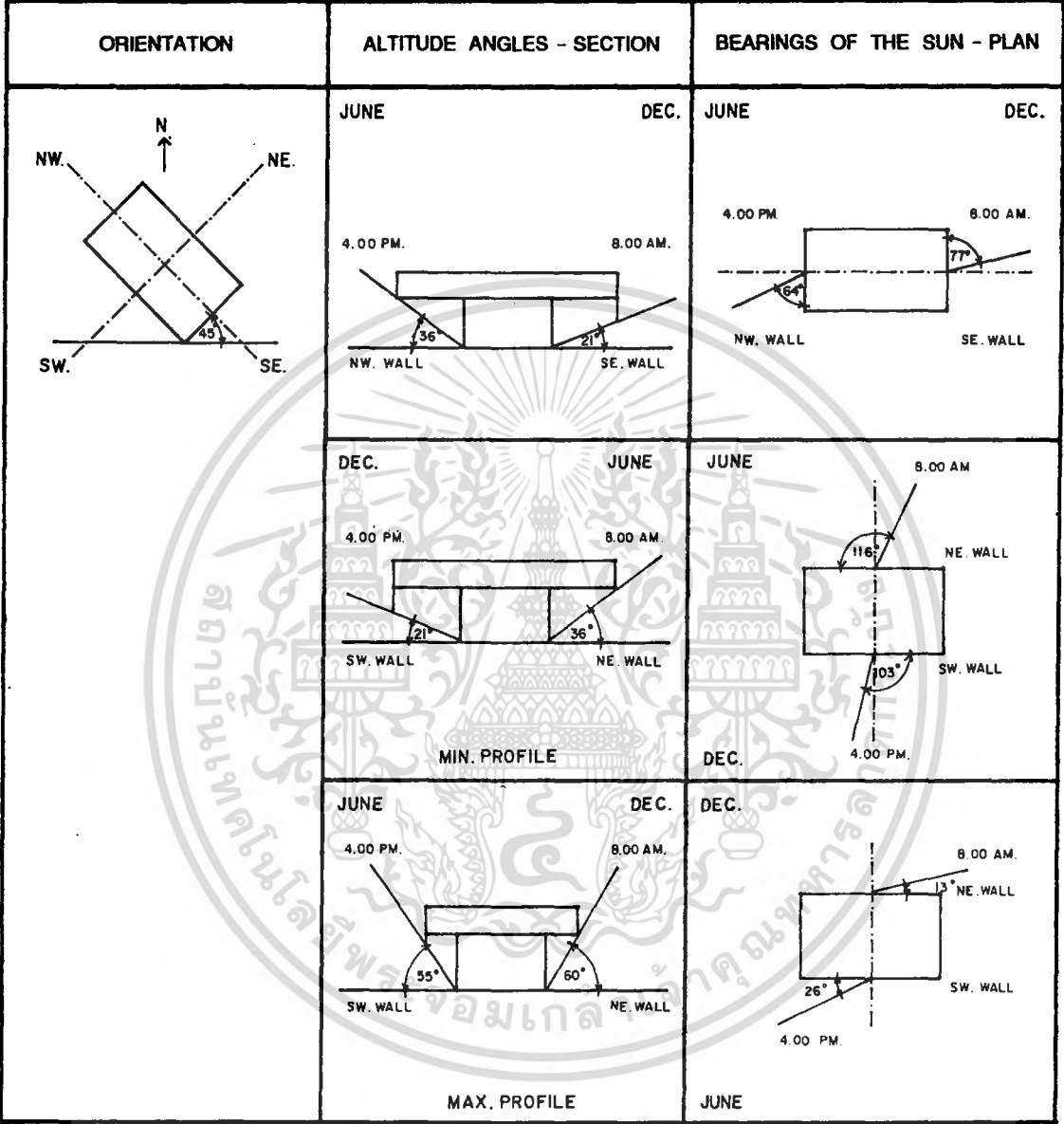
รูปที่ 5.7 แสดงลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทั้ง 3 ชนิด และลักษณะการเกิดเงาที่ปรากฏบนท้องฟ้า และการถ่ายเทเงาลงบนพื้นราบของอุปกรณ์บังแดด²



² Victor Olgyay , Design with Climate (New York : Van Nostrand Reinhold , 1992) , p.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.8 แสดงมุมของดวงอาทิตย์ระหว่างเวลา 8.00 น. - 16.00 น. ของกรุงเทพมหานคร
Latitude 14° N



จากรูปที่ 5.8 แสดงลักษณะของการวางอาคารที่มีความสัมพันธ์กับทิศทางการเดินของดวงอาทิตย์ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามุมของดวงอาทิตย์ในแนวนอนในช่วงเดือนมิถุนายน (JUNE) จะมีมุมองศาที่ 36° และเดือนธันวาคม (DEC) จะมีมุมองศาที่ 21° ส่วนมุมของดวงอาทิตย์ในแนวตั้ง ในช่วงเดือนมิถุนายน (JUNE) จะมีมุมองศาที่ 116° ช่วงเวลา 8.00 น. และ 64° ช่วงเวลา 16.00 น. ในเดือนธันวาคม (DEC) จะมีมุมองศาที่ 77° ช่วงเวลา 8.00 น. และ 103° ช่วงเวลา 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

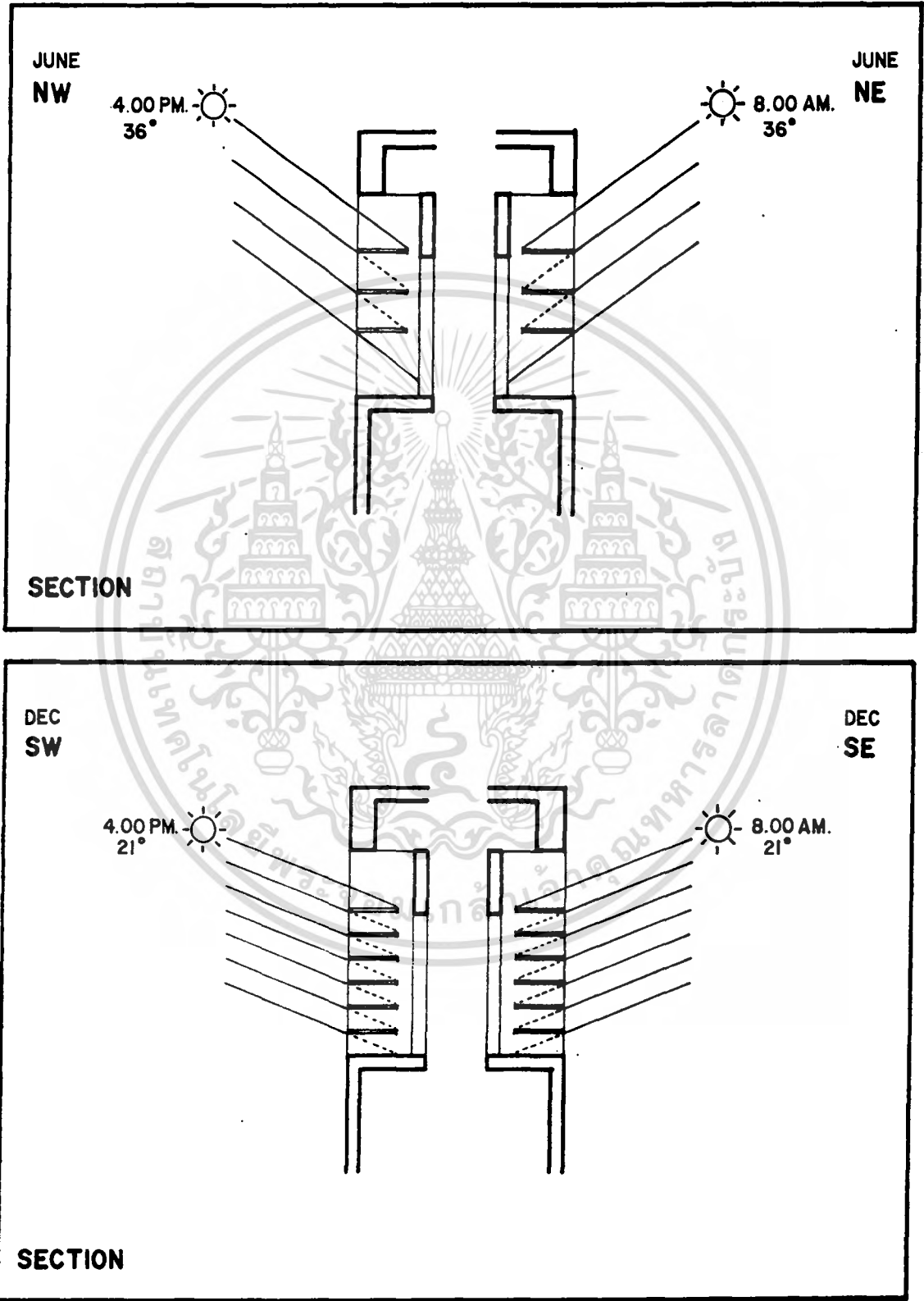
ตารางที่ 5.8 แสดงการวิเคราะห์ของอุปกรณ์บังแดด

อุปกรณ์บังแดดทางนอน (HORIZONTAL)	อุปกรณ์บังแดดทางตั้ง (VERTICAL)	อุปกรณ์บังแดดแบบตาตาราง (EGGCRATE)
ลักษณะอุปกรณ์บังแดดทางนอน เช่น ชายคา, แผงทางนอน, เกล็ดทางนอนจากการวิเคราะห์มุมของดวงอาทิตย์และการวางอาคาร (ดูรูปที่ 5.8) ในส่วน Altitude Angles-Section จะเห็นได้ว่าในช่วงเดือนธันวาคม *(DEC.) ของทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) จะมีมุมมองของดวงอาทิตย์ที่ต่ำ 21° การใช้อุปกรณ์บังแดดทางนอนในลักษณะเกล็ดทางนอนจะได้ผลที่ดีกว่า ในช่วงเดือนมิถุนายน** (June) ของทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) มีมุมมองของดวงอาทิตย์ที่ 36° ใช้เกล็ดทางนอนจะได้ผลในการบังแสงแดดและฝน (ดูรูปที่ 5.9)	ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางตั้ง เช่น ครีบท่างตั้ง เกล็ดทางตั้งจากการวิเคราะห์ (ดูรูปที่ 5.8) ในส่วน Bearings of the Sun-Plan ในช่วงเดือนธันวาคม (DEC.) ของทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) มุมองศาของดวงอาทิตย์ตั้งที่ 103° และในช่วงเดือนมิถุนายน (June) ของทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) มุมองศาของดวงอาทิตย์ทางตั้งที่ 116° จะเห็นว่าเป็นมุมมองสูงจะต้องใช้อุปกรณ์บังแดดทางตั้งแบบเกล็ดทางตั้งจำนวนมากที่สามารถจะบังแสงแดดได้ดี (ดูรูปที่ 5.10)	ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดแบบผสมได้แก่อุปกรณ์บังแดดที่มีทั้งแนวนอนและแนวตั้งผสมกัน เช่น ครีบทังเป็นรูปกล่องจากการวิเคราะห์ของอุปกรณ์บังแดดทางนอน และทางตั้ง การใช้อุปกรณ์บังแดดแบบผสมจะเกินความจำเป็นเนื่องจากลักษณะของการวางอาคาร (ดูรูปที่ 5.8) การใช้อุปกรณ์บังแดดแบบผสมโดยเฉพาะลักษณะการบังแดดทางตั้งจะต้องใช้เกล็ดทางตั้งจำนวนมากดังที่กล่าวมาแล้วในส่วนของอุปกรณ์บังแดดทางตั้ง

* เดือนที่ดวงอาทิตย์จะโคจรอ้อมไปทางใต้มากที่สุด

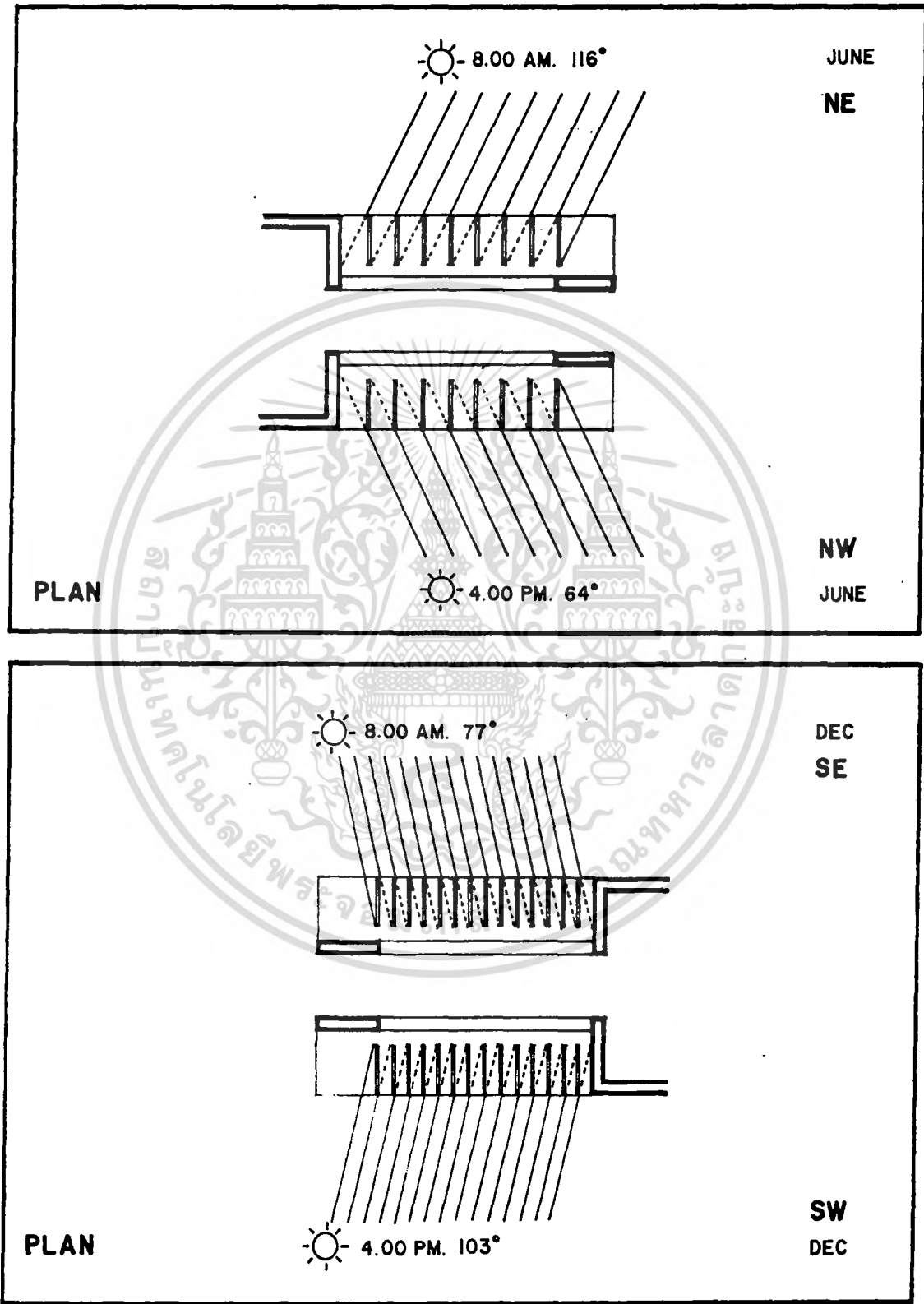
** เดือนที่ดวงอาทิตย์จะโคจรอ้อมไปทางเหนือมากที่สุด

รูปที่ 5.9 แสดงลักษณะการใช้อุปกรณ์บังแดดทางนอน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.10 แสดงลักษณะการใช้อุปกรณ์บังแดดทางตั้ง

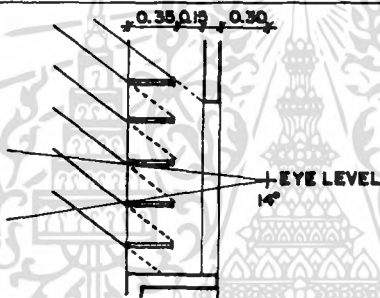
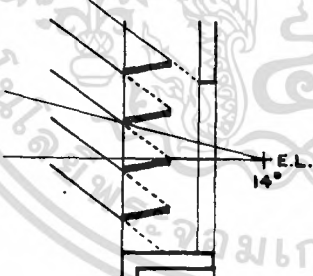


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์อุปกรณ์บังแดดสามารถสรุปได้ว่าลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางนอนชนิดเป็นเกล็ดแนวนอนจะมีประสิทธิภาพในการบังแสงแดดและฝนได้ดีกว่า อุปกรณ์บังแดดทางตั้ง และอุปกรณ์บังแดดทางนอนจะทำให้แสงสว่างสะท้อนเข้าภายในอาคารมากกว่า อุปกรณ์บังแดดที่เป็นทางตั้ง สามารถเพิ่มความสว่างให้กับอาคารได้ประมาณ 25%³

เมื่อได้อุปกรณ์บังแดดทางนอนชนิดบางเกล็ดแนวนอนแล้วจะต้องพิจารณาวิเคราะห์การใช้มุมมองของบ้านเกล็ดแนวนอนที่จะสามารถบังแดดในเดือนมิถุนายน และเดือนธันวาคมได้ดี ดังแสดงรายละเอียด และคุณสมบัติดังตารางที่ 5.9 และตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.9 แสดงการวิเคราะห์การใช้มุมมองของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน
ทางทิศ NE, NW 36° (JUNE)

องศา	ลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน	คุณสมบัติ
0°		- มุมมองภายนอกได้ดี - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้มาก - จำนวนบานเกล็ดมีมาก
10°		- มุมมองภายนอกได้ดี - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้มาก - จำนวนบานเกล็ดมีมาก

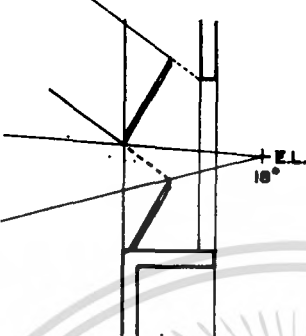
³ ตรึงใจ บุรณสมภพ และคณะ, “การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน”, (งานวิจัย, พ.ศ.2524)
หน้า 52

ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

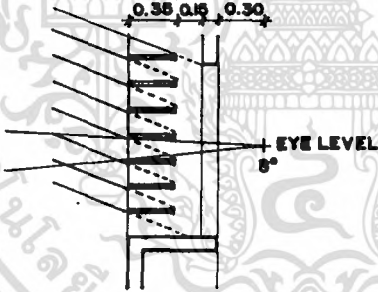
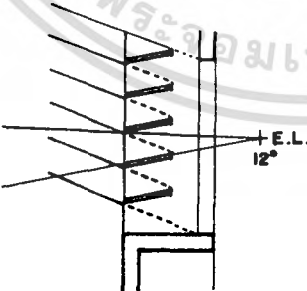
องศา	ลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน	คุณสมบัติ
20°		- มุมมองภายนอกได้ปานกลาง - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้ปานกลาง - จำนวนบานเกล็ดมีน้อย
30°		- มุมมองภายนอกได้ปานกลาง - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้ปานกลาง - จำนวนบานเกล็ดมีน้อย
40°		- มุมมองภายนอกได้ปานกลาง - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้ปานกลาง - จำนวนบานเกล็ดมีน้อย
50°		- มุมมองภายนอกได้ไม่ดี - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้น้อย - จำนวนบานเกล็ดมีน้อยแต่ขนาดบานเกล็ดจะกว้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

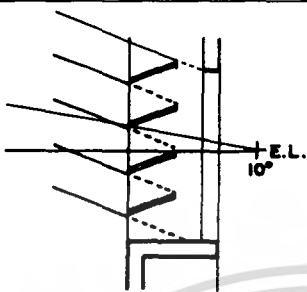
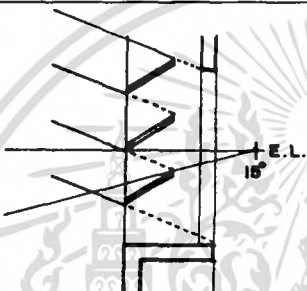
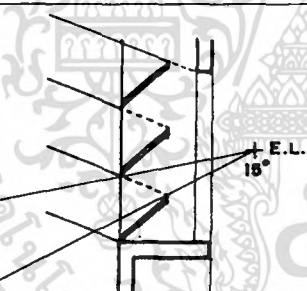
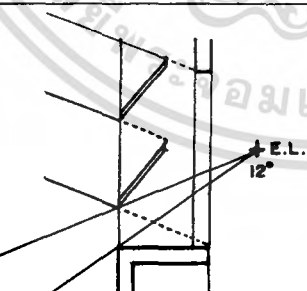
องศา	ลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน	คุณสมบัติ
60°		- มุมมองภายนอกได้ไม่ดี - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้น้อย - จำนวนบานเกล็ดมีน้อยแต่ขนาดบานเกล็ดจะกว้างขึ้น

ตารางที่ 5.10 แสดงการวิเคราะห์การใช้มุมมองของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนทางทิศ SE, SW 21° (DEC.)

องศา	ลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน	คุณสมบัติ
0°		- มุมมองภายนอกได้ดี - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้มาก - จำนวนบานเกล็ดมีมาก
10°		- มุมมองภายนอกได้ดี - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้มาก - จำนวนบานเกล็ดมีมาก

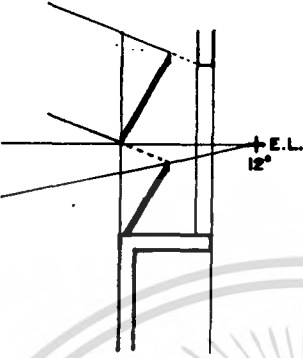
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.10 (ต่อ)

องศา	ลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน	คุณสมบัติ
20°		- มุมมองภายนอกได้ปานกลาง - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้ปานกลาง - จำนวนบานเกล็ดมีมาก
30°		- มุมมองภายนอกได้ปานกลาง - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้ปานกลาง - จำนวนบานเกล็ดมีน้อย
40°		- มุมมองภายนอกได้น้อย - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้น้อย - จำนวนบานเกล็ดมีน้อย
50°		- มุมมองภายนอกได้ไม่ดี - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้น้อยทำให้ภายในอาคารจะมีดสลับ - จำนวนบานเกล็ดมีน้อยแต่บานเกล็ดจะกว้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.10 (ต่อ)

องศา	ลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน	คุณสมบัติ
60°		- มุมมองภายนอกได้ไม่ดี - แสงจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้น้อยทำให้ภายในอาคารมืด - จำนวนบานเกล็ดมีน้อยแต่ขนาดบานเกล็ดจะกว้างขึ้น

จากตารางที่ 5.9 และตารางที่ 5.10 พอจะสรุปได้ว่าลักษณะของอุปกรณ์บังแดดทางแนวนอนเมื่อพิจารณาในการใช้มุมมองของบานเกล็ดในการบังแสงแดดควรจะอยู่ในองศาที่ 30 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบังแดดที่ดี คือสามารถป้องกันแสงสว่างจากภายนอกที่เข้ามาในอาคารมากเกินไป เพราะจะต้องคำนึงถึงอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ การให้แสงสว่างเข้าไปในตัวอาคารมาก ๆ อันเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างได้ก็จริง แต่ในขณะเดียวกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ก็จะเข้าไปได้มากด้วยเช่นกัน ซึ่งในทางกลับกันจะไม่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้เลย และตัวบานเกล็ดยังสามารถป้องกันในเรื่องฝนสาดเข้าทางหน้าต่างได้โดยตรง รวมทั้งสามารถป้องกันการมองเห็นจากภายนอกของอาคารข้างเคียง ทำให้เป็นสัดส่วนได้มากขึ้น อีกประการหนึ่งในการพิจารณาก็คือจำนวนของบานเกล็ดที่มีไม่มากเกินไป แต่มีประสิทธิภาพในการบังแดดได้ดีและมุมมองจากภายในอาคารสามารถมองเห็นออกไปภายนอกอาคารได้มุมที่ดีกว่าในระดับสายตา

ส่วนมุมมองของอุปกรณ์บังแดดตั้งแต่ 70° - 90° เป็นมุมมองที่ชันมาก การบังแสงแดดได้ดี แต่การมองเห็นจากภายในอาคารจะไม่ดีเลย ทำให้ภายในอาคารมืดมากขึ้นด้วย

ในการเลือกใช้วัสดุประกอบเป็นแผงกันแดดจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุ ดังต่อไปนี้

- ก.) มีความคงทนถาวร อายุการใช้งานที่ยาวนาน
- ข.) มีน้ำหนักที่เบาต่อการติดตั้ง
- ค.) ไม่ก่อให้เกิดเป็นพิษ
- ง.) ไม่สะท้อนความร้อนเข้ามาภายในอาคาร
- จ.) ค่าบำรุงรักษาที่ต่ำ

จากข้อพิจารณาดังกล่าวได้ทำการเปรียบเทียบของวัสดุที่จะนำมาใช้ทำอุปกรณ์บังแดด ซึ่งพิจารณาได้จากตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ประกอบเป็นแผงกันแดด

วัสดุ	ข้อดี	ข้อเสีย
1) คอนกรีตเสริมเหล็ก	มีความคงทนถาวรต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ตัดปัญหาเรื่องการดูแลรักษาไปได้มากสามารถทำเป็นกันสาดได้เกือบทุกลักษณะ	มีน้ำหนักมาก ทำให้สิ้นเปลืองทางด้านโครงสร้างมีความยุ่งยากต่อการก่อสร้างราคาที่สูง
2) โลหะประเภทอลูมิเนียม	มีน้ำหนักเบา เพราะสามารถทำได้บางมาก คงทนถาวรติดตั้งง่าย ขนส่งสะดวกทำเป็นแบบสำเร็จรูปมีความสามารถในการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ได้สูงไม่เป็นสนิม	มีราคาสูง ต้องอาศัยเครื่องจักรและช่างฝีมือในการปฏิบัติงาน
3) โพลีกลาสและไฟเบอร์กลาส	คงทนถาวร ไม่ผุพังสัตว์แมลงไม่รบกวนมีลักษณะพิเศษคือสามารถกันแสงแดดและความร้อนแต่ให้แสงผ่านได้ ยังสามารถทำรูปทรงต่าง ๆ ได้ตามต้องการ	โพลีกลาสที่มีคุณภาพดีสามารถทนต่อสภาพลมฟ้าอากาศจะมีราคาสูงมาก ส่วนที่มีราคาถูกลงไปมักมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน เมื่อโดนความร้อนสูงจากแสงแดด อาจจะไหม้เร็วเป็นริ้วรอย และสีเปลี่ยนไป ต้องอาศัยแบบหล่อ
4) กระเบื้องกระดาดหรือกระเบื้องแอสเบสทอสซีเมนต์	มีน้ำหนักเบาไม่ผุกร่อนง่าย ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศราคาถูก	เปราะและแตกง่ายเมื่อถูกกระแทกกระแทกแรง ๆ การขนส่งต้องระมัดระวังการแตกร้าว

จากตารางที่ 5.11 พอจะสรุปได้ว่าวัสดุที่มีความเหมาะสมในการทำอุปกรณ์บังแดดที่ใกล้เคียงกับคุณสมบัติที่กำหนดมากที่สุดก็คือ วัสดุที่เป็นอลูมิเนียม และในปัจจุบันยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

เนื่องจากแสงแดดในยามเช้าเป็นทรัพยากรทางธรรมชาติที่ควรนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ภายในอาคารทั้งในการให้แสงสว่างในจำนวนที่พอเหมาะทำให้ผู้อยู่อาศัยสบายตา และยังช่วยในการฆ่าเชื้อโรครวมทั้งให้ความอบอุ่นในช่วงฤดูหนาว แต่ในช่วงเวลาสายจนถึงช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

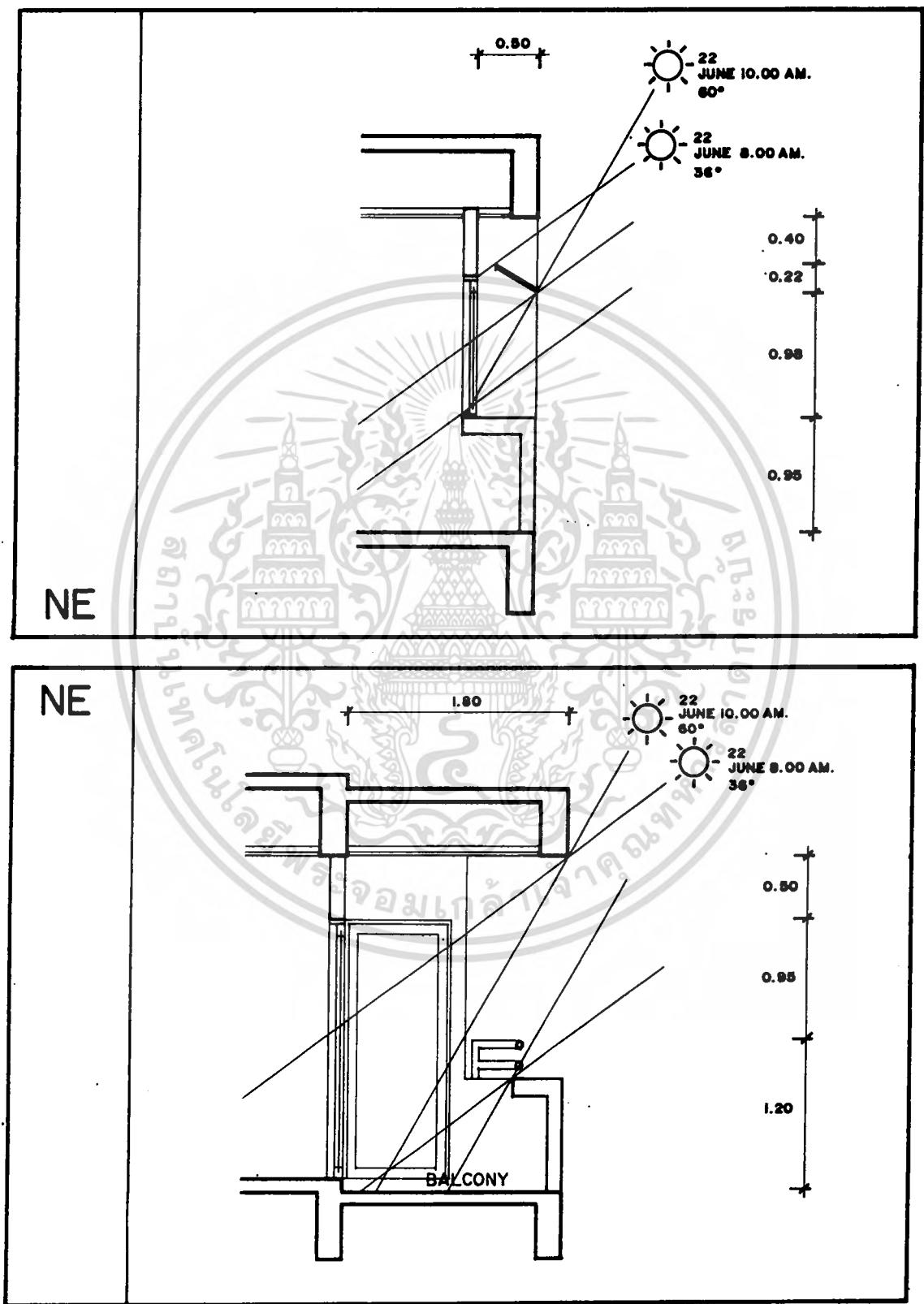
บ่ายอุณหภูมิในกรุงเทพฯโดยเฉลี่ยจะมีค่าอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงหากให้มีแสงแดดส่องเข้าภายในอาคารอีกก็จะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้อยู่อาศัยไม่ได้รับความสบาย

จากการวิเคราะห์มาตรฐานภาวะความสบายโดยใช้มาตรฐาน ET (Effective Temperature) จากตารางที่ 2.4 แสดงอุณหภูมิภาวะความสบายในกรุงเทพฯ และจากตารางที่ 2.5 แสดงอุณหภูมิตามชั่วโมงต่างๆของเดือนในรอบปีทำให้ทราบได้ว่าอุณหภูมิจะเริ่มมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเกินขีดภาวะความสบายโดยเฉลี่ยเวลาประมาณ 10.00 น. จนถึงเวลา 22.00 น. นั้นแสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาดังกล่าวไม่ควรให้แสงแดดและความร้อนเข้ามาภายในอาคารได้ ซึ่งต้องการการบังแดดโดยใช้อุปกรณ์บังแดด

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้งหมดในการวิเคราะห์การออกแบบของกรอบอาคารในส่วนของอุปกรณ์บังแดด พอจะสรุปถึงรูปลักษณะของการบังแดดได้ดังต่อไปนี้

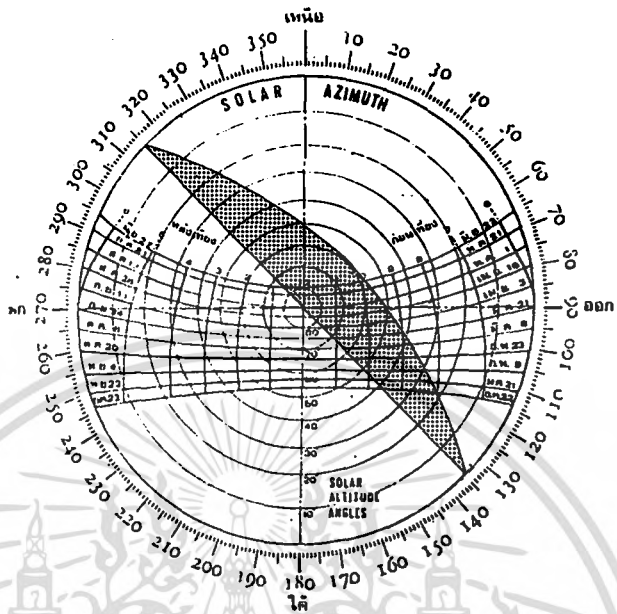


รูปที่ 5.11 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ NE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.12 แสดง SHADING MASK ของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NE



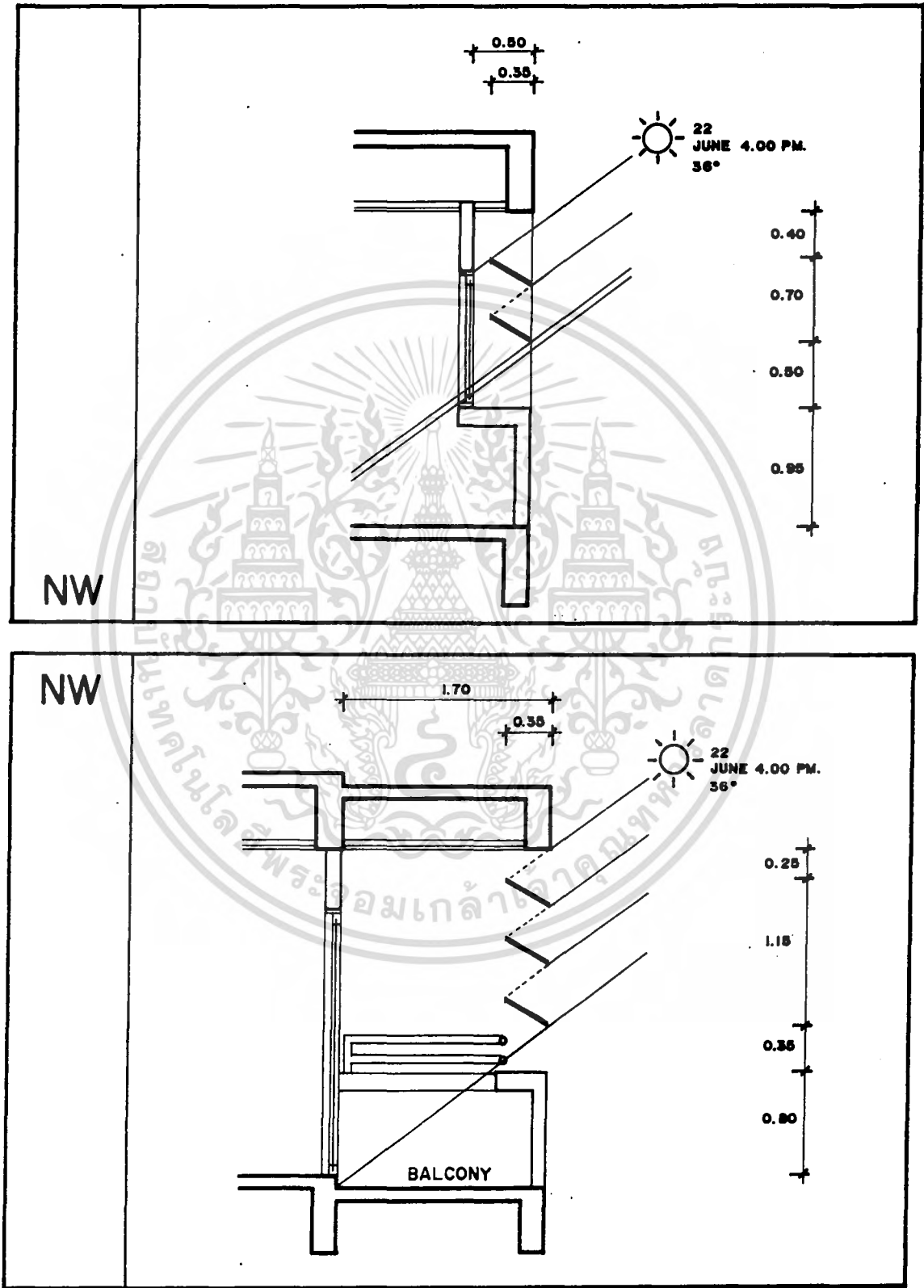
จากรูปที่ 5.12 จะเห็นได้ว่าตั้งแต่ช่วงเวลา 10.00 น. โดยประมาณของทุกเดือนในรอบปีของผนังทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) จะไม่มีแสงแดดส่องถูกผนังทางด้านนี้

ตามตารางที่ 5.12 ดังต่อไปนี้

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดไม่สามารถส่องผ่านเข้าไปภายในอาคาร
22	มิ.ย.	10.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	9.45 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	9.35 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	9.25 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	9.15 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	9.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	8.50 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	8.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
9	ก.พ. และ 4 พ.ย.	8.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	8.10 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	ธ.ค.	8.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก

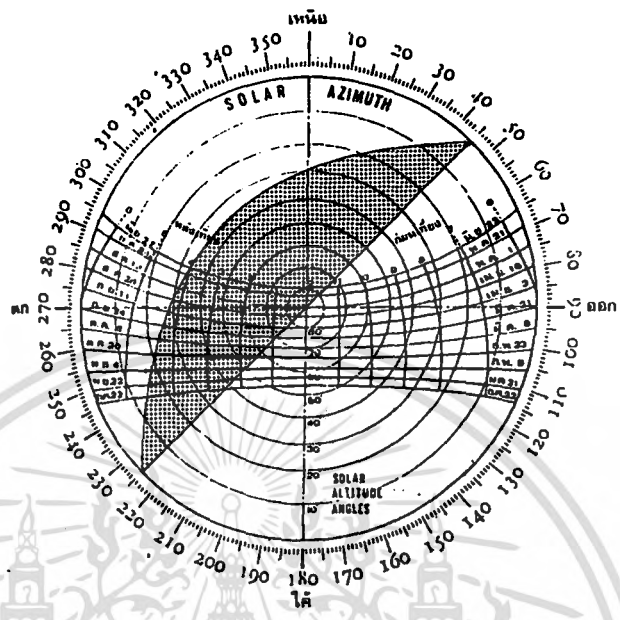
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.13 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ NW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.14 แสดง SHADING MASK ของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ NW

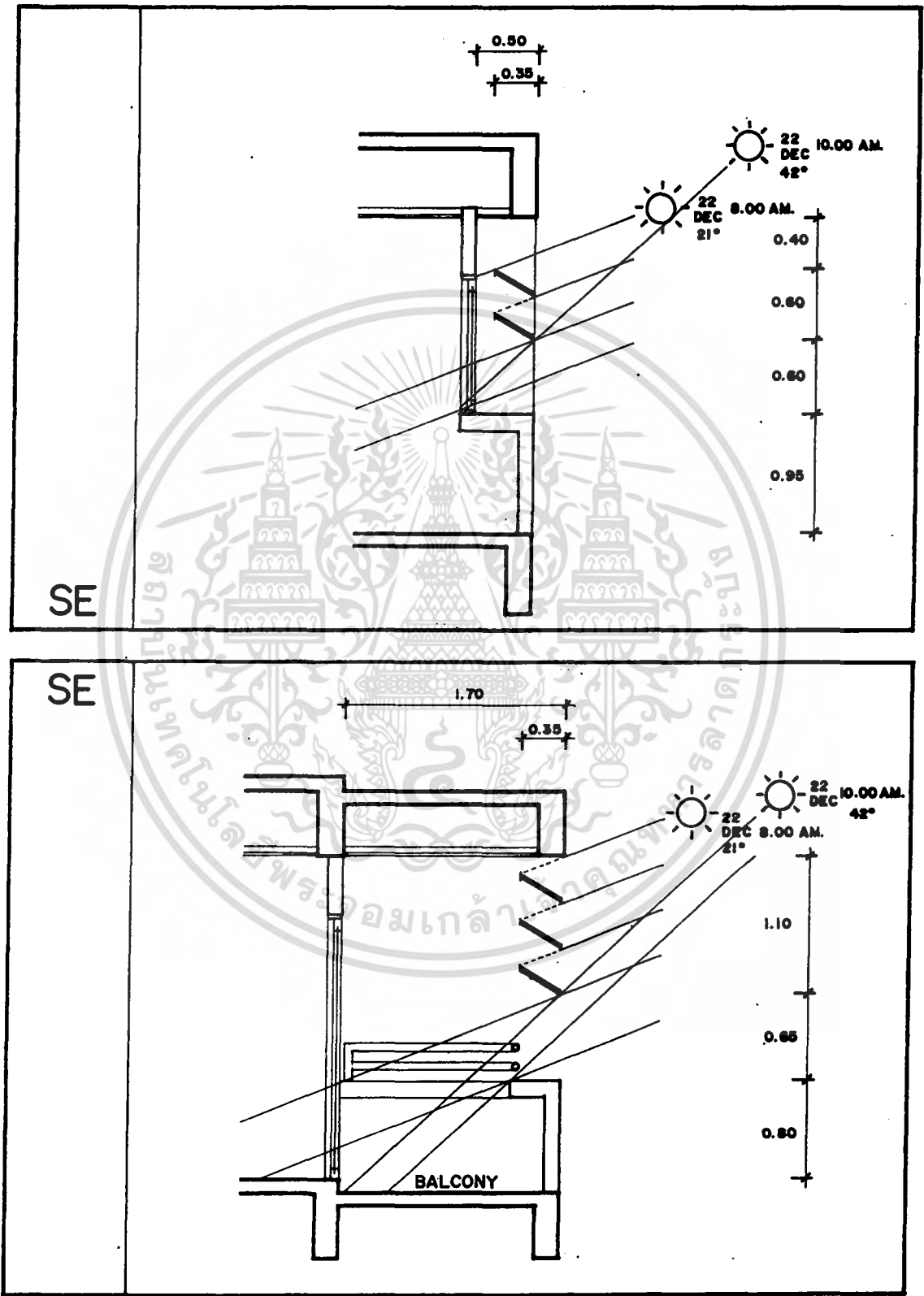


จากรูป 5.14 จะเห็นได้ว่าตั้งแต่หลังช่วงเวลา 16.00 น. โดยประมาณของทุกเดือน ในรอบปีของผนังทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) จะถูกแสงแดดส่องผ่านเข้าไปภายในอาคารได้ตามตารางที่ 5.13 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.13 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านเข้าไปภายในอาคาร

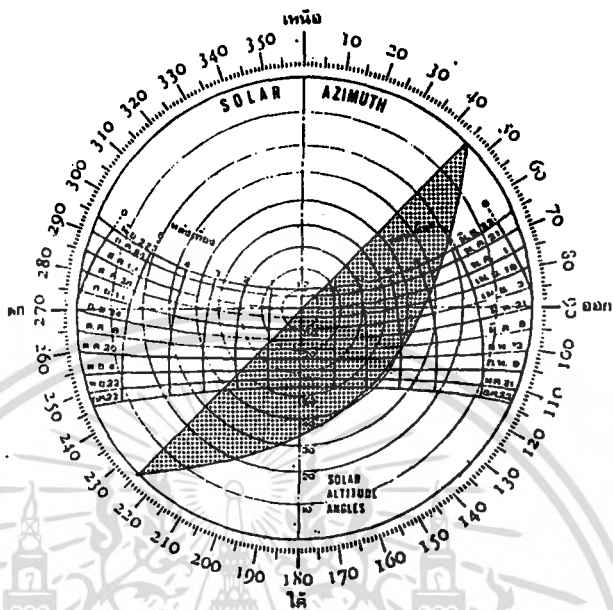
วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านเข้าไปภายในอาคาร
22	มิ.ย.	16.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ค. และ 21 พ.ค.	16.05 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
13	ส.ค. และ 1 พ.ค.	16.10 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
28	ส.ค. และ 16 เม.ย.	16.15 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
11	ก.ย. และ 3 เม.ย.	16.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ย. และ 21 มี.ค.	16.25 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
6	ต.ค. และ 8 มี.ค.	16.28 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
20	ต.ค. และ 23 ก.พ.	16.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
4	พ.ย. และ 9 ก.พ.	16.35 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	พ.ย. และ 21 ม.ค.	16.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	ธ.ค.	16.45 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก

รูปที่ 5.15 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ SE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.16 แสดง SHADING MASK ของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SE

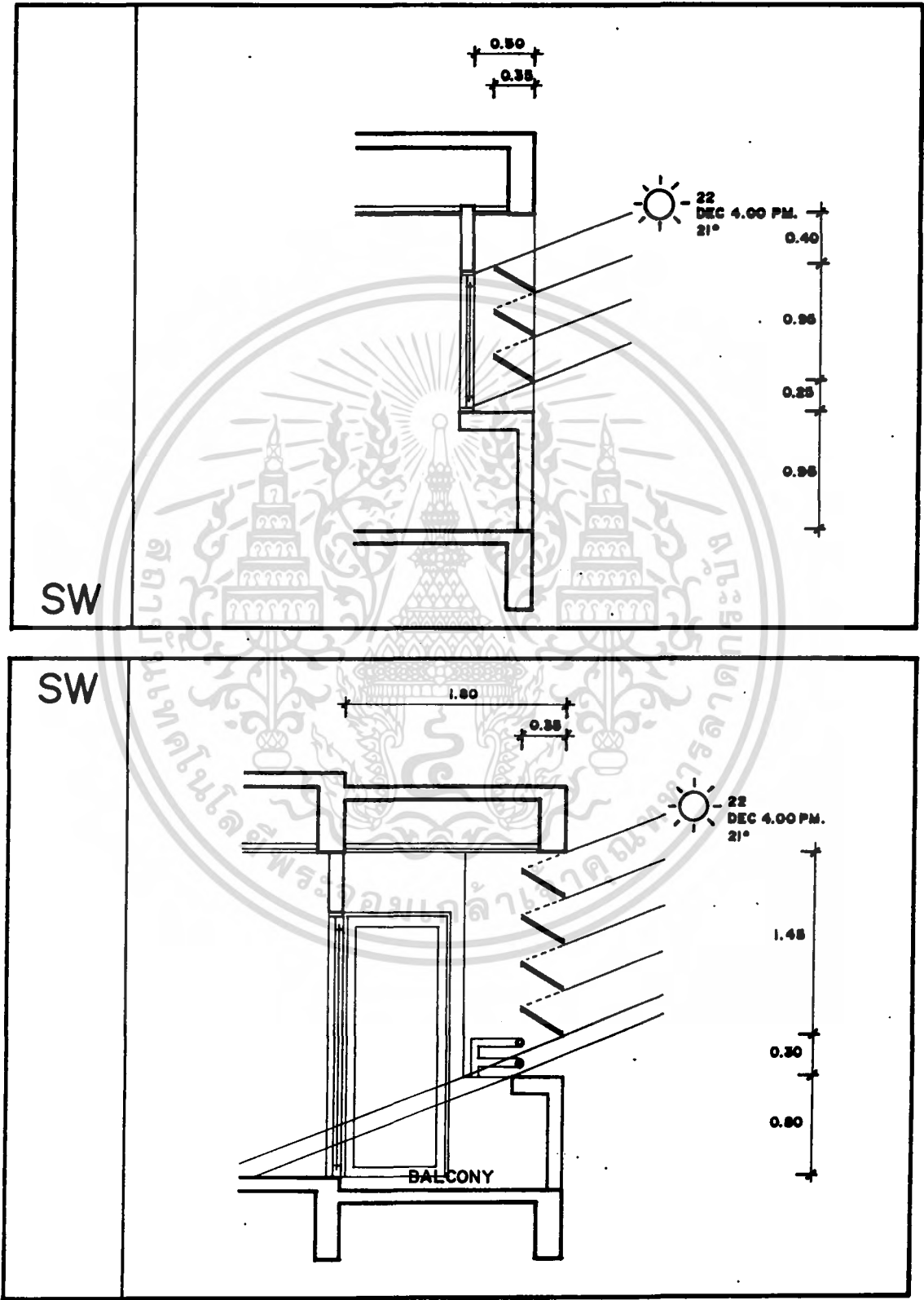


จากรูปที่ 5.16 จะเห็นได้ว่าตั้งแต่หลังช่วงเวลา 10.00 น. โดยประมาณของทุกเดือนในรอบปีของผนังทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) จะไม่มีแสงแดดส่องถูกผนังทางด้านนี้ได้ตามตารางที่ 5.14 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.14 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดไม่สามารถส่องผ่านเข้าไปภายในอาคาร

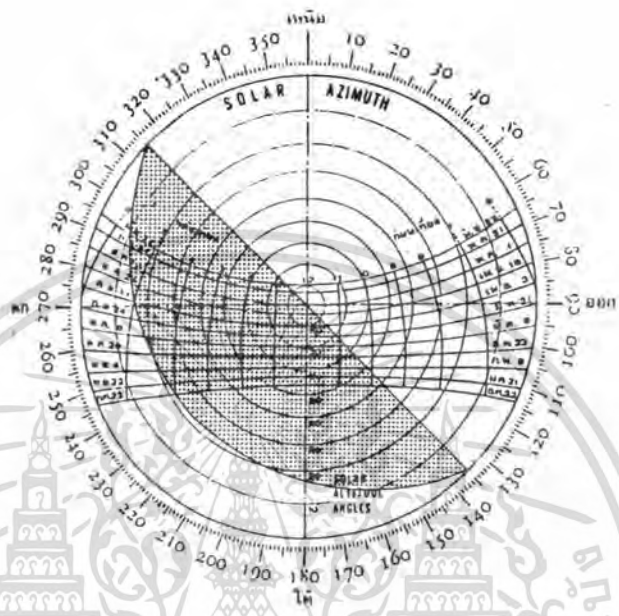
วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดไม่สามารถส่องผ่านเข้าไปภายในอาคาร
22	ธ.ค.	10.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	9.45 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
9	ก.พ. และ 4 พ.ย.	9.35 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	9.15 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	9.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	8.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	8.25 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	8.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	7.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	7.25 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	มิ.ย.	7.10 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก

รูปที่ 5.17 แสดงรูปตัดขยายในส่วนของลักษณะการบังแดดของอาคารทางทิศ SW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.18 แสดง SHADING MASK ของอุปกรณ์บังแดดทางทิศ SW



จากรูปที่ 5.18 จะเห็นได้ว่าตั้งแต่หลังช่วงเวลา 16.00 น. โดยประมาณของทุกเดือนในรอบปีของผนังทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) จะถูกแสงแดดส่องผ่านเข้าไปภายในอาคารได้ตามตารางที่ 5.15 ดังต่อไปนี้

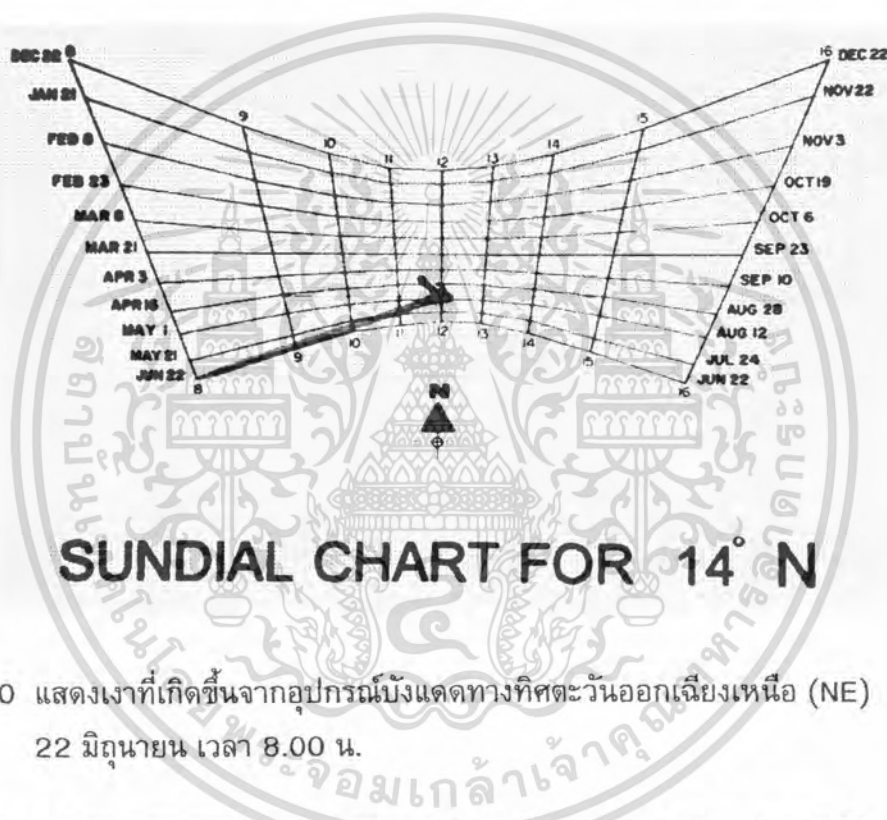
ตารางที่ 5.15 แสดงช่วงเวลาที่แสงแดดส่องผ่านเข้าไปภายในอาคาร

วันที่	เดือน	เวลาที่แสงแดดส่องผ่านเข้าไปภายในอาคาร
22	ธ.ค.	16.00 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	พ.ย. และ 21 ม.ค.	16.15 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
4	พ.ย. และ 9 ก.พ.	16.30 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
20	ต.ค. และ 23 ก.พ.	16.35 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
6	ต.ค. และ 8 มี.ค.	16.45 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ย. และ 21 มี.ค.	16.58 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
11	ก.ย. และ 3 เม.ย.	16.02 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
28	ส.ค. และ 16 เม.ย.	17.15 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
13	ส.ค. และ 1 พ.ค.	17.20 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
24	ก.ค. และ 21 พ.ค.	17.35 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก
22	มิ.ย.	17.40 น. จนถึงพระอาทิตย์ตก

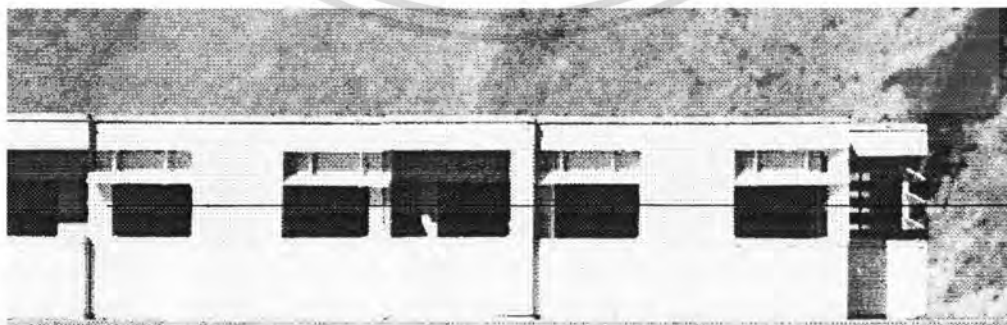
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์การออกแบบของอุปกรณ์บังแดดได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดด โดยการทำหุ่นจำลองของกรอบอาคารเพื่อใช้ในการทดสอบอุปกรณ์บังแดดจากการวิเคราะห์ด้วยการใช้โต๊ะแสดงเงาทดสอบ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งผลจากการทดสอบได้แสดงผลดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.19 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 มิถุนายน เวลา 8.00 น.



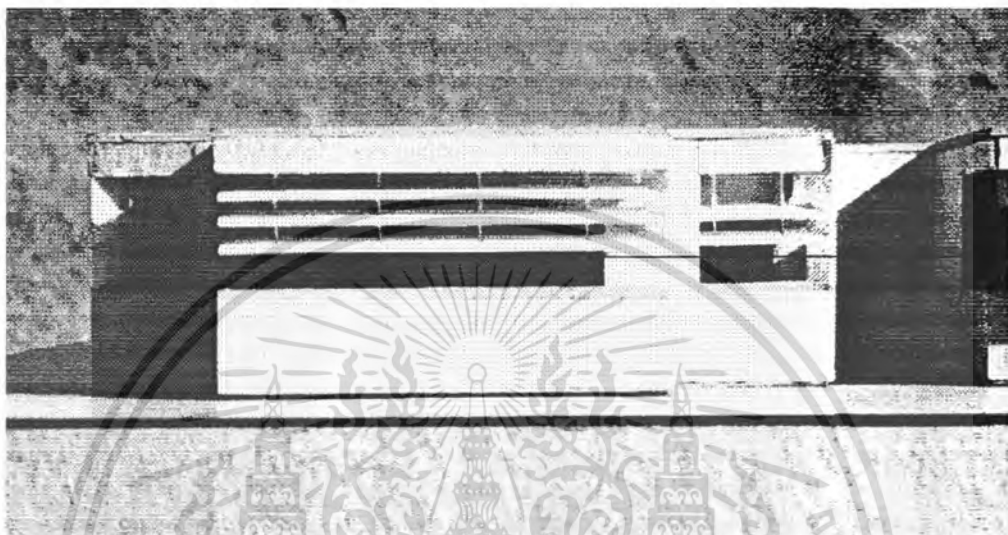
รูปที่ 5.20 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) 22 มิถุนายน เวลา 8.00 น.



เงาที่ปรากฏ

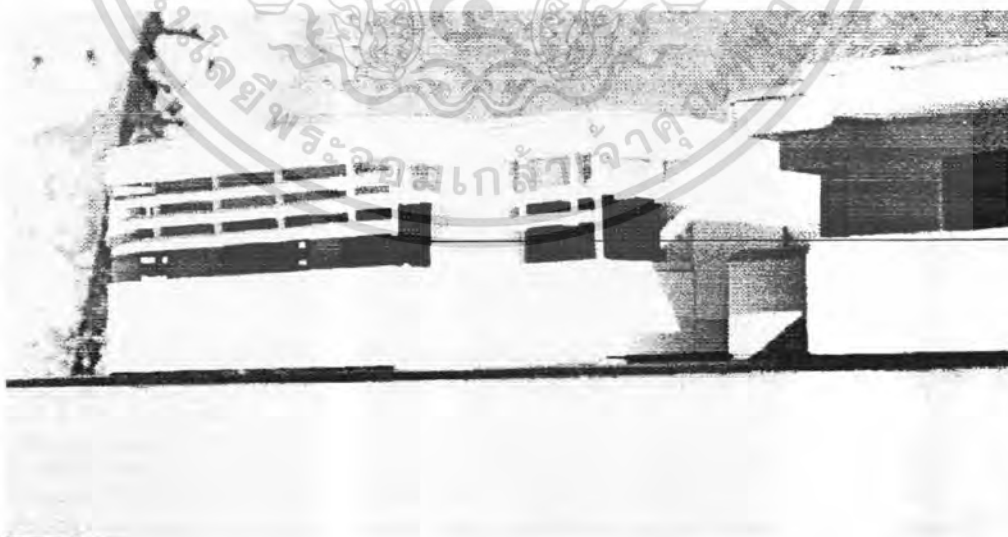
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาและวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.21 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)
22 มิถุนายน เวลา 8.00 น.



เงาที่ปรากฏ

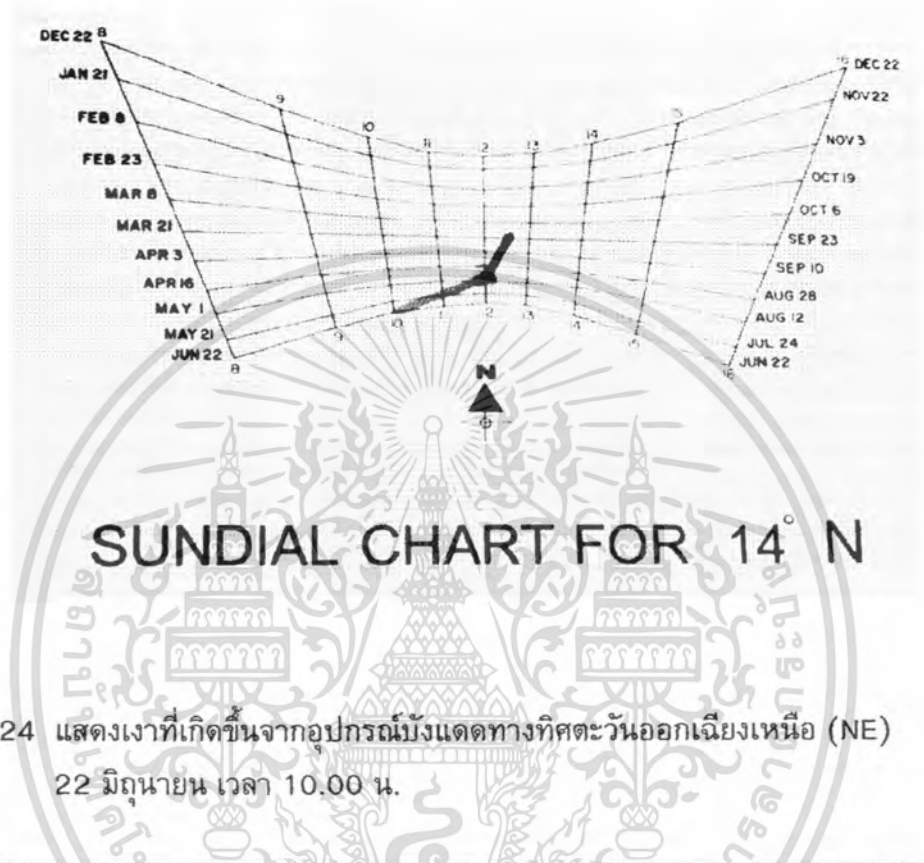
รูปที่ 5.22 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)
และทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) 22 มิถุนายน เวลา 8.00 น.



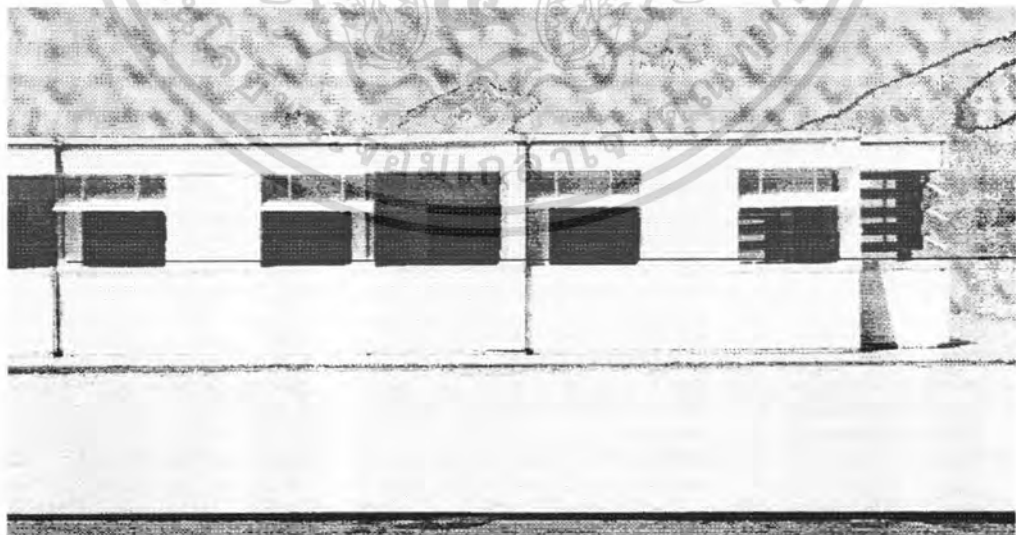
เงาที่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.23 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 มิถุนายน เวลา 10.00 น.



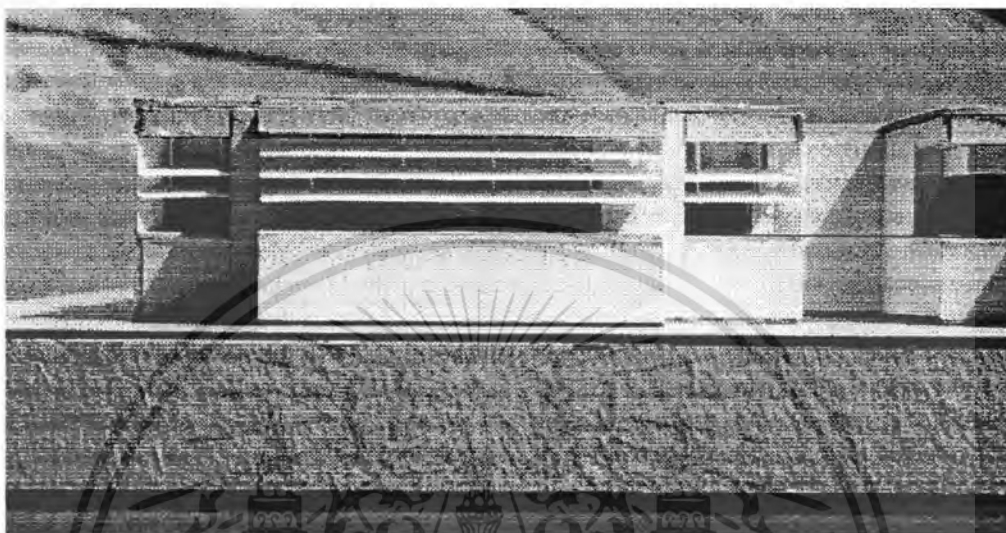
รูปที่ 5.24 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) 22 มิถุนายน เวลา 10.00 น.



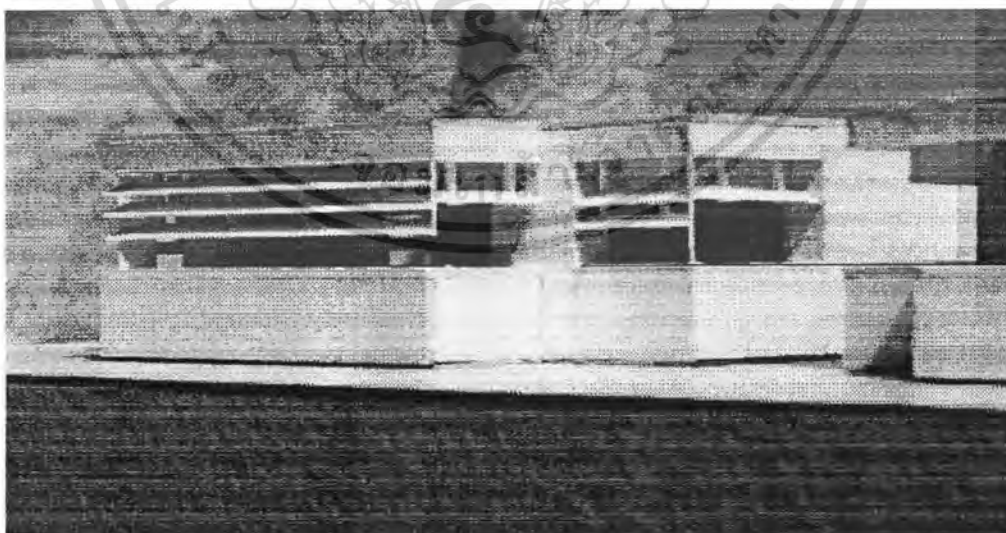
เงาที่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.25 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)
22 มิถุนายน เวลา 10.00 น.

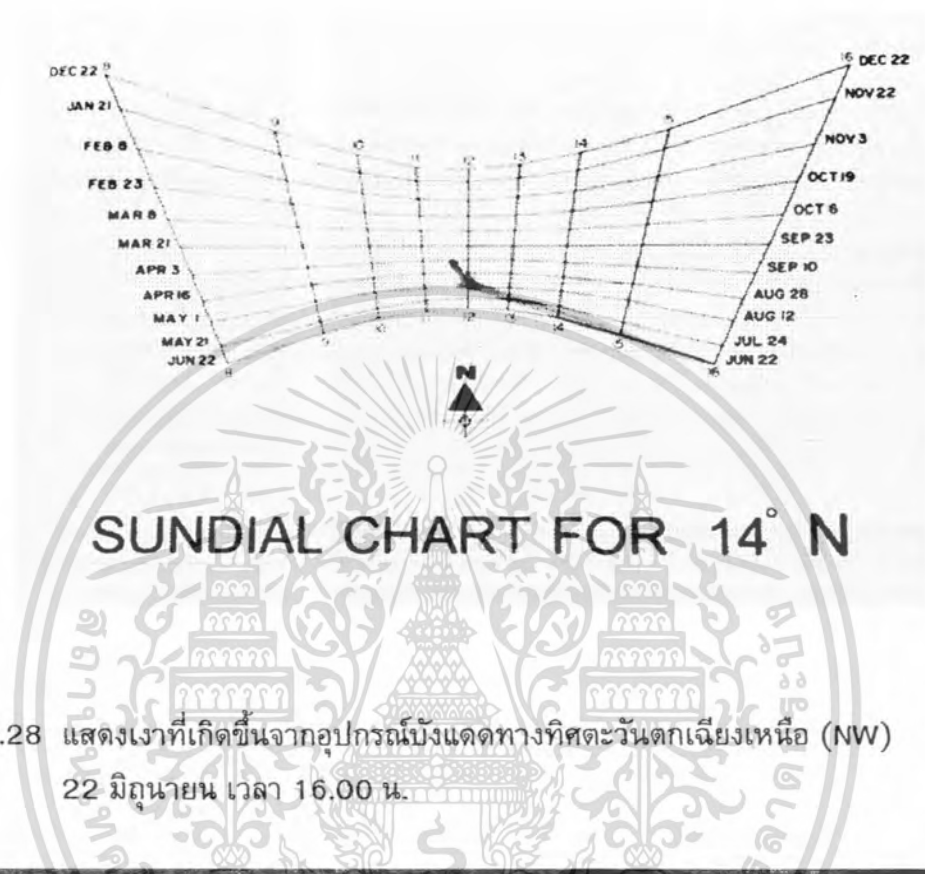


รูปที่ 5.26 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)
และ ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) 22 มิถุนายน เวลา 10.00 น.

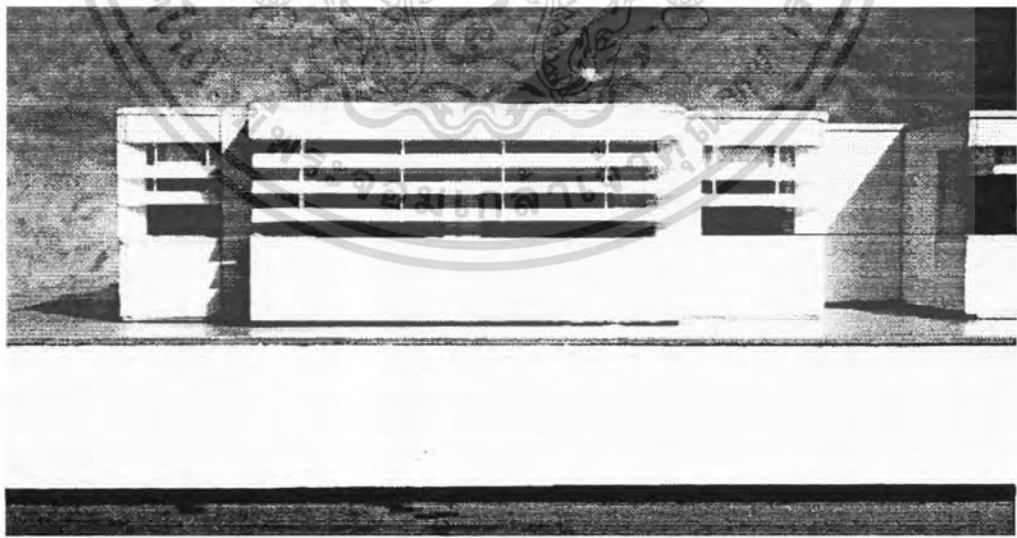


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.27 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบคือ 22 มิถุนายน เวลา 16.00 น.



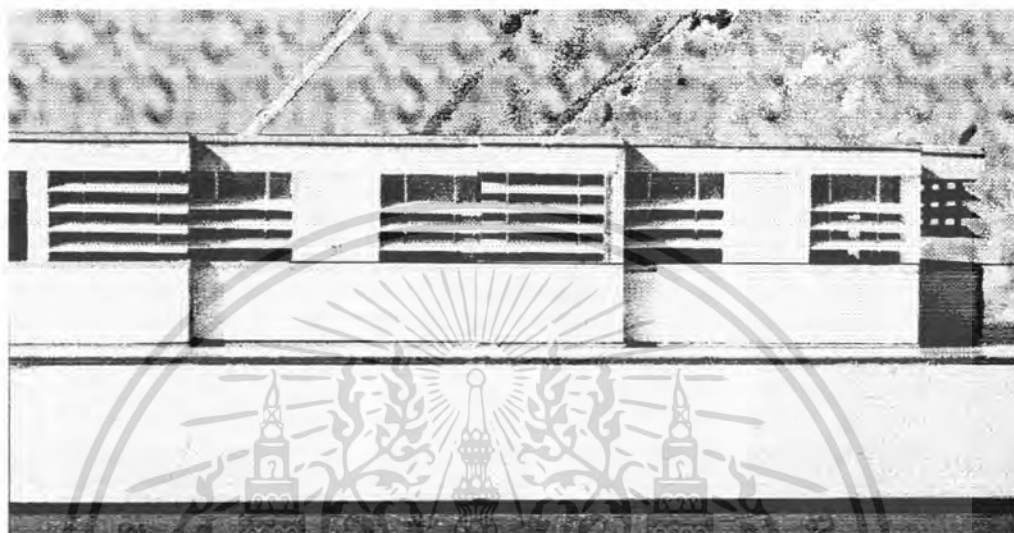
รูปที่ 5.28 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) 22 มิถุนายน เวลา 16.00 น.



เงาที่ปรากฏ

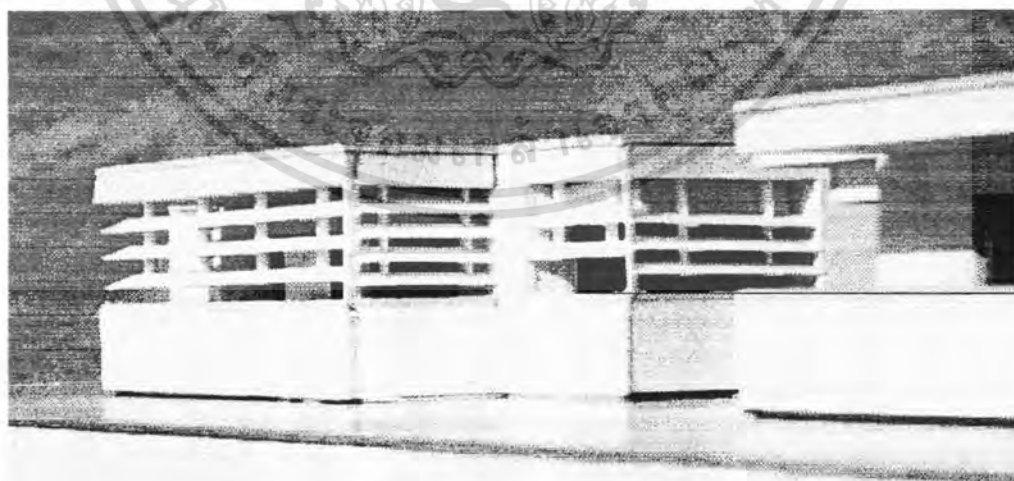
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.29 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)
22 มิถุนายน เวลา 16.00 น.



เงาที่ปรากฏ

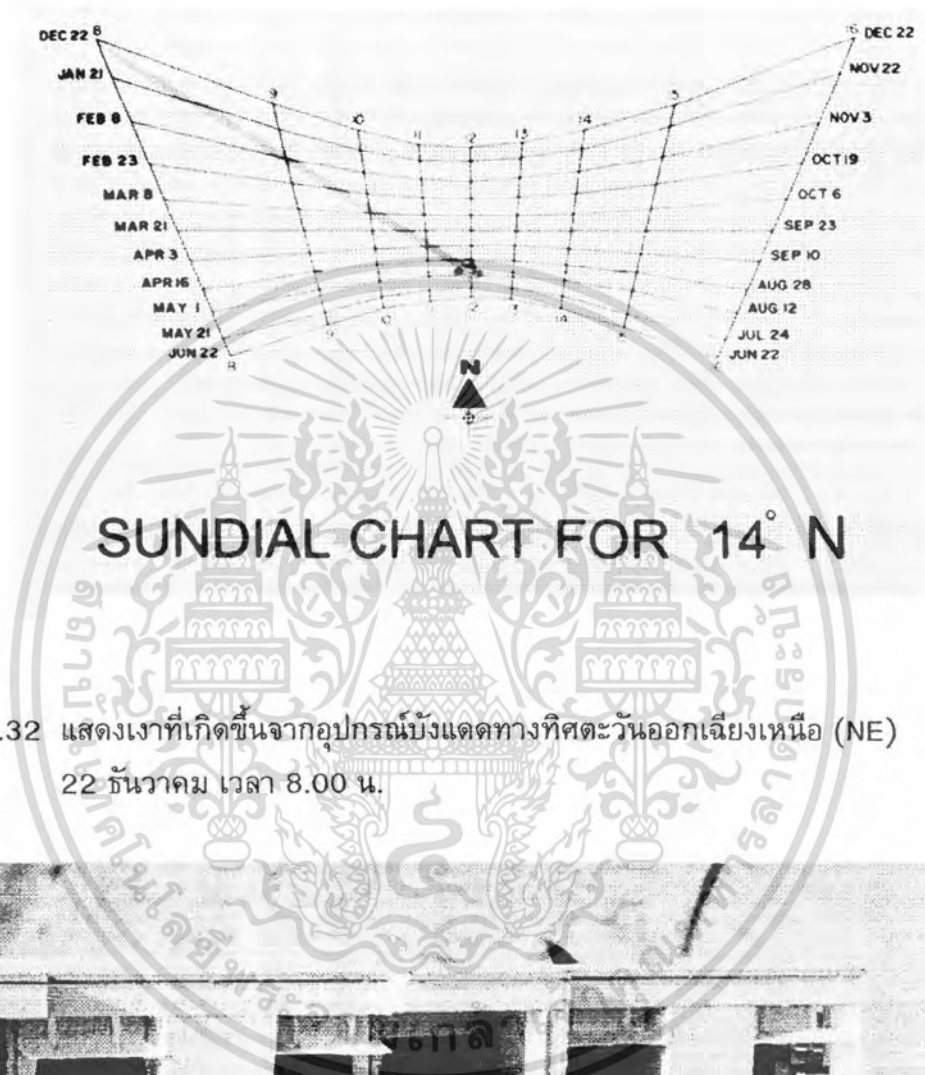
รูปที่ 5.30 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)
และ ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) 22 มิถุนายน เวลา 16.00 น.



เงาที่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.31 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 ธันวาคม เวลา 8.00 น.



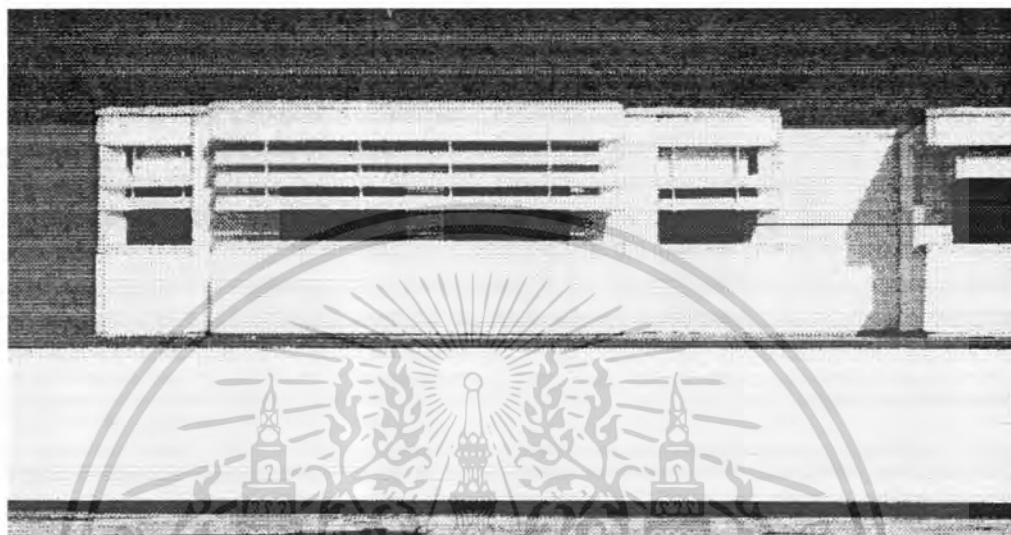
รูปที่ 5.32 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) 22 ธันวาคม เวลา 8.00 น.



เงาที่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.33 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)
22 ธันวาคม เวลา 8.00 น.



เงาที่ปรากฏ

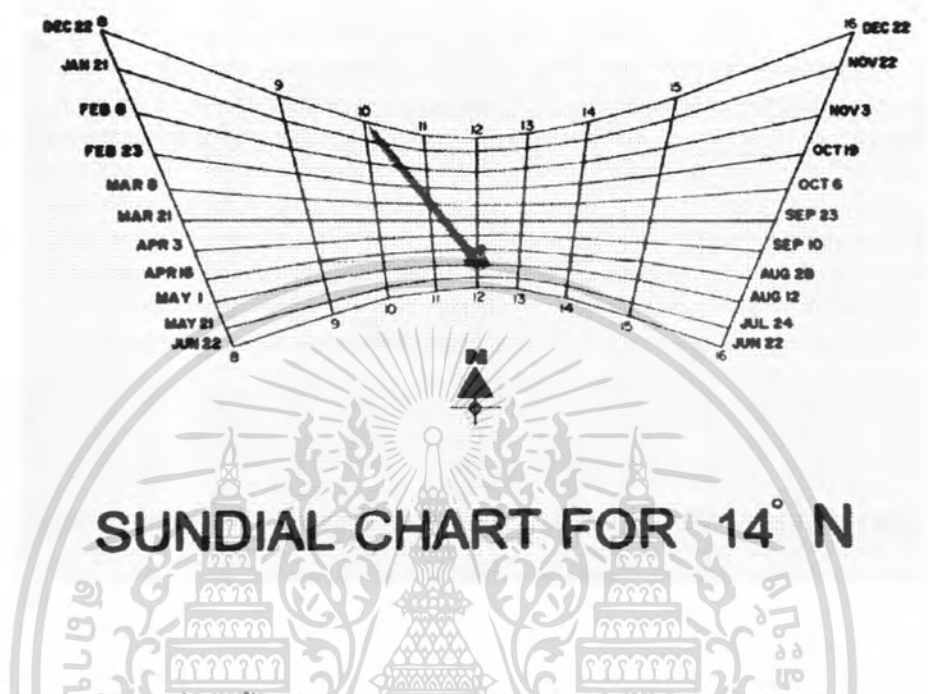
รูปที่ 5.34 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)
และ ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) 22 ธันวาคม เวลา 8.00 น.



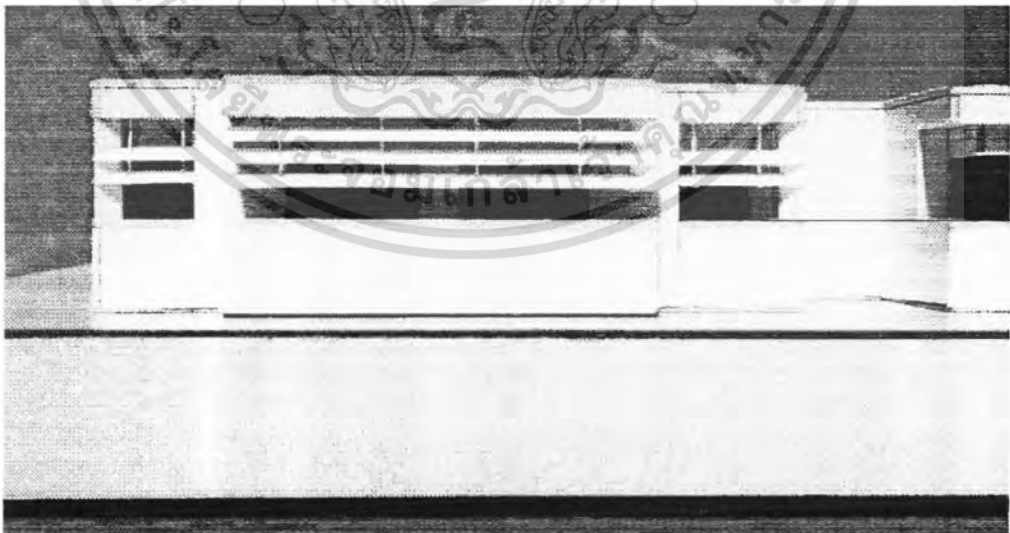
เงาที่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.35 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 ธันวาคม เวลา 10.00 น.



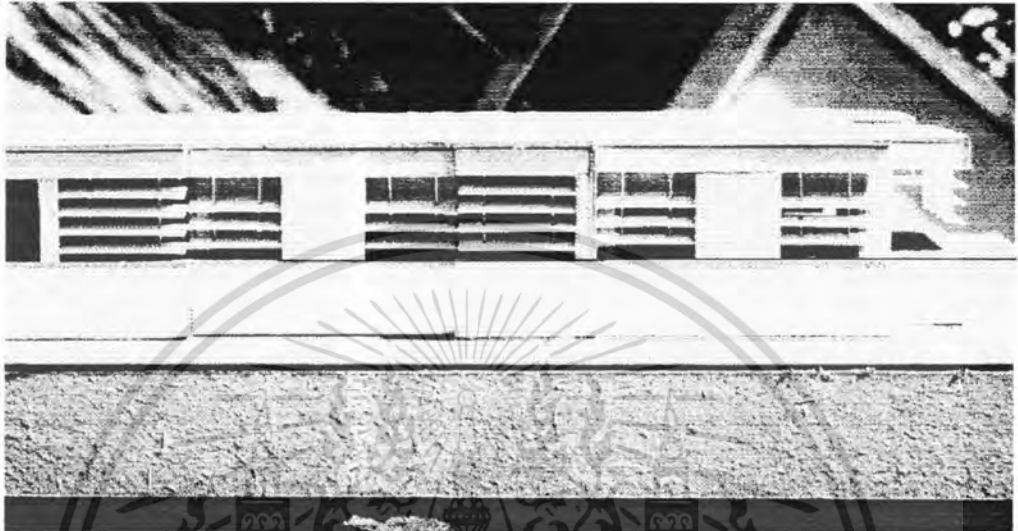
รูปที่ 5.36 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) 22 ธันวาคม เวลา 10.00 น.



เงาที่ปรากฏ

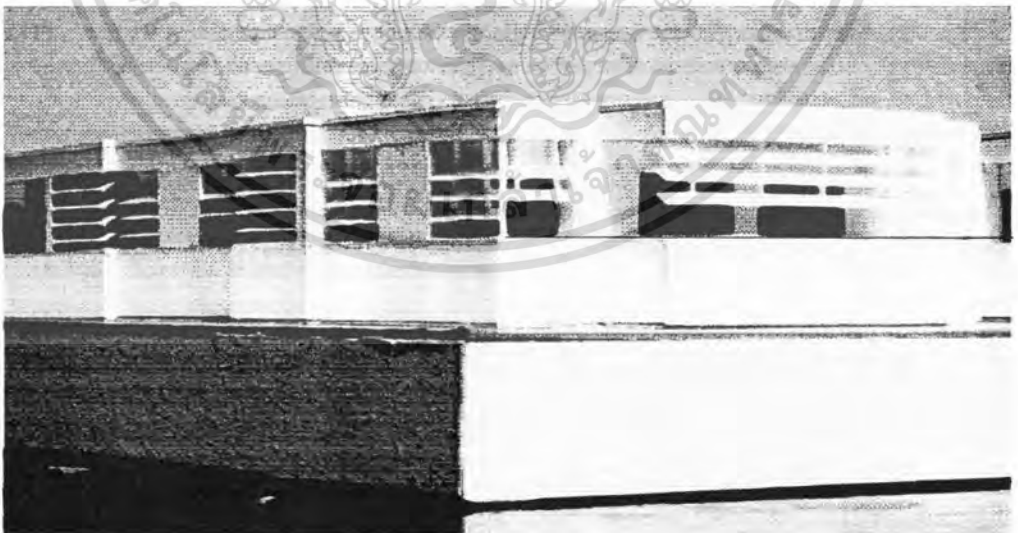
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.37 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)
22 ธันวาคม เวลา 10.00 น.



เงาที่ปรากฏ

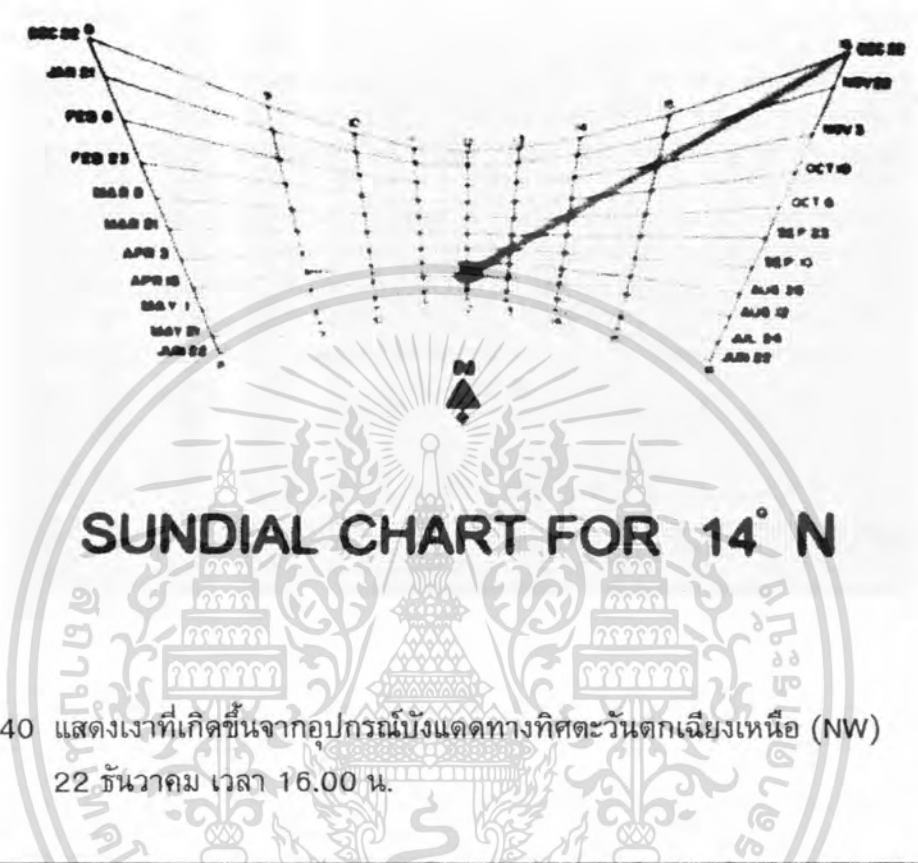
รูปที่ 5.38 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)
และ ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) 22 ธันวาคม เวลา 10.00 น.



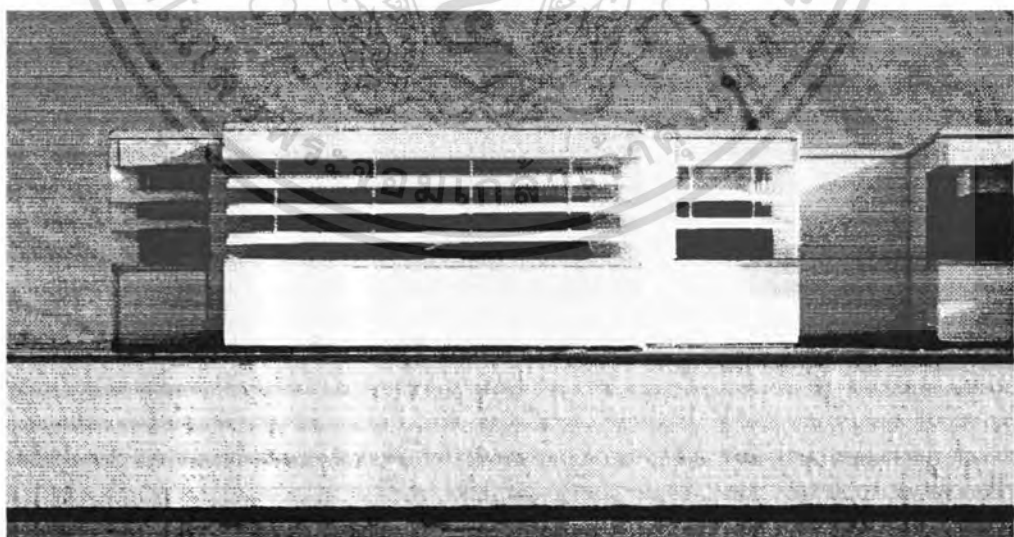
เงาที่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.39 แสดงเดือน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 22 ธันวาคม เวลา 16.00 น.



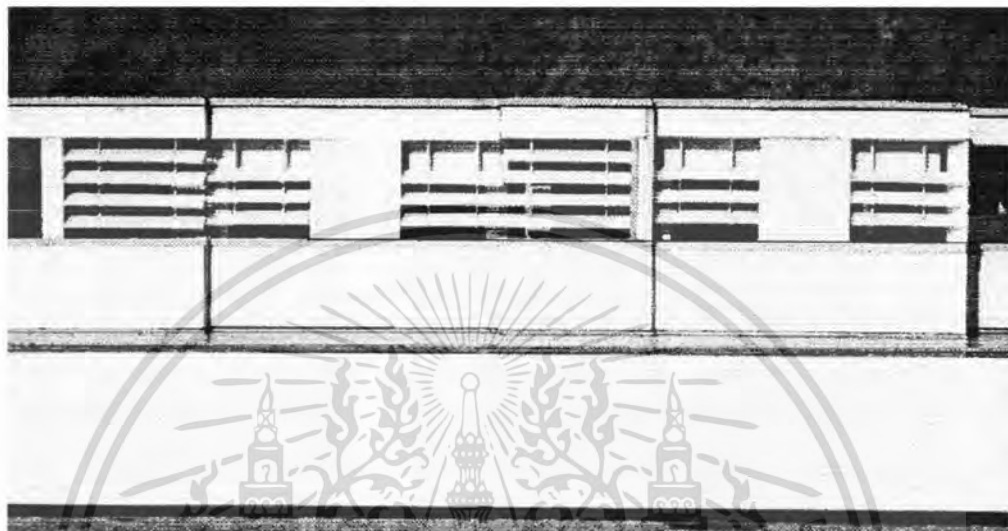
รูปที่ 5.40 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) 22 ธันวาคม เวลา 16.00 น.



เงาที่ปรากฏ

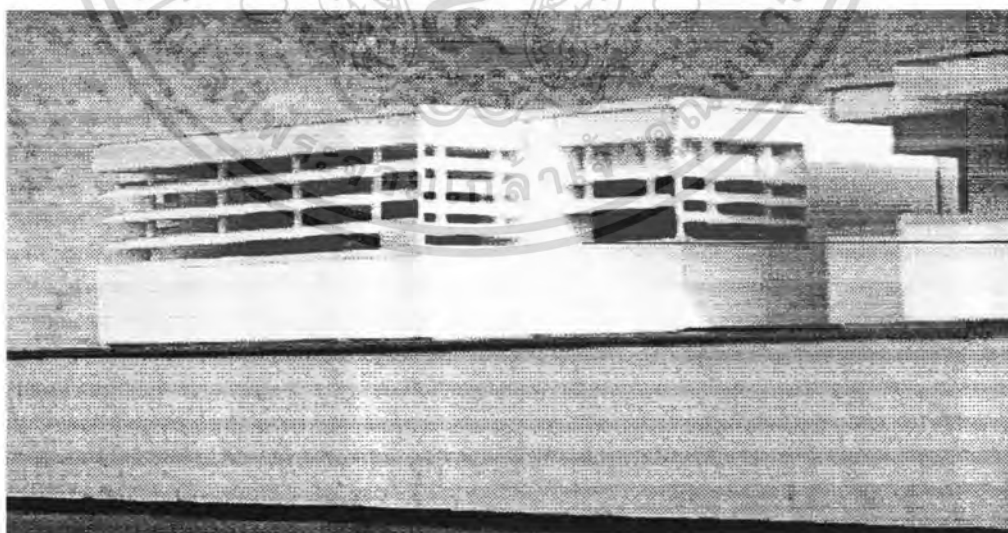
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.41 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)
22 ธันวาคม เวลา 16.00 น.



เงาที่ปรากฏ

รูปที่ 5.42 แสดงเงาที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)
และ ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) 22 ธันวาคม เวลา 16.00 น.



เงาที่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับผิวน้ำ +88.20

ระดับพื้นชั้นที่ 1 +93.20

ระดับพื้นชั้นที่ 2 +92.20

ระดับพื้นชั้นที่ 3 +89.20

ระดับพื้นชั้นที่ 4 +85.10

ระดับพื้นชั้นที่ 5 +82.95

ระดับพื้นชั้นที่ 6 +79.80

ระดับพื้นชั้นที่ 7 +76.65

ระดับพื้นชั้นที่ 8 +73.50

ระดับพื้นชั้นที่ 9 +70.35

ระดับพื้นชั้นที่ 10 +67.20

ระดับพื้นชั้นที่ 11 +64.05

ระดับพื้นชั้นที่ 12 +60.90

ระดับพื้นชั้นที่ 13 +57.75

ระดับพื้นชั้นที่ 14 +54.60

ระดับพื้นชั้นที่ 15 +51.45

ระดับพื้นชั้นที่ 16 +48.30

ระดับพื้นชั้นที่ 17 +45.15

ระดับพื้นชั้นที่ 18 +42.00

ระดับพื้นชั้นที่ 19 +38.85

ระดับพื้นชั้นที่ 20 +35.70

ระดับพื้นชั้นที่ 21 +32.55

ระดับพื้นชั้นที่ 22 +29.40

ระดับพื้นชั้นที่ 23 +26.25

ระดับพื้นชั้นที่ 24 +23.10

ระดับพื้นชั้นที่ 25 +19.95

ระดับพื้นชั้นที่ 26 +16.80

ระดับพื้นชั้นที่ 27 +13.65

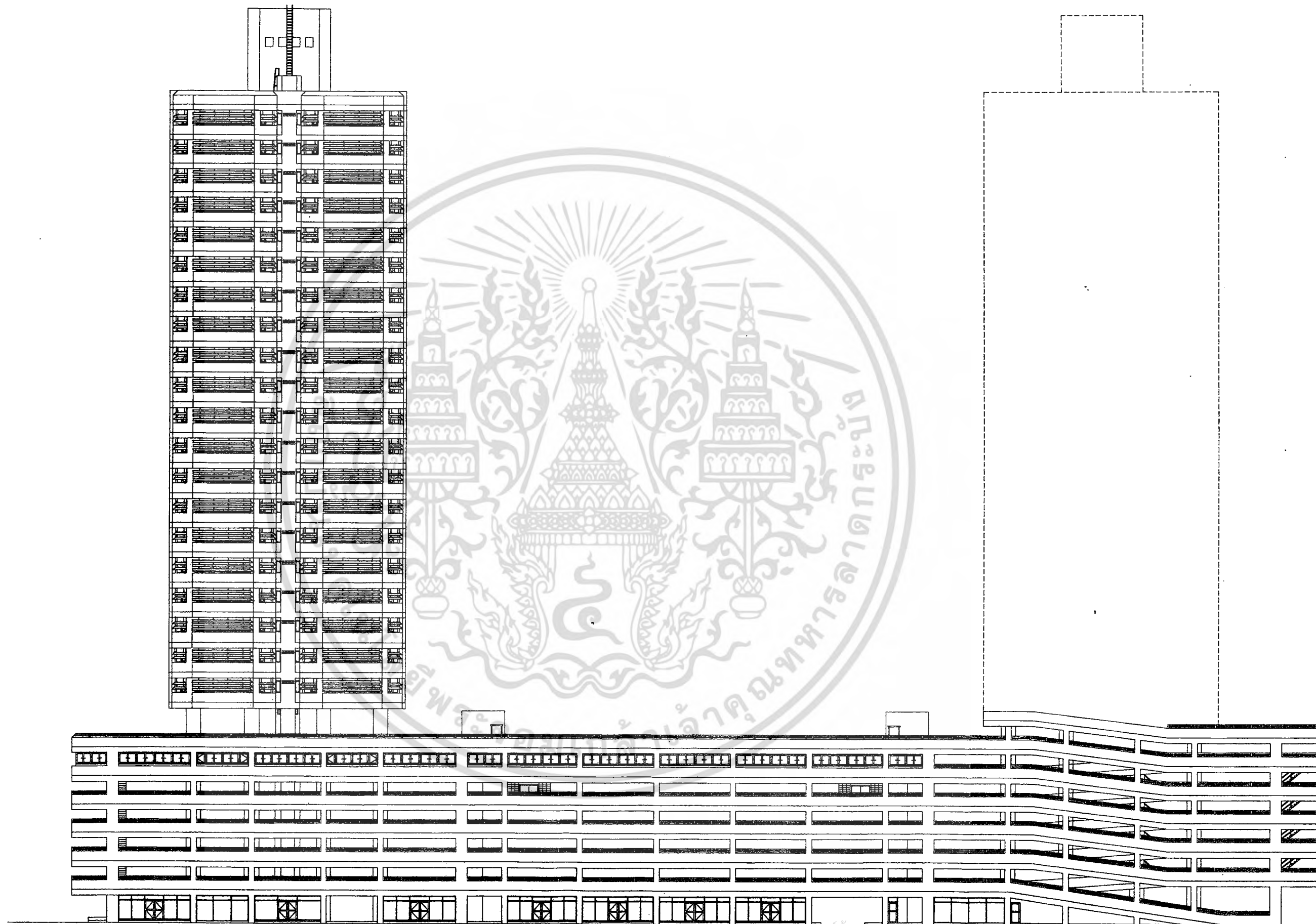
ระดับพื้นชั้นที่ 28 +10.50

ระดับพื้นชั้นที่ 29 +7.35

ระดับพื้นชั้นที่ 30 +4.20

ระดับพื้นชั้นที่ 31 +1.05

ระดับพื้นชั้นที่ 32 +0.20



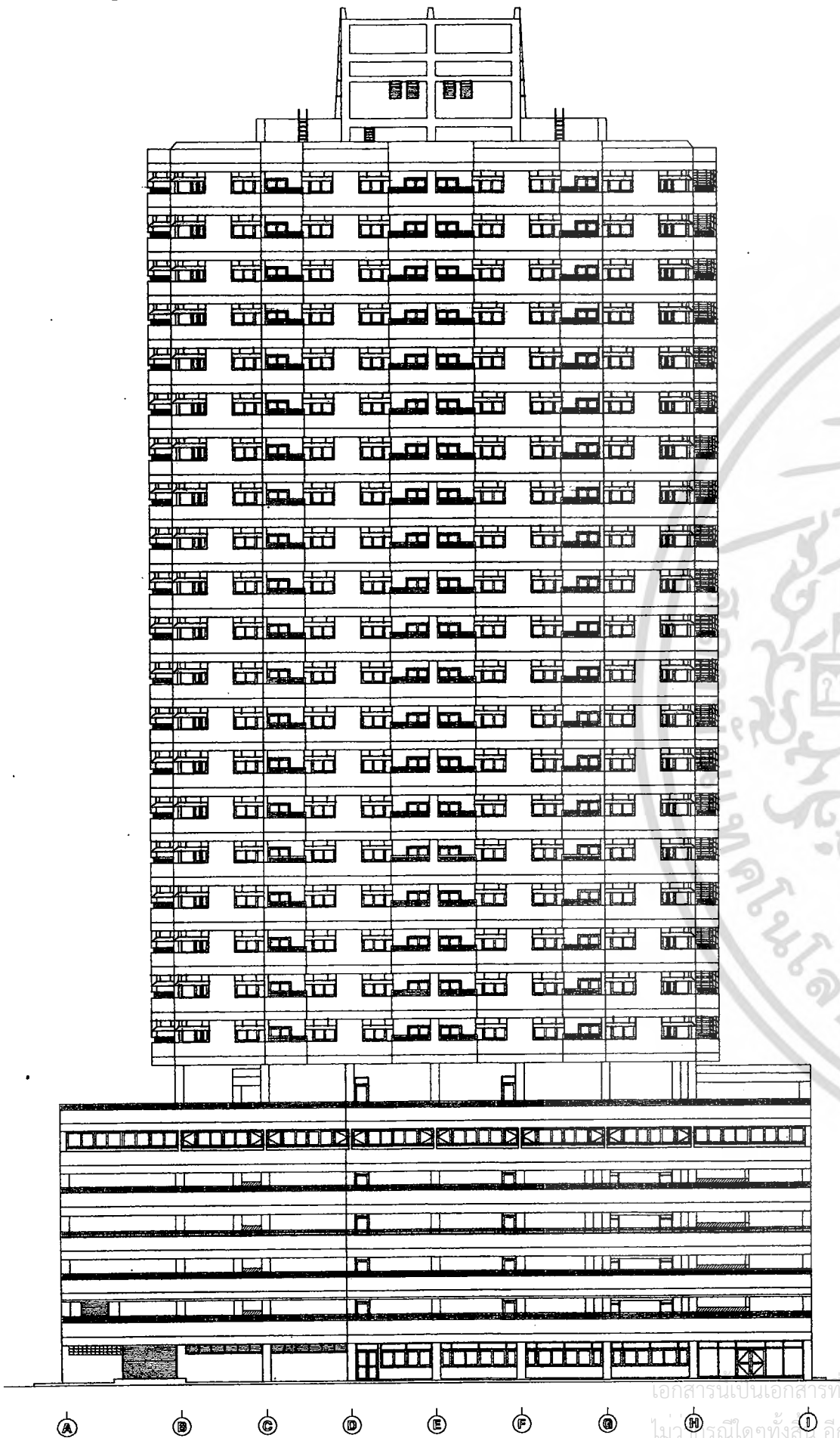
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

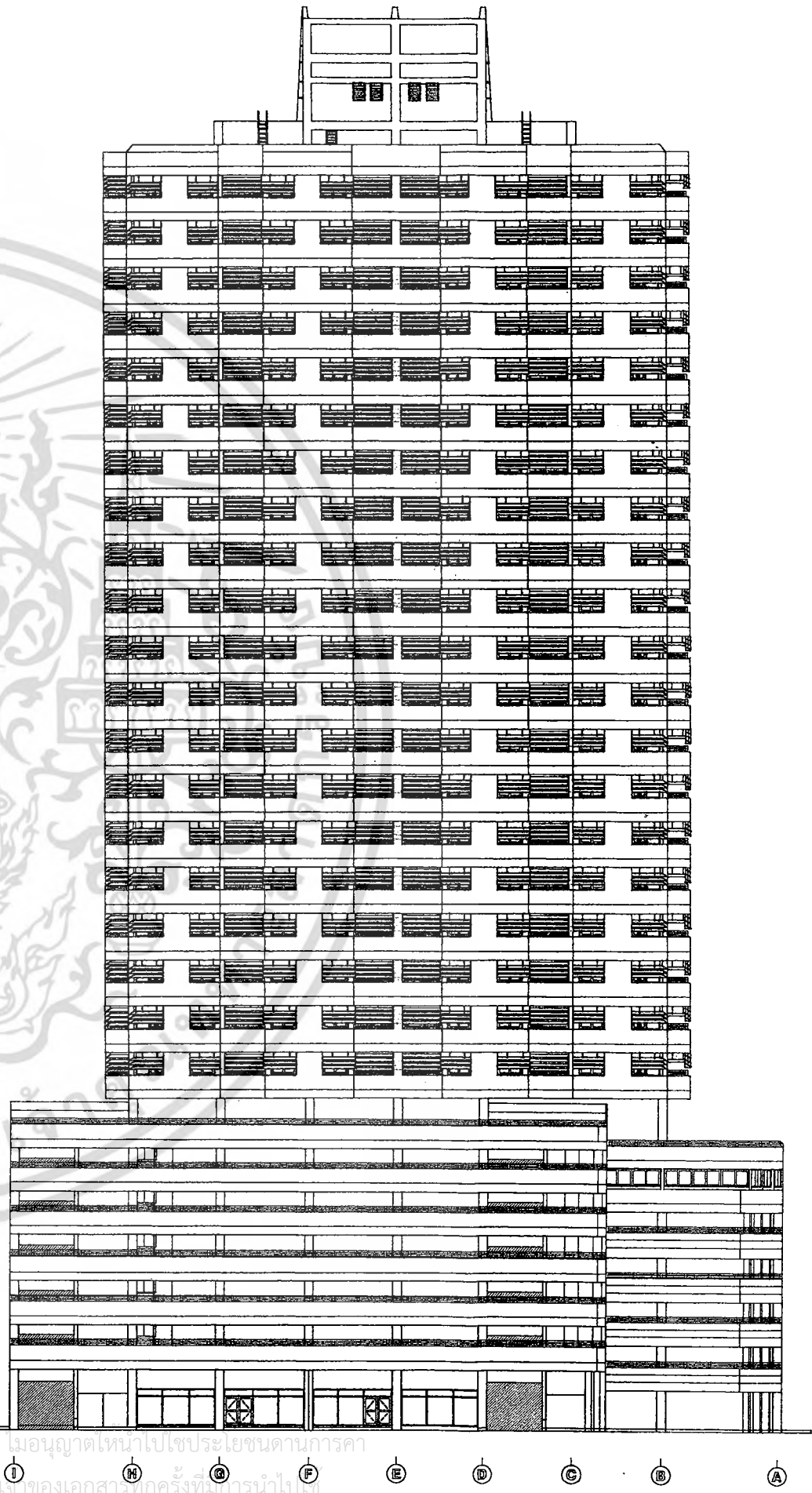
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

SCALE 1: 400

รูปที่ 5.44 แสดงรูปด้านทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้



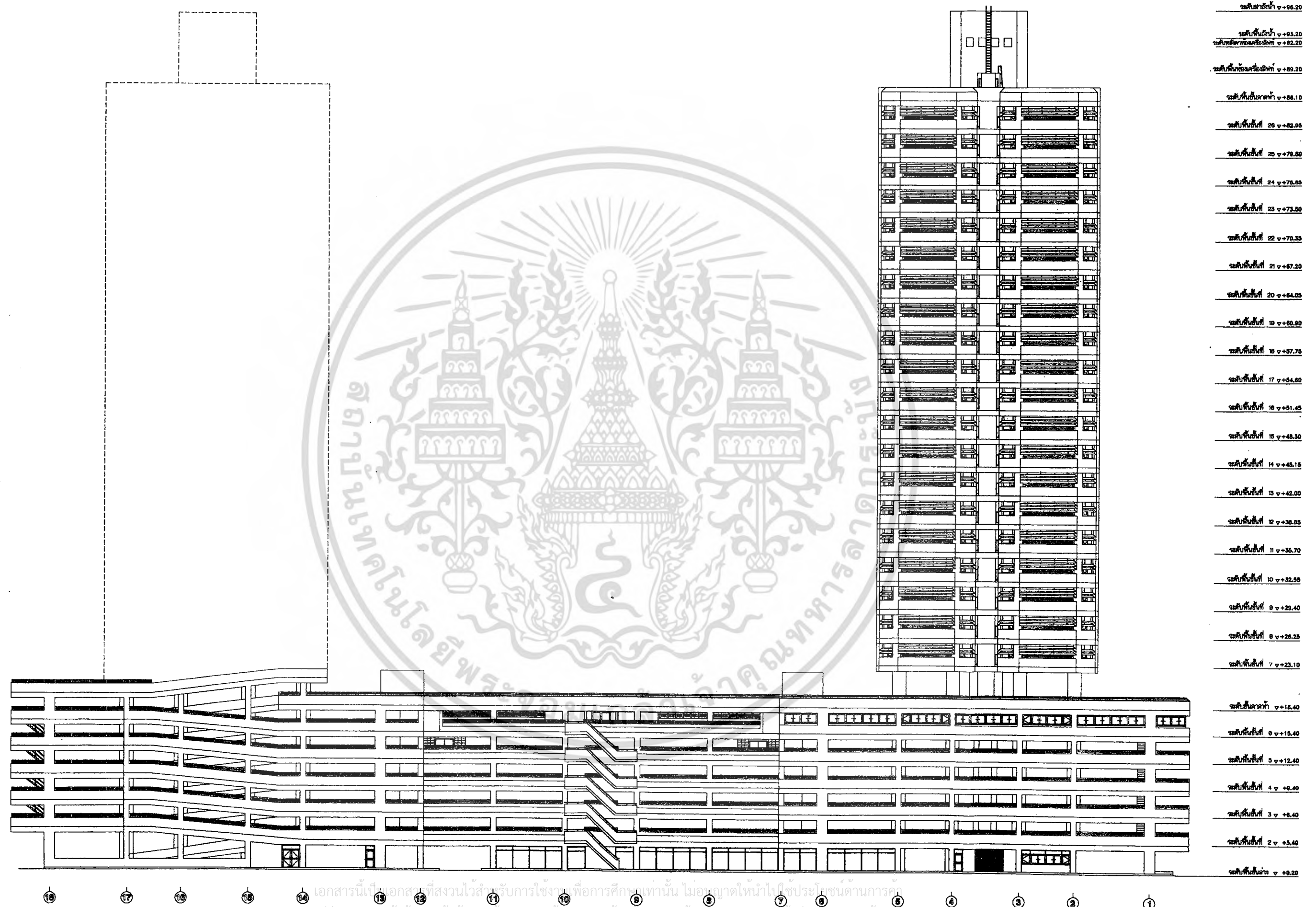
ระดับผิวน้ำ	๗	+96.20
ระดับพื้นผิว	๗	+93.20
ระดับอาคารและคาน้ำ	๗	+92.20
ระดับพื้นห้องเครื่องจักร	๗	+89.20
ระดับชั้นลอย	๗	+86.10
ระดับชั้นที่ 20	๗	+82.85
ระดับชั้นที่ 25	๗	+79.80
ระดับชั้นที่ 24	๗	+76.85
ระดับชั้นที่ 23	๗	+73.50
ระดับชั้นที่ 22	๗	+70.35
ระดับชั้นที่ 21	๗	+67.20
ระดับชั้นที่ 20	๗	+64.05
ระดับชั้นที่ 19	๗	+60.90
ระดับชั้นที่ 18	๗	+57.75
ระดับชั้นที่ 17	๗	+54.60
ระดับชั้นที่ 16	๗	+51.45
ระดับชั้นที่ 15	๗	+48.30
ระดับชั้นที่ 14	๗	+45.15
ระดับชั้นที่ 13	๗	+42.00
ระดับชั้นที่ 12	๗	+38.85
ระดับชั้นที่ 11	๗	+35.70
ระดับชั้นที่ 10	๗	+32.55
ระดับชั้นที่ 9	๗	+29.40
ระดับชั้นที่ 8	๗	+26.25
ระดับชั้นที่ 7	๗	+23.10
ระดับชั้นลอย	๗	+18.40
ระดับชั้นที่ 6	๗	+15.40
ระดับชั้นที่ 5	๗	+12.40
ระดับชั้นที่ 4	๗	+9.40
ระดับชั้นที่ 3	๗	+6.40
ระดับชั้นที่ 2	๗	+3.40
ระดับชั้นล่าง	๗	+0.20



ระดับผิวน้ำ	๗	+96.20
ระดับพื้นผิว	๗	+93.20
ระดับอาคารและคาน้ำ	๗	+92.20
ระดับพื้นห้องเครื่องจักร	๗	+89.20
ระดับชั้นลอย	๗	+86.10
ระดับชั้นที่ 20	๗	+82.85
ระดับชั้นที่ 25	๗	+79.80
ระดับชั้นที่ 24	๗	+76.85
ระดับชั้นที่ 23	๗	+73.50
ระดับชั้นที่ 22	๗	+70.35
ระดับชั้นที่ 21	๗	+67.20
ระดับชั้นที่ 20	๗	+64.05
ระดับชั้นที่ 19	๗	+60.90
ระดับชั้นที่ 18	๗	+57.75
ระดับชั้นที่ 17	๗	+54.60
ระดับชั้นที่ 16	๗	+51.45
ระดับชั้นที่ 15	๗	+48.30
ระดับชั้นที่ 14	๗	+45.15
ระดับชั้นที่ 13	๗	+42.00
ระดับชั้นที่ 12	๗	+38.85
ระดับชั้นที่ 11	๗	+35.70
ระดับชั้นที่ 10	๗	+32.55
ระดับชั้นที่ 9	๗	+29.40
ระดับชั้นที่ 8	๗	+26.25
ระดับชั้นที่ 7	๗	+23.10
ระดับชั้นลอย	๗	+18.40
ระดับชั้นที่ 6	๗	+15.40
ระดับชั้นที่ 5	๗	+12.40
ระดับชั้นที่ 4	๗	+9.40
ระดับชั้นที่ 3	๗	+6.40
ระดับชั้นที่ 2	๗	+3.40
ระดับชั้นล่าง	๗	+0.20

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ทิศตะวันตกเฉียงใต้

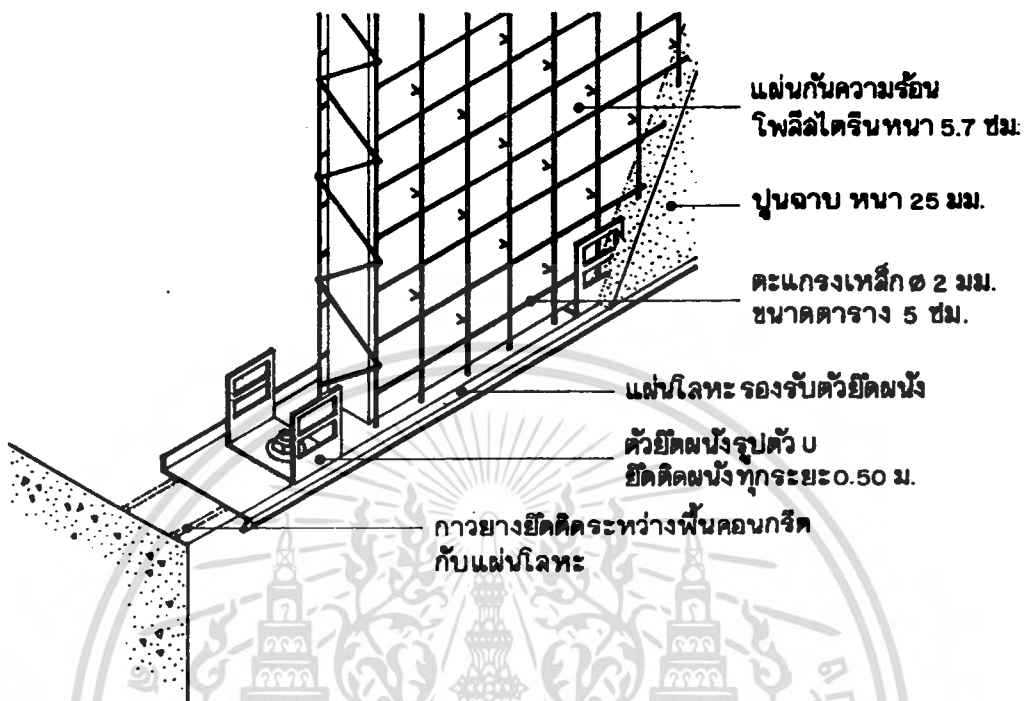


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

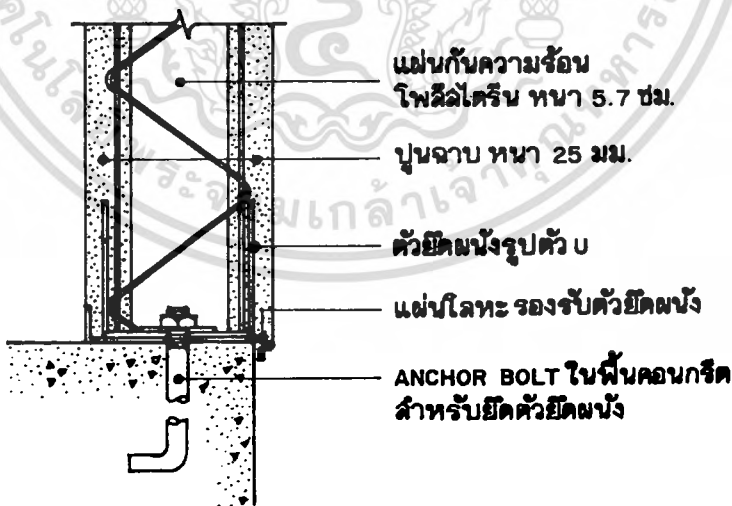
ทิศตะวันออกเฉียงใต้

SCALE 1: 400

รูปที่ 5.46 แสดงลักษณะการติดตั้งผนังโพลีสไตรีน

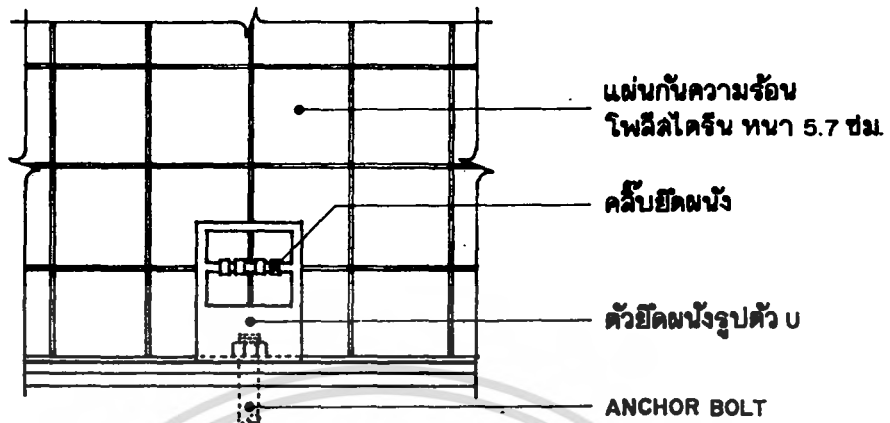


รูปที่ 5.47 แสดงรูปตัดขยายลักษณะการติดตั้งผนังโพลีสไตรีนกับพื้น ค.ส.ล.

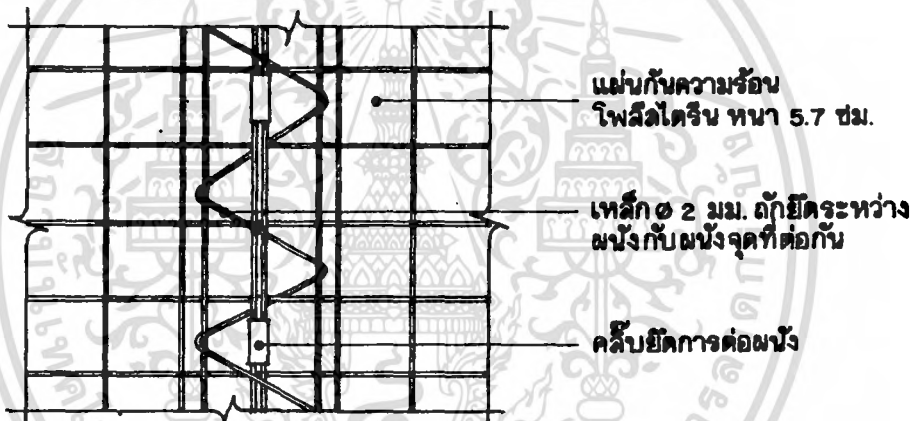


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

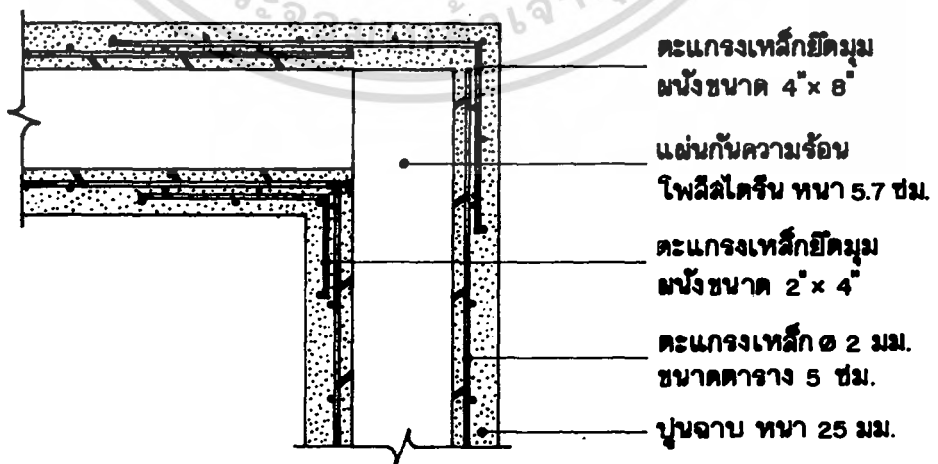
รูปที่ 5.48 แสดงรูปขยายลักษณะการยึดระหว่างตัวยึดผนังกับผนังโพลีสไตรีน



รูปที่ 5.49 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างผนังโพลีสไตรีนกับผนังโพลีสไตรีน

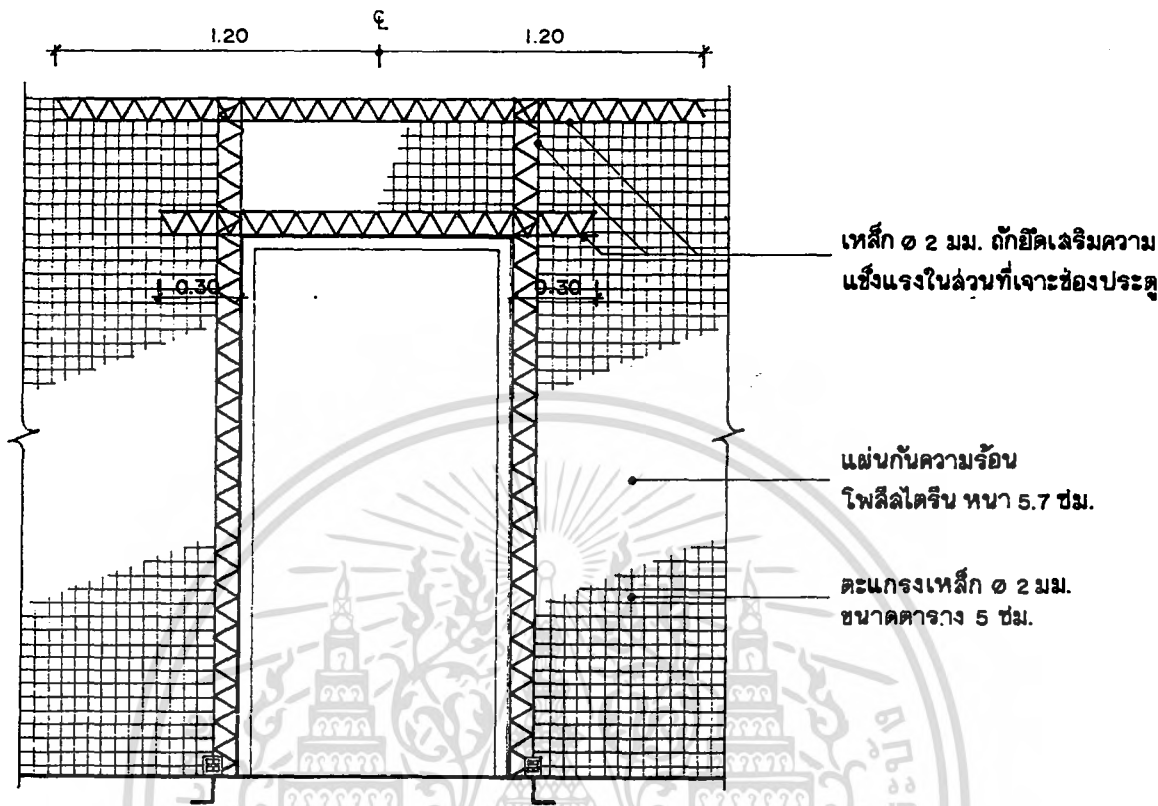


รูปที่ 5.50 แสดงรูปแปลนลักษณะการยึดติดตั้งผนังโพลีสไตรีนในกรณีที่ทำมุมฉากกัน

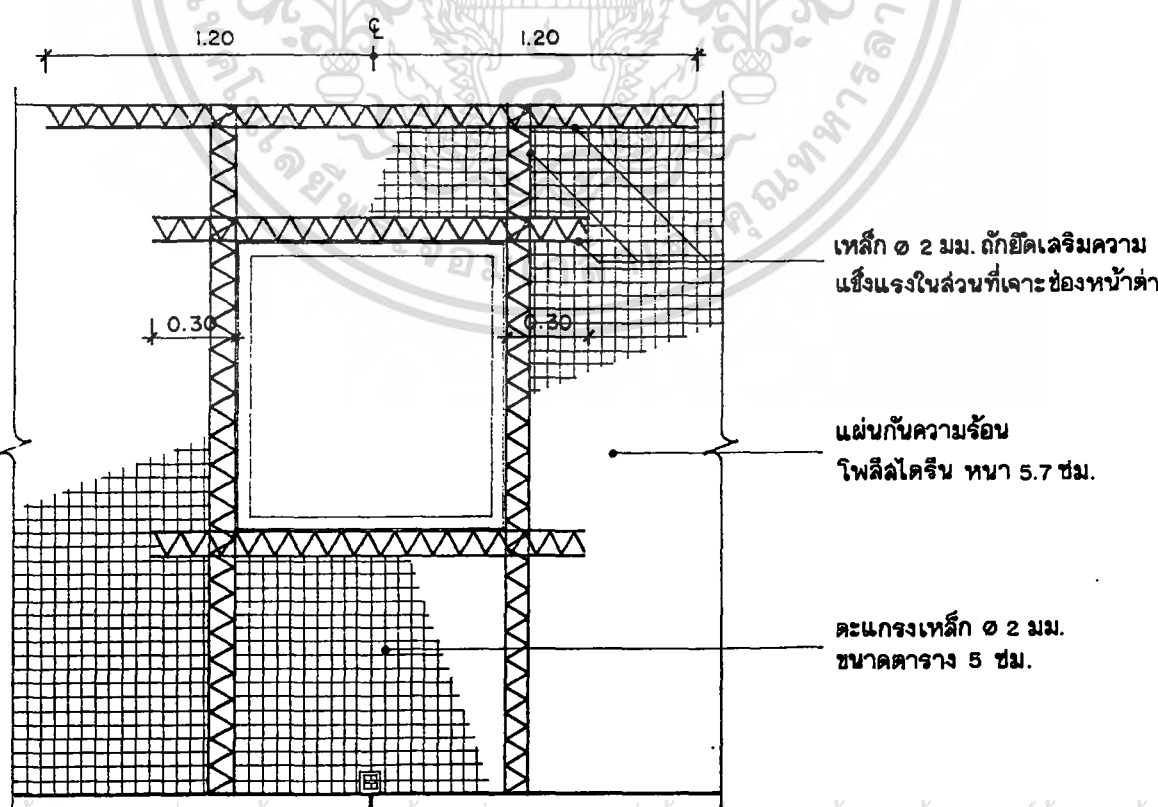


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.51 แสดงลักษณะโครงสร้างในการเจาะช่องประตูในผนังโพลีไธรีน

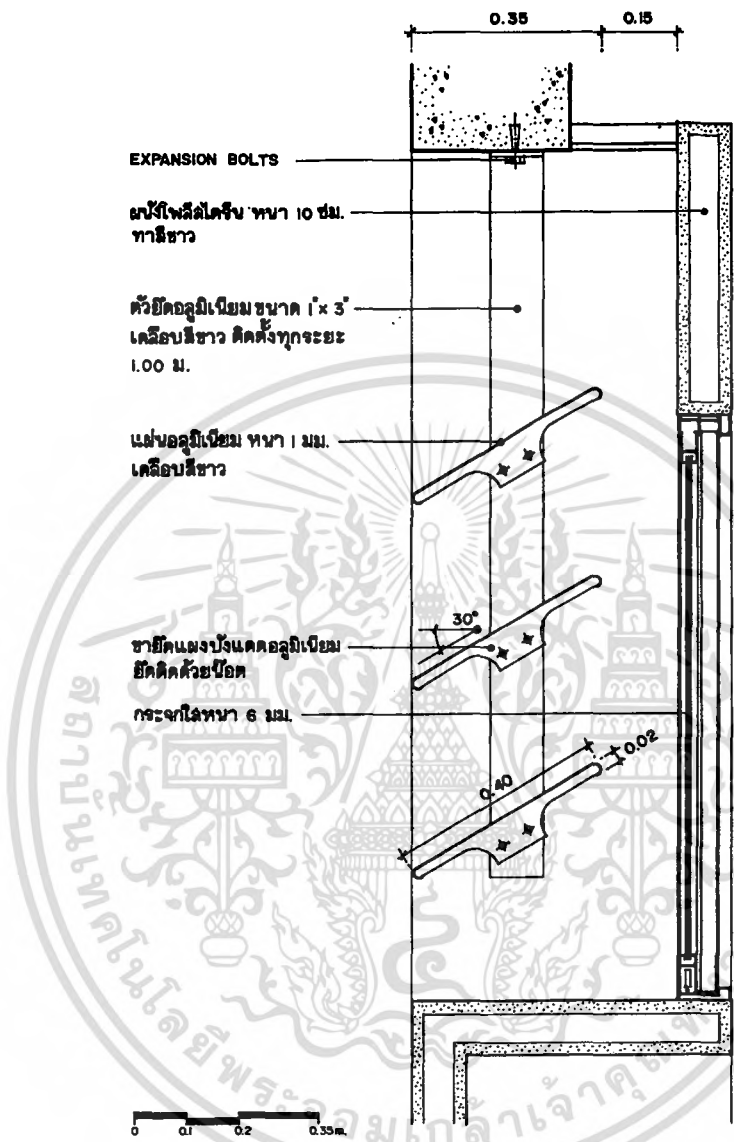


รูปที่ 5.52 แสดงลักษณะโครงสร้างในการเจาะช่องหน้าต่างในผนังโพลีไธรีน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.53 แสดงลักษณะโครงสร้างของอุปกรณ์บังแดด



5.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารในส่วนของผนังอาคาร
ภายหลังการปรับปรุงของกรอบอาคาร

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ภายหลังในการ
ปรับปรุงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (OTTV CALCULATION PROGRAM) ในการคำนวณ
ซึ่งจะป้อนข้อมูลของกรอบอาคารในส่วนที่ได้ทำการออกแบบปรับปรุงที่นำเสนอลงในโปรแกรม
ซึ่งผลจากการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.16 แสดงตารางสรุปพื้นที่ผนังของกรอบอาคารที่ออกแบบปรับปรุง

ทิศทาง ของผนัง	ผนังทึบ				กระจก				รวม พื้นที่ (ม. ²)
	ลักษณะ	รหัส ผนัง	พื้นที่ (ม. ²)	รวม (ม. ²)	ลักษณะ	รหัส ผนัง	พื้นที่ (ม. ²)	รวม (ม. ²)	
ทิศตะวันออก เฉียงเหนือ (NE)	- คาน ค.ส.ค.	NE-B	436.8		กระจก	NE1	41.8		
	- ผนังโพลีคาร์บอเนต	NE-W	1228.8		กระจก	NE2	37.4		
					กระจก	NE3	139.4		
					กระจก	NE4	74.8		
					กระจก	NE1'	41.8		
					กระจก	NE2'	37.4		
					กระจก	NE3'	139.4		
					กระจก	NE4'	74.8		
				1665.6				586.8	2252.4
ทิศตะวันตก เฉียงเหนือ (NW)	- เสา ค.ส.ล.	NW-C	352.8		กระจก	NW1	24.2		
	- คาน ค.ส.ล.	NW-B	196.8		กระจก	NW2	328.0		
	- ผนังโพลีคาร์บอเนต	NW-W	402.8		กระจก	NW3	28.6		
					กระจก	NW1'	24.2		
					กระจก	NW3'	28.6		
				952.4				433.6	1386.0
ทิศตะวันตก เฉียงใต้ (SW)	- คาน ค.ส.ค.	SW-B	436.8		กระจก	SW1	41.8		
	- ผนังโพลีคาร์บอเนต	SW-W	1228.8		กระจก	SW2	37.4		
					กระจก	SW3	139.4		
					กระจก	SW4	74.8		
					กระจก	SW1'	41.8		
					กระจก	SW2'	37.4		
					กระจก	SW3'	139.4		
					กระจก	SW4'	74.8		
				1665.6				586.8	2252.4
ทิศตะวันออก เฉียงใต้ (SE)	- เสา ค.ส.ล.	SE-C	352.8		กระจก	SE1	24.2		
	- คาน ค.ส.ล.	SE-B	196.8		กระจก	SE2	328.0		
	- ผนังโพลีคาร์บอเนต	SE-W	402.8		กระจก	SE3	28.6		
					กระจก	SE1'	24.2		
					กระจก	SE3'	28.6		
				952.4				433.6	1386.0
รวมทั้งสิ้น				5236.0	รวมทั้งสิ้น			2040.8	7276.8

ตารางที่ 5.17 แสดงรายการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ที่ได้ออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในกรณีที่ 1

กรณีที่ 1- เปลี่ยนผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. เป็นผนังโพลีคาร์บอเนตฉาบปูนหนา 10 ซม.

- เพิ่มอุปกรณ์บังแดด
- กระจกใสหนา 6 มม. SC = 0.96 (ของเดิม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

THE OTTV OF NHATEST1 BUILDING									
AZIMUTH ANGLE = -135									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
NE-B	436.8	3.3	10.0	-	-	-	-	-	14414.4
NE-W	747.6	0.5	15.0	-	-	-	-	-	5607.0
NE1-NE1'1	-	-	-	83.6	5.9	5.0	138.7	0.764	11329.7
NE1-NE1'2	38.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	285.0
NE2-NE2'1	17.6	0.5	15.0	74.8	5.9	5.0	138.7	0.758	10202.7
NE2-NE2'2	42.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	315.0
NE3-NE3'1	251.6	0.5	15.0	278.8	5.9	5.0	138.7	0.710	37578.6
NE4-NE4'1	44.0	0.5	15.0	149.6	5.9	5.0	138.7	0.763	20566.8
NE4-NE4'2	88.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	660.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.8 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 38.1 W/sq m (15% reduction)

AZIMUTH ANGLE = -45									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
SE-C	352.8	1.7	10.0	-	-	-	-	-	5997.6
SE-B	196.8	3.3	10.0	-	-	-	-	-	6494.4
SE-W	193.2	0.5	15.0	-	-	-	-	-	1449.0
SE1-SE1'1	-	-	-	33.4	5.9	5.0	186.9	0.594	4691.4
SE1-SE1'2	-	-	-	15.0	5.9	5.0	186.9	0.518	1895.0
SE1-SE1'3	22.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	165.0
SE2-1	36.2	0.5	15.0	212.8	5.9	5.0	186.9	0.573	29342.6
SE2-2	17.8	0.5	15.0	57.6	5.9	5.0	186.9	0.514	7366.1
SE2-3	107.6	0.5	15.0	57.6	5.9	5.0	186.9	0.512	8018.1
SE3-SE3'1	-	-	-	39.5	5.9	5.0	186.9	0.595	5560.1
SE3-SE3'2	-	-	-	17.7	5.9	5.0	186.9	0.518	2237.1
SE3-SE3'3	26.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	195.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 53.0 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 45.0 W/sq m (15% reduction)

AZIMUTH ANGLE = 45									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
SW-B	436.8	3.3	10.0	-	-	-	-	-	14414.4
SW-W	747.6	0.5	15.0	-	-	-	-	-	5607.0
SW1-SW1'1	-	-	-	31.9	5.9	5.0	180.7	0.550	4110.3
SW1-SW1'2	-	-	-	51.7	5.9	5.0	180.7	0.540	6566.2
SW1-SW1'3	38.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	285.0
SW2-SW2'1	6.7	0.5	15.0	28.6	5.9	5.0	180.7	0.550	3736.9
SW2-SW2'2	10.9	0.5	15.0	46.2	5.9	5.0	180.7	0.540	5951.1
SW2-SW2'3	42.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	315.0
SW3-SW3'1	69.8	0.5	15.0	131.9	5.9	5.0	180.7	0.539	17251.7
SW3-SW3'2	51.8	0.5	15.0	97.9	5.9	5.0	180.7	0.535	12732.1
SW3-SW3'3	129.9	0.5	15.0	49.0	5.9	5.0	180.7	0.535	7152.4
SW4-SW4'1	16.8	0.5	15.0	57.1	5.9	5.0	180.7	0.586	7853.7
SW4-SW4'2	27.2	0.5	15.0	92.5	5.9	5.0	180.7	0.569	12441.8
SW4-SW4'3	88.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	660.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.0 W/sq m

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 37.4 W/sq m (15% reduction)

AZIMUTH ANGLE = 135

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
NW-C	352.8	1.7	10.0	-	-	-	-	-	5997.6
NW-B	196.8	3.3	10.0	-	-	-	-	-	6494.4
NW-W	193.2	0.5	15.0	-	-	-	-	-	1449.0
NW1-NW1'1	-	-	-	28.2	5.9	5.0	134.3	0.750	3672.0
NW1-NW1'2	-	-	-	20.2	5.9	5.0	134.3	0.740	2602.3
NW1-NW1'3	22.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	165.0
NW2-1	36.2	0.5	15.0	180.8	5.9	5.0	134.3	0.732	23384.0
NW2-2	14.7	0.5	15.0	73.6	5.9	5.0	134.3	0.732	9518.9
NW2-3	110.7	0.5	15.0	73.6	5.9	5.0	134.3	0.732	10238.9
NW3-NW3'1	-	-	-	33.3	5.9	5.0	134.3	0.751	4341.0
NW3-NW3'2	-	-	-	23.9	5.9	5.0	134.3	0.740	3080.3
NW3-NW3'3	26.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	195.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 51.3 W/sq m

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 43.6 W/sq m (15% reduction)

OTTV OF THIS BUILDING IS 40.3 W/sq m

จากตารางที่ 5.17 สามารถดูรายละเอียดในการป้อนข้อมูลได้ในภาคผนวก ข. เนื่องจากได้กำหนดให้แต่ละด้านของอาคารได้มีการนำแสงสว่างธรรมชาติ (Daylight) เข้ามาใช้ภายในอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้แก่อาคารทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคาร แต่ละด้านสามารถลดลงไปได้ประมาณ 15% และสรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารแต่ละด้านของผนังอาคารภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคารได้ดังนี้

ตารางที่ 5.18 สรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารภายหลังการปรับปรุงในกรณีที่ 1

ทิศทางผนัง AZIMUTH ANGLE	รหัส ผนัง	ปริมาณความร้อน (Q/W)	พื้นที่ผนัง (Aw/m ²)	พื้นที่กระจก (Af/m ²)	OTTV W/sq.m.
AZ = -135	NE	100,959.2	1,665.6	586.8	38.1
AZ = -45	SE	73,411.4	952.4	433.6	45.0
AZ = 45	SW	99,077.6	1,665.6	586.8	37.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.18 (ต่อ)

ทิศทางผนัง AZIMUTH ANGLE	รหัส ผนัง	ปริมาณความร้อน (Q/W)	พื้นที่ผนัง (Aw/m ²)	พื้นที่กระจก (Af/m ²)	OTTV W/sq.m.
AZ = 135	NW	71,138.4	952.4	433.6	43.6
รวมทั้งสิ้น		344,586.6	5,236.0	2,040.8	40.3

จากตารางที่ 5.18 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ที่ได้ ออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในกรณีที่ 1 จะมีค่าเฉลี่ยโดยประมาณ 40.3 วัตต์/ม.² ซึ่งมีค่าที่ ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้สำหรับ อาคารใหม่จะต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ม.² และผนังแต่ละด้านของกรอบอาคารมีค่าการถ่ายเทความ ร้อนรวมที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

ตารางที่ 5.19 แสดงรายการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ที่ ได้ออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในกรณีที่ 2

กรณีที่ 2- เปลี่ยนผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. เป็นผนังโพลีคาร์บอเนตฉาบปูนหนา 10 ซม.

- เพิ่มอุปกรณ์บังแดด
- เปลี่ยนกระจกใสหนา 6 มม. SC = 0.96 เป็นกระจกสีชาหนา 6 มม. SC = 0.64

THE OTTV OF NHATEST2 BUILDING									
AZIMUTH ANGLE = -135									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
NE-B	436.8	3.3	10.0	-	-	-	-	-	14414.4
NE-W	747.6	0.5	15.0	-	-	-	-	-	5607.0
NE1-NE1'1	-	-	-	83.6	5.9	5.0	138.7	0.510	8375.2
NE1-NE1'2	38.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	285.0
NE2-NE2'1	17.6	0.5	15.0	74.8	5.9	5.0	138.7	0.505	7581.0
NE2-NE2'2	42.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	315.0
NE3-NE3'1	251.6	0.5	15.0	278.8	5.9	5.0	138.7	0.474	28421.6
NE4-NE4'1	44.0	0.5	15.0	149.6	5.9	5.0	138.7	0.508	15292.3
NE4-NE4'2	88.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	660.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 35.9 W/sq m									

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>									
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 30.5 W/sq m (15% reduction)									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.19 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = -45									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
SE-C	352.8	1.7	10.0	-	-	-	-	-	5997.6
SE-B	196.8	3.3	10.0	-	-	-	-	-	6494.4
SE-W	193.2	0.5	15.0	-	-	-	-	-	1449.0
SE1-SE1'1	-	-	-	33.4	5.9	5.0	186.9	0.396	3456.1
SE1-SE1'2	-	-	-	15.0	5.9	5.0	186.9	0.345	1410.8
SE1-SE1'3	22.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	165.0
SE2-1	36.2	0.5	15.0	212.8	5.9	5.0	186.9	0.382	21742.1
SE2-2	17.8	0.5	15.0	57.6	5.9	5.0	186.9	0.343	5522.0
SE2-3	107.6	0.5	15.0	57.6	5.9	5.0	186.9	0.341	6181.5
SE3-SE3'1	-	-	-	39.5	5.9	5.0	186.9	0.397	4095.4
SE3-SE3'2	-	-	-	17.7	5.9	5.0	186.9	0.346	1665.4
SE3-SE3'3	26.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	195.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 42.1 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 35.8 W/sq m (15% reduction)

AZIMUTH ANGLE = 45									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
SW-B	436.8	3.3	10.0	-	-	-	-	-	14414.4
SW-W	747.6	0.5	15.0	-	-	-	-	-	5607.0
SW1-SW1'1	-	-	-	31.9	5.9	5.0	180.7	0.366	3053.7
SW1-SW1'2	-	-	-	51.7	5.9	5.0	180.7	0.360	4885.5
SW1-SW1'3	38.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	285.0
SW2-SW2'1	6.7	0.5	15.0	28.6	5.9	5.0	180.7	0.367	2789.6
SW2-SW2'2	10.9	0.5	15.0	46.2	5.9	5.0	180.7	0.360	4449.2
SW2-SW2'3	42.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	315.0
SW3-SW3'1	69.8	0.5	15.0	131.9	5.9	5.0	180.7	0.359	12973.5
SW3-SW3'2	51.8	0.5	15.0	97.9	5.9	5.0	180.7	0.356	9579.7
SW3-SW3'3	129.9	0.5	15.0	49.0	5.9	5.0	180.7	0.356	5574.5
SW4-SW4'1	16.8	0.5	15.0	57.1	5.9	5.0	180.7	0.390	5838.6
SW4-SW4'2	27.2	0.5	15.0	92.5	5.9	5.0	180.7	0.379	9271.0
SW4-SW4'3	88.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	660.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 35.4 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 30.1 W/sq m (15% reduction)

AZIMUTH ANGLE = 135									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
NW-C	352.8	1.7	10.0	-	-	-	-	-	5997.6
NW-B	196.8	3.3	10.0	-	-	-	-	-	6494.4
NW-W	193.2	0.5	15.0	-	-	-	-	-	1449.0
NW1-NW1'1	-	-	-	28.2	5.9	5.0	134.3	0.500	2725.2
NW1-NW1'2	-	-	-	20.2	5.9	5.0	134.3	0.493	1933.3
NW1-NW1'3	22.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	165.0
NW2-1	36.2	0.5	15.0	190.8	5.9	5.0	134.3	0.488	17459.3
NW2-2	14.7	0.5	15.0	73.6	5.9	5.0	134.3	0.488	7107.1
NW2-3	110.7	0.5	15.0	73.6	5.9	5.0	134.3	0.488	7827.1
NW3-NW3'1	-	-	-	33.3	5.9	5.0	134.3	0.501	3221.6
NW3-NW3'2	-	-	-	23.9	5.9	5.0	134.3	0.493	2288.4
NW3-NW3'3	26.0	0.5	15.0	-	-	-	-	-	195.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.19 (ต่อ)

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 41.0 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 34.9 W/sq m (15% reduction)

OTTV OF THIS BUILDING IS 32.2 W/sq m

จากตารางที่ 5.19 สามารถดูรายละเอียดในการป้อนข้อมูลได้ในภาคผนวก ข. เนื่องจากได้กำหนดให้แต่ละด้านของอาคารได้มีการนำแสงสว่างธรรมชาติ (Daylight) เข้ามาใช้ภายในอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้แก่อาคารทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร แต่ละด้านสามารถลดลงไปได้ประมาณ 15% และสรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารแต่ละด้านของผนังอาคารภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคารได้ดังนี้

ตารางที่ 5.20 สรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารภายหลังการปรับปรุงในกรณีที่ 2

ทิศทางผนัง AZIMUTH ANGLE	รหัส ผนัง	ปริมาณความร้อน (Q/W)	พื้นที่ผนัง (Aw/m ²)	พื้นที่กระจก (Af/m ²)	OTTV W/sq.m.
AZ = -135	NE	80,951.5	1,665.6	586.8	30.5
AZ = -45	SE	58,374.3	952.4	433.6	35.8
AZ = 45	SW	79,696.7	1,665.6	586.8	30.1
AZ = 135	NW	56,863.0	952.4	433.6	34.9
รวมทั้งสิ้น		275,885.5	5,236.0	2,040.8	32.2

จากตารางที่ 5.20 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ที่ได้ ออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในกรณีที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยโดยประมาณ 32.2 วัตต์/ม.² ซึ่งมีค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้สำหรับอาคารใหม่จะต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ม.² และผนังแต่ละด้านของกรอบอาคารมีค่าการถ่ายเทความร้อนที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

การออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในกรณีที่ 2 จะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่มากกว่าในกรณีที่ 1 ที่จะต้องเปลี่ยนในส่วนของกระจกจากกระจกใสหนา 6 มม. เป็นกระจกสีชาหนา 6 มม.

5.3 แนวทางการออกแบบของกรอบอาคารในส่วนที่เป็นหลังคา

หลังคาเป็นพื้นผิวอาคารที่ได้รับแสงอาทิตย์อยู่ตลอดเวลา แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ถูกดูดซึมโดยหลังคา และส่งผ่านพลังงานความร้อนลงมาสู่ด้านล่างโดยการแผ่รังสีความร้อนจากหลังคา ในระบบของหลังคาจะมีช่องว่างอากาศระหว่างหลังคาและฝ้าเพดาน ดังนั้นแทบจะไม่มี การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ (Conduction) และการถ่ายเทความร้อนลงมาสู่ด้านล่างซึ่งเป็น ฝ้าเพดานโดยการพา (Convection) ก็จะไม่มีทั้งนี้เนื่องจากอากาศร้อนจะลอยตัวขึ้นสู่ข้างบนถ้า มีการติดตั้งวัสดุสกัดกั้นรังสีความร้อนในช่องว่างอากาศระหว่างหลังคาที่ร้อน และฝ้าเพดานที่ เย็นกว่าก็สามารถที่จะขจัดการแผ่รังสีความร้อนได้เป็นส่วนใหญ่

แนวทางในการพิจารณาการเลือกใช้วัสดุฉนวนกันความร้อนจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก.) ค่าการสะท้อนรังสี (Reflectivity) ที่มีค่าการสะท้อนรังสีที่สูงเพื่อลดปริมาณ ความร้อนที่จะเข้าสู่ภายในอาคาร

ข.) ค่าการแผ่รังสี (Emissivity) ที่มีค่าการแผ่รังสีที่ต่ำ

ค.) ความสามารถในการทนไฟ

ง.) ความแข็งแรงของวัสดุ วัสดุไม่ควรฉีกขาดหรือหลุดง่าย

จ.) ความกว้างของวัสดุควรมีความกว้างพอเหมาะแก่การติดตั้ง

ฉ.) ง่ายต่อการขนย้าย และราคาถูก

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นข้อพิจารณาถึงคุณสมบัติในการเลือกวัสดุฉนวนกันความร้อน

การวิเคราะห์ได้ทำการศึกษาถึงวัสดุฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้กันอยู่ในท้องตลาด เมืองไทยมีอยู่ด้วยกันดังนี้

1.) ชนิดที่เป็นแผ่นหนา (Mass Insulation)

ก.) โยแก้ว (Glass Wool) ผลิตจากเส้นแก้วที่ละเอียดอ่อนได้มาจากการใช้เปลว เพลิงเป่าเส้นแก้วให้เป็นใยและใช้กาวพิเศษ(เรซิน)ยึดให้เกาะติดกันเพื่อประกอบ ให้เป็นรูปแบบต่างๆกัน มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนดังนี้

- การป้องกันการนำความร้อน : ดีมาก โดยใช้โพรงอากาศเล็กๆภายใน ช่วยป้องกันการนำความร้อน
- การป้องกันการพาความร้อน : ได้ไม่ดี มีค่าการพาความร้อนที่ผิววัสดุ , $h = 10$
- การป้องกันการแผ่รังสีความร้อน : ได้ไม่ดี มีค่าการแผ่รังสีความร้อนที่ผิววัสดุ , $e = 0.80$

อายุการใช้งาน : ไม่นแน่นอน ขึ้นอยู่กับ - ตำแหน่ง และลักษณะการติดตั้ง
- ความชื้นในอากาศ

การติดตั้ง : บนฝ้าเพดาน (เพราะจะต้องให้ใยแก้วมีความพวยอยู่ตลอดเวลา)

ข้อจำกัด : ใยแก้วจะสะสมน้ำที่เกิดจาก Condensation ทำให้ประสิทธิภาพการ
ป้องกันความร้อนลดลงเป็นอย่างมาก

ราคาวัสดุ : ประมาณ 100 บาท/ตร.ม. (ชนิดความหนาแน่น 32 kg/cu.m.,
หนา 25 มม.)

2.) ชนิดที่สะท้อนรังสีความร้อน (Reflective Insulation)

ก.) อลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium Foil) ซึ่งแบ่งลักษณะออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

ก.1.) Single-Sided Foil เป็นอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งเป็น
วัสดุเสริม เช่นกระดาษเหนียว (Kraft Paper) หรือ Polypropylene บางชนิดเสริมให้แข็งแรง
ด้วยใยไฟเบอร์ระหว่างฟอยล์และวัสดุเสริมด้านหลัง ผนึกติดแน่นด้วยยางมะตอย (Bitumen)
วัสดุเสริมทำให้แผ่นฟอยล์แข็งแรงเพื่อป้องกันมิให้แผ่นฟอยล์ขาดได้ง่าย ซึ่งจะทำให้การติดตั้ง
และการยึดที่ลำบากเกิดการชำรุดเสียหายได้ ราคาวัสดุประมาณ 30-50 บาท/ตร.ม.

ก.2.) Double-Sided Foil เป็นแผ่นวัสดุที่มีอลูมิเนียมฟอยล์ทั้งสองด้าน
ระหว่างฟอยล์ทั้งสองเสริมด้วยกระดาษเหนียว (Kraft Paper) และใยไฟเบอร์ผนึกติดกันด้วย
ยางมะตอย (Bitumen) ราคาวัสดุประมาณ 50-90 บาท/ตร.ม.

ก.3.) Foil-Faced Insulation เป็นฉนวนชนิดป้องกันการนำความร้อนโดย
ผิวอีกด้านหนึ่งเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ ราคาวัสดุประมาณ 100-200 บาท/ตร.ม.

จากลักษณะทั้ง 3 ประเภทของอลูมิเนียมฟอยล์จะมีประสิทธิภาพการป้องกัน
ความร้อนดังนี้

- การป้องกันการนำความร้อน : ได้ไม่ดี จะต้องใช้อากาศที่หยุดนิ่งใน Air Gap ช่วยป้องกันการนำความร้อน
- การป้องกันการพาความร้อน : ดีมาก อากาศที่หยุดนิ่งใน Air Gap จะพาความร้อนได้น้อยมาก และผิวของแผ่นสะท้อนความร้อน (Reflective Insulation) เป็นโลหะมันซึ่งมีค่าการพาความร้อนที่ผิววัสดุ, $h = 5.7$
- การป้องกันการแผ่รังสีความร้อน : ดีมาก อลูมิเนียมฟอยล์ด้านบนจะสะท้อนรังสีความร้อนได้ 95% และอลูมิเนียมฟอยล์ด้านล่าง(เฉพาะชนิด Double-Sided Foil) จะแผ่รังสีความร้อนออกมาเพียง 5%

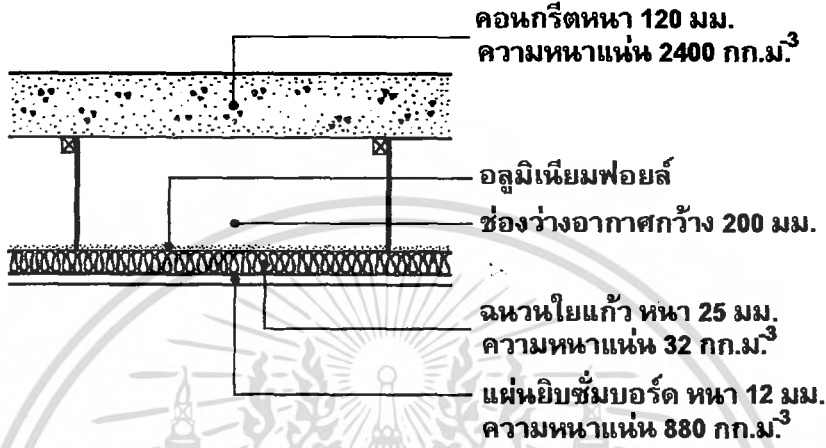
อายุการใช้งาน : ยาวนาน

การติดตั้ง : ติดตั้งได้ทุกที่ (ใต้หลังคา, บนฝ้าเพดาน, ในผนัง)

ข้อจำกัด : การติดตั้งจะต้องมี Air Gap ประมาณ 20-100 มม.

จากการศึกษาพิจารณาวัสดุฉนวนกันความร้อนได้ทำการติดตั้งวัสดุฉนวนกันความร้อน สำหรับหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กตามลักษณะแสดงดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.54 แสดงลักษณะการติดตั้งวัสดุฉนวนกันความร้อนของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก



จากรูปที่ 5.54 แสดงลักษณะการติดตั้งวัสดุฉนวนกันความร้อนโดยติดตั้งฉนวนโพลีสไตรีน หนา 25 มม. มีแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ติดอยู่ที่ด้านบน ซึ่งแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์สามารถที่สกัดกั้นรังสีความร้อนที่แผ่ลงมาจากหลังคาคอนกรีตได้ถึง 95% ในช่วงฤดูร้อนสามารถป้องกันรังสีความร้อน ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศโดยการลดปริมาณความร้อน (Heat Gain) ที่เข้ามาภายในอาคาร และตัวแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ยังสามารถป้องกันความชื้น และการเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตามผิวด้านในของคอนกรีตไม่ให้หยดน้ำไปถูกฉนวนโพลีสไตรีนซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายกับฉนวนโพลีสไตรีนและแผ่นยิปซัมบอร์ดได้ ส่วนฉนวนโพลีสไตรีน เพื่อสำหรับป้องกันการนำความร้อนที่เกิดขึ้นภายใต้หลังคาคอนกรีตที่เข้ามาภายในอาคาร และยังช่วยลดเสียงฝนที่ตกกระทบกับหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก ในทำนองเดียวกันยังช่วยป้องกันการสูญเสียความเย็นภายในห้องพักอาศัย ซึ่งเป็นการรักษาความเย็นให้คงที่ในอุณหภูมิที่ต้องการ และยังช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ

5.3.1. การวิเคราะห์หาคำนวนหาค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวมของหลังคา (U_r) หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก โครงสร้างของหลังคาแสดงดังรูปที่ 5.54

ตารางที่ 5.21 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่า U_r

โครงสร้าง	$\frac{\Delta x}{K}$	R (W/m ² K) ⁻¹	หมายเหตุ (ดูตารางในภาคผนวก ข.)
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.055	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ข.2
2. คอนกรีต	$\frac{0.120}{1.442}$	0.083	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
3. ช่องว่างอากาศ	-	1.423	ใช้ค่าจากตารางที่ 5 ข้อ ข. 2.1 กรณีที่ความหนาของช่องว่างอากาศ มีค่ามากกว่า 100 มม. กำหนดให้ใช้ ค่าที่ความหนา 100 มม. ได้โดยตรง
4. ฉนวนใยแก้ว	$\frac{0.025}{0.035}$	0.714	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
5. แผ่นยิปซัมบอร์ด	$\frac{0.012}{0.191}$	0.063	ใช้ค่าจากตารางที่ 3 สำหรับค่า K
6. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.162	ใช้ค่าจากตารางที่ 4 ข้อ ข. 1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R _t)		2.500	

$$U_r = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{2.500} = 0.400 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$$

จากโครงสร้างของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถคำนวณมวลของหลังคาได้ดังนี้
มวลของหลังคา = (2400)(0.12) + (32)(0.025) + (880)(0.012)
= 299.36 กก./ม.²

และหลังคามีสีค่อนข้างเข้ม จะได้ว่า

$$TD_{eq} = 24^{\circ}\text{ซ (จากตารางที่ 2 และตารางที่ 6 ข้อ 4 ในภาคผนวก ข.)}$$

5.4 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ภายหลังจากการปรับปรุง

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ภายหลังจากการปรับปรุง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (RTTV CALCULATION PROGRAM) ในการคำนวณซึ่งจะป้อนข้อมูลของหลังคาในส่วนที่ทำการปรับปรุงที่นำเสนอลงในโปรแกรม ซึ่งผลจากการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.22 สรุปรูปพื้นที่หลังคาของกรอบอาคารที่ออกแบบปรับปรุง

หลังคา			
ลักษณะ	รหัสหลังคา	พื้นที่ (ม. ²)	รวม (ม. ²)
- หลังคา Flat slab คอนกรีตเสริมเหล็ก	Roof	834	834
รวมทั้งสิ้น			834

ตารางที่ 5.23 แสดงรายการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ของอาคารที่ออกแบบปรับปรุง

THE RTTV OF NHATEST BUILDING									
AZIMUTH ANGLE = 0									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
ROOF	834.0	0.4	24.0	-	-	-	-	-	8006.4

RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 9.6 W/sq m									

RTTV OF THIS BUILDING IS 9.6 W/sq m

จากตารางที่ 5.23 สามารถดูรายละเอียดในการป้อนข้อมูลได้ในภาคผนวก ข. จะเห็นได้ว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ภายหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคารแล้วจะมีค่าเท่ากับ 9.6 วัตต์/ม.² ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้คือ 25 วัตต์/ม.²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การคำนวณหาภาระความเย็น (Cooling Load) ภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร

จากการคำนวณหาภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศภายในอาคารของแต่ละห้องพักอาศัยในทิศทางต่างๆ กันมาแล้วในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่าห้องพักอาศัยประเภท 2 BEDROOMS ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ(NE) กับทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) และห้องพักอาศัยประเภท 1 BEDROOM ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้(SW) ของอาคาร จะใช้พลังงานในการทำภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศมากที่สุด และในการพิจารณาหาภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคารแล้ว จะคำนวณเฉพาะในห้องพักอาศัยประเภท 2 BEDROOMS ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ(NE) กับทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) และห้องพักอาศัยประเภท 1 BEDROOM ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้(SW) เท่านั้น เพื่อนำมาทำการเปรียบเทียบถึงการใช้พลังงานในการทำภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนและภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคารแล้ว

ในการคำนวณหาภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร การใช้ข้อมูลในการคำนวณสำหรับภายในห้องพักอาศัยยังคงใช้ข้อมูลเดิมเป็นตัวกำหนดในส่วนภายนอก(กรอบอาคาร)เปลี่ยนแปลงไปตามวัสดุที่กำหนดโดยใช้ข้อมูลต่างๆ รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (SC) ที่มีผลอันเกิดจากการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณหาภาระการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV) ที่ได้ทำการปรับปรุงกรอบอาคารแล้วซึ่งจะใช้การปรับปรุงกรอบอาคารในกรณีที่ 1 มาใช้ในการคำนวณ

กำหนดให้ U = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ใช้ค่าจากการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (ดูในหัวข้อที่ 5.1.1) W/m^2K

A = พื้นที่ของผนังทึบ และผนังกระจก (m^2)

TD_{eq} = ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ใช้ค่าจากการคำนวณผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (ดูในหัวข้อที่ 5.1.1) $^{\circ}C$

ΔT = ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในห้องปรับอากาศกับห้องที่ไม่ได้ปรับอากาศกำหนดให้แตกต่างกันที่ $5^{\circ}C$

SC = Shading Coefficient สำหรับกระจก

SHGF = ตัวประกอบความร้อนเพิ่มจากดวงอาทิตย์ (หาค่าได้จากตารางที่ 1 ในภาคผนวก ค.) W/m^2

CLF = ตัวประกอบภาระความเย็นของกระจก (หาค่าได้จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ในภาคผนวก ค.)

Q = ค่าภาระความเย็นรวม (W)

1. การคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้องพักอาศัยประเภท 2 BEDROOMS ทางทิศ NE , NW (A1) ของเดือนเมษายน

ตารางที่ 5.24 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(NW,SW)

ชื่อห้อง : LIV. + DIN. + KIT.
เวลาใช้ห้อง : 18.00 - 22.00 น.
ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ทิศ : NW, SW
พื้นที่ของห้อง : 23 ม.²
ปริมาตรของห้อง : 58.55 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGFxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	NW.CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69
	NW.POLYSTYRENE	0.53	4.16	15	-	-	-	33.07
	SW.POLYSTYRENE	0.53	10.66	15	-	-	-	84.75
	NW2.GLASS	5.88	4.10	-	5	895.41	1015.95	1015.95
	NW3'.GLASS	5.88	1.43	-	5	315.71	357.75	357.75
	SW1.GLASS	5.88	2.09	-	5	275.45	336.90	336.90
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.25	-	5	-	-	411.58
ฝ้าเพดาน	GYPSUM BOARD	1.75	23	-	5	-	-	201.25
พื้น	TILED	1.75	23	-	5	-	-	201.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด x 32 วัตต์ + 30 วัตต์						126
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	โทรทัศน์สีขนาด 20"						200
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	ตู้เย็น 12 คิว 240 วัตต์						240
		พัดลมดูดอากาศขนาด 8" 45 วัตต์						45
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 25 x 5						154
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 5 คน x 75						375
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 25						451.80
ภาระความเย็นรวม								4,669.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 18.00 น. อุณหภูมิที่ 28.2°ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 4,669.99 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 4.67 กิโลวัตต์ (15,943 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 5.25 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1(NW,NE)

ชื่อห้อง : BEDROOM 1

ทิศ : NW, NE

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 15 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 37.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q	
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGFxCLF		วัตต์	
ผนังอาคาร	NE.POLYSTYRENE	0.53	5.4	15	-	-	-	42.93	
	NW.POLYSTYRENE	0.53	5.11	15	-	-	-	40.62	
	NW.CONCRETE	1.7	3.57	10	-	-	-	60.69	
	NE1'.GLASS	5.88	2.09	-	5	97.04	158.49	158.49	
	NW1'.GLASS	5.88	1.21	-	5	108.84	144.41	144.41	
	NW2.GLASS	5.88	4.10	-	5	364.8	485.34	485.34	
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	21.68	-	5	-	-	353.38	
ฝ้าเพดาน	GYPSUM BOARD	1.75	15	-	5	-	-	131.25	
	TILED	1.75	15	-	5	-	-	131.25	
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 60						180	
	ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
		ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
		การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 10.50 x 5						65
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 40						120	
	ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 10.50						189.80
ภาระความเย็นรวม								2,170.16	

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 2,170.16 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 2.17 กิโลวัตต์ (7,408 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 5.26 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 2 (NE)

ชื่อห้อง : BEDROOM 2

ทิศ : NE

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 10 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่ 16

ปริมาตรของห้อง : 25.5 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	NE.POLYSTYRENE	0.53	5.65	15	-	-	-	44.92
หน้าต่างกระจก	NE2'.GLASS	5.88	1.87	-	5	86.15	141.13	141.13
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	25.25	-	5	-	-	411.58
ฝ้าเพดาน	GYPSUM BOARD	1.75	10	-	5	-	-	87.50
พื้น	TILED	1.75	10	-	5	-	-	87.50
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 60						120
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 2 คน x 40						80
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.50
ภาระความเย็นรวม								1,209.13

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 1,209.13 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.21 กิโลวัตต์ (4,131 บีทียู/ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้องพักอาศัยประเภท 1 BEDROOM ทางทิศ SW (B2) ของเดือนเมษายน

ตารางที่ 5.27 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง LIV.+DIN.+KIT.(SW)

ชื่อห้อง : LIV. + DIN. + KIT.

ทิศ : SW

เวลาใช้ห้อง : 18.00 – 22.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 27 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 68.85 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q วัตต์
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGxFxCLF		
ผนังอาคาร	SW.POLYSTYRENE	0.53	5.78	15	-	-	-	45.95
หน้าต่างกระจก	SW4'.GLASS	5.88	1.87	-	5	259.69	314.67	314.67
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	52.56	-	5	-	-	856.73
ฝ้าเพดาน	GYPSUM BOARD	1.75	27	-	5	-	-	236.25
พื้น	TILED	1.75	27	-	5	-	-	236.25
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 75						225
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด x 32 วัตต์ + 30 วัตต์						126
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	โทรทัศน์สีขนาด 20"						200
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	ตู้เย็น 12 คิว 240 วัตต์						240
		พัดลมดูดอากาศขนาด 8" 45 วัตต์						45
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 15 x 5						92
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 75						225
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 15						271.08
ภาระความเย็นรวม								3,068.93

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 18.00 น. อุณหภูมิที่ 28.2°ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 3,068.93 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 3.07 กิโลวัตต์ (10,481 บีทียู/ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.28 แสดงรายการคำนวณหาค่าภาระความเย็นของห้อง BEDROOM 1(SW)

ชื่อห้อง : BEDROOM 1

ทิศ : SW

เวลาใช้ห้อง : 22.00 - 5.00 น.

พื้นที่ของห้อง : 10.9 ม.²

ชั้นของอาคาร = ชั้นที่16

ปริมาตรของห้อง : 27.8 ม.³

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A + B	Q วัตต์
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD _{eq}	ΔT	AxSCxSHGfxCf		
ผนังอาคาร	SW.POLYSTYRENE	0.53	3.78	15	-	-	-	30.05
หน้าต่างกระจก	SW3'.GLASS	5.88	3.48	-	5	205.77	308.08	308.08
ภายใน								
ผนังกันห้อง	BRICK	3.26	18.11	-	5	-	-	295.19
ฝ้าเพดาน	GYPsUM BOARD	1.75	10.9	-	5	-	-	95.38
พื้น	TILED	1.75	10.9	-	5	-	-	95.38
ความร้อนสัมผัส	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 60						180
ภายในห้อง	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 1หลอด x 32 วัตต์ + 10 วัตต์						42
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศขนาด 6" 25 วัตต์						25
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43
ความร้อนแฝง	ภาระจากบุคคล	จำนวนคน 3 คน x 40						120
ภายในห้อง	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.50
ภาระความเย็นรวม								1,360.58

จากตารางการใช้เวลาในการคำนวณคือ ช่วงเวลา 22.00 น. อุณหภูมิที่ 26.6 °ซ (จากตารางที่ 2.5) เป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเพื่อคำนวณถึงภาระความเย็นที่มากที่สุดในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการซึ่งภาระความเย็นรวมเท่ากับ 1,360.58 วัตต์ ฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.36 กิโลวัตต์ (4,643 บีทียู/ชั่วโมง)

ตารางที่ 5.29 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าภาระความเย็นรวมของห้องพักอาศัยของกรอบอาคารแบบเดิมกับกรอบอาคารที่เสนอแนะ

ประเภทห้องพักอาศัย	ค่าภาระความเย็นรวม / วัตต์	
	กรอบอาคารแบบเดิม	กรอบอาคารที่เสนอแนะ
1.) ห้องพักอาศัยประเภท 2 BEDROOMS ทางทิศ NE , NW (A1) - ห้อง LIV. + DIN. + KIT. - ห้อง BEDROOM 1 - ห้อง BEDROOM 2	5,403.37 2,554.25 1,394.21	4,669.99 2,170.16 1,209.13
รวมทั้งสิ้น	9,351.83	8,049.28
2.) ห้องพักอาศัยประเภท 1 BEDROOM ทางทิศ SW (B2) - ห้อง LIV. + DIN. + KIT. - ห้อง BEDROOM 1	3,414.58 1,525.70	3,068.93 1,360.58
รวมทั้งสิ้น	4,940.28	4,429.51

จากตารางแสดงให้เห็นได้ว่าในส่วนของกรอบอาคารที่เสนอแนะสามารถลดค่าภาระความเย็นรวมลงได้คือ ห้องพักอาศัยประเภท 2 BEDROOMS สามารถลดค่าภาระความเย็นรวมลงได้ประมาณ 14 % และห้องพักอาศัยประเภท 1 BEDROOM สามารถลดค่าภาระความเย็นรวมลงได้ประมาณ 10 %

5.5 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างของกรอบอาคารแบบเดิมกับกรอบอาคารที่เสนอแนะ

เมื่อได้วิเคราะห์และพิจารณาจากผลการทดสอบ และการคำนวณของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร และการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศที่ให้อยู่ในภาวะความสบายของอาคารพักอาศัยประเภทอาคารสูงในระหว่างรูปแบบของกรอบอาคารเดิมกับรูปแบบของกรอบอาคารที่เสนอแนะ จะเห็นได้ว่ากรอบอาคารที่เสนอแนะสามารถป้องกันความร้อนที่เข้าสู่ภายในอาคารได้ดีกว่ากรอบอาคารแบบเดิม และยังทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉะนั้นต่อไปนี้จะเป็นการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย และค่าก่อสร้างของกรอบอาคารแบบเดิมกับการลงทุนและผลคุ้มค่าในการที่จะนำรูปแบบของกรอบอาคารที่เสนอแนะมาใช้ ซึ่งในที่นี้จะคิดเฉพาะในส่วนที่เป็นกรอบอาคารเท่านั้นส่วนภายในอาคารยังคงลักษณะเดิม ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การประเมินราคาค่าใช้จ่าย และค่าก่อสร้าง

ตารางที่ 5.30 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างของกรอบอาคารแบบเดิมกับกรอบอาคารที่เสนอแนะ

ส่วนประกอบของกรอบอาคาร	ค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้าง/บาท	
	กรอบอาคารแบบเดิม	กรอบอาคารที่เสนอแนะ
ผนังอาคาร		
1.) ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม.	1,142,120	-
- พื้นที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน 3,263.2 ม ²		
- ราคาผนังก่ออิฐฉาบปูนรวมค่าวัสดุและค่าแรง 350 บาท/ม ²		
2.) ผนังโพลีไธรีนฉาบปูนหนา 10 ซม.	-	1,158,436
- พื้นที่ผนังโพลีไธรีนฉาบปูน 3,263.2 ม ²		
- ราคาผนังโพลีไธรีนฉาบปูนรวมค่าวัสดุและค่าแรง 355 บาท/ม ²		
ผนังกระจก		
1.) ผนังกระจกโพลีไธรีนหนา 6 มม.	676,584	676,584
- พื้นที่ผนังกระจกโพลีไธรีน 2,040.8 ม ² (21,967 ฟ ²)		
- ราคาผนังกระจกโพลีไธรีนรวมค่าวัสดุและค่าติดตั้ง 30.80 บาท/ฟ ²		
อุปกรณ์บังแดด		
1.) แผงบังแดดอลูมิเนียม	-	804,140
- ความยาวทั้งหมดของแผงบังแดดอลูมิเนียม 4,696 ม.		
- ราคาของแผงบังแดดอลูมิเนียมรวมค่าวัสดุ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.30 (ต่อ)

ส่วนประกอบของกรอบอาคาร	ค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้าง /บาท	
	กรอบอาคารแบบเดิม	กรอบอาคารที่เสนอแนะ
และค่าติดตั้ง 140 บาท/ม. - ขายึดแผงบังแดดอลูมิเนียมความยาวทั้งหมด 1,956 ม. ราคาวัสดุ 75 บาท/ม.		
หลังคา		
1.) หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 12 ซม. - ปริมาตรคอนกรีต 100 ม ³ - ราคาคอนกรีตผสมเสร็จ และค่าแรง 1,780 บาท/ม ³	178,000	178,000
ฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา		
1.) ฉนวนใยแก้ว หนา 25 มม. มีอลูมิเนียมฟอยล์ ที่ผิวด้านบน - พื้นที่ปูฉนวนใยแก้ว 834 ม ² - ราคาฉนวนใยแก้วรวมค่าวัสดุ และค่าติดตั้ง 120 บาท/ม ²	-	100,080
รวมทั้งสิ้น	1,996,704	2,917,242

ที่มาของราคาประเมิน : - คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร โดย กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
- หนังสือทำเนียบวัสดุก่อสร้าง

จากตารางพอจะสรุปได้ว่าการประเมินราคาค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างในส่วนของกรอบอาคาร ซึ่งจะเห็นได้ว่ากรอบอาคารที่เสนอแนะจะมีค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างในการลงทุนเพิ่มขึ้นจากกรอบอาคารแบบเดิมถึง 920,538 บาท

2. การประเมินราคาพลังงานไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารแบบเดิมจะมีค่าเท่ากับ 57.5 วัตต์/ม.² ส่วนของกรอบอาคารที่เสนอแนะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารจะมีค่าเท่ากับ 40.3 วัตต์/ม.² จะเห็นได้ว่ากรอบอาคารที่เสนอแนะจะทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารลดลงจากเดิมถึง 17.2 วัตต์/ม.² ซึ่งจะนำมาใช้ในการประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อไป

การคำนวณอัตราค่าพลังงานไฟฟ้า โดยการสมมติให้ผู้พักอาศัยของแต่ละห้องพักอาศัยในแต่ละชั้นทั้งอาคารเปิดเครื่องปรับอากาศที่พร้อมกันหมดในวันและเวลาเดียวกัน เพื่อใช้ในการประเมินราคาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารนั้น ๆ ทั้งอาคาร

ก.) การประเมินราคาพลังงานไฟฟ้าของกรอบอาคารแบบเดิม

จากการคำนวณหาค่าภาระความเย็น (Cooling Load) ของกรอบอาคารในบทที่ 4 พอจะสรุปได้ว่าค่าภาระความเย็นรวมทั้งหมดในหนึ่งชั้น โดยเฉลี่ยประมาณ 73.26 กิโลวัตต์ และทั้งอาคารจะต้องใช้ภาระความเย็นรวมทั้งหมดเท่ากับ 1,465.27 กิโลวัตต์

ฉะนั้นค่าภาระความเย็นรวมทั้งหมด	= 1,465.27	กิโลวัตต์
(1กิโลวัตต์ความร้อน=3,414 บีทียู/ชม.)	= 3,414 x 1,465.27	บีทียู/ชม.
	= 5,002,431.70	บีทียู/ชม.
	= 416.87	ตัน (ความเย็น)

ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานต่อปริมาณความเย็นที่ทำได้ของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condensing Unit) เท่ากับ 1.50 กิโลวัตต์

ไฟฟ้าต่อตันความเย็น	= 416.87 x 1.50	กิโลวัตต์
	= 625.31	กิโลวัตต์
อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ย	= 2.53	บาท/กิโลวัตต์.ชม.
เดินเครื่องทำความเย็น	= 210 วัน/ปี x 7 ชั่วโมง/วัน*	
	= 1,470 ชั่วโมง/ปี	
ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้า	= 625.31 x 2.53 x 1,470 บาท/ปี	
	= 2,325,590.40 บาท/ปี	

ข.) การประเมินราคาขนาดของระบบปรับอากาศ

ภาระในการทำความเย็น	416.87	ตัน (ความเย็น)
ราคาของระบบปรับอากาศต่อตันความเย็นโดยประมาณ	30,000	บาท
ดังนั้นราคาของระบบปรับอากาศ	= 416.87 x 30,000 บาท	
	= 12,506,100 บาท	

* การเดินเครื่องปรับอากาศในการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 7 เดือนในรอบปีตั้งแต่เดือน มีนาคม ถึงเดือน กันยายน ที่เกินขีดสภาวะความสบาย (ดูตารางที่ 2.4 และ2.5) ในช่วงเวลาที่ใช้งานภายในห้องพักอาศัย

ค.) การประเมินราคาพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงของกรอบอาคารที่เสนอแนะจาก

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารลดลง 17.2 วัตต์/ม.²

พื้นที่ของกรอบอาคารทั้งหมด 7,276.8 ม.²

ดังนั้นวัดต์ความร้อนที่ลดลงได้ $= 7,276.8 \times 17.2$ วัดต์

= 125.2 กิโลวัตต์

(กิโรวัดต์ความร้อน=3,414 บีทียู/ชม.) = 3,414 x 125.2 บีทียู/ชม.

$$= 427,432.8 \quad \text{ปีทึญ/ชม.}$$

= 35.62 ตัน (ความเย็น)

ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานต่อปริมาณความเย็นที่ทำได้ของเครื่องปรับอากาศ
แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condensing Unit) เท่ากับ 1.50 กิโลวัตต์

ไฟฟ้าต่อต้นความเย็น = 35.62×1.50 กิโลวัตต์

= 53.43 กิโลวัตต์

อัตราค่าพลังไฟฟ้าโดยเฉลี่ย = 2.53 บาท/กิโลวัตต์.ชม.

เดินเครื่องทำความเย็น = 210 วัน/ปี x 7 ชั่วโมง /วัน

$$= 1,470 \text{ ชั่วโมง/ปี}$$

ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง = $53.43 \times 2.53 \times 1,470$ บาท/ปี

= 198,708.16 บาท/ปี

ง.) การประเมินราคาขนาดของระบบที่เล็กลง

การที่ค่าสมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV) ลดลง 17.2 วัตต์/ม.² มีผลทำให้ภาระทำความเย็นลดลง 35.62 ตัน(ความเย็น) ดังนั้นขนาดของระบบปรับอากาศจะลดลงด้วย

ราคาของระบบปรับอากาศต่อตันความเย็นโดยประมาณ 30,000 บาท

ดังนั้นราคาของระบบปรับอากาศลดลง = $35.62 \times 30,000$ บาท

= 1,065,900 บาท

3. สรุปผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างของกรอบอาคารแบบเดิม และกรอบอาคารที่เสนอแนะดังแสดงในตารางที่ 5.31

ตารางที่ 5.31 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างของกรอบอาคาร

รายละเอียด	กรอบอาคารแบบเดิม	กรอบอาคารที่เสนอแนะ
1. เงินลงทุนทางด้านค่าใช้จ่าย และค่าก่อสร้าง	1,996,704 บาท	2,917,242 บาท
2. ราคาของระบบปรับอากาศ	12,506,100 บาท	11,437,500 บาท
รวมทั้งสิ้น	14,502,804 บาท	14,354,742 บาท
3. ค่าพลังงานไฟฟ้า/1 ห้องพักอาศัย ห้องพักอาศัยประเภท		
3.1 2 BEDROOMS	14,839.21 บาท/ปี	12,793.70 บาท/ปี
3.2 1 BEDROOM	7,884.49 บาท/ปี	7,029.10 บาท/ปี
4. ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งอาคาร (ห้องพักอาศัย)	2,325,590.40 บาท/ปี	2,126,882.24 บาท/ปี

จากตารางสรุปได้ว่าค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างในส่วนของกรอบอาคารทั้ง 2 แบบ จะเห็นได้ว่ากรอบอาคารที่เสนอแนะจะมีค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างที่สูงกว่ากรอบอาคารแบบเดิม แต่เมื่อรวมในส่วนของระบบปรับอากาศค่าใช้จ่ายในการลงทุนในส่วนของกรอบอาคารที่เสนอแนะจะมีการลงทุนที่ต่ำกว่ากรอบอาคารแบบเดิม และยังสามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ในแต่ละปีได้ดีกว่ากรอบอาคารแบบเดิม

บทที่ 6

สรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการออกแบบของกรอบอาคาร และข้อเสนอแนะ

ในขบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมนั้นการออกแบบจะต้องมีการวิเคราะห์ถึงสภาพที่ตั้งและประโยชน์ใช้สอยของอาคารอยู่แล้ว ถ้าผู้ออกแบบให้ความสำคัญต่อการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น การป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารโดยเฉพาะผนังของอาคาร และการใช้อุปกรณ์บังแดดอย่างมีประสิทธิภาพก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบอาคารเพื่อเสริมสร้างสภาวะน่าสบายให้แก่ผู้อยู่อาศัยและช่วยลดการใช้พลังงานสำหรับการเดินเครื่องปรับอากาศ

การออกแบบและการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารของอาคารพักอาศัยประเภทอาคารสูงกับการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ ที่ให้มีประสิทธิภาพในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และสามารถลดค่าภาระความเย็นรวม(Cooling Load) ภายในห้องพักอาศัยเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าในส่วนของ การปรับอากาศให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานภาวะความสบาย

การวิเคราะห์รูปแบบของกรอบอาคารแบบเดิมของอาคารกรณีศึกษาจะพบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร(OTTV) จะมีค่าเท่ากับ 57.5 วัตต์/ม.^2 ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้สำหรับอาคารใหม่คือไม่เกิน 45 วัตต์/ม.^2 และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา(RTTV) จะมีค่าเท่ากับ 45.6 วัตต์/ม.^2 ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เช่นกันซึ่งได้กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาคือไม่เกิน 25 วัตต์/ม.^2 สาเหตุหลักๆที่ได้จากการวิเคราะห์จะพบว่าลักษณะของอุปกรณ์บังแดดจะไม่สามารถบังแสงแดดได้เลยทำให้แสงแดดเข้ามาภายในอาคารที่มีปริมาณมากเกินไปทำให้เกิดความร้อนสะสมอยู่ภายในอาคารมาก และอีกปัจจัยหนึ่งก็คือในส่วนของผนังที่ปในเรื่องของ การใช้วัสดุก่อผนังได้พบว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. จะมีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (U) ที่สูงคือมีค่า $3.26 \text{ วัตต์/ม.}^2\text{-}^{\circ}\text{ซ}$ นั่นก็หมายความว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนมีคุณสมบัติในการต้านทานการถ่ายเทความร้อนที่ต่ำมาก จึงทำให้อุณหภูมิภายในอาคารขึ้นสูง ซึ่งปัจจัยต่างๆที่กล่าวมาแล้วเป็นผลทำให้อุณหภูมิภายในอาคารเกินเกณฑ์มาตรฐานภาวะความสบาย จึงทำให้ผู้พักอาศัยภายในอาคารต้องหันไปพึ่งพาเครื่องปรับอากาศเพื่อให้เกิดความสบาย แต่ขนาดของเครื่องปรับอากาศก็ต้องมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นเพื่อ

รองรับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นมากภายในอาคารจึงทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากตามไปด้วย

ผลจากการวิเคราะห์กรอบอาคารของอาคารพักอาศัยประเภทอาคารสูงได้นำไปวิเคราะห์ห่อแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคาร รูปแบบของกรอบอาคารที่นำเสนอเมื่อได้ทำการวิเคราะห์แล้วสามารถแก้ปัญหาในด้านการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร และสามารถลดค่าภาระความเย็นรวมภายในห้องพักอาศัยให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้ ดังนั้นสามารถสรุปลักษณะของการออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารได้ดังต่อไปนี้

1.) การออกแบบในส่วนของผนังทึบของกรอบอาคาร โดยศึกษาวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติของวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(U)ที่ต่ำคือมีค่าเท่ากับ $0.53 \text{ วัตต์/ม.}^2 \cdot ^\circ\text{ซ}$ และค่าการต้านทานการถ่ายเทความร้อน(R)ที่สูงคือมีค่าเท่ากับ $1.875 \text{ ม.}^2 \cdot ^\circ\text{ซ/วัตต์}$ รวมทั้งคุณสมบัติทางด้านต่าง ๆ นำมาพิจารณาวิเคราะห์ ซึ่งสรุปได้ว่าการทำผนังทึบโดยใช้วัสดุชนิดโพลีสไตรีนหนา 5.7 ซม. และฉนวนปูนเรียบทั้งสองด้านหนาแต่ละ 2.5 ซม. ทาสีขาวจะทำให้มีประสิทธิภาพในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าผนังก่ออิฐฉนวนปูนหนา 10 ซม. และผนังอื่นๆ ที่ได้นำมาวิเคราะห์ซึ่งดูได้จากตารางที่ 5.6

2.) การออกแบบในส่วนของผนังกระจกรวมทั้งในส่วนที่เป็นประตู และหน้าต่างที่เป็นกระจกของกรอบอาคารโดยใช้วัสดุชนิดกระจกใส หนา 6 มม. กรอบบานอลูมิเนียม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรอบแบบของอุปกรณ์บังแดดประกอบด้วย เมื่อประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดสามารถที่จะลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดี การใช้กระจกใสหนา 6 มม. ก็มีความเพียงพอต่อการใช้และยังสามารถนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร ผู้ใช้อาคารจะได้รับความสบายทางด้านแสงสว่าง

3.) การออกแบบอุปกรณ์บังแดดเพื่อป้องกันแสงแดด และความร้อนที่แรงเกินไปเข้าสู่ภายในอาคารในส่วนของประตูและหน้าต่างของกรอบอาคาร โดยลักษณะของแผงบังแดดที่เลือกใช้เป็นลักษณะแผงบังแดดตามแนวนอน(Horizontal)ทำมุมเอียง 30° ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดได้ดีเกือบตลอดทั้งวันของทุกๆ เดือนในรอบปี และยังป้องกันในเรื่องของฝนสาดได้ดี ส่วนของวัสดุที่ใช้สำหรับแผงบังแดดจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานคงทนถาวร และค่าบำรุงรักษาที่ต่ำ รวมทั้งคุณสมบัติทางด้านต่าง ๆ ประกอบ ซึ่งพบว่าวัสดุชนิดอลูมิเนียมมีประสิทธิภาพในด้านการสะท้อนความร้อนได้ดีและมีน้ำหนักที่เบาติดตั้งกับโครงสร้างเดิมได้ดีโดยไม่ได้นำหนักกับโครงสร้างเดิมมากนัก

4.) การออกแบบในส่วนของหลังคาโดยการศึกษานำวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติของวัสดุที่ป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารโดยสรุปได้ว่าในส่วนที่เป็นหลังคาคอนกรีตเสริม

เหล็ก(Flat Slab) คงใช้รูปแบบเดิมแต่ปรับปรุงโดยเสริมวัสดุจนทนทานความร้อนใต้หลังคาโดยใช้วัสดุทนไฟยาว 25 มม.เมื่อลุมิเนียมพอยล์ที่ผิวด้านบน ซึ่งลุมิเนียมพอยล์สามารถสกัดกันรังสีความร้อนที่แผ่ลงมาจากหลังคาได้ 95% ส่วนฉนวนใยแก้วเพื่อสำหรับป้องกันการนำความร้อนที่เกิดขึ้นภายใต้หลังคาคอนกรีตที่เข้ามาภายในอาคาร ซึ่งจะติดตั้งอยู่ติดกับฝ้าเพดานในช่องว่างอากาศที่อยู่ระหว่างหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กกับฝ้าเพดาน ในช่วงฤดูร้อนระบบป้องกันรังสีความร้อนใต้หลังคาจะช่วยสกัดกันความร้อนที่แผ่ลงมาจากหลังคาสู่ห้องพักอาศัยภายในอาคาร จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศลงไปได้ และส่งเสริมสภาวะน่าสบายให้ดียิ่งขึ้น

5.) การวิเคราะห์คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา(RTTV) ซึ่งภายหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงส่วนของกรอบอาคารตามแนวทางการออกแบบ จะพบว่าสามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) จากเดิมซึ่งมีค่าเท่ากับ 57.5 วัตต์/ม.² ลดลงเหลือ 40.3 วัตต์/ม.² และในส่วนของหลังคาสามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา(RTTV) จากเดิมซึ่งมีค่าเท่ากับ 45.6 วัตต์/ม.² ลดลงเหลือ 9.6 วัตต์/ม.² ซึ่งจะเห็นได้ว่าอาคารภายหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางการออกแบบแล้วจะทำให้อยู่ในเกณฑ์ที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้

6.) การประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของการปรับอากาศของอาคารภายหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงในส่วนของกรอบอาคารตามแนวทางการออกแบบสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเดิมซึ่งการใช้พลังงานเท่ากับ 625.31 กิโลวัตต์ต่อปี จะลดลงเหลือ 571.88 กิโลวัตต์ต่อปี ซึ่งจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในส่วนของการปรับอากาศได้ถึง 53.43 กิโลวัตต์ต่อปี ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารลงไปได้ คิดเป็นเงิน 198,708.16 บาทต่อปี

7.) ความเป็นไปได้ในด้านการลงทุนจากการวิเคราะห์ประเมินค่าก่อสร้างของกรอบอาคารและค่าใช้จ่ายทางด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการเปรียบเทียบรูปแบบของกรอบอาคารแบบเดิมกับรูปแบบของกรอบอาคารที่เสนอแนะ ซึ่งสรุปได้ว่าเงินลงทุนทางด้านการก่อสร้างของกรอบอาคารที่เสนอแนะจะมีค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้างที่สูงกว่ากรอบอาคารแบบเดิม แต่เมื่อรวมในส่วนหนึ่งของระบบปรับอากาศแล้วค่าใช้จ่ายในการลงทุนในส่วนหนึ่งของกรอบอาคารที่เสนอแนะจะมีการลงทุนที่ต่ำกว่ากรอบอาคารแบบเดิม และรูปแบบของกรอบอาคารที่เสนอแนะจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในส่วนของการปรับอากาศลงได้ ซึ่งทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารลงได้ดีกว่ากรอบอาคารแบบเดิม

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นหากได้มีการนำไปพิจารณานำมาใช้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมก็จะสามารถทำให้ประหยัดการใช้พลังงานภายในอาคารได้โดยเฉพาะการใช้พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าในการใช้เครื่องปรับอากาศและลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานไฟฟ้าได้ด้วย ซึ่งจะส่งผลดีให้กับเจ้าของอาคารและผู้ใช้อาคารแล้วยังช่วยส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานทำให้การออกแบบอาคารหลังนั้นเป็นอาคารที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2537.

การประชุมทางวิชาการเรื่อง การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง : สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2529.

การอบรมทางวิชาการเรื่องมาตรฐานการออกแบบอาคารที่ประหยัดพลังงาน : เอสอีอีแอนโซซิกเอทส์, 2537.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คู่มือการคำนวณภาวะความเย็น. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.

ตรึงใจ บุรณสมภพ. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์, 2521.

ตรึงใจ บุรณสมภพ และคณะ. การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน. โครงการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2524.

ตระการ ก้าวลีกรรม. คู่มือฉนวนความร้อน. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์, 2537

ธนิต จินดาวณิก. สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

ปรีชญา รังสิรักษ์. แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ม.ป.ป.

พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสด. วัสดุก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : เอช.เอ็น.กรุ๊ป, 2538.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รณชัย กล้าในจิต และคณะ, ทำเนียบวัสดุก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : เอเชียเพรส, 2540

วิทยา ยงเจริญ และธนู วิบูลยานนท์, ผู้แปล. พื้นฐานการทำความเย็นและการปรับอากาศภาคทฤษฎี. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2538

วิเชียร สุวรรณรัตน์. ภูมิอากาศวิทยา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2531

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.

สุรพล พฤษพานิช. การปรับอากาศ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร, ม.ป.ป.

Egan, m.David. Concepts in thermal comfort. New Jensey:Prentice-Hall, 1975.

O.H.Koenigsberger and others. Manual of tropical housing and building. Third impression. Hong Kong : Commanwealth Printing Press, 1978.

Olgyay, Victor. Design With Climate. New York : Van Nostrand Reinhold, 1992.

Packard, Robert T, Architectural Graphic Standands. Seventh edition. Manila : Cardinal, 1989.

Thai Gypsum. Energy Efficient Design of Buildings in Thailand. Bangkok : Thai Gypsum, 1995.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลการหา EFFECTIVE TEMPERATURE

และ

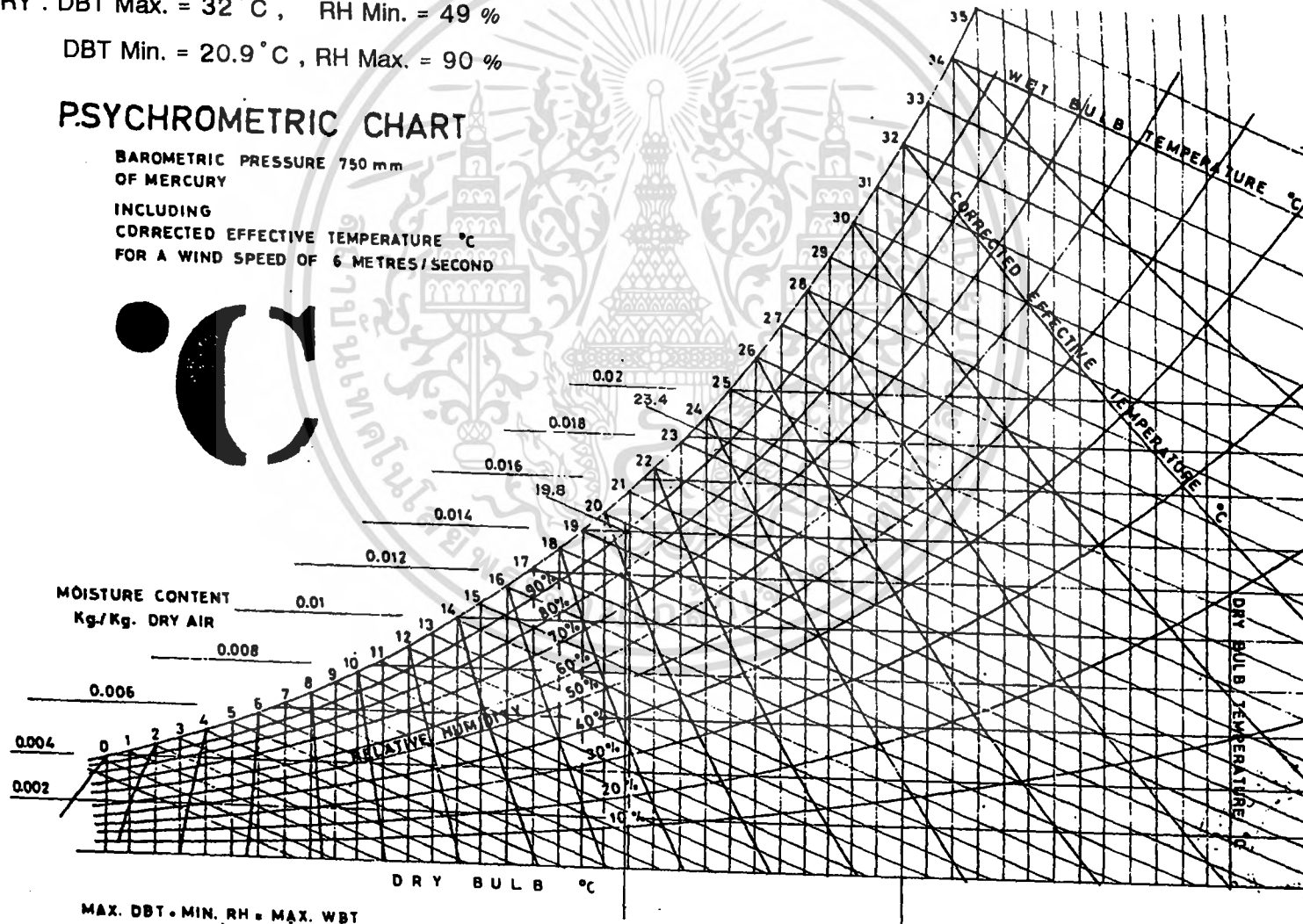
คุณสมบัติในการสะท้อนรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ของวัสดุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

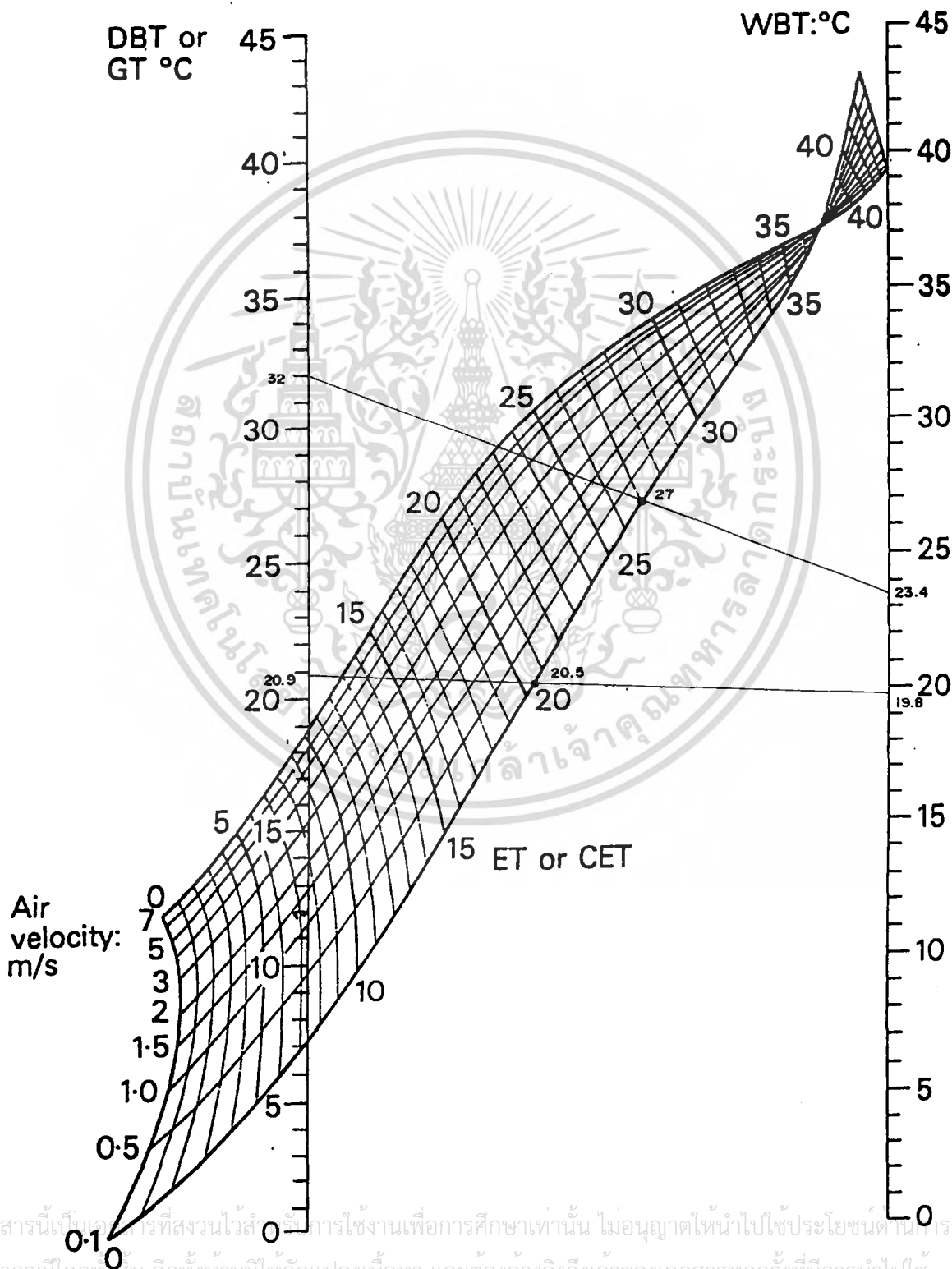
รูปที่ 1 PSYCHROMETRIC CHART แสดงตัวอย่างการแปลง Dry Bulb Temperature (DBT) เป็น Wet Bulb Temperature (WBT)

JANUARY : DBT Max. = 32°C , RH Min. = 49 %
 DBT Min. = 20.9°C , RH Max. = 90 %



รูปที่ 2 EFFECTIVE TEMPERATURE แสดงตัวอย่างการหา Maximum Effective Temperature และ Minimum Effective Temperature

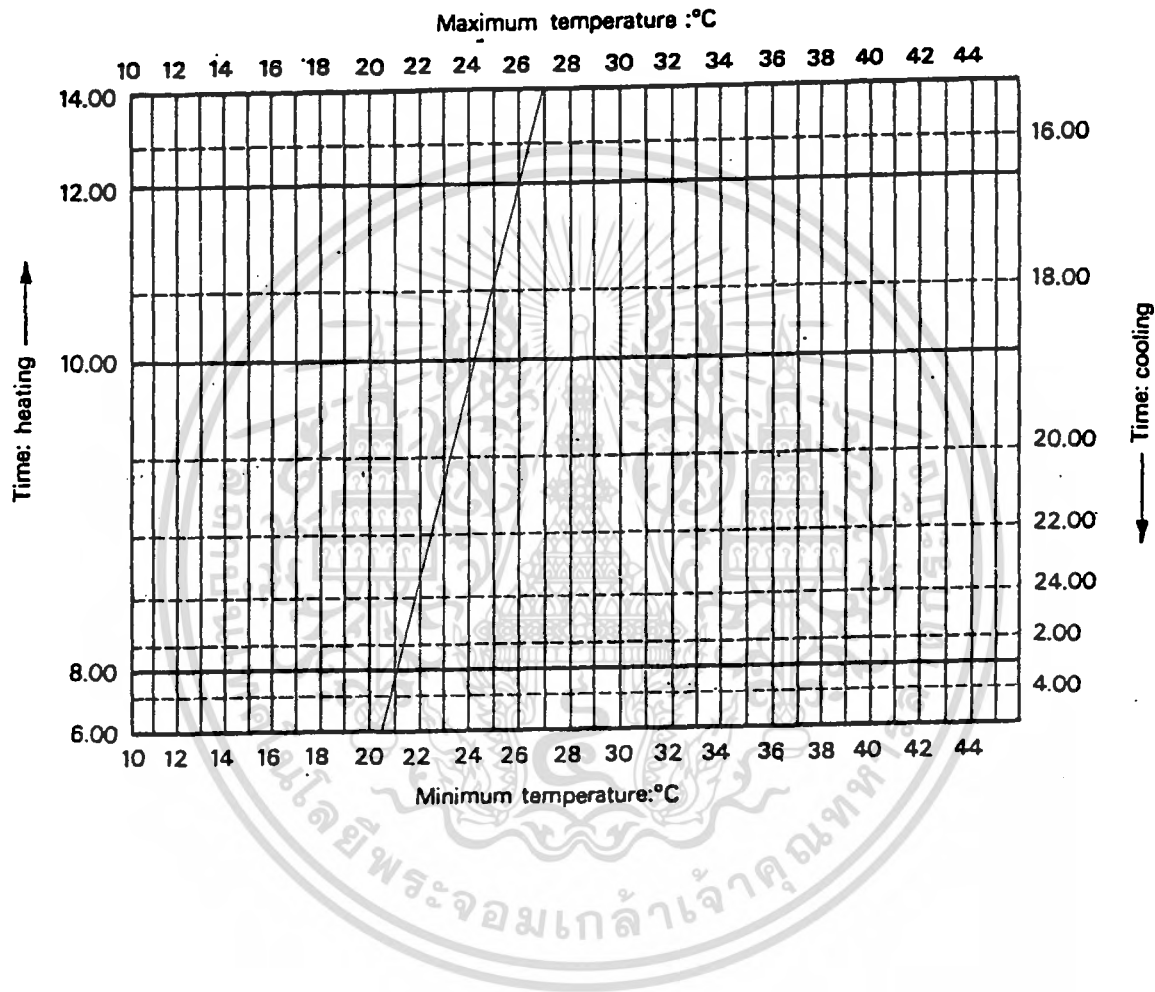
JANUARY : DBT Max. = 32 °C , WBT Max. = 23.4 °C
DBT Min. = 20.9 °C , WBT Min. = 19.8 °C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3 HOURLY TEMPERATURE แสดงตัวอย่างการหาอุณหภูมิเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงใน 1 เดือน

JANUARY : ET. Max. = 27 °C
ET. Min. = 20.5 °C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติในการสะท้อนรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ของวัสดุ (Reflectivity of Material)

สี	วัสดุ	การสะท้อน
ขาว	อลูมิเนียมพอยส์	95%
	ปูนปลาสเตอร์	93%
	แผ่นอลูมิเนียมสมัยใหม่	87%
	ทาสี	75%
	กระดาษแข็ง	64%-70%
	แอสเบสตอส ซีเมนต์	58%
	อลูมิเนียม	46%
เหลือง, เนื้อ (อ่อน)	หินอ่อน	45%
	อิฐ	48%
เหลือง, เนื้อ (แก่)	อิฐ	40%
สีทราวย	หินทราวย	31%
แดง	กระเบื้องดินเผา	38%
	แอสเบสตอสซีเมนต์	31%
	อิฐ	30%
แดงเข้ม (เลือดหมู)	แผ่นเหล็ก	19%
	อิฐ	64%
ครีม	อิฐ (stafford)	11%
ฟ้า	เหล็ก	24%
	หินอ่อน	34%
	ต้นไม้	25%
	หญ้า	6%
เขียว	กระเบื้องคอนกรีต	15%
เขียวแก่	หินชนวน	21%
น้ำตาล	หินชนวนขัดผิวเรียบ	11%
เทาอ่อน	แอสฟัลท์, น้ำมันดินและกรวด	7%
เทาแก่		
ดำ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายความร้อนรวมของกรอบอาคาร OTTV และ RTTV



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร OTTV และ RTTV

ตารางที่ 1 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) สำหรับผนัง

มวลของผนัง Kg/m ²	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์				
	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 1.1 ค่าตัวประกอบแก้ไขสำหรับผนัง

ทิศ มุมเอียง	North	NE	East	SE	South	SW	West	NW
70°	1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.60	1.48	1.22
75°	0.96	1.14	1.42	1.52	1.50	1.48	1.38	1.12
80°	0.87	1.05	1.32	1.40	1.37	1.37	1.28	1.02
85°	0.78	0.96	1.22	1.29	1.24	1.25	1.17	0.93
90°	0.70	0.87	1.12	1.17	1.11	1.13	1.03	0.84

ตารางที่ 2 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) สำหรับหลังคา

มวลของหลังคา Kg/m ²	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า °C			
	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
51 - 200	16	20	24	28
เกินกว่า 200	12	16	20	24

ตารางที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่าง ๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น kg/m ³	ค่า k W/m- °C
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	1860	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	720	0.108
3	วัสดุผนังหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลท์	2240	1.226
4	บิตูเมน (Bitumen)		1.298
5	อิฐ		
	(a) แห้ง และฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสค	1760	0.807
	(b) ความชื้น 6%	1872	1.211
	(c) ผึ่ง (ไม่ฉาบปูน)		1.154
6	คอนกรีต	2400	1.442
7	คอนกรีต ชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่าง	960	0.303
		1120	
		1280	
8	แผ่นไม้ก๊อก	144	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (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 2 แผ่น (แห้ง)	32	0.035
13	แผ่นยิบซัม	880	0.191
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด		
	(a) มาตรฐาน	1024	0.216
	(b) ปานกลาง	640	0.123
15	โลหะ		
	(a) โลหะผสมของอลูมิเนียม แบบธรรมดา	2672	211
	(b) ทองแดง ที่มีขายเชิงพาณิชย์	8784	385
	(c) เหล็กกล้า	7840	47.6
16	ใยแร่อัดแน่นเป็นแผ่น	32-104	0.035-0.032

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น kg/m ³	ค่า k W/m-°C
17	วัสดุฉนวนหรือปิดผิว		
	(a) ยิปซัม	880	0.191
	(b) ปูนฉาบ น้ำหนักเบา น้ำหนักขนาดกลาง	300	0.063
	(c) เพอร์ไลต์	1104	0.274
	(d) ปูนผสมทราย	1568	0.533
	(e) เวอร์มิคูไลท์	640-960	0.202-0.303
18	โพลีสไตรีน แบ่งขยายตัว	16	0.035
19	โพลียูรีเทน โฟม	24	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	1360	0.173
21	ดินอัดหลวม (ร่วมซุย) ความชื้น 14%	1200	0.375
22	หิน		
	หินทราย	2000	1.298
	แกรนิต	2640	2.927
	หินอ่อน	2640	1.298
23	กระเบื้อง หลังคา	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	ไม้อัดซีพบอร์ด	800	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	400	0.086
28	หินล้าง	2245	0.115
29	กรวดล้าง	224	0.115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)
ก. กรณีของผนังอาคาร	
ก.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน (R_i)	
ก.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120
ก.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299
ก.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก (R_o) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง)	0.044
ข. กรณีของหลังคา	
ข.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของหลังคา (R_i)	
ข.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	
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 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	
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) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูงและเอียงทำมุมใด ๆ)	0.055

หมายเหตุ

- (1) ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำใช้กับกรณีที่ผิวผนังหรือหลังคาเป็นผิวสะท้อนแสง เช่น ผนังหรือหลังคาที่มีการติดแผ่นอะลูมิเนียม เป็นต้น สำหรับกรณีทั่วไปให้ถือเป็นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง
- (2) กรณีที่หลังคาทำมุมเอียงระหว่าง 0° ถึง 22.5° ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วง(interpolation) ระหว่างค่าที่ 0° และ 22.5°
- (3) กรณีที่หลังคาทำมุมเอียงระหว่าง 22.5° ถึง 45° ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงระหว่างค่าที่ 22.5° และ 45°
- (4) กรณีที่หลังคาทำมุมเอียงมากกว่า 45° ให้ใช้ค่าที่ 45° ได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา

ชนิดของช่องว่างอากาศ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (m ² -C/W)		
	5 มม.	20 มม.	100 มม.
ก. กรณีช่องว่างอากาศในผนัง			
ก.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.110	0.148	0.160
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	0.165
ข.1.3 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.158
ข.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ			
ข.2.1 ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.250	0.572	1.423
ข.2.2 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.250	0.571	1.095
ค. กรณีช่องว่างอากาศในเพดาน			
ค.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง		0.458	
ค.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ		1.356	

ตารางที่ 6 แสดงรายการวัสดุและสีทำผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ประเภทผิววัสดุที่ใช้ทำผนังด้านนอก	วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก
1. วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง [$\alpha < 0.2$]	ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดีบุก แผ่นอลูมิเนียม แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอะลูมิเนียม แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอลูมิเนียมขัดมัน	สีสะท้อนแสง
2. วัสดุที่มีผิวสีอ่อน [$0.2 < \alpha < 0.4$]	อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	แลคเกอร์สีขาว สีเงิน สีขาวเป็นเงา
3. วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง [$0.4 < \alpha < 0.6$]	วัสดุที่ทาสีอะลูมิเนียม หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว อิฐสีเหลืองอ่อน หินอ่อนสีขาว กรวดล้าง	สีเขียวอ่อน สีน้ำเงินปานกลาง สีเหลืองปานกลาง สีส้มปานกลาง สีเขียวปานกลาง
4. วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม [$0.6 < \alpha < 0.8$]	คอนกรีตไม่ทาสี ไม้ผิวเรียบ แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส หินล้างสีเทา	สีแดง สีน้ำเงิน สีเทาอ่อน สีสนิมแก่ปานกลาง
5. วัสดุที่มีผิวสีเข้ม [$0.8 < \alpha < 1.0$]	วัสดุที่ลาดผิวด้วยยางมะตอย คอนกรีตสีน้ำตาล วัสดุบุหลังคาสีเขียว หินชนวนสีเทาแกมน้ำเงิน อิฐสีแดง อิฐแสดฟลอร์ดสีน้ำเงิน คอนกรีตสีดำ	สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม สีน้ำตาลแก่ สีโอลีฟเข้ม สีดำ แลคเกอร์สีน้ำเงินแก่ สีเทาแก่ แลคเกอร์สีดำ สีดำธรรมชาติ สีดำเรียบมาก

α หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ตารางที่ 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกชนิดต่าง ๆ

ชนิดกระจก	ความหนา (mm)	มวลของกระจก (kg/m ²)	สัมประสิทธิ์การบัง แดด(SC)
กระจกโฟลทใส (Clear Float Glass)	2	90	1.02
	3	180	1.00
	4	260	0.99
	5	360	0.97
	6	440	0.96
	8	800	0.92
	10	1000	0.90
	12	1200	0.87
	15	1700	0.84
กระจกสีชา (Cool Gray)	19	2600	0.79
	5	360	0.69
	6	440	0.64
	8	800	0.57
	10	1000	0.52
กระจกสีชาดำ (Dark Cool Gray)	12	1200	0.47
	5	360	0.66
กระจกสีบรอนซ์ (Cool Bronze)	6	440	0.63
	5	360	0.75
	6	440	0.71
	8	800	0.63
	10	1000	0.57
กระจกสีฟ้า (Sky Cool)	12	1200	0.52
	5	360	0.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่จัดเก็บเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า OTTV ของกรอบอาคารเดิม (NHACON)

1. ผนังทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

'SW-B',1,'OPAQUE WALL' SECTN.CODE, SECTN.TYPE, ' OPAQUE WALL '
436.8,45,1 AREA, AZIM., LAYERS
CONCRETE , 1.442, 0.200 LAY.DESRIPTN, CONDUCTIVITY, THICKNESS
0.044, 0.120 R_o, R_i
5.0,10.0 ΔT, TD_{eq}
'////' END

'SW-W',1,'OPAQUE WALL'

747.6,45,3
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
5.0,12.0
'////'

'SW1,SW1'',3,'OPAQUE & SECTN.CODE, SECTN.TYPE,
TRANSPARENT WALL' "OPAQUE & TRANSPARENT "
38.0,45,3 AREA, AZIM., LAYERS
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070 LAY.DESRIPTN, CONDUCTIVITY, THICKNESS
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120 R_o, R_i
45 , 90 , 1.100, 3.800, 20 , 1 AZIM., TILT, WIN.HEIGHT, WIN.WIDTH, UNIT, PANES
0.006, 1.053 GLASS THICK, GLASS COND.
0.044, 0.120 R_o, R_i
0.960, 3 SC₁, SHADING DEVICE
0.500, 3.800, 0.500,00.000 WO, LO, D₁, Ø₁
0.500, 1.600, 0.000, 00.0 WF, LF, D₂, Ø₂
5.0,12.0 ΔT, TD_{eq}
'////' END

'SW2,SW2'',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

59.6,45,3
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.044, 0.120
45 , 90 , 1.100, 1.700, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.500, 2.100, 0.500,00.000
0.500, 1.600, 0.200, 00.0
5.0,12.0

“///”
“SW3,SW3”“,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”

251.6,45,3
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
45 , 90 , 2.050, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
1.700, 5.200, 0.500,00.000
1.700, 2.550, 0.000, 00.0
5.0,12.0

“///”
“SW4,SW4”“,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”

132.0,45,3
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
45 , 90 , 1.100, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.500, 4.400, 0.500,00.000
0.500, 1.600, 0.000, 00.0
5.0,12.0

“///”

2. พังทังทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)

"NE-B",1,"OPAQUE WALL"

436.8,-135,1

CONCRETE , 1.442, 0.200

0.044, 0.120

5.0,10.0

"///"

"NE-W",1,"OPAQUE WALL"

747.6,-135,3

CEMENT , 0.533, 0.015

BRICK , 0.807, 0.070

CEMENT , 0.533, 0.015

0.044, 0.120

5.0,12.0

"///"

"NE1,NE1'",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

38.0,-135,3

CEMENT , 0.533, 0.015

BRICK , 0.807, 0.070

CEMENT , 0.533, 0.015

0.044, 0.120

-135 , 90 , 1.100, 3.800, 20 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.960, 3

0.500, 3.800, 0.500,00.000

0.500, 1.600, 0.000, 00.0

5.0,12.0

"///"

"NE2,NE2'",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

59.6,-135,3

CEMENT , 0.533, 0.015

BRICK , 0.807, 0.070

CEMENT , 0.533, 0.015

0.044, 0.120

-135 , 90 , 1.100, 1.700, 40 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120
0.960, 3
0.500, 2.100, 0.500,00.000
0.500, 1.600, 0.200, 00.0
5.0,12.0

“///”
“NE3,NE3”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”
251.6,-135,3

CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
-135 , 90 , 2.050, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
1.700, 5.200, 0.500,00.000
1.700, 2.550, 0.000, 00.0
5.0,12.0

“///”
“NE4,NE4”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”
132.0,-135,3

CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
-135 , 90 , 1.100, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.500, 4.400, 0.500,00.000
0.500, 1.600, 0.000, 00.0
5.0,12.0

“///”

3. มหัทธงด้านกิสตวันออกเจียงใต้ (SE)
“SE-C”,1,“OPAQUE WALL”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.044, 0.120
-45 , 90 , 2.050, 4.000, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 1
1.700, 6.500, 0.500,00.000
5.0,12.0
"///"
"SE3,SE3",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"
26.0,-45,3
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
-45 , 90 , 1.100, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.500, 2.600, 0.500,00.000
0.500, 1.600, 0.000, 00.0
5.0,12.0
"///"

4. ผนังทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)

"NW-C",1,"OPAQUE WALL"
352.8,135,1
CONCRETE , 1.442, 0.600
0.044, 0.120
5.0,10.0
"///"
"NW-B",1,"OPAQUE WALL"
196.8,135,1
CONCRETE , 1.442, 0.200
0.044, 0.120
5.0,10.0
"///"
"NW-W",1,"OPAQUE WALL"

193.2,135,3
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
5.0,12.0
"///"
"NW1,NW1",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

22.0,135,3
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
135 , 90 , 1.100, 2.200, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.500, 2.200, 0.500,00.000
0.500, 1.600, 0.000, 00.0
5.0,12.0
"///"
"NW2",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

161.6,135,3
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070
CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
135 , 90 , 2.050, 4.000, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 1
1.700, 6.500, 0.500,00.000
5.0,12.0
"///"

"NW3,NW3",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"
26.0,135,3
CEMENT , 0.533, 0.015
BRICK , 0.807, 0.070

CEMENT , 0.533, 0.015
0.044, 0.120
135 , 90 , 1.100, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.500, 2.600, 0.500,00.000
0.500, 1.600, 0.000, 00.0
5.0,12.0
"/"/"

ข้อมูลที่จัดเก็บเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า RTTV ของกรอบอาคารเดิม (NHACON)

"ROOF",4,"OPAQUE ROOF"
834.0,0,3
CONCRETE , 1.442, 0.120
AIR-GAP , 1.000, 0.174
GYPSUM , 0.191, 0.012
0.055, 0.162
5.0,24.0
"/"/"

คำอธิบาย	
SECTN.CODE	- เป็นชื่อ SECTION CODE ที่ตั้งไว้
SECTN.TYPE	- เป็นชนิดของ SECTION TYPE
OPAQUE WALL	- กรณีที่เป็นผนังทึบ
TRANSPARENT WALL	- กรณีที่เป็นผนังกระจก
AREA	- พื้นที่ผนังทึบ (m^2)
AZIM	- มุม AZIMUTH ของผนัง
LAYERS	- จำนวนชั้นของผนังทึบ
LAY.DESCRPTN	- ลักษณะของผนังแต่ละชั้น
CONDUCTIVITY	- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของผนังแต่ละชั้น (W/mK)
THICKNESS	- ความหนาของผนังแต่ละชั้น (m)
R _o	- ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_1	- ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายใน
TILT	- มุมเอียง (TILT ANGLE) ของผนังกระจก
WIN.HEIGHT	- ความสูงของหน้าต่าง (m)
WIN.WIDTH	- ความกว้างของหน้าต่าง (m)
UNIT	- จำนวนบานของหน้าต่าง
PANES	- จำนวนชั้นของกระจก
GLASS THICK	- ความหนาของกระจก (m)
GLASS COND	- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของกระจก (k)
SC_1	- ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก
SHADING DEVICE	- ลักษณะของอุปกรณ์บังแดด
WO	- ความกว้างของ OVERHANG (m)
LO	- ความยาวของ OVERHANG (m)
D_1	- ระยะจากขอบบนหน้าต่างถึง OVERHANG
$\varnothing_1$	- มุมเอียงของ OVERHANG
WF	- ความกว้างของ FIN (m)
LF	- ความยาวของ FIN (m)
D_2	- ระยะจากขอบข้างหน้าต่างถึง FIN
$\varnothing_2$	- มุมเอียงของ FIN
ΔT	- ผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร
$T_{D_{eq}}$	- ผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า
END	- สิ้นสุดข้อมูล

ข้อมูลที่จัดเก็บเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า OTTV ของกรอบอาคารที่เสนอแนะ (NHATEST 1) ในกรณีที่ 1

1. ผนังทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

"SW-B",1,"OPAQUE WALL"

436.8,45,1
CONCRETE , 1.442, 0.200
0.044, 0.120
5.0,10.0

"///"

"SW-W",1,"OPAQUE WALL"

747.6,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

"///"

"SW1-SW1'1",2,"TRANSPARENT WALL"

45 , 90 , 0.420, 3.800, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 3.800, 0.000,16.000
0.500, 0.420, 0.000, 0.0
5.0, 0.0

"///"

"SW1-SW1'2",2,"TRANSPARENT WALL"

45 , 90 , 0.340, 3.800, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 3.800, 0.000,16.000
0.500, 0.340, 0.000, 0.0
5.0, 0.0

"///"

'SW1-SW1'3',1,'OPAQUE WALL'

38.0,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

'///'

'SW2-SW2'1',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

6.7,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.420, 1.700, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 2.100, 0.000,16.000
0.500, 0.420, 0.200, 0.0
5.0,15.0

'///'

'SW2-SW2'2',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

10.9,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.340, 1.700, 80 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 2.100, 0.000,16.000
0.500, 0.340, 0.200, 0.0
5.0,15.0

'///'

"SW2-SW2'3",1,"OPAQUE WALL"

42.0,45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

5.0,15.0

"///"

"SW3-SW3'1",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

69.8,45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

45 , 90 , 0.970, 3.400, 40 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.960, 3

1.750, 5.200, 0.000,12.000

1.700, 0.970, 0.000, 0.0

5.0,15.0

"///"

"SW3-SW3'2",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

51.8,45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

45 , 90 , 0.360, 3.400, 80 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.960, 3

1.700, 5.200, 0.000, 0.000

1.700, 0.360, 0.000, 0.0

5.0,15.0

"///"

"SW3-SW3'3",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

129.9,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.360, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
1.800, 5.200, 0.500,17.000
1.700, 0.860, 0.000, 0.0
5.0,15.0

"/"/"

"SW4-SW4'1",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

16.8,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.420, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.500, 4.400, 0.000, 0.000
0.500, 0.420, 0.000, 0.0
5.0,15.0

"/"/"

"SW4-SW4'2",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

27.2,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.340, 3.400, 80 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.500, 4.400, 0.000, 0.000

0.500, 0.340, 0.000, 0.0

5.0,15.0

“///”

“SW4-SW4’3”,1,“OPAQUE WALL”

88.0,45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

5.0,15.0

“///”

2. พังทงด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)

“NE-B”,1,“OPAQUE WALL”

436.8,-135,1

CONCRETE , 1.422, 0.200

0.044, 0.120

5.0,10.0

“///”

“NE-W”,1,“OPAQUE WALL”

747.6,-135,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

5.0,15.0

“///”

“NE1-NE1’1”,2,“TRANSPARENT WALL”

-135 , 90 , 1.100, 3.800, 20 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.960, 3

0.520, 3.800, 0.000,10.000

0.500, 1.100, 0.000, 0.0

5.0, 0.0

“///”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"NE1-NE1'2",1,"OPAQUE WALL"

38.0,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

"///"

"NE2-NE2'1",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

17.6,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
-135 , 90 , 1.100, 1.700, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 2.100, 0.000,10.000
0.500, 1.100, 0.200, 0.0
5.0,15.0

"///"

"NE2-NE2'2",1,"OPAQUE WALL"

42.0,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

"///"

"NE3-NE3'1",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"

251.6,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
-135 , 90 , 2.050, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.044, 0.120
0.960, 3
1.700, 5.200, 0.000, 0.000
1.700, 2.550, 0.000, 0.0
5.0,15.0
"///"
"NE4-NE4'1",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"
44.0,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
-135 , 90 , 1.100, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 4.400, 0.000,10.000
0.500, 1.100, 0.000, 0.0
5.0,15.0
"///"
"NE4-NE4'2",1,"OPAQUE WALL"
88.0,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0
"///"

3. พังทงด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)

"SE-C",1,"OPAQUE WALL"
352.8,-45,1
CONCRETE , 1.442, 0.600
0.044, 0.120
5.0,10.0
"///"
"SE-B",1,"OPAQUE WALL"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

196.8,-45,1
CONCRETE , 1.442, 0.200
0.044, 0.120
5.0,10.0
“///”

“SE-W”,1,“OPAQUE WALL”
193.2,-45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0
“///”

“SE1-SE1’1”,2,“TRANSPARENT WALL”
-45 , 90 , 0.760, 2.200, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 2.200, 0.000,16.000
0.500, 0.760, 0.000, 0.0
5.0, 0.0
“///”

“SE1-SE1’2”,2,“TRANSPARENT WALL”
-45 , 90 , 0.340, 2.200, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 2.200, 0.000,16.000
0.500, 0.340, 0.000, 0.0
5.0, 0.0
“///”

“SE1-SE1’3”,1,“OPAQUE WALL”
22.0,-45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

“///”
“SE2-1”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”

36.2,-45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
-45 , 90 , 1.330, 4.000, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 1
1.700, 6.500, 0.000, 0.000
5.0,15.0

“///”
“SE2-2”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”
17.8,-45,3

CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
-45 , 90 , 0.360, 4.000, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 1
1.700, 6.500, 0.000, 0.000
5.0,15.0

“///”
“SE2-3”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”
107.6,-45,3

CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
-45 , 90 , 0.360, 4.000, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 1
1.800, 6.500, 0.500,17.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.0,15.0
"///"
"SE3-SE3'1",2,"TRANSPARENT WALL"
-45 , 90 , 0.760, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 2.600, 0.000,16.000
0.500, 0.420, 0.000, 0.0
5.0,0.0
"///"
"SE3-SE3'2",2,"TRANSPARENT WALL"
-45 , 90 , 0.340, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 2.600, 0.000,16.000
0.500, 0.340, 0.000, 0.0
5.0,0.0
"///"
"SE3-SE3'3",1,"OPAQUE WALL"
26.0,-45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0
"///"

4. ผนังทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)

"NW-C",1,"OPAQUE WALL"
352.8,135,1
CONCRETE , 1.442, 0.600
0.044, 0.120
5.0,10.0
"///"

'NW-B',1,'OPAQUE WALL'

196.8,135,1

CONCRETE , 1.442, 0.200

0.044, 0.120

5.0,10.0

'///'

'NW-W',1,'OPAQUE WALL'

193.2,135,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

5.0,15.0

'///'

'NW1-NW1'1',2,'TRANSPARENT WALL'

135 , 90 , 0.640, 2.200, 20 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.960, 3

0.520, 2.200, 0.000,10.000

0.500, 0.640, 0.000, 0.0

5.0, 0.0

'///'

'NW1-NW1'2',2,'TRANSPARENT WALL'

135 , 90 , 0.460, 2.200, 20 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.960, 3

0.520, 2.200, 0.000,10.000

0.500, 0.460, 0.000, 0.0

5.0, 0.0

'///'

'NW1-NW1'3',1,'OPAQUE WALL'

22.0,135,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.0,15.0

“///”

“NW2-1”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”

36.2,135,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

135 , 90 , 1.130, 4.000, 40 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.960, 3

1.750, 6.500, 0.000,17.000

1.700, 1.130, 0.800, 0.0

5.0,15.0

“///”

“NW2-2”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”

14.7,135,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

135 , 90 , 0.460, 4.000, 40 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.960, 1

1.700, 6.500, 0.000, 0.000

5.0,15.0

“///”

“NW2-3”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”

110.7,135,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

135 , 90 , 0.460, 4.000, 40 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.960, 1
1.800, 6.500, 0.500,17.000
5.0,15.0

“///”

“NW3-NW3’1”,2,“TRANSPARENT WALL”

135 , 90 , 0.640, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 2.600, 0.000,10.000
0.500, 0.640, 0.000, 0.0
5.0, 0.0

“///”

“NW3-NW3’2”,2,“TRANSPARENT WALL”

135 , 90 , 0.460, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.960, 3
0.520, 2.600, 0.000,10.000
0.500, 0.460, 0.000, 0.0
5.0, 0.0

“///”

“NW3-NW3’3”,1,“OPAQUE WALL”

26.0,135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

“///”

ข้อมูลที่จัดเก็บเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า OTTV ของกรอบอาคารที่เสนอแนะ (NHATEST 2) ในกรณีที่ 2

1. ผนังทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SE)

"SW-B",1,"OPAQUE WALL"

436.8,45,1

CONCRETE , 1.442, 0.200

0.044, 0.120

5.0,10.0

"///"

"SW-W",1,"OPAQUE WALL"

747.6,45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

5.0,15.0

"///"

"SW1-SW1'1",2,"TRANSPARENT WALL"

45 , 90 , 0.420, 3.800, 20 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.640, 3

0.520, 3.800, 0.000,16.000

0.500, 0.420, 0.000, 0.0

5.0, 0.0

"///"

"SW1-SW1'2",2,"TRANSPARENT WALL"

45 , 90 , 0.340, 3.800, 40 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.640, 3

0.520, 3.800, 0.000,16.000

0.500, 0.340, 0.000, 0.0

5.0, 0.0

"///"

'SW1-SW1'3',1,'OPAQUE WALL'

38.0,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

'///'

'SW2-SW2'1',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

6.7,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.420, 1.700, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.520, 2.100, 0.000,16.000
0.500, 0.420, 0.200, 0.0
5.0,15.0

'///'

'SW2-SW2'2',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

10.9,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.340, 1.700, 80 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.520, 2.100, 0.000,16.000
0.500, 0.340, 0.200, 0.0
5.0,15.0

'///'

'SW2-SW2'3',1,'OPAQUE WALL'

42.0,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

'///'

'SW3-SW3'1',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

69.8,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.970, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
1.750, 5.200, 0.000,12.000
1.700, 0.970, 0.000, 0.0
5.0,15.0

'///'

'SW3-SW3'2',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

51.8,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.360, 3.400, 80 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
1.700, 5.200, 0.000, 0.000
1.700, 0.360, 0.000, 0.0
5.0,15.0

'///'

'SW3-SW3'3',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

129.9,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.360, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
1.800, 5.200, 0.500,17.000
1.700, 0.860, 0.000, 0.0
5.0,15.0

'///'

'SW4-SW4'1',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

16.8,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.420, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.500, 4.400, 0.000, 0.000
0.500, 0.420, 0.000, 0.0
5.0,15.0

'///'

'SW4-SW4'2',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

27.2,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
45 , 90 , 0.340, 3.400, 80 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.500, 4.400, 0.000, 0.000
0.500, 0.340, 0.000, 0.0
5.0,15.0
'///'
'SW4-SW4'3',1,'OPAQUE WALL'
88.0,45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0
'///'

2. ผนังทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)

'NE-B',1,'OPAQUE WALL'
436.8,-135,1
CONCRETE , 1.422, 0.200
0.044, 0.120
5.0,10.0
'///'
'NE-W',1,'OPAQUE WALL'
747.6,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0
'///'
'NE1-NE1'1',2,'TRANSPARENT WALL'
-135 , 90 , 1.100, 3.800, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.520, 3.800, 0.000,10.000
0.500, 1.100, 0.000, 0.0
5.0, 0.0
'///'

'NE1-NE1'2',1,'OPAQUE WALL'

38.0,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

'///'

'NE2-NE2'1',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

17.6,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
-135 , 90 , 1.100, 1.700, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.520, 2.100, 0.000,10.000
0.500, 1.100, 0.200, 0.0
5.0,15.0

'///'

'NE2-NE2'2',1,'OPAQUE WALL'

42.0,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0

'///'

'NE3-NE3'1',3,'OPAQUE & TRANSPARENT WALL'

251.6,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
-135 , 90 , 2.050, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.044, 0.120
0.640, 3
1.700, 5.200, 0.000, 0.000
1.700, 2.550, 0.000, 0.0
5.0,15.0
"///"
"NE4-NE4'1",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"
44.0,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
-135 , 90 , 1.100, 3.400, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.520, 4.400, 0.000,10.000
0.500, 1.100, 0.000, 0.0
5.0,15.0
"///"
"NE4-NE4'2",1,"OPAQUE WALL"
88.0,-135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0
"///"

3. ผนังทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)

"SE-C",1,"OPAQUE WALL"
352.8,-45,1
CONCRETE , 1.442, 0.600
0.044, 0.120
5.0,10.0
"///"

"SE-B",1,"OPAQUE WALL"

196.8,-45,1

CONCRETE , 1.442, 0.200

0.044, 0.120

5.0,10.0

"///"

"SE-W",1,"OPAQUE WALL"

193.2,-45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

5.0,15.0

"///"

"SE1-SE1'1",2,"TRANSPARENT WALL"

-45 , 90 , 0.760, 2.200, 20 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.640, 3

0.520, 2.200, 0.000,16.000

0.500, 0.760, 0.000, 0.0

5.0, 0.0

"///"

"SE1-SE1'2",2,"TRANSPARENT WALL"

-45 , 90 , 0.340, 2.200, 20 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.640, 3

0.520, 2.200, 0.000,16.000

0.500, 0.340, 0.000, 0.0

5.0, 0.0

"///"

"SE1-SE1'3",1,"OPAQUE WALL"

22.0,-45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.0,15.0

“///”

“SE2-1”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”

36.2,-45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

-45 , 90 , 1.330, 4.000, 40 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.640, 1

1.700, 6.500, 0.000, 0.000

5.0,15.0

“///”

“SE2-2”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”

17.8,-45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

-45 , 90 , 0.360, 4.000, 40 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.640, 1

1.700, 6.500, 0.000, 0.000

5.0,15.0

“///”

“SE2-3”,3,“OPAQUE & TRANSPARENT WALL”

107.6,-45,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

-45 , 90 , 0.360, 4.000, 40 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.640, 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.800, 6.500, 0.500,17.000
5.0,15.0
"///"
'SE3-SE3'1',2,'TRANSPARENT WALL'
-45 , 90 , 0.760, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.520, 2.600, 0.000,16.000
0.500, 0.420, 0.000, 0.0
5.0,0.0
"///"
'SE3-SE3'2',2,'TRANSPARENT WALL'
-45 , 90 , 0.340, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.520, 2.600, 0.000,16.000
0.500, 0.340, 0.000, 0.0
5.0,0.0
"///"
'SE3-SE3'3',1,'OPAQUE WALL'
26.0,-45,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0
"///"

4. ผนังทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)

'NW-C',1,'OPAQUE WALL'
352.8,135,1
CONCRETE , 1.442, 0.600
0.044, 0.120
5.0,10.0
"///"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"NW-B",1,"OPAQUE WALL"

196.8,135,1

CONCRETE , 1.442, 0.200

0.044, 0.120

5.0,10.0

"///"

"NW-W",1,"OPAQUE WALL"

193.2,135,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

5.0,15.0

"///"

"NW1-NW1'1",2,"TRANSPARENT WALL"

135 , 90 , 0.640, 2.200, 20 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.640, 3

0.520, 2.200, 0.000,10.000

0.500, 0.640, 0.000, 0.0

5.0, 0.0

"///"

"NW1-NW1'2",2,"TRANSPARENT WALL"

135 , 90 , 0.460, 2.200, 20 , 1

0.006, 1.053

0.044, 0.120

0.640, 3

0.520, 2.200, 0.000,10.000

0.500, 0.460, 0.000, 0.0

5.0, 0.0

"///"

"NW1-NW1'3",1,"OPAQUE WALL"

22.0,135,3

CEMENT , 0.533, 0.025

POLYSTYRENE , 0.035, 0.057

CEMENT , 0.533, 0.025

0.044, 0.120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.0,15.0
"///"
"NW2-1",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"
36.2,135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
135 , 90 , 1.130, 4.000, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
1.750, 6.500, 0.000,17.000
1.700, 1.130, 0.800, 0.0
5.0,15.0
"///"
"NW2-2",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"
14.7,135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
135 , 90 , 0.460, 4.000, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 1
1.700, 6.500, 0.000, 0.000
5.0,15.0
"///"
"NW2-3",3,"OPAQUE & TRANSPARENT WALL"
110.7,135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
135 , 90 , 0.460, 4.000, 40 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.640, 1
1.800, 6.500, 0.500,17.000
5.0,15.0
"///"
"NW3-NW3'1',2,'TRANSPARENT WALL'
135 , 90 , 0.640, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.520, 2.600, 0.000,10.000
0.500, 0.640, 0.000, 0.0
5.0, 0.0
"///"
"NW3-NW3'2',2,'TRANSPARENT WALL'
135 , 90 , 0.460, 2.600, 20 , 1
0.006, 1.053
0.044, 0.120
0.640, 3
0.520, 2.600, 0.000,10.000
0.500, 0.460, 0.000, 0.0
5.0, 0.0
"///"
"NW3-NW3'3',1,'OPAQUE WALL'
26.0,135,3
CEMENT , 0.533, 0.025
POLYSTYRENE , 0.035, 0.057
CEMENT , 0.533, 0.025
0.044, 0.120
5.0,15.0
"///"

ข้อมูลที่จัดเก็บเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า RTTV ของกรอบอาคารที่เสนอแนะ (NHATEST)

'ROOF',4,'OPAQUE ROOF'
834.0,0,4
CONCRETE , 1.442, 0.120
AIR-GAP , 1.000, 1.423
FIBERGLASS , 0.035, 0.025
GYPSUM , 0.191, 0.012
0.055, 0.162
5.0,24.0
'///'



ภาคผนวก ค.

ตารางข้อมูลการคำนวณค่าภาระความเย็น (Cooling Load)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางข้อมูลการคำนวณค่าภาระความเย็น (Cooling Load)

ตารางที่ 1 ตัวประกอบความร้อนเพิ่มสูงสุดจากดวงอาทิตย์ สำหรับกระจก ณ เส้นรุ้ง 14° N
หน่วยเป็น W/m² (SHGF)

14 Deg N						
MONTH	N	NE/NW	E/W	SE/SW	S	HOR
Jan	96.5	186.5	674.0	785.5	601.0	804.5
Feb	105.5	317.0	735.0	724.0	453.0	885.0
Mar	112.0	454.0	715.0	610.5	261.5	927.5
Apr	124.5	552.5	728.5	460.5	134.0	913.5
May	176.5	604.0	697.0	348.5	127.5	886.5
Jun	222.5	618.5	661.0	298.0	127.5	869.0
Jul	186.5	596.5	658.0	336.0	131.0	871.0
Aug	131.0	539.5	689.5	438.5	296.5	890.0
Sep	115.5	435.5	719.0	588.5	261.5	897.5
Oct	105.5	312.5	710.0	700.5	441.5	867.5
Nov	98.0	186.5	662.5	773.0	591.5	798.0
Dec	93.0	138.5	639.0	796.5	645.5	763.5

ตารางที่ 2 แฟคเตอร์การกระแวย (CLF) สำหรับกระจกที่ไม่มีเครื่องบังแสงด้านใน

ละติจูดเหนือ หันเข้าหา ทิศ	ลักษณะ การวาง ห้อง	เวลาดวงอาทิตย์ , hr																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
NE	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.00
E	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
SE	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
S	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
SW	M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
W	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
NW	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
HOR	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.26	0.24	0.19	0.16

M = โครงสร้างขนาดกลาง : ผนังคอนกรีตด้านนอกหนา 4 นิ้ว, แสลงพื้นคอนกรีตหนา 4 นิ้ว,วัสดุหนักประมาณ 341 กิโลกรัม/ตารางเมตร

ตารางที่ 3 แฟคเตอร์ภาระความเย็น (CLF) สำหรับกระจกที่มีเครื่องบังแสงด้านใน

ละติจูดเหนือ/ใต้ เข้าหาทิศ	เวลาดวงอาทิตย์ , hr																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10
NE	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
E	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
SE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.57	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
S	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.09	0.16	0.23	0.38	0.58	0.75	0.83	0.90	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
SW	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
W	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
NW	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
HOR	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.95	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06

ตารางที่ 4 ปริมาณความร้อนที่คายออกจากร่างกายคนที่อาศัยอยู่ภายในห้องปรับอากาศ

ประเภทกิจกรรม	ตัวอย่างสถานที่	ความร้อนสัมผัส		ความร้อนแฝง	
		Watts	Btu/h	Watts	Btu/h
นั่งนิ่ง	โรงหนัง	60	210	40	140
นั่ง, ทำงานเบามาก	สำนักงาน, โรงแรม,	65	230	55	190
เขียนหนังสือ	อพาร์ทเมนท์				
นั่ง, กินอาหาร	ภัตตาคาร	75	255	95	325
นั่ง, ทำงานเบา,	สำนักงาน, โรงแรม,	75	225	75	255
พิมพ์ดีด	อพาร์ทเมนท์				
ยืน, ทำงานเบาหรือ	ร้านขายปลีก, ธนาคาร	90	315	95	325
เดินช้าๆ					
งานโต๊ะช่างขนาดเบา	โรงงาน	100	345	130	435
เดิน 3 mph,	โรงงาน	100	345	205	695
งานช่างขนาดเบา					
โบว์ลิ่ง	เล่นโบว์ลิ่ง	100	345	180	615
เดินรำปานกลาง	ห้องเดินรำ	120	405	255	875
งานหนัก, งานช่าง	โรงงาน	165	565	300	1035
ขนาดหนัก, ยกของ					
งานหนัก, กีฬา	ห้องพละ, ยิมเนเซียม	185	635	340	1165

ประวัติผู้เขียน

นายรัชชัย จันทรสุขเศรษฐ์ เกิดเมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2504 ที่จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษา BACHELOR OF SCIENCE IN ARCHITECTURE จาก UNIVERSITY OF SAN CARLOS ประเทศสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ ปีการศึกษา 2531 และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(สถาปัตยกรรม)จากวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาวิทยาเขตเทคนิคภาคพายัพ ปีการศึกษา 2526 เข้าทำงานในบริษัท สถาปนิก 49 จำกัด ในตำแหน่งสถาปนิกตั้งแต่ปี 2532 และบริษัท ฟอรัมอาตคิเทค จำกัด ในตำแหน่งสถาปนิกตั้งแต่ปี 2535 ในปัจจุบันประกอบอาชีพอิสระ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้