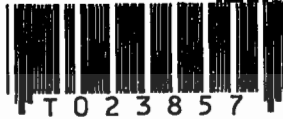


แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนรวม
(OTTV) และการใช้พลังงานในอาคารประเภทสำนักงาน
กรณีศึกษา : อาคารไทยประกันชีวิต

A TREND TO IMPROVE AN EFFICIENCY ON A BUILDING ENVELOPE
FOR DECREASE OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE (OTTV),
AND USAGE AN ENERGY IN THE OFFICE BUILDING.
CASE STUDY : THAI INSUARANCE BUILDING



วิทยานิพนธ์
ให้แก่วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายธนาวุฒิ ชุนทอง
MR.THANAVOOT KOONTONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....23857
วัน, เดือน, ปี.....19 ก.ย. 2538

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย

เลขหมู่.....สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขทะเบียน.....
วัน, เดือน, ปี.....
พ.ศ. 2538

ISBN 974-621-401-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม สิ่งนี้จะไม่เป็นข้อผูกมัดใดๆ และต้องแจ้งล่วงหน้าก่อนการนำเอกสารนี้ไปใช้

**A TREND TO IMPROVE AN EFFICIENCY ON A BUILDING ENVELOPE
FOR DECREASE OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE (OTTV),
AND USAGE AN ENERGY IN THE OFFICE BUILDING.
CASE STUDY : THAI INSUARANCE BUILDING**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENTS FOR THE DEGREE
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
GRADUATE SCHOOL
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ISBN 974-621-401-2
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) และการใช้พลังงานในอาคารประเภทสำนักงาน กรณีศึกษา : อาคารไทยประกันชีวิต
นักศึกษา	นายธนาวุฒิ ขุนทอง
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรมน ไวโรจนกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์กุสกรานา ภูปาฮา อาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ
ระดับการศึกษา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
ภาควิชา	สถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2538

บทคัดย่อ

จากการที่ประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา และยังมีแนวโน้มที่จะขยายตัวต่อไปในอนาคตในอัตราเฉลี่ยค่อนข้างสูงเป็นผลทำให้มีความต้องการในการใช้พลังงานภายในประเทศเพิ่มสูงขึ้น ทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจ ทางรัฐบาลได้ตระหนักถึงความสำคัญในการใช้พลังงานภายในประเทศ จึงได้ออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งมีสาระสำคัญก็เพื่อให้มีการผลิตและการใช้พลังงานและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร ตามกฎกระทรวงมาตราที่ 17-22 โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบอาคารใหม่และการปรับปรุงอาคารที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษานำทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เพื่อที่จะลดการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยจะทำการศึกษากรณีของอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร เนื่องจากอาคารประเภทสำนักงานในกรุงเทพมหานครมีดัชนีการใช้พลังงานภายในอาคารสูงกว่าอาคารธุรกิจประเภทอื่นๆ โดยจะใช้ “อาคารไทยประกันชีวิต” เป็นอาคารกรณีศึกษา

จากการศึกษาพบว่าอาคารไทยประกันชีวิตมีการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยรวมเท่ากับ 7,725,534 KWH ต่อปี ซึ่งจะเป็นการใช้เพื่อการปรับอากาศเท่ากับ 5,498,180 KWH ต่อปี คิดเป็น 71.2% ของการใช้พลังงานทั้งอาคาร จากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่า การที่อาคารไทยประกันชีวิต มีค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศสูงเนื่องจากกรอบอาคารไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่อาคารมีค่า OTTVเท่ากับ 79.6 วัตต์ต่อตารางเมตรและมีค่าภาระความเย็น (COOLING LOAD) เฉพาะในส่วนของกรอบอาคารเท่ากับ 5,097,364 BTUH คิดเป็น 74.0% ของโหลดภาระความเย็นรวมทั้งอาคาร

ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่ทำให้ส่วนของกรอบอาคารไม่มีประสิทธิภาพได้ดังนี้

1.) อุปกรณ์บังแดดของอาคารไม่มีประสิทธิภาพที่จะบังแดดให้กับอาคาร เนื่องจากขนาดของอุปกรณ์บังแดดและการวางทิศทางของตัวอาคาร (ORIENTATION OF BUILDING)

2.) พื้นที่ส่วนที่เป็นกระจกของกรอบอาคารมีมากเกินไป โดยมีอัตราส่วนช่วงเปิด (WINDOW TO WALL RATIO) เท่ากับ 48% และกระจกมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) สูงเท่ากับ 0.64

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการที่จะปรับปรุงกรอบอาคารสามารถสรุปได้ว่าการปรับปรุงอาคารในส่วนพื้นที่กระจกมีความเป็นไปได้สูงโดยจะมีแนวทางและวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมกับโครงสร้างเดิมในการที่จะปรับปรุงอยู่ 2 แนวทางคือ

1. วิธีการลดพื้นที่กระจกโดยติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก (EXTERIOR INSULATION FINISH SYSTEM ,EIFS) ซึ่งจะให้อัตราส่วนช่องเปิด (WINDOW TO WALL RATIO) ลดลงเหลือ 37.3%

2. วิธีการติดฟิล์มกรองแสงให้กับกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกเพื่อที่จะลดค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ของกระจกเหลือ 0.32

การวิเคราะห์ภายหลังจากการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร พบว่าอาคารไทยประกันชีวิต จะมีค่าการใช้พลังงานภายในอาคารโดยรวมเท่ากับ 6,515,845 KWH ต่อปี ซึ่งลดลงจากเดิมเท่ากับ 1,209,689 KWH ต่อปี และมีการใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศเท่ากับ 4,288,491 KWH ต่อปี คิดเป็น 65.8% ของการใช้พลังงานภายในอาคาร ซึ่งลดลงจากเดิมเท่ากับ 1,209,689 KWH ต่อปี

ทั้งนี้เป็นผลมาจากการปรับปรุงกรอบอาคารจึงทำให้อาคารมีค่า OTTV ลดลงเท่ากับ 40.5 วัตต์ต่อตารางเมตร และมีค่าภาระความเย็น (COOLING LOAD) ในส่วนของกรอบอาคารเท่ากับ 3,395,213 BTUH ซึ่งลดลงจากเดิมเท่ากับ 1,702,151 BTUH ซึ่งส่งผลให้เกิดการลดพลังงานของอาคารในส่วนการปรับอากาศลง

สรุปได้ว่าแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคารในการวิจัยนี้ จะสามารถลดการใช้พลังงานภายในอาคาร และทำให้สภาพของอาคารอยู่ในเกณฑ์กำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตามมาตราที่ 19 ซึ่งมีสาระสำคัญในการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร นับเป็นการสนองนโยบายของรัฐบาลในการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

THESIS TITLE	A TREND TO IMPROVE AN EFFICIENCY ON A BUILDING ENVELOPE FOR DECREASE OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE (OTTV) , AND USAGE AN ENERGY IN THE OFFICE THE OFFICE BUILDING. CASE STUDY : THAI INSUARANCE BUILDING
STUDENT	MR. THANAVOOT KOONTONG
THESIS ADVISOR	ASST. PROF. TEERAMON WAIROCHANAKICH
THESIS CO-ADVISOR	MR. KUSKANA KUBAHA MR. CHAIYOOT SRIPADET
LEVEL OF STUDY	MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
DEPARTMENT	ARCHITECTURE KING MONGKUT S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
YEAR	1995

ABSTRACT

THAILAND HAS AN ECONOMIC GROWTH IN MANY YEARS, AND HAVE TO GROWTH IN THE FUTURE AND ECONOMIC GROWTH RATE OF THAILAND IS SO HIGH. THE DEMAND OF AN ENERGY IS SO HIGH TOO. THE INDUSTRIAL SECTOR AND BUSINESS SECTORS USED MANY VOLUME OF AN ENERGY. THE GOVERMENT ENACTED THE CONSERVATION ENERGY LAW IN 1993. IT HAS AN OBJECTIVE TO PRODUCE THE EFFICIENCY ON THE USAGE OF ENERGY , AND TO CONVERSATION OF AND ENERGY IN THE BUILDING. THE ARTICAL 17-22 OF THE MINISTERIAL REGULATIONS ARE USED BY THE DESIGNING OF A NEW BUILDING , AND THE IMPROVMENT ON THE BUILDINGS , WHICH USED AT THE PRESENT TIME.

THIS STUDY SHOULD HAS AN OBJECTIVE TO GET A WAY , TO IMPROVE THE EFFICIENCY ON THE BUILDING ENVELOPE , WHICH USE AT THE PRESENT TIME. THE OBJECTIVE IS TO DECREASE A BUILDING 'S ENERGY USE , A CASE STUDY HAS USED AND OFFICE BUILDING IN BANGKOK. THIS STUDY USED THE THAI INSURANCE BUILDING.

IT FOUND THAT , THE THAI INSURANCE BUILDING USED AN ELECTRIC ENERGY 7,725,534 KWH/YEAR . IT USED AN ENERGY FOR THE AIR CONDITION 5,498,180 KWH/YEAR. IT WAS 71.2 % OF THE BUILDING 'S USE ON AN ENERGY. IT FOUND THAT , THE THAI INSURANCE BUILDING HAD A VOLUME IN A USAGE ON AN ENERGY TO BE HIGH. THE BUILDING 'S ENVELOPE WAS UNEFFICIENCY TO PROTECT THE HEAT , WHICH HAD TRANSFERED TO THE BUILDING.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE BUILDING HAS THE OTTV VOLUME 79.6 WATT/SQ.M. . IT HAS A COOLING LOAD ON THE BUILDING ENVELOPE 5,097,364 BTUH. IT WAS 74% OF THE COOLING LOAD ON THE BUILDING.

IT FOUND THAT , THERE WERE A LOT OF FACTORS , WHICH HAD AN UNEFFICIENCY ON THE BUILDING ENVELOPE.

1. THE SHADING DEVICE OF THE BUILDING WAS UNEFFICIENCY TO PROTECT A BUILDING FROM A SUNSHINE , BECAUSE OF A SIZE OF SHADING DEVICE AND AN ORIENTATION OF THE BUILDING WERE NOT PLentiful.

2. THE GLASS AREA OF THE BUILDING ENVELOPE IS SO MUCH. THE WALL TO RATIO IS 48% . THE GLASS HAS A SHADING COEFFICIENT (SC) VALUE 0.69

THERE ARE 2 WAYS TO IMPROVE ON A BUILDING ENVELOPE .

1.) THE BUILDING HAS TO REDUCE THE GLASS AREA. IT SHOULD BE ATTACHED TO AN EXTERIOR INSULATION FINISH SYSTEM (EIFS), BECAUSE IT CAN REDUCE THE WALL TO RATIO 38.4%

2.) THE BUILDING WILL BE ATTACHED TO A SUN CONTROL FILM ON A GLASS AREA TO REDUCE A SHADING COEFFICIENT VALUE OF GLASS TO BE 0.32

AFTER WE HAVE DESIGNED TO IMPROVE ON THE BUILDING ENVELOPE. WE FIND THAT , A VOLUME ON A BUILDING 'S ENERGY USE , TO BE 6,515,845 KWH/YEAR. IT HAS REDUCED A USAGE ON ENERGY 1,209,689 KWH/YEAR. IT FOUND THAT , A USAGE OF ENERGY ON AN AIR CONDITION IS 4,288,491 KWH/YEAR. IT IS 65.8% , WHICH REDUCING BUILDING 'S ENERGY USAGE 1,209,689 KWH/YEAR.

THE IMPROVMENT ON A BUILDING ENVELOPE CAN MAKE AN OTTV VOLUME TO REDUCE 40.9 WATT/SQ.M.. IT HAS A COOLING LOAD IN THE BUILDING ENVELOPE , WHICH IS 3,395,213 BTUH . IT CAN REDUCE 1,702,151 BTUH . SO THAT, IT CAN REDUCE A BUILDING 'S USE OF AN ENERGY TO THE AIR CONDITION.

A TREND , TO IMPROVE ON THE EFFICIENCY OF A BUILDING ENVELOPE , CAN REDUCE A BUILDING 'S USE OF ENERGY. IT MAKE A BUILDING TO BE A STANDARD OF ARTICAL 19 IN AN ENERGY CONSERVATION LAW. A PROPOSE IS TO GET A WAY TO USE AN ECONOMY AND AN EFFICIENCY ENERGYS USE.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็เพราะได้รับความเมตตาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรมน ไวโรจนกิจ อาจารย์อุสภานา ภูษา และอาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำแก่ผู้วิจัยมาตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์ คุณปราโมทย์ เอี่ยมศิริ คุณพงศ์พัฒน์ มั่งคั่ง และคุณบุญประทาน ภาสะประหาส ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและให้ข้อมูลประกอบแก่ผู้ทำวิจัย

ขอขอบพระคุณบริษัทไทยประกันชีวิต คุณธีรพงศ์ เชื้อสกุล ผู้จัดการส่วนสำนักงานอาคารคุณวัชร จ่าปาติษฐ์ หัวหน้าแผนกงานระบบส่วนสำนักงานอาคารที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ และให้ความสะดวกในการเก็บข้อมูลสำหรับการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์วิเชียร สุวรรณรัตน์ คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ดร. สมชาย ศรีสมพงษ์ หัวหน้าภาควิชาสถาปัตยกรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชญา รังสิรักษ์ ที่ได้ให้การสนับสนุนแก่ผู้ทำวิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นายธนาวุฒิ ขุนทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	IX
สารบัญภาพประกอบ	XII
สารบัญแผนภูมิ	XVI
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	6
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	6
1.4 สมมุติฐานของการวิจัย	8
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา	8
1.6 การดำเนินการวิจัย	8
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	10
2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	12
2.1 กฎหมายการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	12
2.2 สภาพทางภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร	15
2.3 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร	16
2.4 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV)	18
2.4.1 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U-VALUE)	19
2.4.2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC)	20
2.4.3 การคำนวณค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TDeq)	21
2.4.4 ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (SF)	21
2.5 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)	22
2.6 โปรแกรม OTTV & RTTV CALCULATION PROGRAM VERSION 2.1	22

2.7 การประเมินการใช้พลังงานโดยใช้โปรแกรม ASEAM 2	
(ASEAM 2 CALCULATION)	23
2.7.1 การปรับปรุงอาคารเพื่อจุดมุ่งหมายการประหยัดพลังงาน	
(ENERGY CONSERVATION OPPORTUNITY, ECO)	24
3. อาคารกรณีศึกษา (CASE STUDY)	26
3.1 ลักษณะทั่วไปทางสถาปัตยกรรมของอาคารกรณีศึกษา	26
3.1.1 รายละเอียดพื้นที่ใช้สอยของอาคาร	27
3.1.2 แบบทางสถาปัตยกรรมของอาคาร	29
3.1.3 รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของกรอบอาคาร	45
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	55
4.1 การวิเคราะห์ลักษณะรายละเอียดของกรอบอาคาร กรณีศึกษา	55
4.1.1 การคำนวณพื้นที่กรอบอาคาร	55
4.1.2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (U_w)	
และ T_{Deq} ของผนังทึบ	59
4.1.3 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (U_f)	
และ ΔT ของผนังโปร่งแสง	62
4.1.4 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (U)	
และ T_{Deq} ของหลังคา	64
4.1.5 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด	67
4.2 การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคาร	
(โปรแกรม OTTV, RTTV)	95
4.2.1 การคำนวณค่า OTTV ของอาคาร	95
4.2.2 การคำนวณค่า RTTV ของอาคาร	101
4.3 การวิเคราะห์ประเมินการใช้พลังงานของอาคาร	
(โปรแกรม ASEAM 2)	104
4.3.1 การวิเคราะห์ค่าภาระความเย็นของอาคาร	105
4.3.2 การวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร	112

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 การวิเคราะห์ลักษณะการใช้แสงสว่างภายในอาคาร	115
4.4.1 การใช้แสงสว่างไฟฟ้าภายในอาคาร	115
4.4.2 การใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร	117
4.5 สรุปผลการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การออกแบบปรับปรุง	119
5. การออกแบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคาร	122
5.1 ปัญหาและข้อจำกัดในการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร	122
5.2 แนวความคิดในการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร	123
5.3 การนำเสนอแนวทางในการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร	124
5.4 สรุปแนวทางในการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร	131
5.5 การออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร	133
5.6 การคำนวณค่า OTTV ภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร	144
5.6.1 การเปรียบเทียบผลค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคารภายหลังการปรับปรุง	148
5.7 การประเมินการใช้พลังงานภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร	149
5.7.1 ค่าภาระความเย็นของอาคาร	150
5.7.2 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร	152
5.7.3 การเปรียบเทียบผลการประเมินการใช้พลังงานในอาคาร	159
5.8 การประเมินผลการลงทุนและผลคุ้มค่าในการปรับปรุงกรอบอาคาร	161
5.8.1 การประเมินผลการลงทุน	161
5.8.2 การประเมินผลคุ้มค่า	162
5.8.3 การประเมินระยะเวลาการคุ้มค่าภายหลังการปรับปรุง	162
6. สรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะ	164
6.1 สรุปผลการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคาร	164
6.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน	165
บรรณานุกรม	169
ภาคผนวก ก. ข้อมูลการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร	172
ภาคผนวก ข. ตารางข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV)	184
ภาคผนวก ค. ตารางแสดงการคำนวณค่า OTTV แต่ละแนวทางการปรับปรุง	189
ประวัติผู้เขียน	199

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	ตารางแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ	2
ตารางที่ 1.2	ตารางแสดงดัชนีเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าและค่า OTTV ในอาคาร ธุรกิจประเภทต่าง ๆ	2
ตารางที่ 1.3	ตารางแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทสำนักงาน.....	3
ตารางที่ 1.4	ตารางแสดงข้อมูลการสำรวจอาคารสำนักงานในกรุงเทพฯ จำนวน 20 แห่ง	6
ตารางที่ 1.5	ตารางแสดงระยะเวลาในการทำวิจัย	11
ตารางที่ 3.1	ตารางแสดงพื้นที่ใช้สอยของอาคารไทยประกันชีวิต	27
ตารางที่ 3.2	ตารางแสดงรายละเอียดของโครงสร้างผนังที่แต่ละลักษณะ	46
ตารางที่ 3.3	ตารางแสดงรายละเอียดกระจกผนังโปร่งแสงและหน้าต่าง	51
ตารางที่ 4.1	ตารางสรุปพื้นที่ผนังอาคารไทยประกันชีวิต	56
ตารางที่ 4.2	ตารางสรุปพื้นที่หลังคาอาคารไทยประกันชีวิต	58
ตารางที่ 4.3	ตารางแสดงการคำนวณค่า U_w ของผนังก่ออิฐฉาบปูน	60
ตารางที่ 4.4	ตารางแสดงการคำนวณค่า U_w ของผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น	61
ตารางที่ 4.5	ตารางแสดงการคำนวณค่า U_f ของกระจกหนา 6 มิลลิเมตร	63
ตารางที่ 4.6	ตารางแสดงการคำนวณค่า U_f ของกระจกหนา 10 มิลลิเมตร	64
ตารางที่ 4.7	ตารางแสดงการคำนวณค่า U ของหลังคา FLAT SLAB	65
ตารางที่ 4.8	ตารางแสดงการคำนวณค่า U ของหลังคาโครงทึบมุงกระเบื้อง	66
ตารางที่ 4.9	แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ OVERHANG และช่วงเวลาที่ แดดส่องเข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = -175	71
ตารางที่ 4.10	แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ OVERHANG และช่วงเวลาที่ แดดส่องเข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = -155	72
ตารางที่ 4.11	แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่แดดส่อง เข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = -155	74
ตารางที่ 4.12	แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ OVERHANG และช่วงเวลา ที่แดดส่องเข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = -110	75
ตารางที่ 4.13	แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ OVERHANG และช่วงเวลาที่ แดดส่องเข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = -65	76

ตารางที่ 4.14 แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่แดดส่อง เข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = -65	80
ตารางที่ 4.15 แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ OVERHANG และช่วงเวลาที่ แดดส่องเข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = -20	82
ตารางที่ 4.16 แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่แดดส่อง เข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = -20	84
ตารางที่ 4.17 แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ OVERHANG และช่วงเวลาที่ แดดส่องเข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = 5	86
ตารางที่ 4.18 แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ OVERHANG และช่วงเวลาที่ แดดส่องเข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = 25	88
ตารางที่ 4.19 แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่แดดส่อง เข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = 25	90
ตารางที่ 4.20 แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ OVERHANG และช่วงเวลาที่ แดดส่องเข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = 115	92
ตารางที่ 4.21 แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่แดดส่อง เข้าสู่อาคาร ในทิศ AZ = 115	94
ตารางที่ 4.22 สรุปผลประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดของอาคาร	94
ตารางที่ 4.23 แสดงผลการคำนวณค่า OTTV ของอาคารไทยประกันชีวิต	96
ตารางที่ 4.24 สรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร	99
ตารางที่ 4.25 ตารางเปรียบเทียบผล OTTV ของอาคารกับค่ามาตรฐานตาม พร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	100
ตารางที่ 4.26 แสดงผลการคำนวณค่า RTTV ของอาคารไทยประกันชีวิต	102
ตารางที่ 4.27 แสดงผลค่าภาระความเย็นของส่วน TOWER	106
ตารางที่ 4.28 แสดงผลค่าภาระความเย็นของส่วน PODIUM	108
ตารางที่ 4.29 แสดงผลค่าภาระความเย็นของอาคาร (BUILDING)	110
ตารางที่ 4.30 สรุปผลค่าโหลดภาระความเย็นของอาคาร	112
ตารางที่ 4.31 แสดงผลรวมสัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร	113
ตารางที่ 4.32 แสดงผลการประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร.....	115

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.33 วิเคราะห์แนวทางความเป็นไปได้ในการเลือกปรับปรุงกรอบอาคาร	120
ตารางที่ 4.34 แสดงระดับแสงภายในอาคารที่เกิดจากแสงธรรมชาติ	121
ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของกระจกประเภทประหยัดพลังงาน	125
ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของฟิล์มกรองแสง	127
ตารางที่ 5.3 แสดงผลวิเคราะห์และทดสอบวัสดุส่วนประกอบของระบบผนัง กันร้อนภายนอก (EIFS)	130
ตารางที่ 5.4 สรุปเพื่อเลือกแนวทางการออกแบบที่มีความเหมาะสมในการ เลือกใช้ออกแบบปรับปรุง	132
ตารางที่ 5.5 แสดงลักษณะของกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจก (W_1-W_5) ที่มีอยู่ ในแต่ละด้านของมุมอะซินุท	134
ตารางที่ 5.6 แสดงการคำนวณค่า OTTV ของอาคารภายหลังการปรับปรุง	144
ตารางที่ 5.7 สรุปปริมาณความร้อน (Q) ที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารภายหลังการ ปรับปรุง	148
ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบผลการคำนวณค่า OTTV ของอาคาร	149
ตารางที่ 5.9 ผลการประเมินภาระความเย็นส่วน TOWER ของอาคารภายหลัง การปรับปรุง	151
ตารางที่ 5.10 ผลการประเมินภาระความเย็นส่วน PODIUM ของอาคารภายหลัง การปรับปรุง	153
ตารางที่ 5.11 ผลการประเมินภาระความเย็นของอาคารภายหลังการปรับปรุง	155
ตารางที่ 5.12 แสดงผลรวมและสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ภายหลังการปรับปรุง	157
ตารางที่ 5.13 แสดงผลค่าการประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารแต่ละเดือน ในรอบปี	159
ตารางที่ 5.14 การเปรียบเทียบค่าโหลดภาระความเย็นของอาคารภายหลังการปรับปรุง	160
ตารางที่ 5.15 การเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารภายหลัง การปรับปรุง	160

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบที่ 2.1	ภาพแสดงตำแหน่งทิศทางการเดินของดวงอาทิตย์ ณ กรุงเทพมหานคร 16
ภาพประกอบที่ 3.1	แสดงทัศนียภาพของอาคารไทยประกันชีวิต 26
ภาพประกอบที่ 3.2	แสดงผังบริเวณของอาคาร 30
ภาพประกอบที่ 3.3	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นล่างของอาคาร 31
ภาพประกอบที่ 3.4	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นที่หนึ่งของอาคาร 32
ภาพประกอบที่ 3.5	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นสองของอาคาร 33
ภาพประกอบที่ 3.6	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นสามของอาคาร 34
ภาพประกอบที่ 3.7	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นสี่ของอาคาร 35
ภาพประกอบที่ 3.8	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นห้าของอาคาร 36
ภาพประกอบที่ 3.9	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นหกของอาคาร 37
ภาพประกอบที่ 3.10	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นเจ็ด-ยี่สิบสามของอาคาร 38
ภาพประกอบที่ 3.11	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นยี่สิบสี่ของอาคาร 38
ภาพประกอบที่ 3.12	แสดงแปลนพื้นที่ชั้นคาเฟ่ของอาคาร 39
ภาพประกอบที่ 3.13	แสดงรูปตัดของอาคาร 40
ภาพประกอบที่ 3.14	แสดงรูปด้านหน้าของอาคาร 41
ภาพประกอบที่ 3.15	แสดงรูปด้านขวาของอาคาร 42
ภาพประกอบที่ 3.16	แสดงรูปด้านซ้ายของอาคาร 43
ภาพประกอบที่ 3.17	แสดงรูปด้านหลังของอาคาร 44
ภาพประกอบที่ 3.18	แสดงรายละเอียดของผนังก่ออิฐฉาบปูน 45
ภาพประกอบที่ 3.19	แสดงรายละเอียดของผนังก่ออิฐฉาบปูนสองชั้น 46
ภาพประกอบที่ 3.20	แสดงรายละเอียดของผนังกระจกและหน้าต่างแบบที่ 1 (W1) 47
ภาพประกอบที่ 3.21	แสดงรายละเอียดของผนังกระจกและหน้าต่างแบบที่ 2 (W2) 48
ภาพประกอบที่ 3.22	แสดงรายละเอียดของผนังกระจกแบบที่ 3 (W3) 49
ภาพประกอบที่ 3.23	แสดงรายละเอียดของผนังกระจกและหน้าต่างแบบที่ 4 (W4) 50
ภาพประกอบที่ 3.24	แสดงรายละเอียดของหน้าต่างกระจกแบบที่ 5 (W5) 51
ภาพประกอบที่ 3.25	แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 52
ภาพประกอบที่ 3.26	แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง 53

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

		หน้า
ภาพประกอบที่ 3.27	แสดงรายละเอียดของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก FLAT SLAB	53
ภาพประกอบที่ 3.28	แสดงรายละเอียดของหลังคาโครงทรัสมุงกระเบื้อง	54
ภาพประกอบที่ 4.1	แสดงรายละเอียดทิศทางมุมอะซิมุทของผนังอาคาร	55
ภาพประกอบที่ 4.2	แสดงรายละเอียดของผนังก่ออิฐฉาบปูน	59
ภาพประกอบที่ 4.3	แสดงรายละเอียดของผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น	61
ภาพประกอบที่ 4.4	แสดงรายละเอียดของผนังกระจกสีชาหนา 6 มิลลิเมตร	62
ภาพประกอบที่ 4.5	แสดงรายละเอียดของผนังกระจกสีชาหนา 10 มิลลิเมตร	63
ภาพประกอบที่ 4.6	แสดงรายละเอียดของหลังคา FLAT SLAB	64
ภาพประกอบที่ 4.7	แสดงรายละเอียดของหลังคาโครงทรัสเหล็กมุงกระเบื้อง	66
ภาพประกอบที่ 4.8	แสดง SUN CHART ณ ตำแหน่ง 14 °NORTH	68
ภาพประกอบที่ 4.9	แสดง SHADING-ANGLE PROTRACTOR	68
ภาพประกอบที่ 4.10	แสดงรายละเอียด OVERHANG ในทิศ AZ = -175	70
ภาพประกอบที่ 4.11	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ OVERHANG ในทิศ AZ = -175	70
ภาพประกอบที่ 4.12	แสดงรายละเอียด OVERHANG ในทิศ AZ = -155	71
ภาพประกอบที่ 4.13	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ OVERHANG ในทิศ AZ = -155	72
ภาพประกอบที่ 4.14	แสดงรายละเอียดของ FIN ในทิศ AZ = -155	73
ภาพประกอบที่ 4.15	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ FIN ในทิศ AZ = -155	73
ภาพประกอบที่ 4.16	แสดงรายละเอียดของ OVERHANG ในทิศ AZ = -110	74
ภาพประกอบที่ 4.17	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ OVERHANG ในทิศ AZ = -110	75
ภาพประกอบที่ 4.18	แสดงรายละเอียดของ OVERHANG ในทิศ AZ = -65	77
ภาพประกอบที่ 4.19	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ OVERHANG ในทิศ AZ = -65	77
ภาพประกอบที่ 4.20	แสดงรายละเอียดของ FIN ในทิศทาง AZ = -65	78

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

หน้า

ภาพประกอบที่ 4.21	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ FIN ในทิศ AZ = -65	79
ภาพประกอบที่ 4.22	แสดงรายละเอียดของ OVERHANG ในทิศ AZ = -20	81
ภาพประกอบที่ 4.23	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ OVERHANG ในทิศ AZ = -20	81
ภาพประกอบที่ 4.24	แสดงรายละเอียดของ FIN ในทิศ AZ = -20	82
ภาพประกอบที่ 4.25	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ FIN ในทิศ AZ = -20	83
ภาพประกอบที่ 4.26	แสดงรายละเอียดของ OVERHANG ในทิศ AZ = 5	84
ภาพประกอบที่ 4.27	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ OVERHANG ในทิศ AZ = 5	85
ภาพประกอบที่ 4.28	แสดงรายละเอียดของ OVERHANG ในทิศ AZ = 25	86
ภาพประกอบที่ 4.29	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ OVERHANG ในทิศ AZ = 25	87
ภาพประกอบที่ 4.30	แสดงรายละเอียดของ FIN ในทิศ AZ = 25	88
ภาพประกอบที่ 4.31	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ FIN ในทิศ AZ = 25	89
ภาพประกอบที่ 4.32	แสดงรายละเอียดของ OVERHANG ในทิศ AZ = 115	91
ภาพประกอบที่ 4.33	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ OVERHANG ในทิศ AZ = 115	91
ภาพประกอบที่ 4.34	แสดงรายละเอียดของ FIN ในทิศ AZ = 115	92
ภาพประกอบที่ 4.35	แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดด ของ FIN ในทิศ AZ = 115	93
ภาพประกอบที่ 4.36	กราฟแสดงค่าภาระความเย็นของอาคารส่วน TOWER	106
ภาพประกอบที่ 4.37	กราฟแสดงค่าภาระความเย็นของอาคารส่วน PODIUM	108
ภาพประกอบที่ 4.38	กราฟแสดงค่าภาระความเย็นของอาคาร (BUILDING)	110
ภาพประกอบที่ 4.39	กราฟแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคาร	113
ภาพประกอบที่ 4.40	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร	114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

หน้า

ภาพประกอบที่ 4.41	แสดงค่าเฉลี่ยการตรวจวัดระดับความสว่างของแสงสว่างไฟฟ้าภายในอาคาร	116
ภาพประกอบที่ 4.42	แสดงค่าเฉลี่ยการตรวจวัดระดับความสว่างของแสงธรรมชาติภายในอาคาร	117
ภาพประกอบที่ 4.43	กราฟแสดงค่าระดับความสว่างของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร	118
ภาพประกอบที่ 5.1	แสดงส่วนประกอบของระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS)	128
ภาพประกอบที่ 5.2	แสดงรายละเอียดทิศทางมุมอะซิมุทของกรอบอาคารแต่ละด้าน	133
ภาพประกอบที่ 5.3	แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 1 (W_1)	135
ภาพประกอบที่ 5.4	แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 2 (W_2)	137
ภาพประกอบที่ 5.5	แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 3 (W_3)	139
ภาพประกอบที่ 5.6	แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 4 (W_4)	141
ภาพประกอบที่ 5.7	แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 5 (W_5)	143
ภาพประกอบที่ 5.8	กราฟแสดงค่าภาระความเย็นส่วน TOWER ของอาคาร	151
ภาพประกอบที่ 5.9	กราฟแสดงค่าภาระความเย็นส่วน PODIUM ของอาคาร	153
ภาพประกอบที่ 5.10	กราฟแสดงค่าภาระความเย็นของอาคารภายหลังการปรับปรุง.....	155
ภาพประกอบที่ 5.11	กราฟแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารภายหลังการปรับปรุง	158
ภาพประกอบที่ 5.12	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร	158

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1.1	แผนการดำเนินการวิจัย	10
แผนภูมิที่ 4.1	DIAGRAM แสดงสาเหตุที่ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในการ ปรับอากาศสิ้นเปลือง	120



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา (ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6-7) ประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ย 10.5% ต่อปี โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจ มีแนวโน้มที่จะมีการก่อสร้างอาคารทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นอีก ตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ โดยคาดว่าจะยังคงขยายตัวในอัตราค่อนข้างสูงต่อไป ซึ่งจะเป็นผลทำให้มีความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศเพิ่มขึ้นในอัตราค่อนข้างสูงในช่วงระยะเวลาดังกล่าวด้วยเช่นกัน

กล่าวคือ ความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศ เพิ่มขึ้นจาก 4,180 เมกกะวัตต์ ในปี 2529 เป็นกว่า 9,000 เมกกะวัตต์ ในปี 2534

ในปี 2534 มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุด 8,045 เมกกะวัตต์ และการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 42,062 ล้านหน่วย โดยใช้ไปในภาคต่าง ๆ ดังนี้

ภาคอุตสาหกรรม	46.7%
ภาคธุรกิจ	25.4%
ภาคที่อยู่อาศัย	21.1%
อื่น ๆ	6.9%

คาดว่าในปี 2549 การใช้ไฟฟ้าสูงสุดจะเพิ่มเป็น 25,515 เมกกะวัตต์และการใช้พลังงานทั้งสิ้นจะสูงถึง 144,433 ล้านหน่วย โดยแยกตามภาคผู้ใช้ไฟฟ้าดังนี้

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

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

จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของภาคธุรกิจนับเป็นสาขาหนึ่งที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งของประเทศและมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด สำหรับการไฟฟ้าในพลังงานไฟฟ้าในอาคารธุรกิจขนาดใหญ่นั้น การใช้พลังงานส่วนใหญ่จะเป็นการใช้เพื่อการปรับอากาศและระบบแสงสว่าง ซึ่งมีความจำเป็นในการให้บริการและให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้อาคาร

ไม่ว่าการนี้ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสำรวจโดยกองอนุรักษ์พลังงานเกี่ยวกับสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า ในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ จำนวน 70 อาคาร ซึ่งจัดแบ่งการใช้ไฟฟ้าออกเป็น 3 ลักษณะคือ การใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอำนวยความสะดวกอื่น ๆ พบว่าอาคารธุรกิจประเภทโรงแรมและศูนย์การค้า จะมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงกว่าอาคารธุรกิจประเภทสำนักงาน (ดูตารางที่ 1.1)

ตารางที่ 1.1

ตารางแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ

ประเภทของอาคาร	การใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร (100 %)		
	ระบบปรับอากาศ (%)	ระบบแสงสว่าง (%)	อื่น ๆ (%)
โรงแรม	67.6	13.4	19.0
สำนักงาน	56.9	24.6	18.5
ศูนย์การค้า	60.0	21.8	18.2

ที่มา : บทความ“ประสิทธิภาพในปรีทัศน์ของพลังงานทั้งอาคาร”รศ.ดร.สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.

แต่จากการสำรวจของกองอนุรักษ์พลังงานถึงดัชนีการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่างของอาคารตัวอย่างจำนวน 70 อาคาร พบว่าอาคารธุรกิจประเภทสำนักงานมีดัชนีเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าในการปรับอากาศและระบบแสงสว่างสูงกว่าอาคารประเภทโรงแรมและศูนย์การค้า(ดูตารางที่ 1.2)

ตารางที่ 1.2

ตารางแสดงดัชนีเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าและค่า OTTV ในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ

ประเภทของอาคาร	ดัชนีเฉลี่ย			OTTV เฉลี่ย (W/M ²)
	ระบบปรับอากาศ (BTUH/M ²)	ระบบแสงสว่าง (W/M ²)	การใช้ไฟฟ้า เฉลี่ย(W/M ²)	
โรงแรม	595	7.0	239	55.0
สำนักงาน	922	21.1	220	57.7
ศูนย์การค้า	779	14.6	292	44.9

ที่มา : บทความ“ประสิทธิภาพในปรีทัศน์ของพลังงานทั้งอาคาร”รศ.ดร.สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.

ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่า OTTV หรือ OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE เป็นค่าที่อธิบายถึงการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารเฉลี่ยตลอดปี จากตารางที่ 1.2 จะเห็นว่าอาคารประเภทสำนักงานจะมีค่า OTTV เฉลี่ย เท่ากับ 57.7 W/M^2 ซึ่งจะสูงกว่าอาคารประเภทโรงแรมและศูนย์การค้า

เนื่องจากอาคารธุรกิจประเภทสำนักงานมีดัชนีเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าในด้านการปรับอากาศและระบบแสงสว่างรวมทั้งค่า OTTV เฉลี่ยสูงกว่าอาคารธุรกิจประเภทโรงแรมและศูนย์การค้า ดังนั้นในการศึกษานี้จะขอยกเอากรณีของอาคารธุรกิจประเภทสำนักงานมาศึกษา

การศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงานโดยเฉลี่ยพบว่าสัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของการปรับอากาศในอาคารมีสูงถึง 60% รองลงมาเป็นการใช้ไฟฟ้าในส่วนจากระบบแสงสว่าง 20% นอกนั้นจะเป็นการใช้ไฟฟ้าในระบบอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในอาคาร (ดูตารางที่ 1.3)

ตารางที่ 1.3

ตารางแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทสำนักงาน

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

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

เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับการปรับอากาศและการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารพบว่าประกอบด้วยภาระความร้อน 2 ประเภทคือ

1. ภาระความร้อนที่เกิดจากภายในอาคาร (INTERNAL LOAD) เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นภายในของพื้นที่ปรับอากาศภายในอาคาร

2. ภาระความร้อนที่เกิดภายนอกอาคาร (EXTERNAL LOAD) เป็นความร้อนจากการถ่ายเทความร้อนซึ่งเกิดจากอิทธิพลของบรรยากาศภายนอกอาคาร

จากการศึกษาของ ดร.สุรพงษ์ จิระรัตนานนท์ พบว่าภาระการปรับอากาศในส่วนของการทำความร้อนที่เกิดภายนอกอาคาร (EXTERNAL LOAD) มีสัดส่วนประมาณ 50-60% ของภาระการปรับอากาศ

ของอาคาร โดยขึ้นอยู่กับอัตราความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร โดยผ่านทางกรอบอาคาร ซึ่งประกอบด้วยความร้อนที่ถ่ายเทโดยการนำและพาความร้อนผ่านผนัง หลังคา และความร้อนซึ่งถ่ายเท โดยการแผ่รังสีผ่านผนัง ช่องแสง หน้าต่าง ซึ่งเป็นวัสดุโปร่งแสง

ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงการประหยัดพลังงานในอาคาร จะเห็นว่ารูปร่างลักษณะของอาคารและ กรอบอาคาร ซึ่งออกแบบโดยสถาปนิกนั้นมีความสำคัญต่อการใช้พลังงานมากเพราะว่าปริมาณความ ร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารนั้นจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปแบบสถาปัตยกรรมและคุณสมบัติเชิงความร้อนของกรอบอาคาร

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอที่จะสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคพลังงานภายในอาคาร ได้ดังนี้

1. กรอบอาคาร (BUILDING ENVELOPE)
2. ระบบภายในอาคาร ประสิทธิภาพและการควบคุม
 - ระบบปรับอากาศ
 - ระบบแสงสว่าง
 - ระบบอุปกรณ์อื่น ๆ

3. กิจกรรมภายในอาคาร

ตามที่ได้มีการออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ได้มีผลบังคับใช้ ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน พ.ศ.2535 โดยมีสาระสำคัญก็เพื่อให้มีการผลิต และใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพกลุ่มเป้าหมายหลักที่ พระราชบัญญัตินี้เข้าไปกำกับดูแลได้แก่

1. โรงงานอุตสาหกรรม
2. อาคารธุรกิจ

ทั้งนี้เนื่องจาก โรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจเป็นกลุ่มที่มีการใช้พลังงานมาก โดยจะมีการ ออกพระราชกฤษฎีกา เพื่อควบคุมและกำหนดให้โรงงานและอาคารควบคุมจะต้องดำเนินการตามพระ ราชกำหนดนี้

การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร มีบทบัญญัติของกฎหมายอยู่ในหมวด 2 ของพระราชบัญญัติการ ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 มาตราที่ 17-22 ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบอาคารใหม่และการ ปรับปรุงอาคารเก่า ซึ่งในกฎหมายได้แนะนำวิธีการในการดำเนินการไว้ดังนี้

1. การลดความร้อนของแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
2. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การใช้วัสดุก่อสร้างที่ช่วยอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
4. การใช้แสงสว่างภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
5. การใช้และการติดตั้งอุปกรณ์รวมถึงวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน

6. การใช้ระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในอาคาร

7. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเอกสารอ้างอิงเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าการเผยแพร่ หรือการนำเอกสารไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต หรือการนำเอกสารไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

จากนั้นก็ได้มีการออกกฎกระทรวงมาตราที่ 19 เพื่อให้สถาปนิกและวิศวกรใช้เป็นข้อกำหนดทางด้านการใช้พลังงานในการออกแบบอาคารใหม่และเจ้าของอาคารใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารที่กำลังใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

กฎกระทรวงมาตราที่ 19 มีสาระสำคัญซึ่งพอจะกล่าวโดยสรุปในข้อกำหนดคือ

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV ต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ตารางเมตร สำหรับอาคารใหม่ และไม่เกิน 55 วัตต์/ตารางเมตร สำหรับอาคารเก่า (กรณีอาคารที่ปรับอากาศ)
2. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ต้องไม่เกิน 25 วัตต์/ตารางเมตร (กรณีอาคารปรับอากาศ)
3. มาตรฐานการปรับอากาศ การทำน้ำร้อน และการใช้ความร้อนภายในอาคาร
4. การส่องสว่าง ได้มีการกำหนดเกณฑ์ของค่ากำลังไฟฟ้า สำหรับการส่องสว่างทั้งภายใน และภายนอกอาคาร
5. หลักเกณฑ์วิธีการ เงื่อนไขของการใช้พลังงานภายในอาคาร

หากกฎหมายอนุรักษ์พลังงานได้มีผลบังคับใช้อย่างสมบูรณ์เมื่อใด ก็จะมีผลกระทบที่เกิดขึ้นในกรณีของอาคารก็คือ อาคารที่ขอใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ ขึ้นไป หรือใช้ไฟฟ้าและพลังงานสิ้นเปลืองรวมกันเทียบเท่า 20 ล้านเมกะจูล ขึ้นไป จะเป็นอาคารที่อยู่ในข่ายควบคุม

ดังนั้นอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันก็จะต้องมีการปรับปรุงการใช้พลังงานในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนด และอาคารใหม่ที่จะสร้างขึ้นก็จะต้องมีการออกแบบโดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานในอาคารและอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนดของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานด้วยเช่นกัน

ในส่วนของการออกแบบอาคารด้านสถาปัตยกรรมนั้น มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานภายในอาคาร เนื่องจากปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารด้านการปรับอากาศและแสงสว่างก็คือ กรอบอาคาร (BUILDING ENVELOPE) ดังที่กล่าวในตอนต้น

โดยเฉพาะกรอบอาคารธุรกิจประเภทสำนักงานที่สำรวจโดยกองอนุรักษ์พลังงานมีค่า OTTV สูงเกินเกณฑ์กำหนดของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานคือ มีค่า OTTV เฉลี่ยอยู่ที่ 57.7 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งอาคารสำนักงานที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) เกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตร (อาคารปัจจุบัน) จะต้องมีการปรับปรุงอาคารเพื่อให้อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนด

ดังนั้นเพื่อเป็นการตอบสนองต่อกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเน้นในเรื่องการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) และการใช้พลังงานในอาคาร โดยจะศึกษาในกรณีของอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลทางภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อกรอบอาคาร (กรณีอาคารปรับอากาศ)
2. เพื่อศึกษาสาเหตุของการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง และไม่มีประสิทธิภาพในอาคารสำนักงาน
3. เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารสำนักงานเพื่อให้สอดคล้องกับกฎหมายพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและสัมพันธ์กับงานด้านสถาปัตยกรรม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. เนื่องจากอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร มีมากมายและหลากหลายในรูปแบบและพื้นที่ที่ใช้สอย การทำวิจัยในครั้งนี้จึงขอเลือกอาคารตัวอย่างมาศึกษาโดยที่อาคารตัวอย่างนี้เลือกมาจาก ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจากอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 20 อาคาร ซึ่งทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยคณะพลังงานและวัสดุได้ทำการสำรวจ ในโครงการตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในอาคารธุรกิจไว้ดังนี้ (ตารางที่ 1.4)

ตารางที่ 1.4

ตารางแสดงข้อมูลการสำรวจอาคารสำนักงานใน กทม จำนวน 20 แห่ง

No.	สำนักงาน	จำนวนชั้น	พื้นที่อาคาร (M ²)	A.C.AREA (M ²)	% OF ELECTRIC			OTTV W/M ²
					A/C	LIGHT	OTH.	
1	ธนาคารกรุงไทย จำกัด	16	19,420	17,788	51.0	33.0	16.0	61.9
2	ธนาคารอาคารสงเคราะห์	14	12,000	11,850	55.6	14.5	29.9	56.1
3	บ.ไทยสมุทรพาณิชย์ประกันภัย	20	21,000	20,377	43.0	32.0	25.0	87.2
4	รัชภาณ	18	15,245	14,720	55.0	29.0	16.0	56.9
5	อิตัลไทย	14	8,847	7,259	54.0	25.0	21.0	52.4
6	เอฟ.อี.ซิลลิค (กรุงเทพฯ)	9	8,345	7,163	69.6	18.5	11.9	50.2
7	โตโยต้ามอเตอร์ประเทศไทย	3	7,988	7,057	62.0	25.0	13.0	32.6
8	อินซ์เคปไทย	6	6,311	4,557	60.0	28.0	12.0	56.0
9	บ.เงินทุนหลักทรัพย์สินเอเชีย	12	5,240	4,099	63.0	30.0	7.0	61.0
10	บ.เกษตรรุ่งเรืองพืชผล	11	8,323	7,693	53.0	26.0	21.0	61.0
11	บีที กรุงเทพฯ	10	4,100	2,796	65.0	29.0	6.0	32.4
12	ธนาคารออมสิน	11	9,796	7,824	69.0	15.0	16.0	49.8
13	การปิโตรเลียม	24	34,137	32,513	60.1	19.9	20.0	50.3

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.4 (ต่อ)

No.	สำนักงาน	จำนวนชั้น	พ.ท.อาคาร (M ²)	A.C.AREA (M ²)	% OF ELECTRIC			OTTV W/M ²
					A/C	LIGHT	OTH	
14	บ.ไทยประกันชีวิต	25	31,426	29,508	60.0	21.0	19.0	72.7
15	ธนาคารทหารไทย	14	14,100	13,333	66.0	24.0	10.0	77.4
16	มณียาเซ็นเตอร์	16	42,773	31,736	50.0	20.0	30.0	105.1
17	บ.โกดัก จำกัด	-	9,361	8,244	52.0	24.5	23.0	55.0
18	ธนาคารกรุงเทพพาณิชย์การ	18	38,262	25,185	53.9	26.1	14.2	48.6
19	อาคารวานิช	17	13,309	13,309	53.0	34.0	13.0	56.0
20	เคลด้าอิเล็กทรอนิกส์	2	15,980	15,520	40.5	18.9	40.6	36.7

จากข้อมูลในตารางที่ 1.4 ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา เพื่อเลือกอาคารตัวอย่างไว้ดังนี้

- 1.) อาคารตัวอย่างที่จะศึกษาควรจะเป็นอาคารสูงเกิน 10 ชั้น
- 2.) พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารต้องมากกว่า 10,000 ม² เข้าข่ายอาคารขนาดใหญ่พิเศษ
- 3.) พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ ต้องมากกว่า 10,000 ม²
- 4.) จะต้องมีการใช้ไฟฟ้าในอาคารเพื่อการปรับอากาศ ไม่ต่ำกว่า 60% ของการใช้ไฟฟ้าทั้งอาคาร
- 5.) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคารเกิน 70 วัตต์ต่อตารางเมตร
- 6.) ผู้ทำการศึกษาคงต้องมีความสะดวกในการที่จะเข้าไปติดต่อในส่วนของตัวอาคาร เพื่อที่จะเก็บข้อมูลและทำการสำรวจภายในอาคารที่จะศึกษา

จากเกณฑ์การพิจารณาในการเลือกอาคารตัวอย่างที่จะศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถที่จะเลือกอาคารที่ตรงกับเกณฑ์พิจารณาคือ อาคารบริษัทไทยประกันชีวิต จำกัด เพื่อการศึกษาถึงรายละเอียดในการใช้พลังงานภายในอาคาร และรูปแบบกรอบอาคารเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย

2. การศึกษากรอบอาคารสำนักงานจะศึกษาเกี่ยวกับวัสดุ ผนังอาคาร หน้าต่าง ช่องแสงการบังแดดและหลังคาโดยจะเน้นในเรื่องการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร

3. การศึกษาการใช้พลังงานในอาคารที่จะศึกษา จะเน้นในเรื่องที่เกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่สัมพันธ์และส่งผลกระทบโดยตรงกับรูปแบบและประสิทธิภาพของกรอบอาคารสำนักงาน ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างรวมทั้งการใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร

4. การวิจัยจะเป็นการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพในส่วนของกรอบอาคารเท่านั้น จะไม่กล่าวถึงการปรับปรุงระบบ และอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคารศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การศึกษาการประเมินการใช้พลังงานของอาคารจะศึกษาจากลักษณะการใช้พลังงานของอาคารในอดีต พร้อมทั้งวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารโดยใช้โปรแกรม ASEAM2

1.4 สมมุติฐานของการวิจัย

แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานครที่นำเสนอขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้ปรับปรุงกรอบอาคารนั้น จะต้องมีผลทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV) ลดลง ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารลง และทำให้อาคารที่ปรับปรุงแล้วอยู่ในเกณฑ์กำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายว่าด้วยมาตราที่ 19 นอกจากนี้อาคารที่ได้ทำการปรับปรุงจะได้รับผลคุ้มกับการลงทุนในระยะเวลาอันสมควร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อตอบสนองพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ในมาตราที่ 17 ถึงมาตราที่ 22
2. เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ปรับปรุงกรอบอาคารสำนักงาน ในกรุงเทพมหานคร
3. เพื่อเป็นการสนับสนุนให้อาคารธุรกิจประเภทสำนักงานในกรุงเทพมหานครหันมาศึกษาและดำเนินงานด้านการประหยัดพลังงานอย่างถูกวิธี โดยเฉพาะในด้านสถาปัตยกรรมของอาคาร (กรอบอาคาร)

1.6 วิธีดำเนินงานวิจัย

1. ทำการรวบรวม และศึกษาข้อมูล แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคารเพื่อนำไปใช้ประกอบในการทำวิจัย
2. ทำการศึกษาถึงรายละเอียดของอาคารที่จะนำมาศึกษา (CASE STUDY) โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม โครงสร้าง รายละเอียดกรอบอาคาร ทำการสำรวจการใช้พลังงานภายในอาคาร (ENERGY AUDIT) รวมทั้งการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV)
3. ทำการวิเคราะห์รูปแบบ และลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานภายในอาคารโดยใช้วิธีการประเมินการใช้พลังงานภายในอาคาร (PROGRAM ASEAM 2) ประกอบการวิเคราะห์

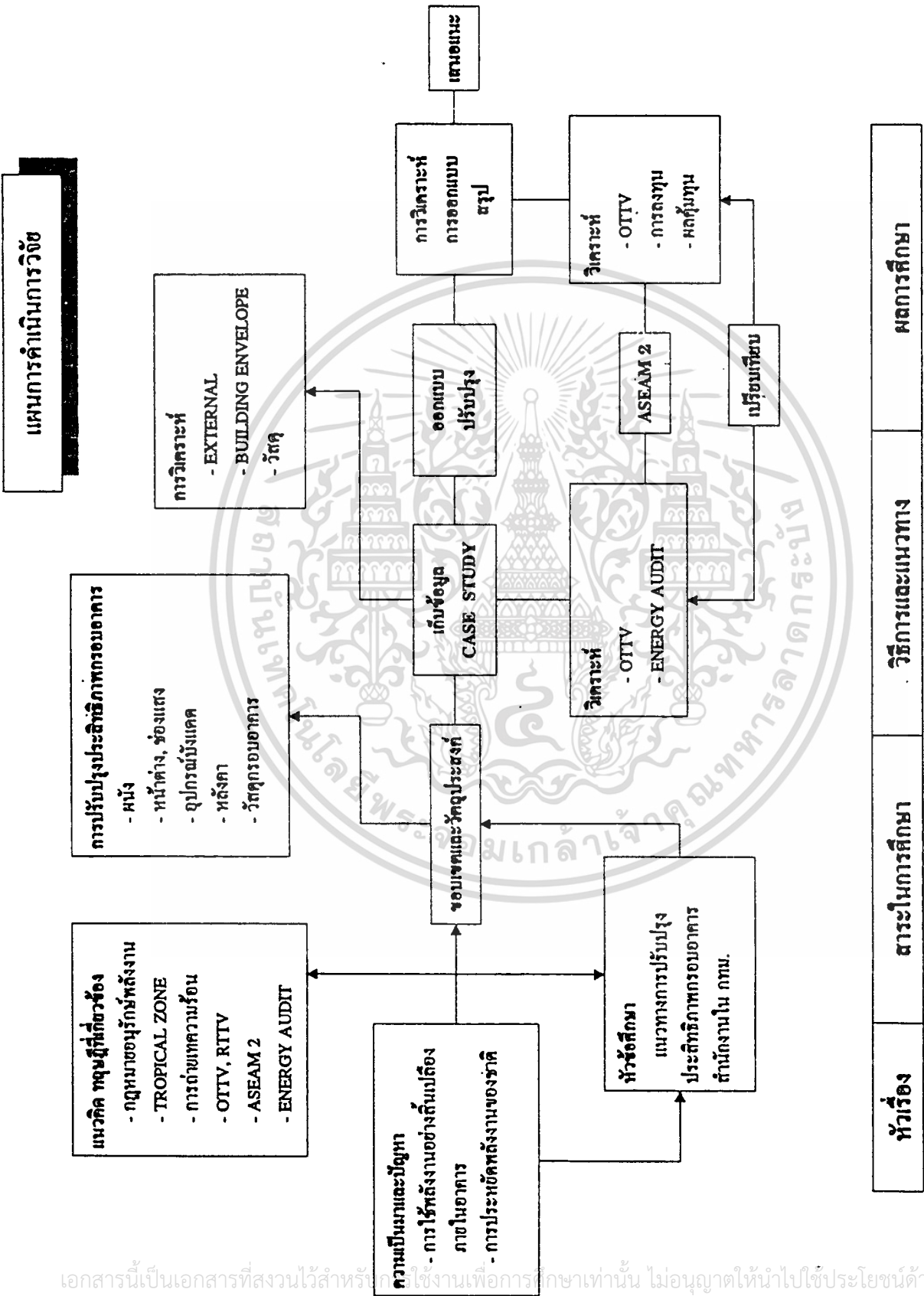
4. ทำการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคาร โดยนำผลการวิเคราะห์ในเบื้องต้นมาเป็นแนวทางในการออกแบบกรอบอาคาร ให้มีคุณภาพทางสถาปัตยกรรม

5. นำผลการออกแบบปรับปรุงมาวิเคราะห์ประเมินการใช้พลังงานในอาคาร วิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV) รวมทั้งวิเคราะห์การลงทุนและผลคุ้มทุนจากนั้นทำการเปรียบเทียบผลการออกแบบอื่น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สรุปผลการออกแบบปรับปรุงและเสนอแนะแนวทางในการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพของ
กรอบอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานครเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV) และ
การใช้พลังงานในอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 1.1 แผนการดำเนินการวิจัย

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.5
แสดงระยะเวลาในการทำวิจัย

	ม.ค. ก.พ. 2537	มี.ค. เม.ย. 2537	พ.ค. มิ.ย. 2537	ก.ค. ส.ค. 2537	ก.ย. ต.ค. 2537	พ.ย. ธ.ค. 2537	ม.ค. ก.พ. 2538	มี.ค. เม.ย. 2538	พ.ค. มิ.ย. 2538
การศึกษาเบื้องต้น									
การสำรวจรวบรวมข้อมูล									
การวิเคราะห์เบื้องต้น									
การออกแบบกรอบอาคาร									
วิเคราะห์ผลการออกแบบ									
เปรียบเทียบผล/สรุป									
เสนอแนะแนวทาง									
นำเสนอผลงาน									
จัดทำรูปเล่ม									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) รัฐบาลได้มีการกำหนดให้มีการใช้พลังงานภายในประเทศ อย่างประหยัดเกิดขึ้น โดยมีการรณรงค์ ชักชวน การประชาสัมพันธ์ และแนะนำวิธีการประหยัดพลังงานให้กับทางภาครัฐและเอกชนแต่ที่ผ่านมาก็ยังไม่เกิดผลในการประหยัดพลังงานภายในประเทศอย่างเด่นชัด เนื่องจากไม่มีมาตรการกำหนดและบทลงโทษแก่ผู้ละเลยแต่อย่างใด

ดังนั้นในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) จึงได้มีแผนการประหยัดพลังงานในประเทศขึ้น โดยการใช้ พระราชกฤษฎีกาและกฎกระทรวงรองรับตามมา

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2535

ตาม พระราชบัญญัติ ดังกล่าว ระบุว่ากำหนดโรงงาน หรืออาคารประเภทใดขนาดปริมาณการใช้พลังงานหรือวิธีการใช้พลังงานอย่างไรให้เป็นอาคารควบคุมให้ตราเป็นพระราชกฤษฎีกาซึ่งพระราชกฤษฎีกานี้จะกำหนดให้อาคารหรือโรงงานที่มีการใช้พลังงานโดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียวที่มีขนาด 1,000 KW ขึ้นไป หรือใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้าหรือความร้อนจากแหล่งพลังงานต่างๆ ยกเว้นจากพลังงานหมุนเวียนมีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าหรือมากกว่าพลังงานไฟฟ้า 20 ล้านเมกะจูล เป็นอาคารหรือโรงงานที่อยู่ในข่ายควบคุม

เหตุผลที่รัฐบาลเล็งเป้าหมายมาที่กลุ่มโรงงาน และอาคารควบคุมซึ่งประกอบด้วย โรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า อาคารธุรกิจ ก็เพราะว่า

1. เป็นกลุ่มที่มีพื้นฐานและต้องการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลง เพื่อลดต้นทุนการผลิตอยู่แล้ว
2. ทางราชการดำเนินการประชาสัมพันธ์ การอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มทั้งสองนี้มาโดยตลอด ถ้าหากดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ก็จะได้ผลที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น
3. กลุ่มโรงงานและอาคารควบคุมทั้งสอง มีจำนวนแน่นอนสามารถ ดำเนินการ ติดตามผลและวัดผลได้แน่นอน

ดังนั้น เจ้าของอาคารหรือโรงงานควบคุมข้างต้น จะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

1. จัดผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน หรือผู้จัดการพลังงานประจำโรงงาน
2. ส่งข้อมูลการผลิต การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานให้ราชการ ซึ่งกฎกระทรวงจะเป็นผู้กำหนดว่าต้องการข้อมูลแบบใด ระยะเวลากำหนดเป็นเช่นไร
3. บันทึกข้อมูลการใช้พลังงานตามที่กฎกระทรวงระบุ
4. กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานส่งให้ทางราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ และหากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตรวจสอบและวิเคราะห์ หรือทำ ENERGY AUDIT

ซึ่งทั้ง 5 ข้อ ที่กล่าวมานี้ จะมีกฎกระทรวงที่จะประกาศใช้รองรับตามมาจะเป็นตัวกำหนดเองว่า ข้อมูลการใช้พลังงานมีอะไรบ้าง และแผนอนุรักษ์พลังงานทำอะไร

จึงเป็นหน้าที่ของเจ้าของอาคารและโรงงานควบคู่ที่ต้องจัดหาผู้รับผิดชอบหรือผู้จัดการพลังงาน ที่มีคุณสมบัติตามนี้

1. จบการศึกษาระดับ ป.ว.ส.และต้องมีประสบการณ์การทำงานในโรงงานอย่างน้อย 3 ปี มีผลงานด้านการอนุรักษ์พลังงาน
2. หรือจบปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ หรือ วิทยาศาสตร์ โดยมีผลงานด้านการอนุรักษ์พลังงาน
3. หรือเป็นผู้ที่เคยผ่านการอบรมด้านการอนุรักษ์ พลังงานที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ จัดขึ้น โดยที่ผู้จัดการพลังงาน จะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ดังนี้
 1. บำรุงรักษาและตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์
 2. ปรับปรุงวิธีการใช้พลังงานให้เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน
 3. รับรองข้อมูลที่เจ้าของโรงงานหรืออาคารควบคุม ส่งให้ราชการ
 4. ควบคุมดูแลการบันทึกข้อมูล รับรองความถูกต้องของบันทึก
 5. ช่วยเจ้าของโรงงานและอาคารควบคุมในการกำหนดเป้าหมายแผนอนุรักษ์ และปฏิบัติตามคำแนะนำของทางราชการ

ซึ่งในกรณีของการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร จะได้แก่ การดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

1. การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
2. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
3. การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงานตลอดจนการแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ
4. การใช้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพภายในอาคาร
5. การใช้ และติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
6. การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์
7. วิธีอื่นๆ ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

กฎกระทรวงที่จะออกมารองรับ พระราชบัญญัติฯ ฉบับนี้จะมีทั้งหมด 5 ฉบับ ด้วยกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
- ฉบับที่ 1 กำหนดมาตรฐาน วิธีการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานควบคุม
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฉบับที่ 2 กำหนดมาตรฐาน วิธีการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม
- ฉบับที่ 3 กำหนดวิธีการส่งข้อมูลพลังงานของอาคารควบคุมการจัดให้มีสมุดบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานการกำหนดเป้าหมายแผนอนุรักษ์พลังงานและการตรวจสอบวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน
- ฉบับที่ 4 กำหนดวิธีการส่งข้อมูลของโรงงานควบคุมและอื่นๆ ที่คล้ายกับฉบับที่ 3
- ฉบับที่ 5 การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักรอุปกรณ์และการส่งเสริมการใช้วัสดุเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

ในส่วนของอาคารกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 19 นี้จะมุ่งเน้นเพื่อให้สถาปนิกและวิศวกร ใช้เป็นข้อกำหนดทางด้านการใช้พลังงานในการออกแบบอาคารใหม่ และเจ้าของอาคารใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารที่กำลังใช้งานในปัจจุบัน โดยระบุให้กำหนด

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมและการใช้พลังงานในอาคาร โดยกำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารที่จะออกแบบใหม่ เท่ากับ 45 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนอาคารที่กำลังใช้งานในปัจจุบัน กำหนดไว้ที่ 55 วัตต์ต่อตารางเมตร สำหรับรายละเอียดค่าต่างๆ และวิธีการคำนวณ จะมีกำหนดอยู่ในกฎกระทรวง

2. หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารและการใช้พลังงานในอาคาร

3. มาตรฐานการใช้แสงสว่าง และมาตรฐานการปรับอากาศการทำน้ำร้อนและการให้ความร้อนภายในอาคาร ซึ่งค่ามาตรฐานนี้ จะมีการกำหนดอยู่ในกฎกระทรวงนี้ด้วย

ฉะนั้น ภายหลังจากมีการประกาศใช้กฎกระทรวงแล้ว หากมีการฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามก็จะมีบทลงโทษ ซึ่งจะเป็นการปรับไม่เกินห้าหมื่นบาทถึงสองแสนบาท ส่วนโทษจำคุกจะเกิดในกรณีที่แจ้งความเท็จซึ่งจะมีโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งเดือนถึงสองปี นอกจากนี้ผู้ไม่ปฏิบัติตามกฎกระทรวงจะต้องมีหน้าที่ชำระค่าธรรมเนียมพิเศษการใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะคำนึงถึง ความแตกต่างระหว่างอัตราค่าไฟฟ้าที่โรงงานหรืออาคารควบคุมชำระให้การไฟฟ้ากับต้นทุนรวมในการผลิตและจ่ายไฟฟ้าจำนวนดังกล่าวให้แก่โรงงานและอาคารควบคุมนั้นๆ

ดังนั้นผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากกฎหมายอนุรักษ์พลังงานต่อเจ้าของโรงงาน หรืออาคารควบคุม คือ ถ้าเป็นอาคารใหม่ค่าใช้จ่ายในการลงทุนอาจจะสูงขึ้น แต่ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานจะลดน้อยลง สำหรับอาคารเก่าจะต้องมีการปรับปรุงการใช้พลังงานให้เป็นไปตามกำหนดของกฎกระทรวง ซึ่งการลงทุนเพื่อปรับปรุงอาคาร ก็จะเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าเพราะจะส่งผลดีต่อเจ้าของอาคารในระยะยาว คือ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลง ในส่วนผลกระทบที่จะเกิดต่อสถาปนิก และวิศวกร คือด้านแนวความคิดในการออกแบบอาคารซึ่งจะต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน การลดการสูญเสียพลังงานและการเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้ในการออกแบบอาคารมากขึ้น ซึ่งจะต้องใช้เวลาและความพยายามรวมทั้งค่าใช้จ่ายจะต้องเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมด้วย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สภาพทางภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (HOT HUMID) และจากการที่กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคมได้เก็บสถิติ ภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2504-2533) ณ กรุงเทพมหานคร สามารถสรุปสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครได้ดังนี้

- 1.) อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง 25.6 ถึง 29.7 องศาเซนเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 27.8 องศาเซนเซียส
- 2.) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง 71-82 % และเฉลี่ยทั้งปี 77%
- 3.) คำนีปริมาณเมฆอยู่ที่ 5.9 ถึง 9.0 (เต็ม 10)
- 4.) ความเร็วลมเฉลี่ยประจำเดือน แปรระหว่าง 2 ถึง 4.8 น็อต และเฉลี่ยทั้งปี 3.3 น็อต
โดยจะ มีทิศทางลมประจำพัดผ่าน 2 ทิศทาง คือ
 - ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะพัดเข้ามาในทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศเหนือ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม
 - ส่วนลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะพัดเข้ามาในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือน มิถุนายนถึงกันยายน และพัดเข้ามาทางทิศใต้ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม
- 5.) ตำแหน่งทิศทางการเดินของดวงอาทิตย์ ณ กรุงเทพมหานครในวันและเวลาต่างๆ ของปี (ดูรูปที่ 2.1) จะเห็นว่าตั้งแต่ช่วงกลางเดือนเมษายนถึงกลางเดือนสิงหาคมดวง อาทิตย์จะเยื้องไปทางเหนือ โดยจะอ้อมทางเหนือสุดในวันที่ 22 มิถุนายน นอกนั้น เวลาส่วนใหญ่ (8 เดือน) ดวงอาทิตย์จะเยื้องไปทางทิศใต้ โดยจะอ้อมใต้สุดในวันที่ 22 ธันวาคม

$$Q = \frac{1 \times A \times TD}{R}$$

โดยที่ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อน (W)

R = ค่าความต้านทานความร้อน ($M^2 \text{ } ^\circ C / W$)

A = พื้นที่ผิวที่ความร้อนไหลผ่าน (M^2)

TD = อุณหภูมิแตกต่างที่ความร้อนไหลผ่าน จากอุณหภูมิสูงไปที่มีอุณหภูมิต่ำ ($^\circ C$)

5.) ความต้านทานความร้อนรวม การถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุเป็นการถ่ายเทผ่านฟิล์มอากาศของอีกด้านหนึ่ง ซึ่งหากวัสดุมีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยชั้นของวัสดุต่างชนิดกัน ก็จะต้องหาค่าของความต้านทานความร้อนรวมของชั้นของวัสดุ โดยใช้สมการหาค่า ดังนี้

$$R_o = R_1 + R_2 + R_3 + \text{etc.}$$

โดยที่ R_o = ความต้านทานความร้อนรวม

$R_1, R_2, \text{etc.}$ = ความต้านทานความร้อนของวัสดุแต่ละชั้น

6.) สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมด จะใช้ค่านี้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุโครงสร้างในส่วนของอาคาร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนนี้มีนิยามเป็นส่วนผกผันของความต้านทานความร้อนดังนี้ คือ

$$U = \frac{1}{R_o}$$

โดยที่ U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมด ($W/M^2 \text{ } ^\circ C$)

โดยทั่วไปแล้วการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารนั้นจะเกิดจากอิทธิพลของบรรยากาศอันได้แก่ อุณหภูมิ และปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร จากการศึกษาของ รศ.ดร.

สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์ พบว่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารจะขึ้นอยู่กับตัวประกอบหลายประการ เช่น ทิศทางของอาคาร คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุที่ใช้สร้างอาคาร สีและลักษณะของผิววัสดุ รวมไปถึงมวลของโครงสร้างอาคาร โดยสามารถแยกออกได้ดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางผนัง

สำหรับผนังค่าพลังงานดังกล่าวจะแปรไปกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุผนัง หรือความเป็นฉนวนความร้อนของผนัง สีของผนัง ความหนาแน่นของมวลผนัง

ข. ความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางกระจก

พลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้าสู่อาคารมี 2 ลักษณะด้วยกัน คือ

1.) พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีนำความร้อน ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนนี้ จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของกระจก และค่าอุณหภูมิแตกต่างภายในและภายนอกของอาคาร

2.) พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีส่งผ่านความร้อนรังสีแสงอาทิตย์ เข้าสู่อาคาร ซึ่งปริมาณความร้อนส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SHADING COEFFICIENT) ของกระจก อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร และค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละทิศทางที่กระจกบังรังสีแสงอาทิตย์

ค. อัตราส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนัง

สำหรับผนังอาคารนั้นหากมีพื้นที่กระจกหรือช่องเปิดมากก็จะทำให้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้มากดังนั้น อัตราส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนัง จึงไม่ควรมีมากนักหรือหากจำเป็นต้องมีช่องเปิดมากก็ควรจะมีหลักเสียงในทิศทางที่มีค่ารังสีอาทิตย์ที่มีปริมาณมาก หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ควรออกแบบช่องเปิดให้มีอุปกรณ์บังแดด หรือเลือกใช้กระจกที่มีคุณสมบัติหรือสะท้อนความร้อนได้ดี

ง. พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคา

พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคาจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับผนังโดยแปรไปกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุหลังคาและฝ้าเพดาน สีและความหนาแน่นของมวลหลังคา

2.4 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE)

การถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความร้อนจากภายนอกถ่ายเทผ่านเข้าสู่อาคาร โดยหลักการคำนวณจะอาศัยทฤษฎีพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน ซึ่งจะพิจารณาค่า ความร้อนที่ผ่านกรอบอาคารเข้าสู่ภายในอยู่ 3 ประการคือ

1. ความร้อนจากการนำความร้อนผ่านผนังทึบ
2. ความร้อนจากการนำความร้อนผ่านกระจก
3. ความร้อนจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ผ่านกระจก

ฉะนั้นค่าการถ่ายเทความร้อนรวมก็คือ การนำค่าความร้อนทั้ง 3 ส่วนมาเฉลี่ยตามพื้นที่ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ ¹สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$OTTV = \frac{(A_w \times U_w \times TD_{EQ}) + (A_F \times U_F \times \Delta T) + (A_F \times SC \times SF)}{A_0}$$

เมื่อ OTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (W/M^2)

A_w คือ พื้นที่ของผนังทึบ (M^2)

U_w คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ ($W/M^2 \text{ } ^\circ C$)

TD_{EQ} คือ ค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ($^\circ C$)

A_F คือ พื้นที่ของกระจก (M^2)

U_F คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก ($W/M^2 \text{ } ^\circ C$)

ΔT คือ ค่าผลต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร ($^\circ C$)

SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SHADING COEFFICIENT)

SF คือ ค่า SOLAR FACTOR (W/M^2)

A_o คือ พื้นที่รวมทั้งหมดของผนัง (M^2)

$$A_o = A_F + A_w$$

จากสมการจะเห็นว่า ตัวแปรบางตัวจะต้องมีการคำนวณก่อนที่จะนำมาเข้าสมการ ดังนั้น การคำนวณเพื่อหาค่าตัวแปรจะแสดงรายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

2.4.1 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U - VALUE)

เป็นส่วนผกผันของค่าความต้านทานความร้อน (R_t) เขียนสมการ (1) ได้ดังนี้

$$U = \frac{1}{R_t} \dots\dots\dots(1)$$

หากผนังอาคารประกอบด้วยวัสดุมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไปค่า R_t จะสามารถคำนวณได้จากสมการ (2) ดังนี้

$$0R_t = R_o + \frac{b_1}{K_1} + \frac{b_2}{K_2} + \dots + \frac{b_n}{K_n} + R_i \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ R_o คือ ความต้านทานความร้อนที่ผิวด้านนอกของผนังอาคาร ($M^2 \text{ } ^\circ C$) / W

เอกสารที่ R_i คือ ความต้านทานความร้อนของอากาศที่ผิวด้านในของผนังอาคาร ($M^2 \text{ } ^\circ C$) / W

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b คือ ความหนาของวัสดุ (M.)

K คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ $W/M^2 \text{ } ^\circ C$

n คือ จำนวนชนิดของวัสดุที่ประกอบเป็นผนังอาคาร

2.4.2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC)

สัมประสิทธิ์การบังแดดเป็นอัตราส่วนระหว่างความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้าสู่ภายในอาคารทางหน้าต่าง ต่อความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านกระจกหนา 3 มิลลิเมตร ที่ไม่มีการบังแดด แต่โดยปรกติหน้าต่างของอาคาร จะมีส่วนของอุปกรณ์บังแดดด้วย ดังนั้นจึงเขียนเป็นสมการ (3) คำนวณได้ ดังนี้

$$SC = SC_1 \times SC_2 \dots\dots\dots(3)$$

โดยที่ SC_1 = เป็นค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก

SC_2 = เป็นสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ค่า SC_1 จะเป็นค่าที่ผู้ผลิตกระจกกำหนด โดยการประเมินแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบทำมุมกับกระจก 45 องศาจากแนวตั้งฉาก

ค่า SC_2 จะสามารถคำนวณได้ จากสมการ (4) ต่อไปนี้

$$SC_2 = \frac{A_e \times I_D \times A \times I_d}{A \times i_t} \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ A_e คือ พื้นที่ของกระจกที่โดนแสง (M^2)

A คือ พื้นที่รวมของกระจก (M^2)

I_D คือ ฟลักซ์ของรังสีตรงดวงอาทิตย์ (W/M^2)

I_d คือ ฟลักซ์ของรังสีกระจายดวงอาทิตย์ (W/M^2)

i_t คือ ฟลักซ์ของรังสีรวมดวงอาทิตย์ (W/M^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การคำนวณค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TDeq)

การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแบบสถานะไม่คงที่จะมีการคำนวณที่ยุ่งยากมากจึงได้มีการปรับการคำนวณด้วยการเสนอค่า TDeq ทำให้สามารถเขียนสมการ (5) ได้ดังนี้

$$Q = A \times U \times TDeq \quad \text{.....(5)}$$

โดยที่ Q = เป็นความร้อนที่ถ่ายเท (W)

A = เป็นพื้นที่ผนังที่มีการถ่ายเทความร้อน (M^2)

U = เป็นสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ($W/M^2 \text{ } ^\circ C$)

TDeq = เป็นผลต่างของอุณหภูมิอากาศ ที่จะให้ผลการคำนวณพลักซ์ความร้อนตามสภาพที่เกิดขึ้นจริง สามารถหาค่าโดยหลักของ TRANSFER FUNCTION METHOD (TFM) ซึ่งเป็นหลักการคำนวณการถ่ายเทความร้อนแบบสถานะไม่คงที่ พิจารณาภายใต้เงื่อนไข 2 ประการ คือ

- 1) การถ่ายเทความร้อนโดยการพาหามีค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนคงที่
- 2) อุณหภูมิภายในบริเวณที่พิจารณามีค่าคงที่

2.4.4 ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (SOLAR FACTOR)

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (SF) เป็นค่าของพลักซ์รังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนหน้าต่างกระจกใสหนา 3 MM. ซึ่งได้จากการวัดรังสีอาทิตย์ ระยะยาวทั้งรังสีตรงและรังสีกระจายโดยได้จัดทำไว้สำหรับผนังในทิศต่างๆ ค่าเฉลี่ยของค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังในทิศทางต่างๆ คือ

$$SF = 160 \times CF \quad W/M^2$$

โดยที่ CF เป็นค่าตัวประกอบแก้ (CORRECTION FACTOR) สำหรับที่มีมุมเอียงจากแนวตั้งในทิศต่างๆ

2.5 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

สำหรับค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$RTTV = \frac{(A_r \times U_r \times T_{Deq}) + (A_s \times U_s \times \Delta T) + (A_s \times SC \times SF)}{A_o}$$

โดยที่ RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (W/M^2)

A_r คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนทึบ (M^2)

U_r คือ สัมประสิทธิ์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนทึบ ($W/M^2 \text{ } ^\circ C$)

T_{Deq} คือ ค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (EQUIVALENT TEMPERATURE DIFFERENCE, $^\circ C$) ระหว่างภายนอกและภายใน

A_s คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนโปร่งแสง (M^2)

U_s คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนโปร่งแสง ($W/M^2 \text{ } ^\circ C$)

ΔT คือ ค่าผลต่างของอุณหภูมิอากาศ ภายนอกและภายในอาคาร

SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหลังคาส่วนโปร่ง

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (SOLAR FACTOR) (W/M^2)

A_o คือ พื้นที่รวมทั้งหมดของหลังคา (M^2)

2.6 โปรแกรม OTTV & RTTV CALCULATION PROGRAM VERSION 1.2

โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคาร โดยใช้หลักการและทฤษฎีการคำนวณดังกล่าวข้างต้น ซึ่งพัฒนาโปรแกรมโดย อ.กุสภานา ภูปาษา และ อ.พัฒนะ รักความสุข อาจารย์ประจำคณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โดยที่การคำนวณของโปรแกรมนี้อาจแยกได้เป็น 2 กรณี คือ

1. การคำนวณหาค่า OTTV ของอาคาร
2. การคำนวณหาค่า RTTV ของอาคาร

การแสดงผล จะได้ทั้งการแสดงผลบนจอภาพและแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของแต่ละด้านของอาคารในแต่ละวันที่ทำการคำนวณ เป็นโปรแกรมที่ใช้งาน โดยมีเมนูหลัก รายการคำสั่งในเมนูการใส่ข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การคำนวณ หาค่า OTTV และ RTTV และการแสดงผลการคำนวณ นอกจากนี้การจัดเก็บข้อมูลของ OTTV และ

RTTV จะสามารถแก้ไขข้อมูลได้ โดยใช้โปรแกรม EDITOR หรือ WORD PROCESSING ช่วยในการแก้ไข

2.7 การประเมินการใช้พลังงานในอาคารโดยใช้ โปรแกรม ASEAM2 CALCULATION

โปรแกรม ASEAM 2 นี้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ไม่ใหญ่มาก สามารถประเมินการใช้พลังงานของอาคาร ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบต่างๆ รวมทั้งสามารถประเมินการใช้พลังงานของอาคารภายหลังการปรับปรุงอาคารได้ ทั้งนี้ก็เพื่อจุดมุ่งหมายการประหยัดการใช้พลังงาน (ECO) ภายในอาคารนั้น ๆ

โปรแกรม ASEAM2 สามารถทำการวิเคราะห์และประเมินการใช้พลังงานในอาคารขนาดใหญ่ๆ ได้ โดยแบ่งพื้นที่อาคารเป็นโซนตามลักษณะการปรับอากาศที่เหมือนกันไม่เกิน 10 โซน ซึ่งข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์มี 3 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลสำหรับการคำนวณภาระความเย็นของอาคาร
2. ข้อมูลเกี่ยวกับ SYSTEM ของอาคาร
3. ข้อมูลเกี่ยวกับ PLANT ที่ใช้ในอาคาร

ซึ่งข้อมูลทั้ง 3 ส่วนมีรายละเอียดพอสรุปได้ ดังนี้

1. ข้อมูลสำหรับการคำนวณภาระความเย็น

จะเป็นข้อมูลลักษณะโดยทั่วไปของตัวอาคารเป็นส่วนใหญ่ คือ

- ก. ลักษณะที่ตั้ง การใช้งาน พื้นที่ใช้สอย พื้นที่ปรับอากาศของอาคาร
- ข. ลักษณะโครงสร้างกรอบอาคารเช่น ผนัง ช่องแสง หลังคา อุปกรณ์บังแดด เป็นต้น
- ค. ลักษณะ LIGHTING ที่ใช้ภายในอาคาร
- ง. ข้อมูลเกี่ยวกับคนที่อยู่ภายในอาคาร

2. ข้อมูลเกี่ยวกับ SYSTEM ที่ใช้ภายในอาคาร

จะแยกลักษณะ SYSTEM ออกเป็นประเภท COOLING และ HEATING โดยแยกประเภทได้ ดังนี้

- DOUBLE DUCT OR MULTIZONE (DOMZ)
- CONSTANT VOLUME REHEAT (CVRH)
- VARIABLE AIR VOLUME REHEAT (VAVR)
- CEILING BY - BASS VARIABLE AIR VOLUME (CBVA)
- SINGLE ZONE REHEAT (SZRH)
- FAN COIL UNIT (FCU)
- WATER SOURCE HEAT PUMP (WSHP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ FURNACE (FURN) หักดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- UNITARY HEATER (UH)
- HEATING AND VENTILATION (HV)
- WINDOW AIR CONDITIONER (WAC)

และค่า DESIGN CONDITION ต่างๆ

3. ข้อมูลทางด้าน PLANT ที่ใช้ในอาคาร เป็นลักษณะของ PLANT ที่ใช้ในอาคาร อาทิเช่น

- CENTRIFUGAL CHILLER
- ABSORPTION CHILLER
- DOUBLE BUNDLE CHILLER
- RECIPROCATING CHILLER
- DOMESTIC HOT WATER
- BOILER

รวมทั้งข้อมูลการ DESIGN ต่างๆ และชนิดของพลังงานที่ใช้

นอกจากข้อมูลที่กล่าวมา ยังมีข้อมูลของอุณหภูมิบรรยากาศของทั้งปี ข้อมูลแสงอาทิตย์ของทั้งปี ซึ่งใช้สำหรับการวิเคราะห์หาค่าภาระความเย็นของอาคาร

2.7.1 การปรับปรุงอาคารเพื่อจุดมุ่งหมายการประหยัดการใช้พลังงาน (ENERGY CONSERVATION OPPORTUNITY , ECO)

โดยทั่วไป ECO สามารถกระทำได้ใน 2 แนวทางใหญ่ได้แก่

1. การเปลี่ยนระบบ
2. การปรับปรุงประสิทธิภาพและลักษณะการใช้อุปกรณ์

การทำ ECO ของอาคาร สามารถแยกออกในกรณีต่างๆ ดังนี้

1. การทำ ECO ของรูปร่างอาคาร
 - ติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนัง หลังคา และพื้นอาคาร
 - การอุดรอยรั่วตามผนัง และหน้าต่าง
 - การลดพื้นที่กระจก
 - การเคลือบผิวบนประตู หน้าต่างด้วยวัสดุสะท้อนแสง
 - อื่นๆ
2. การทำ ECO ของเครื่องทำน้ำเย็น
 - มีการนำความร้อนจากน้ำระบายความร้อนมาใช้
 - เพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็น
 - ติดตั้ง อุปกรณ์ CHILLER OPTIMIZER เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



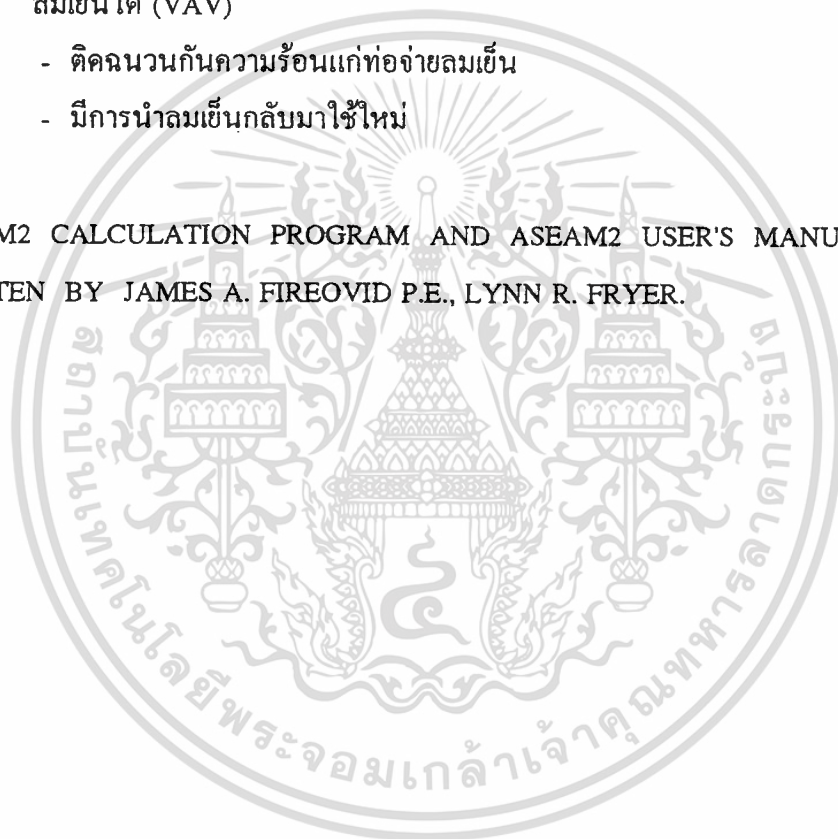
3. การทำ ECO ของไฟฟ้าแสงสว่าง

- ลดระดับความสว่างของแสง
- เปลี่ยนหลอดไฟเป็นหลอดชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง
- มีการใช้ DAYLIGHTING
- อื่นๆ

4. การทำ ECO ของอุปกรณ์ ถ่ายลม

- เปลี่ยนจากชนิดปริมาตรลมเย็นคงที่ (VAC) เป็นชนิดที่สามารถปรับปริมาตรลมเย็นได้ (VAV)
- ติดฉนวนกันความร้อนแก่ท่อถ่ายลมเย็น
- มีการนำลมเย็นกลับมาใช้ใหม่

ที่มา : ASEAM2 CALCULATION PROGRAM AND ASEAM2 USER'S MANUAL
WRITTEN BY JAMES A. FIREOVID P.E., LYNN R. FRYER.



บทที่ 3

อาคารกรณีศึกษา (CASE STUDY)

3.1 ลักษณะทั่วไปทางสถาปัตยกรรมของอาคารกรณีศึกษา

อาคารสำนักงานใหญ่ของบริษัทไทยประกันชีวิต จำกัด ตั้งอยู่บนถนนรัชดาภิเษก เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร เริ่มเปิดดำเนินการตั้งแต่ พ.ศ. 2532 มีลักษณะการใช้งานเป็นอาคารสำนักงานใหญ่ของบริษัท ไทยประกันชีวิต และสำนักงานให้เช่า ตัวอาคารตั้งอยู่บนพื้นที่ 2,807 ตารางวา สูง 24 ชั้น มีส่วน PODIUM ของอาคารสูง 5 ชั้น ใช้เป็นส่วนบริการ โดยจะประกอบด้วยพื้นที่ สำนักงาน ห้องประชุม สโมสร สหกรณ์ ส่วนพยาบาล ห้องอาคาร คาเฟ่เรีย ส่วนซ่อมบำรุง ห้องเครื่อง และส่วนอาคารจอดรถ ซึ่งอยู่ด้านหลังอาคาร ในส่วน TOWER อาคาร คือ ชั้นที่ 6 ถึงชั้นที่ 24 จะเป็นส่วนที่ทำการสำนักงานเป็นส่วนใหญ่ ตัว TOWER จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ดูรูปที่ 3.1)

รูปที่ 3.1

แสดงรูปอาคารไทยประกันชีวิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของอาคารไทยประกันชีวิต เป็นระบบเสาและพื้นไร้คาน คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.22 เมตร ระยะ FLOOR TO FLOOR สูง 3.30 เมตร ส่วนวัสดุ FINISHING ของอาคารส่วนใหญ่เป็น วัสดุทนไฟ มีระบบป้องกันอัคคีภัย ทั้งระบบท่อสูบน้ำดับเพลิงและระบบท่อโปรยน้ำ ระบบสุขาภิบาล ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบติดต่อสื่อสาร รวมถึงระบบอื่นๆ อีกครบครันสำหรับ อาคารสูง

3.1.1 รายละเอียดพื้นที่ใช้สอยของอาคารกรณีศึกษา

อาคารไทยประกันชีวิต มีพื้นที่ใช้สอยของอาคารโดยรวมเท่ากับ 31,426 ตารางเมตร (ไม่รวมพื้นที่อาคารจอดรถ) โดยจะแบ่งรายละเอียดพื้นที่ ใช้สอยแต่ละชั้นตั้งแต่ชั้น GROUND จนถึง ชั้น 24 ไว้ดังนี้ (ดูตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1
ตารางแสดงพื้นที่ใช้สอยของอาคารไทยประกันชีวิต

ชั้นที่	พื้นที่ใช้สอย	พื้นที่/ตารางเมตร
ชั้นล่าง	สำนักงาน	78.61
	ห้องเก็บของ	1330.52
	ห้องเครื่อง	352.50
	ลิฟท์,บันได,ทางเดิน,ห้องน้ำ-ส้วม	215.36
	รวม	1,976.99
ชั้นที่ 1	สำนักงาน	1,484.05
	เก็บเอกสาร	203.66
	ลิฟท์,บันได,ทางเดิน,ห้องน้ำ-ส้วม	411.00
	ห้องเครื่อง	36.00
	รวม	2,134.71
ชั้นที่ 2	สำนักงาน	550.30
	เก็บเอกสาร	203.66
	ห้องอาหาร	841.08
	ร้านขายของชำราย	78.61
	สทกรณ์	177.89
	ลิฟท์, บันได,ทางเดิน,ห้องน้ำ-ส้วม	327.00
	ห้องเครื่อง	36.00
	รวม	2,214.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาคู่เท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่มีการแก้ไขใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คำปรึกษาแนะนำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารชุดนี้เพื่อจะนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

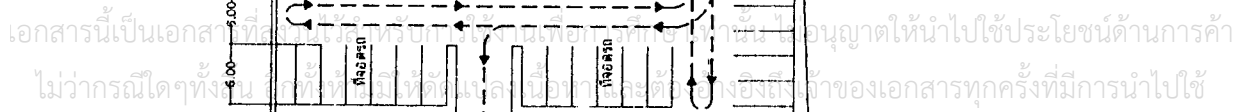
ชั้นที่	พื้นที่ใช้สอย	พื้นที่/ตารางเมตร
ชั้นที่ 3	สำนักงาน	236.54
	เก็บเอกสาร	203.66
	ห้องอาหารและห้องพยาบาล	919.69
	ห้องสมุด	177.89
	ลิฟท์,บันได,ทางเดิน,ห้องน้ำ-ส้วม	327.00
	ห้องเครื่อง	36.00
รวม		1,900.87
ชั้นที่ 4	สำนักงาน	1,033.50
	เก็บเอกสาร	209.10
	ลิฟท์,บันได,ทางเดิน,ห้องน้ำ-ส้วม	258.98
	ห้องเครื่อง	54.20
	ห้องประชุมและโถงรับรอง	1,081.32
รวม		2,637.10
ชั้นที่ 5	สำนักงาน	946.10
	เก็บเอกสาร	227.82
	ลิฟท์,บันได,ทางเดิน,ห้องน้ำ-ส้วม	163.80
	ห้องเครื่อง	36.00
รวม		1,373.72
ชั้นที่ 6-23	สำนักงาน	603.42
	เก็บเอกสาร	227.82
	ลิฟท์,บันได,ทางเดิน,ห้องน้ำ-ส้วม	163.80
	ห้องเครื่อง	36.00
รวม		1,031.04
ชั้นที่ 24	เก็บเอกสาร	952.64
	ลิฟท์,บันได,ทางเดิน,ห้องน้ำ-ส้วม	164.80
รวม		1,117.44
ชั้นคาคฟ้า	ลิฟท์,บันได,ทางเดิน,ติดต่อก	145.36
รวมพื้นที่ทั้งอาคาร		31,426.00

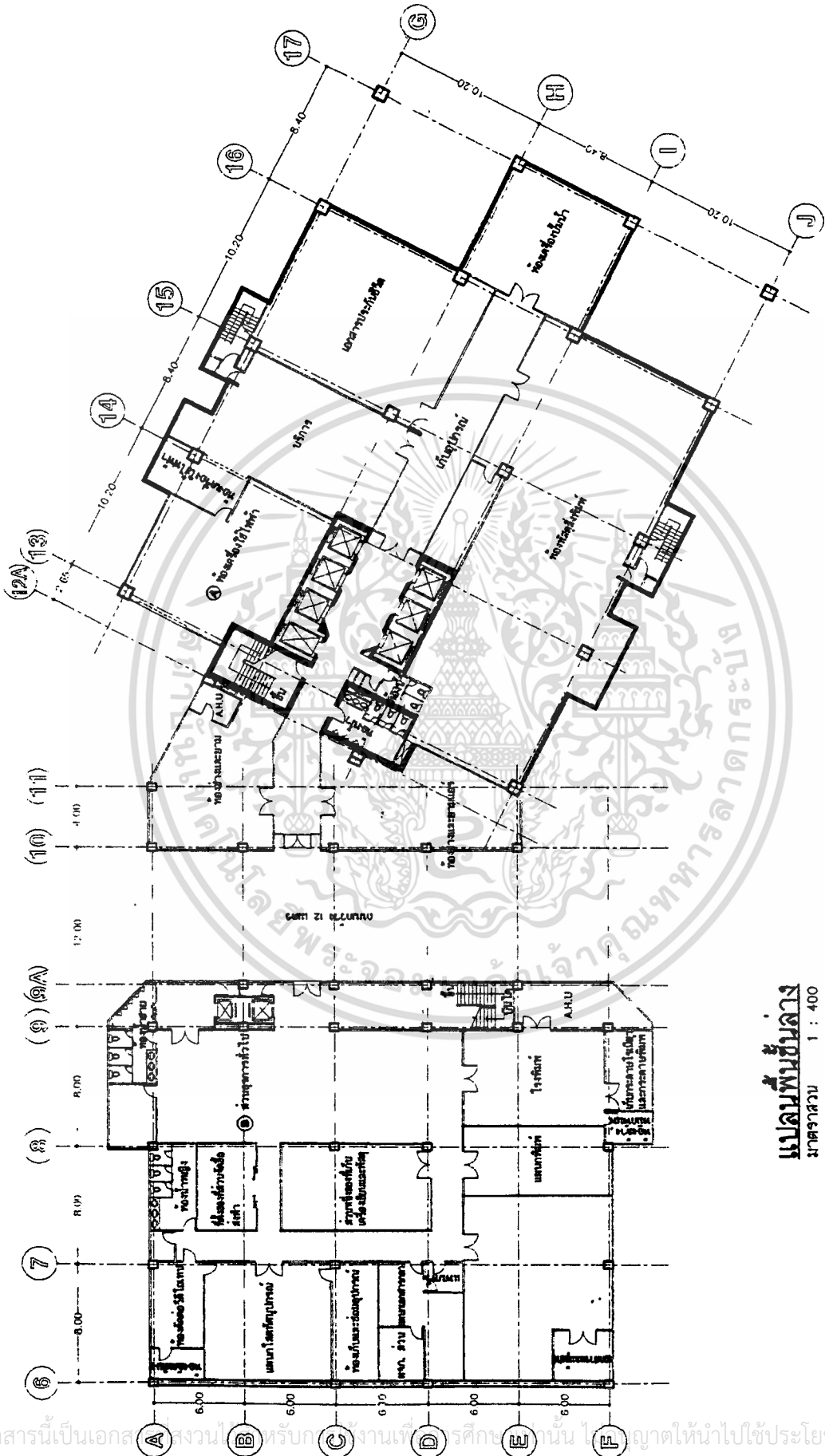
เอกสารนี้เป็นเอกสารของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักงาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 แบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารกรณีศึกษา

ในแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารไทยประกันชีวิต ได้กำหนดระดับ 0.00 เมตร ใช้เป็นระดับฟุตบาท ของถนนรัชดาภิเษกด้านหน้าอาคาร ส่วนระดับของชั้นต่างๆ ของอาคาร มีระดับ FLOOR TO FLOOR ในแต่ละชั้น เท่ากับ 3.30 เมตร ส่วนระดับฝังตงแต่งหลัง FLOOR FINISH LEVEL (FFL.) ใช้เป็นไปตามแบบที่ระบุไว้ในแบบสถาปัตยกรรมดังต่อไปนี้ (รูปที่ 3.2 - 3.17)

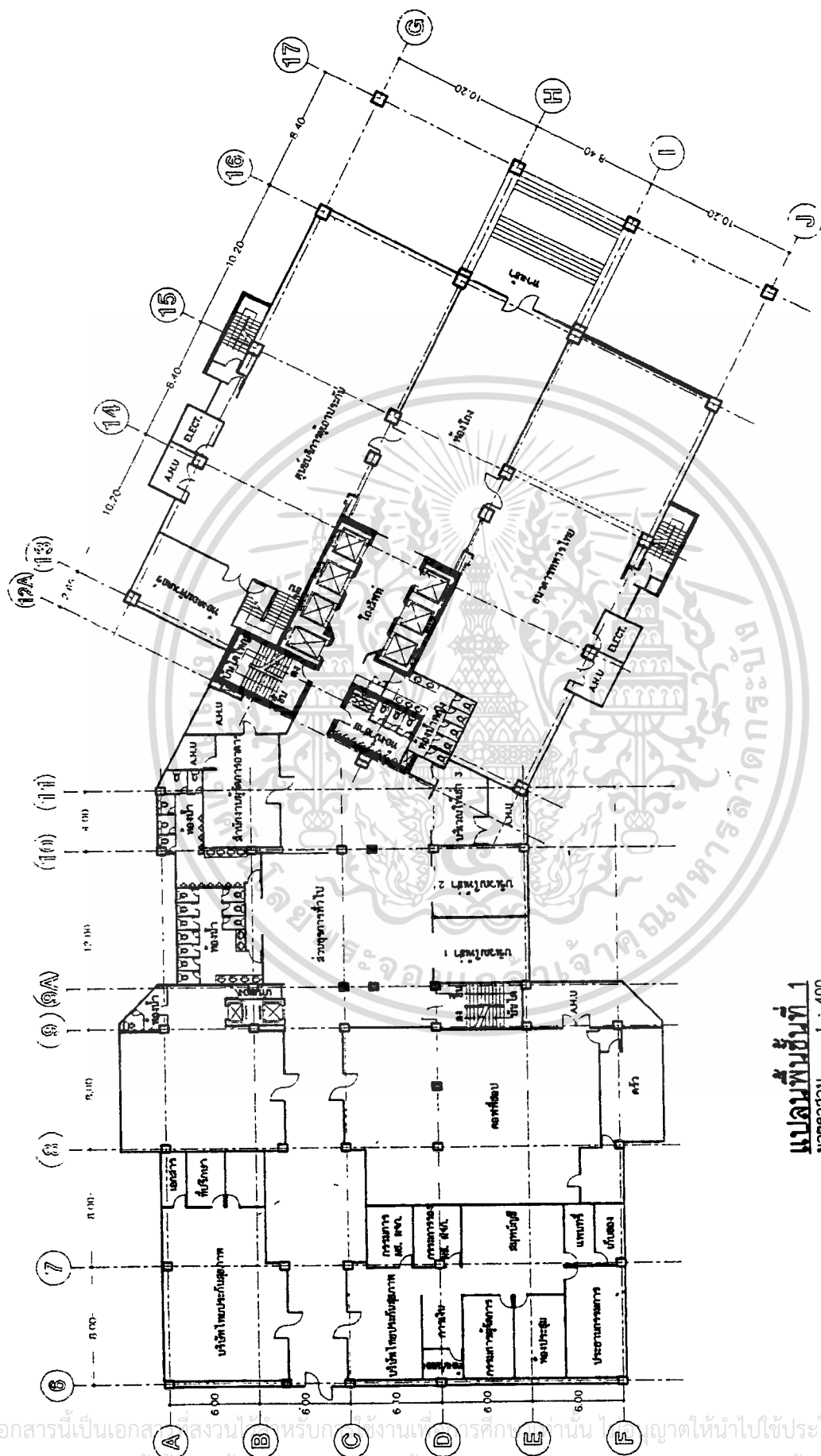




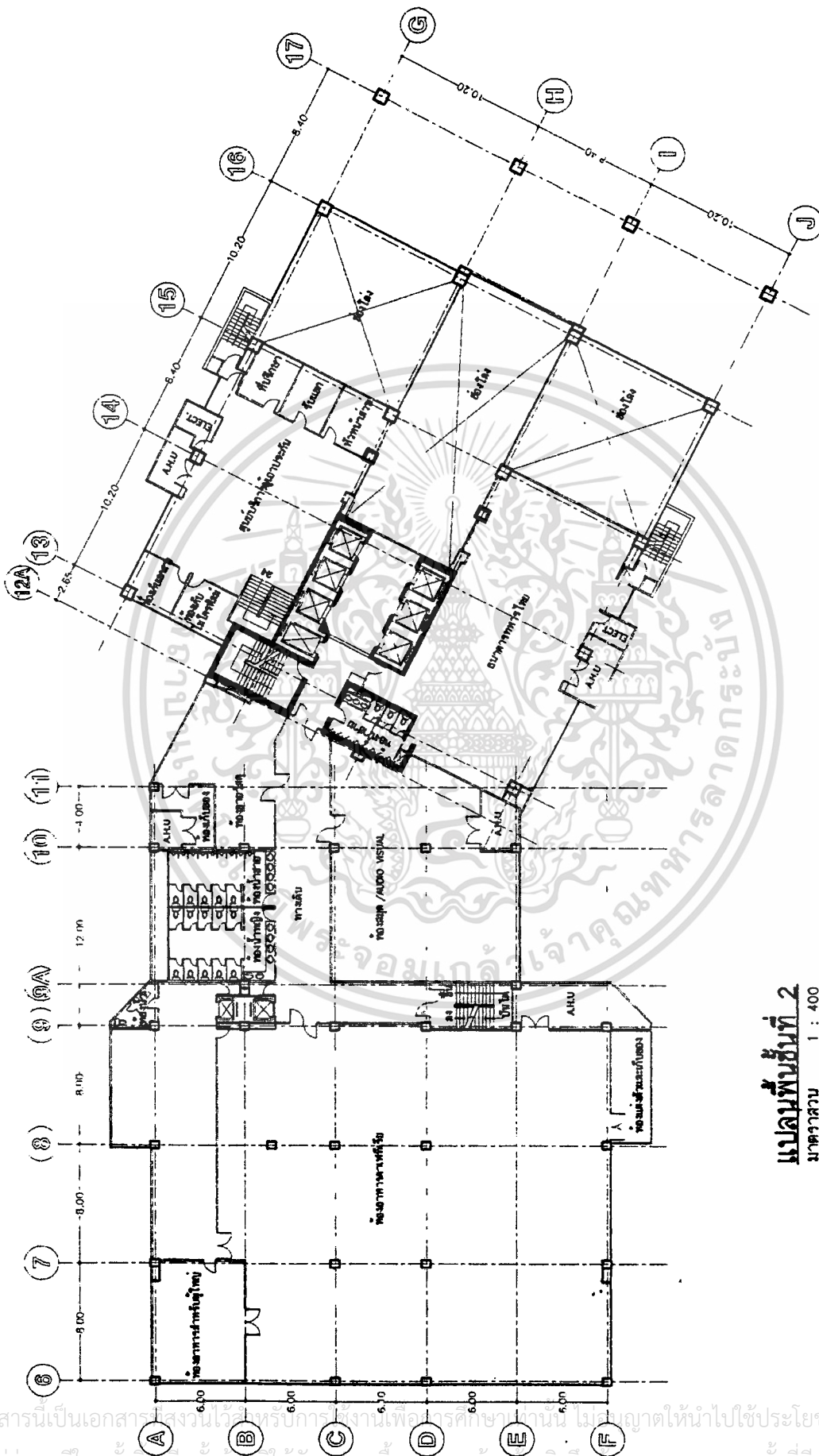


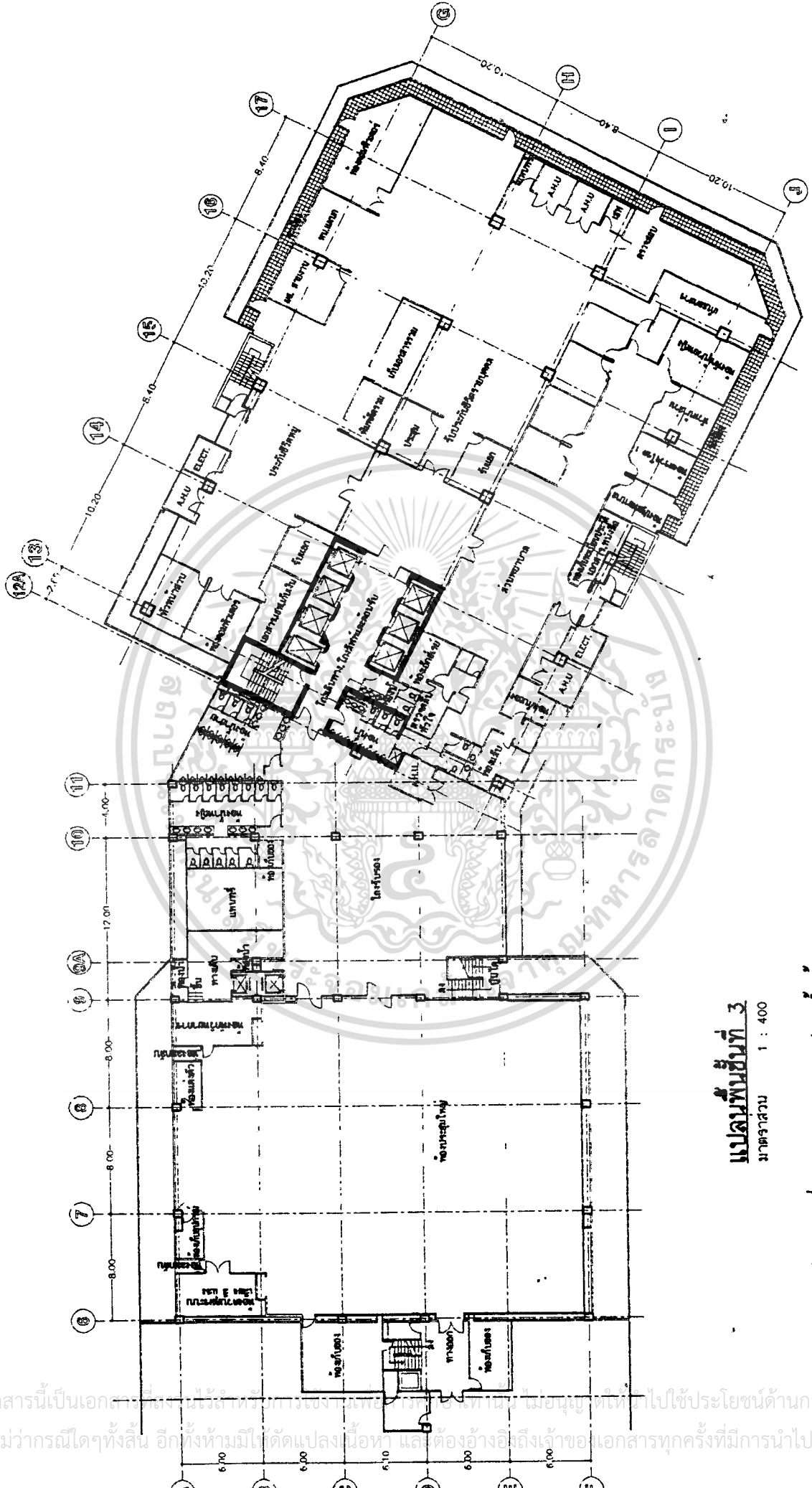
ภาพประกอบที่ 3.3 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นล่างของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารของงานวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพประกอบที่ 3.4 แสดงแผนผังชั้นหนึ่งของอาคาร



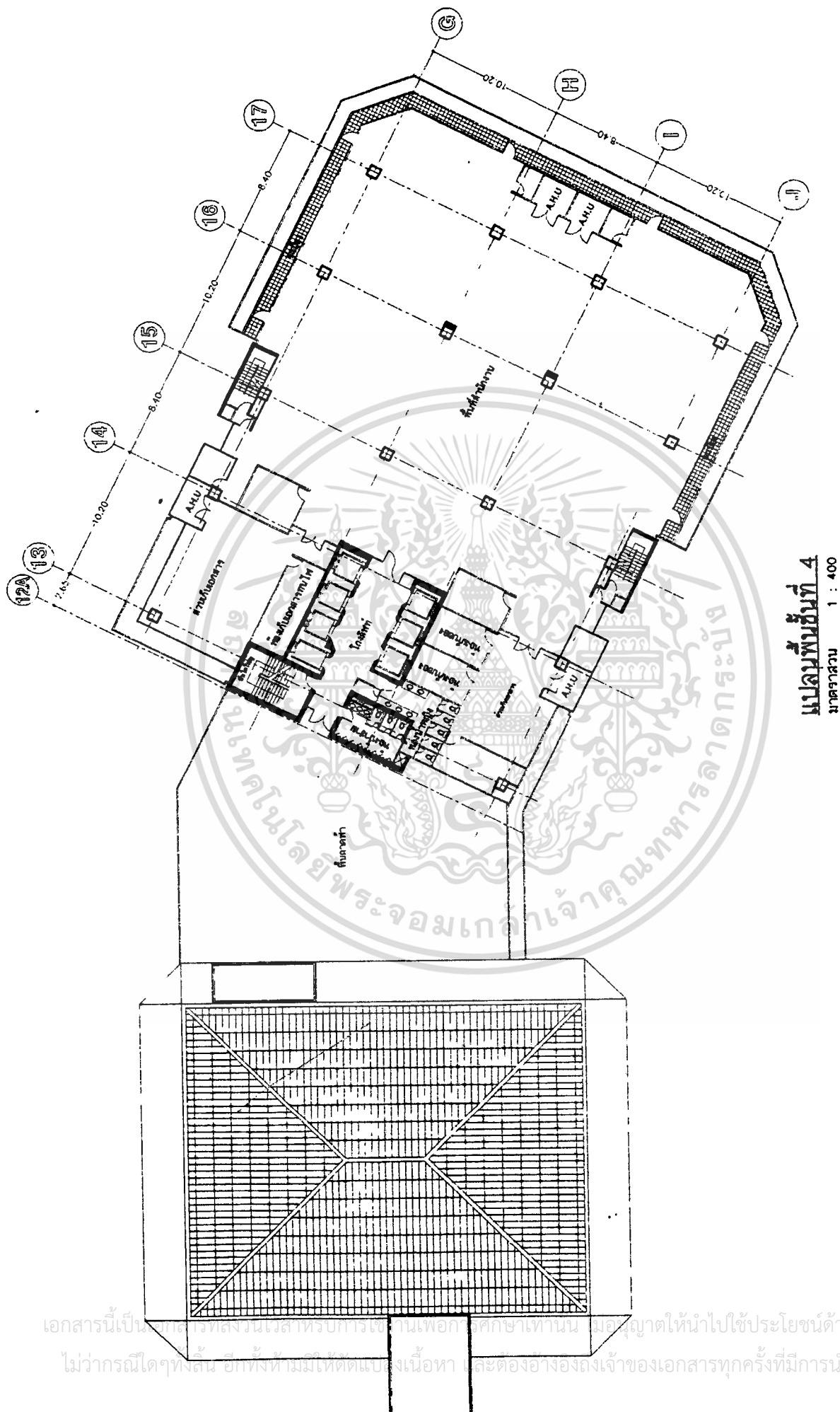


แปลนพื้นที่ 3

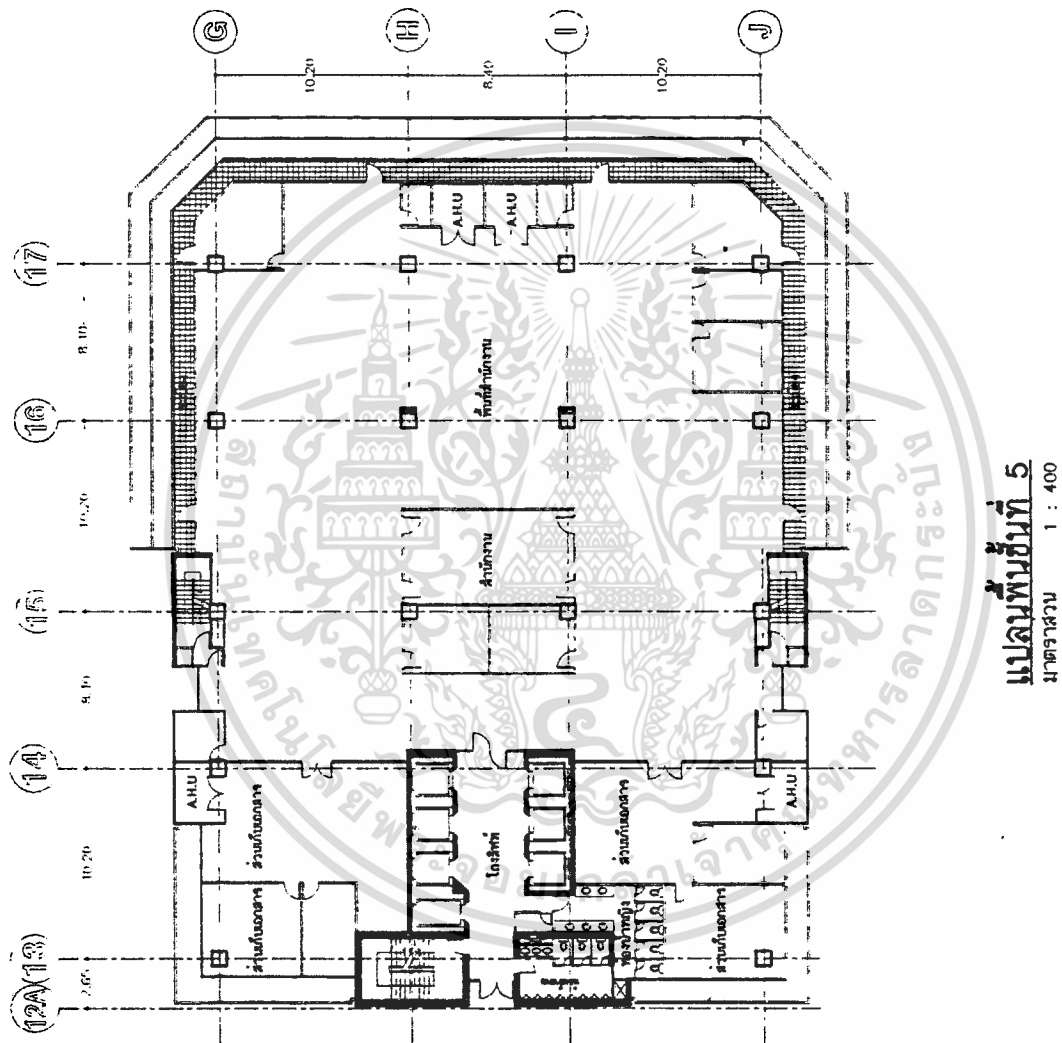
มาตราส่วน 1 : 400

ภาพประกอบที่ 3.6 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นสามของอาคาร

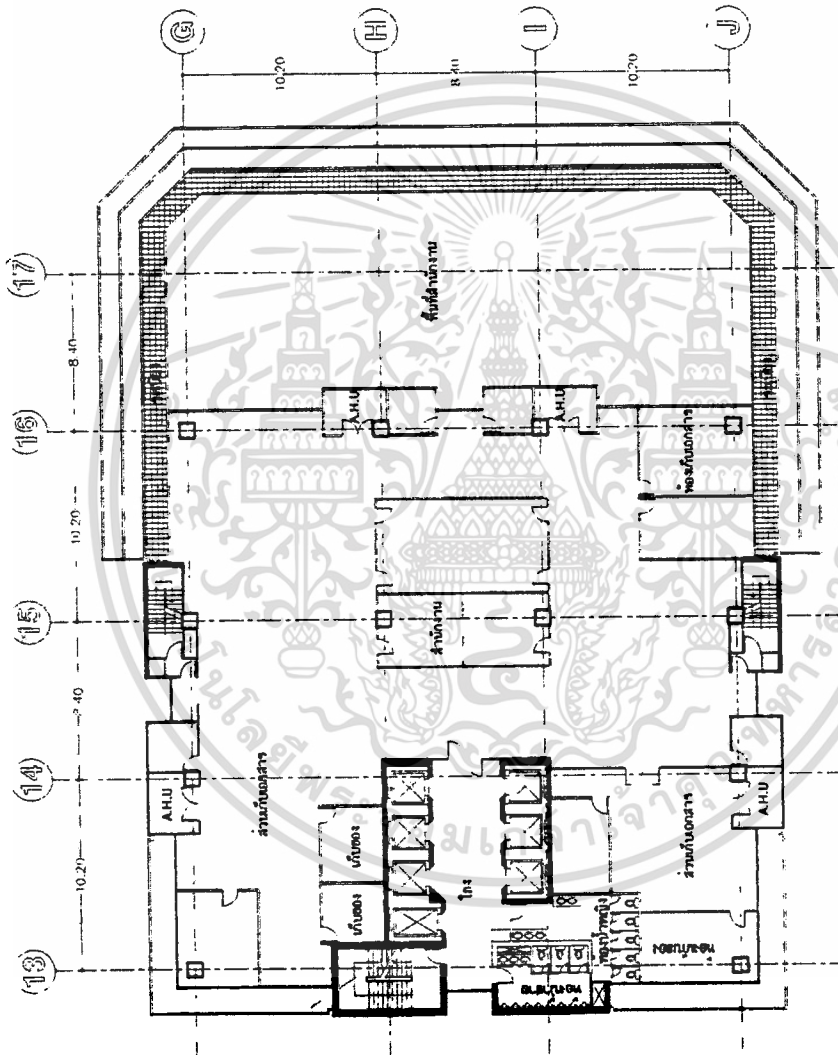
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพประกอบที่ 3.7 แสดงแผนผังขั้นสอนวิชาการ



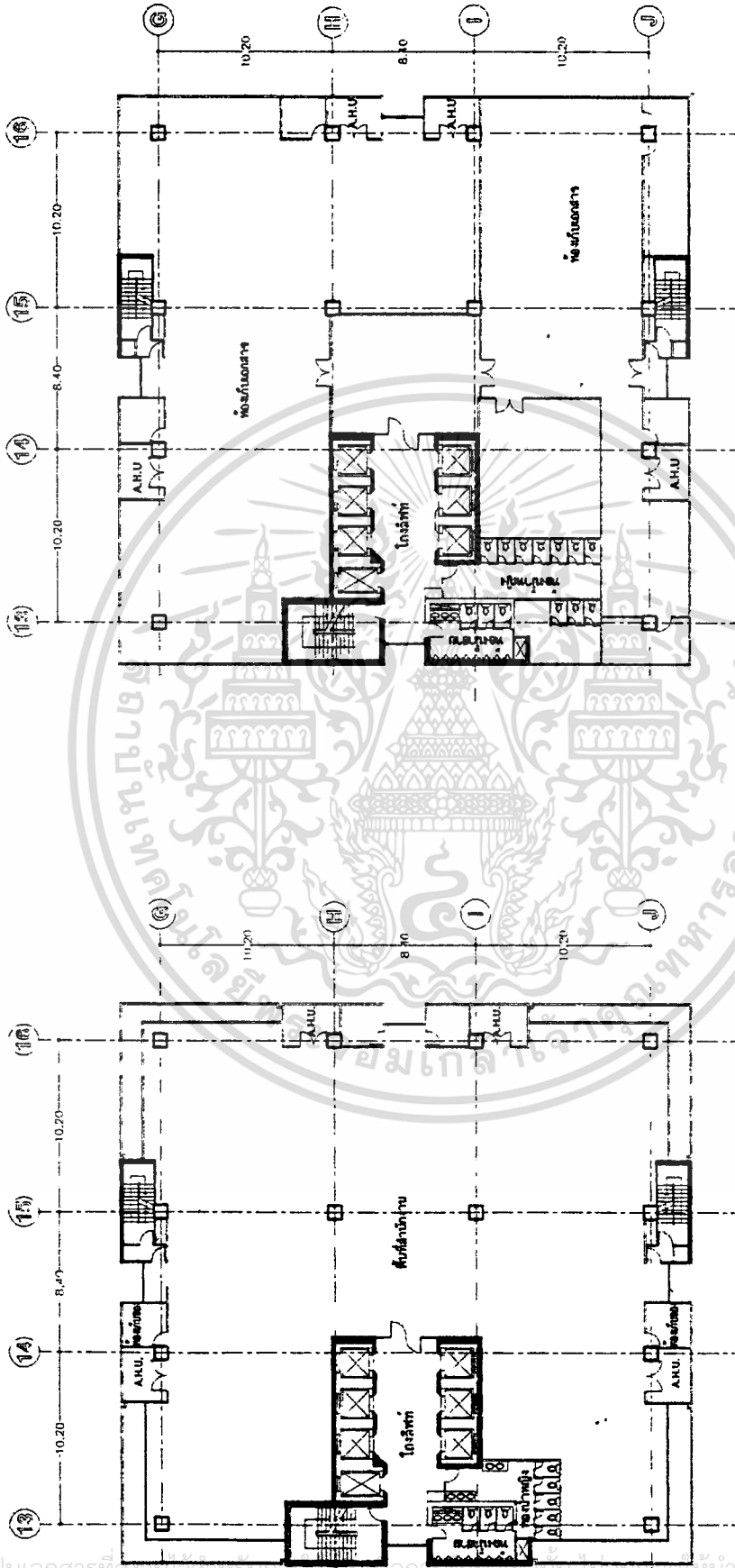
ภาพประกอบที่ 3.8 แสดงแผนผังชั้นนำของอาคาร



แบบแปลนพื้นที่ ๕
มาตราส่วน 1 : 400

ภาพประกอบที่ 3.9 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นแรกของอาคาร

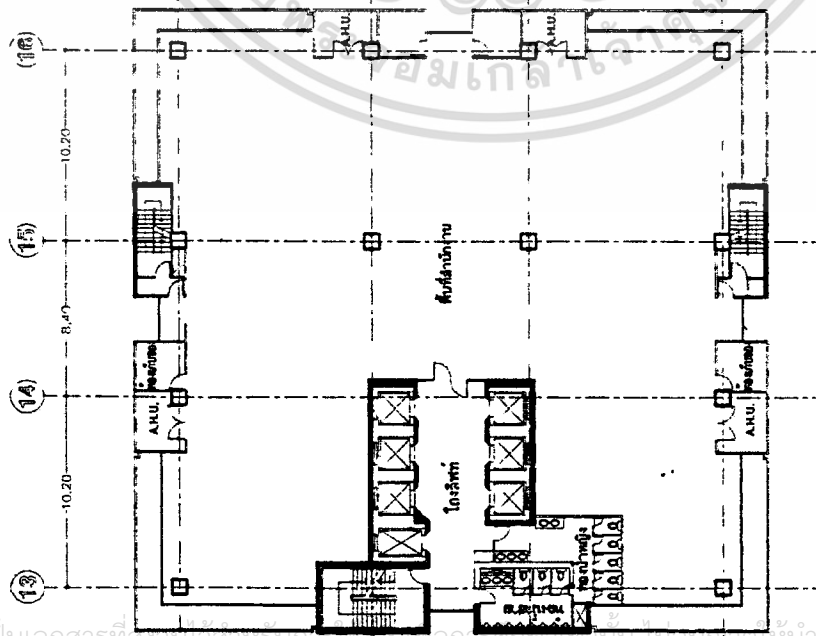
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลนพื้นที่ 24

มาตราส่วน 1 : 400

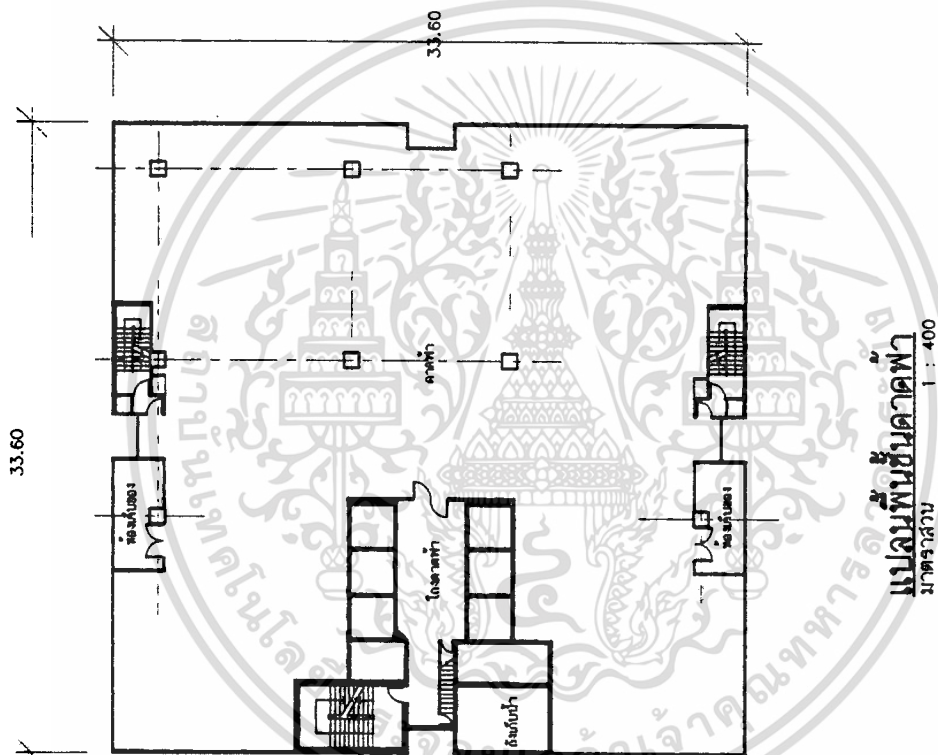
ภาพประกอบที่ 3.11 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นยี่สิบสี่ของอาคาร



แปลนพื้นที่ 7-23

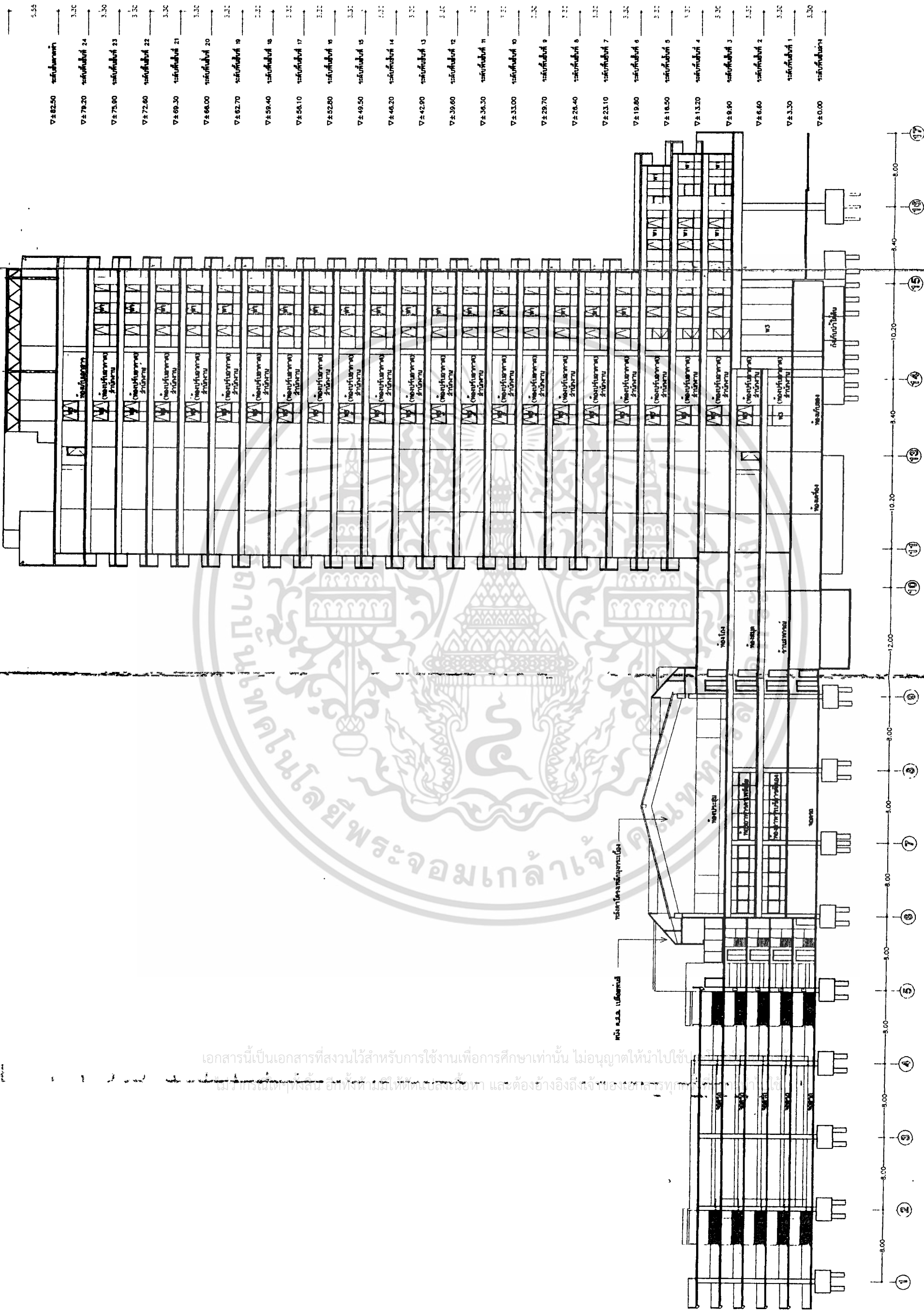
มาตราส่วน 1 : 400

ภาพประกอบที่ 3.10 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นเจ็ด-ยี่สิบสามของอาคาร

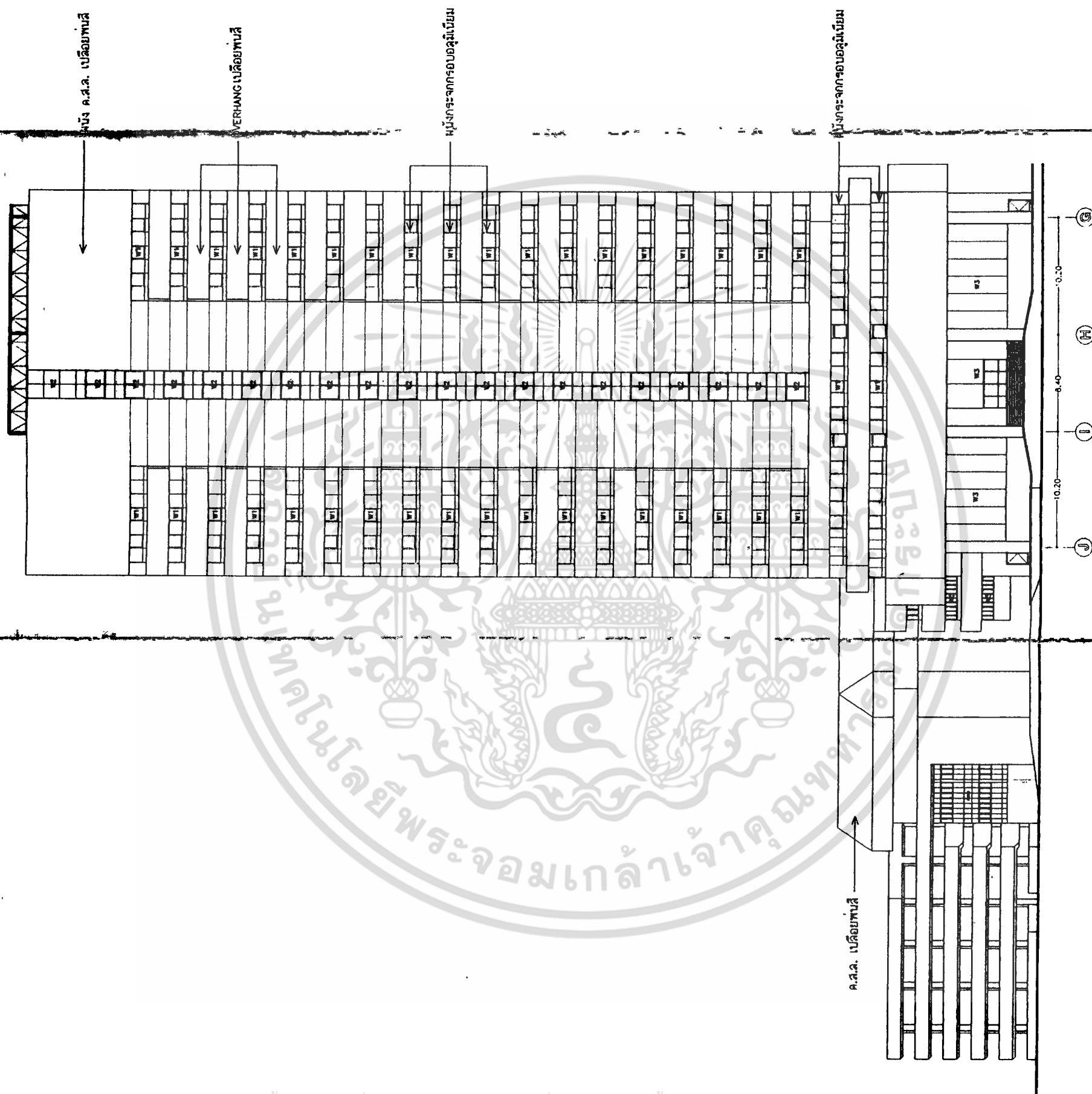


ภาพประกอบที่ 3.12 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นคาเฟ่ของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



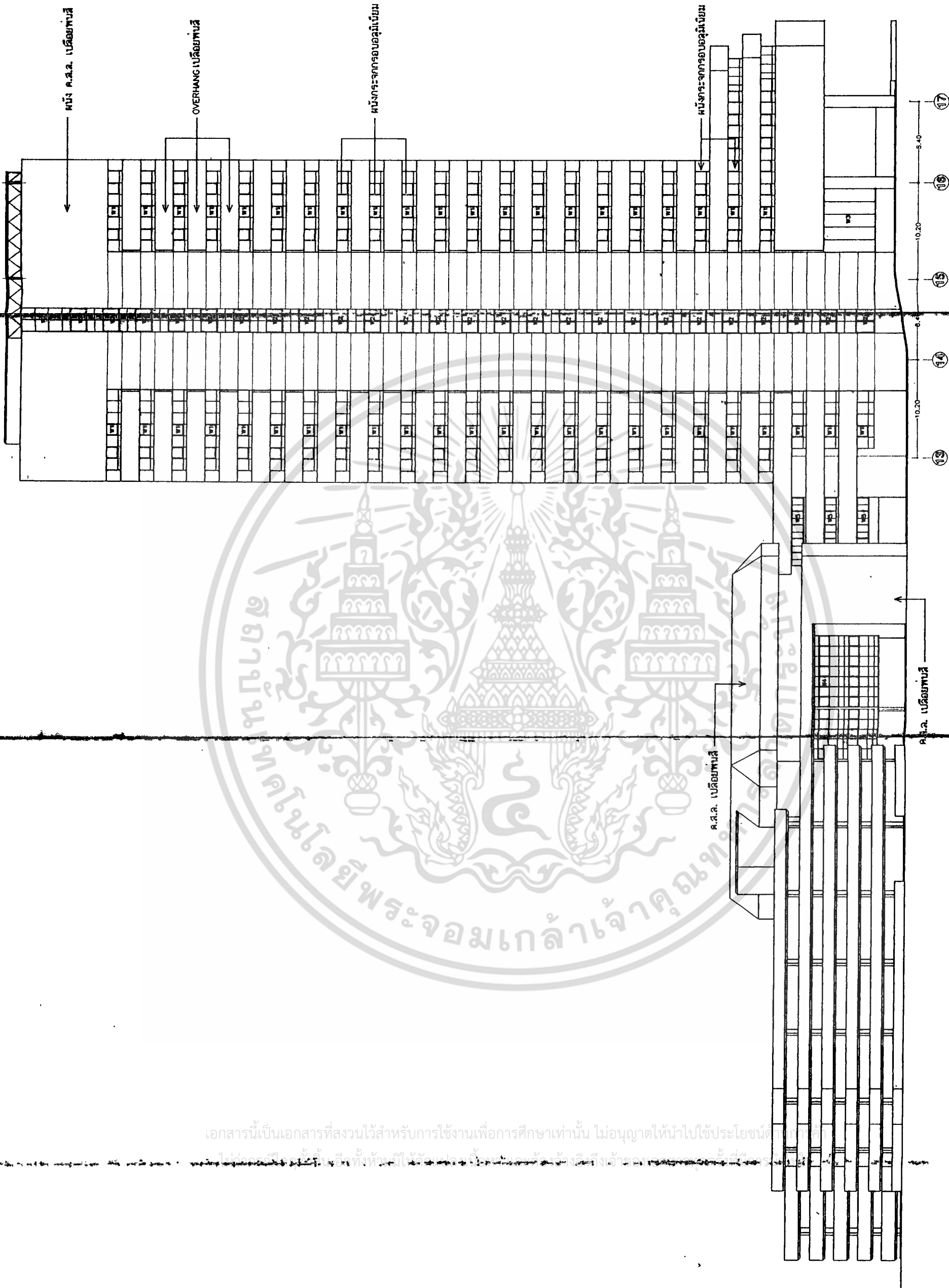
ภาพประกอบที่ 3.13 แสดงรูปตัดของอาคาร
ขนาด 1 : 400



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปตั้งด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้
มาตราส่วน
1 : 400

ภาพประกอบที่ 3.14 แสดงรูปด้านของอาคาร

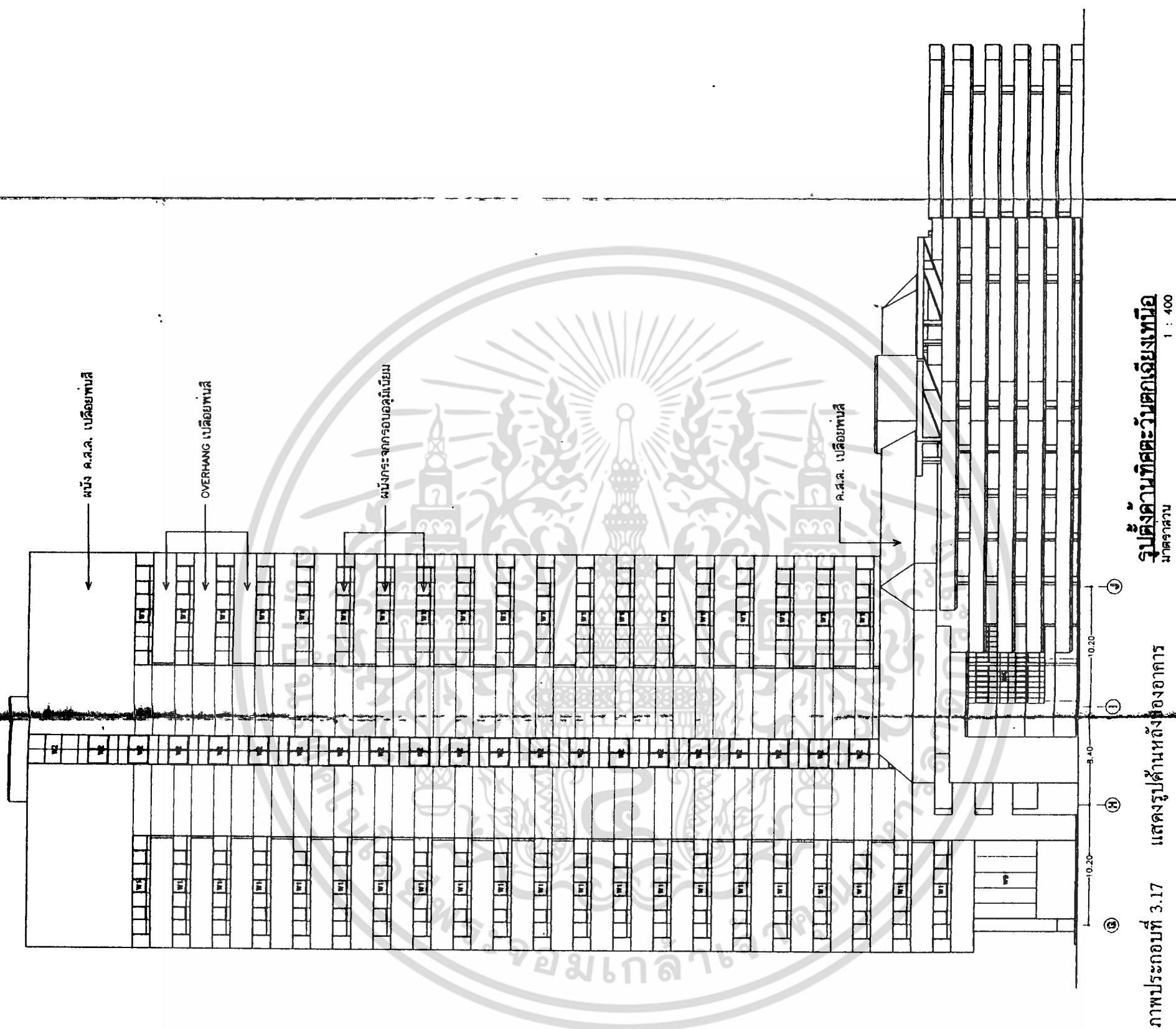


รูปตั้งงานทิศตะวันตกเฉียงใต้
มาตราส่วน 1 : 400

ภาพประกอบที่ 3.16 แสดงรูปด้านซ้ายของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่อนุญาตให้ผู้อื่นนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

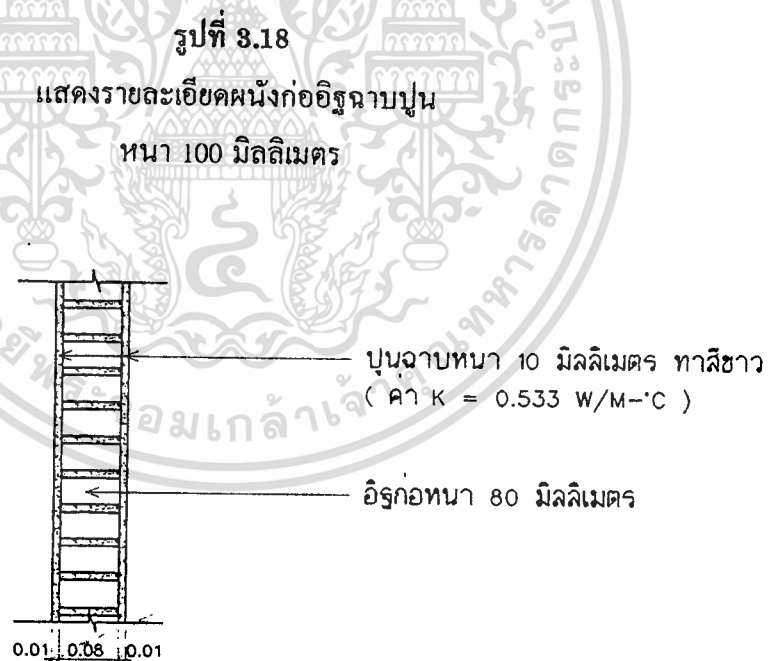
3.1.3 รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของกรอบอาคาร

กรอบของอาคารไทยประกันชีวิตจะสามารถแยกแยะในรายละเอียดด้านสถาปัตยกรรมได้หลายลักษณะ ได้แก่ ลักษณะทั่วไป ชนิดของวัสดุ สีของวัสดุ ขนาดโครงสร้างของวัสดุ เป็นต้น โดยจะขอแยกรายละเอียดกรอบอาคารไทยประกันชีวิต ออกเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

1. ผนังทึบ (OPAQUE WALL)
2. ผนังโปร่งแสง (TRANSPARENT WALL)
3. อุปกรณ์บังแดด (SHADING DEVICE)
4. หลังคา (ROOF)

1. ผนังทึบ (OPAQUE WALL) กรอบอาคารไทยประกันชีวิตส่วนที่เป็นผนังทึบ จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะด้วยกัน ดังนี้

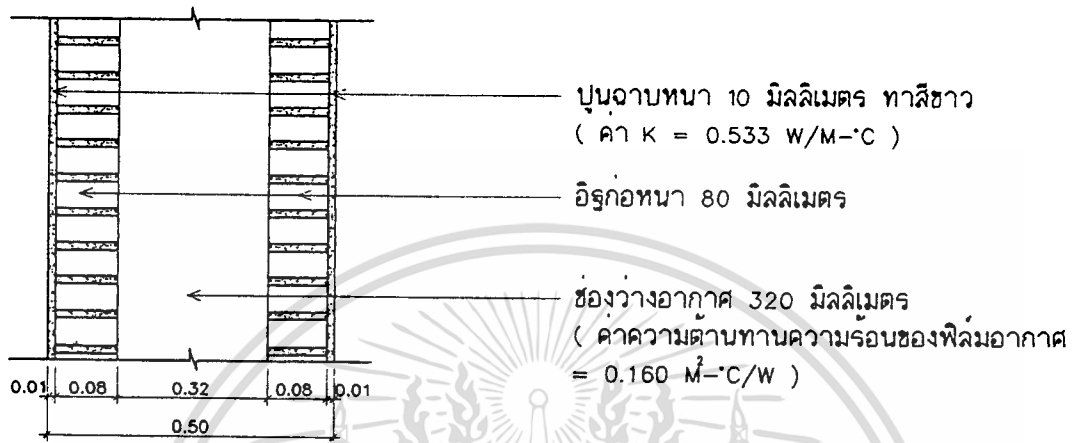
ก.) ผนังก่ออิฐฉาบปูน มีความหนา 100 มิลลิเมตร ทาสีขาว มีรายละเอียดโครงสร้างผนัง ดังรูปที่ 3.18



ข.) ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น มีช่องว่างอากาศภายในความหนารวม 500 มิลลิเมตรทาสีขาว มีรายละเอียดโครงสร้างผนัง ดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.19
แสดงรายละเอียดผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น



ซึ่งผนังทึบทั้ง 2 ลักษณะ สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างผนังไว้ในตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2
ตารางแสดงรายละเอียดของโครงสร้าง
ผนังทึบแต่ละลักษณะ

ลักษณะผนัง	ความหนาของชั้นต่างๆที่ประกอบเป็นผนังทึบ (มม.)										สีที่ทาภายนอก
	ชั้นที่ 1		ชั้นที่ 2		ชั้นที่ 3		ชั้นที่ 4		ชั้นที่ 5		
	วัสดุ	หนา	วัสดุ	หนา	วัสดุ	หนา	วัสดุ	หนา	วัสดุ	หนา	
ก.)	ปูนฉาบ	10 มม.	อิฐก่อ	80 มม.	ปูนฉาบ	10 มม.	-	-	-	-	สีขาว
ข.)	ปูนฉาบ	10 มม.	อิฐก่อ	80 มม.	AIR GAP	320 มม.	อิฐก่อ	80 มม.	ปูนฉาบ	10 มม.	สีขาว

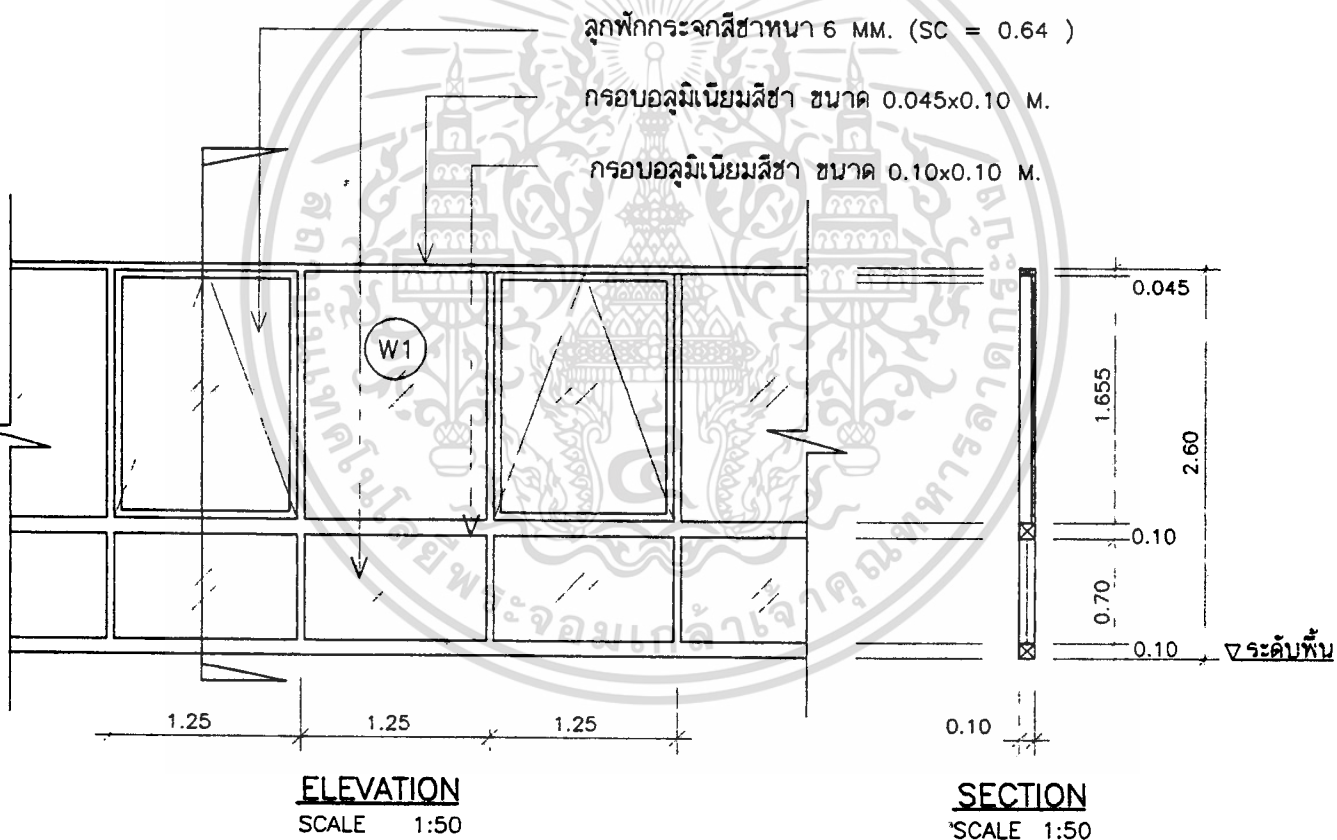
2. ผนังโปร่งแสงและหน้าต่าง มีลักษณะต่างๆ ดังนี้

ก.) ผนังกระจกและหน้าต่างแบบที่ 1 (W_1) เป็นผนังกระจกสีชา 1 ชั้น มีความหนา 6 มิลลิเมตร ค่าSC เท่ากับ 0.64 ติดตั้งภายในกรอบอลูมิเนียม ซึ่งมีรายละเอียด ดังรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.20

แสดงรายละเอียดโครงสร้างผนังกระจก

แบบที่ 1 (W_1)

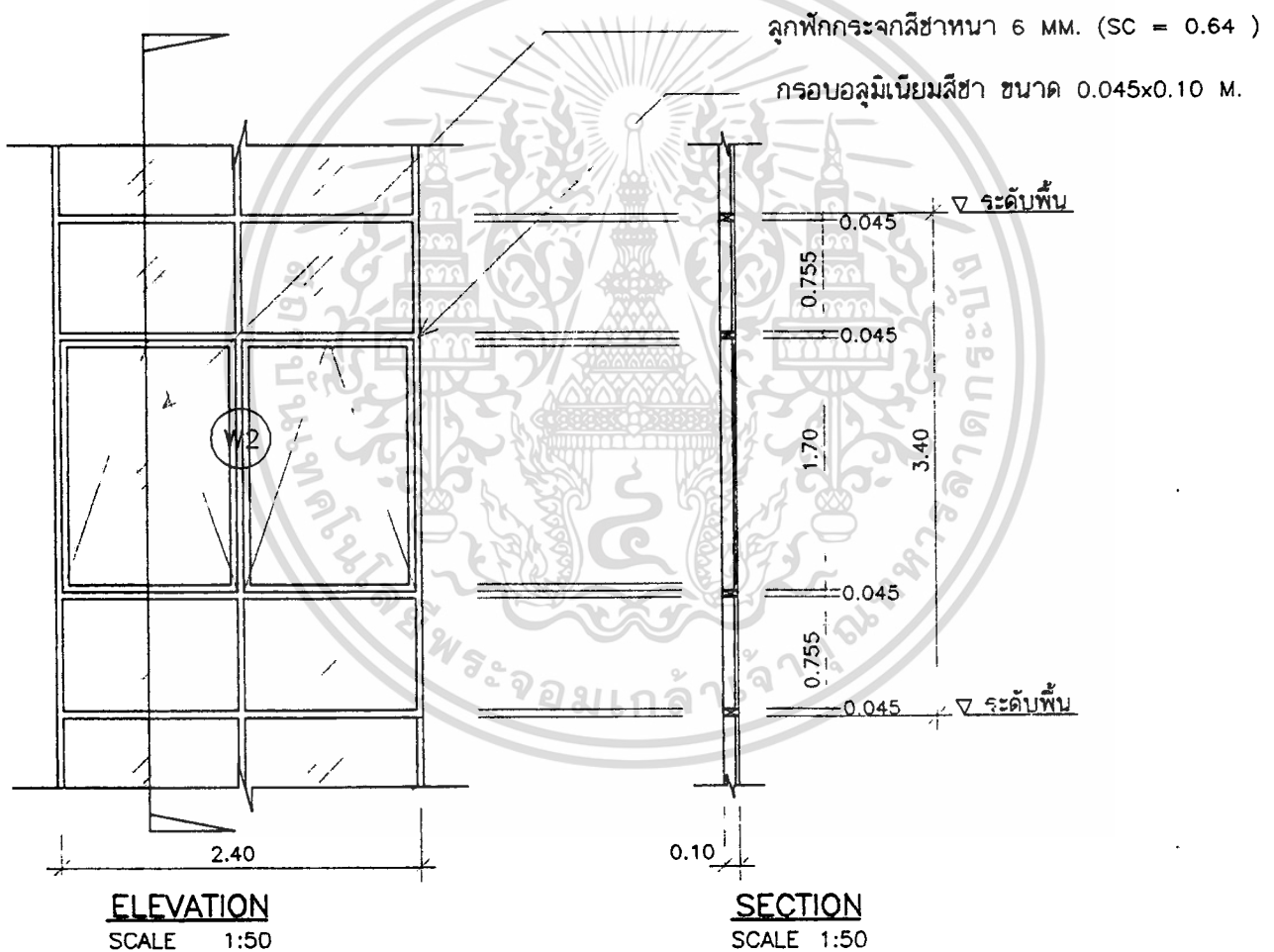


ข.) ผนังกระจกและหน้าต่าง แบบที่ 2 (W_2) เป็นผนังกระจกสีชา 1 ชั้น มีความหนา 6 มิลลิเมตร ค่า SC เท่ากับ 0.64 ติดตั้งภายในกรอบอลูมิเนียม ซึ่งมีรายละเอียด ดังรูปที่ 3.21

รูปที่ 3.21

แสดงรายละเอียดโครงสร้างผนังกระจก

แบบที่ 2 (W_2)

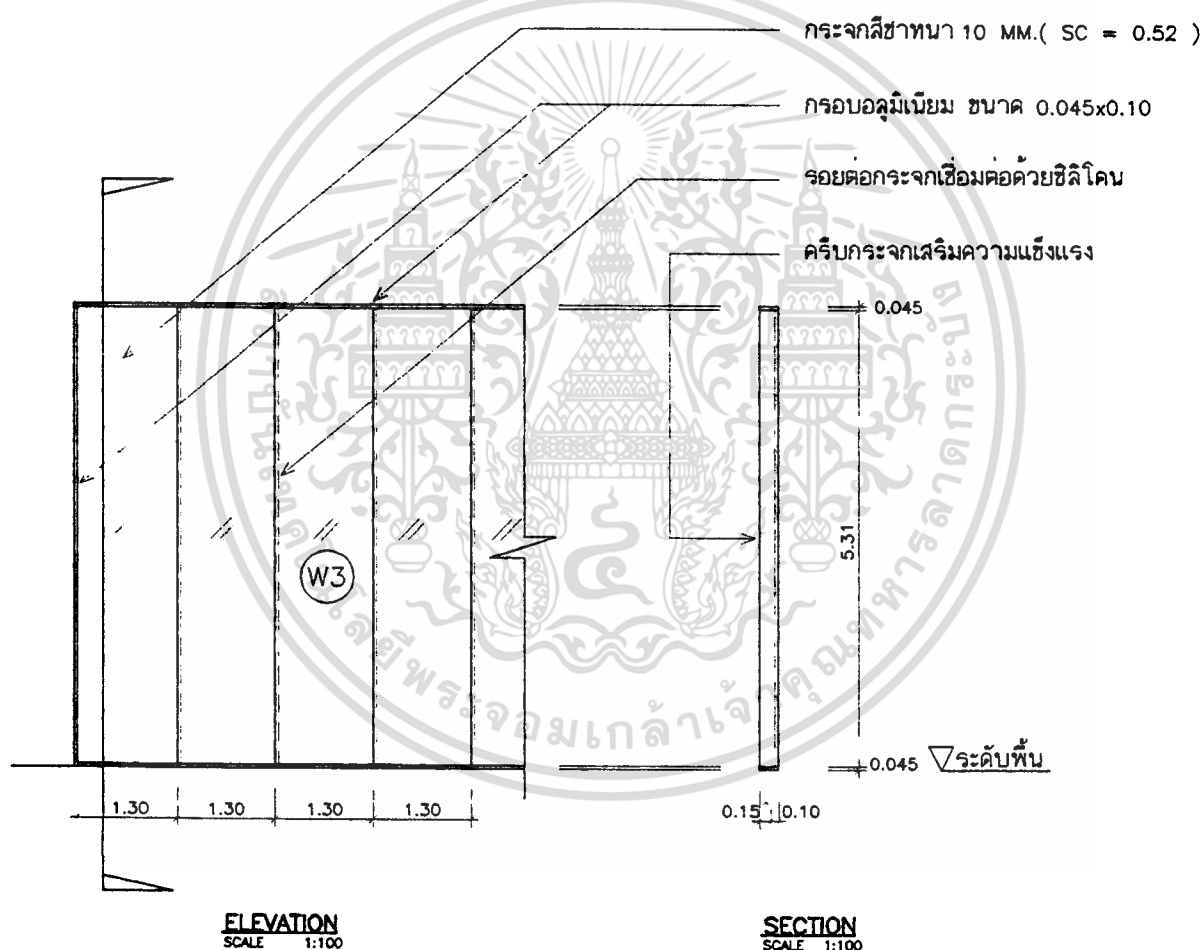


ก.) ผนังกระจกและหน้าต่างแบบที่ 3 (W_3) เป็นผนังกระจกสีชา 1 ชั้น มีความหนา 10 มิลลิเมตรค่า SC. เท่ากับ 0.52 ติดตั้งภายในกรอบอลูมิเนียม ซึ่งมีรายละเอียด ดังรูปที่ 3.22

รูปที่ 3.22

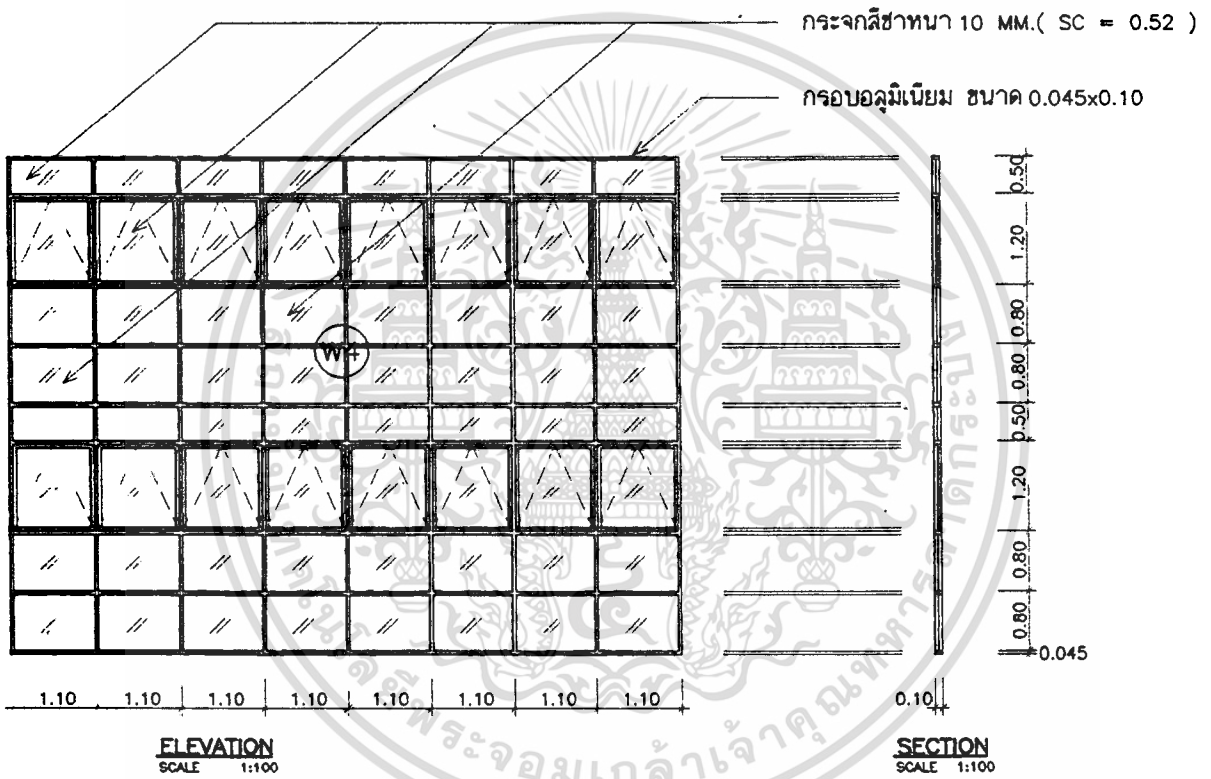
แสดงรายละเอียดโครงสร้างผนังกระจกและหน้าต่าง

แบบที่ 3 (W_3)



ง.) ผนังกระจกและหน้าต่างแบบที่ 4 เป็นผนังกระจกสีชา 1 ชั้น มีความหนา 6 มิลลิเมตร
ค่า SC เท่ากับ 0.64 ติดตั้งภายในกรอบอลูมิเนียม ซึ่งมีรายละเอียด ดังรูปที่ 3.23

รูปที่ 3.23
แสดงรายละเอียดโครงสร้างผนังกระจกและหน้าต่าง
แบบที่ 4 (W_4)

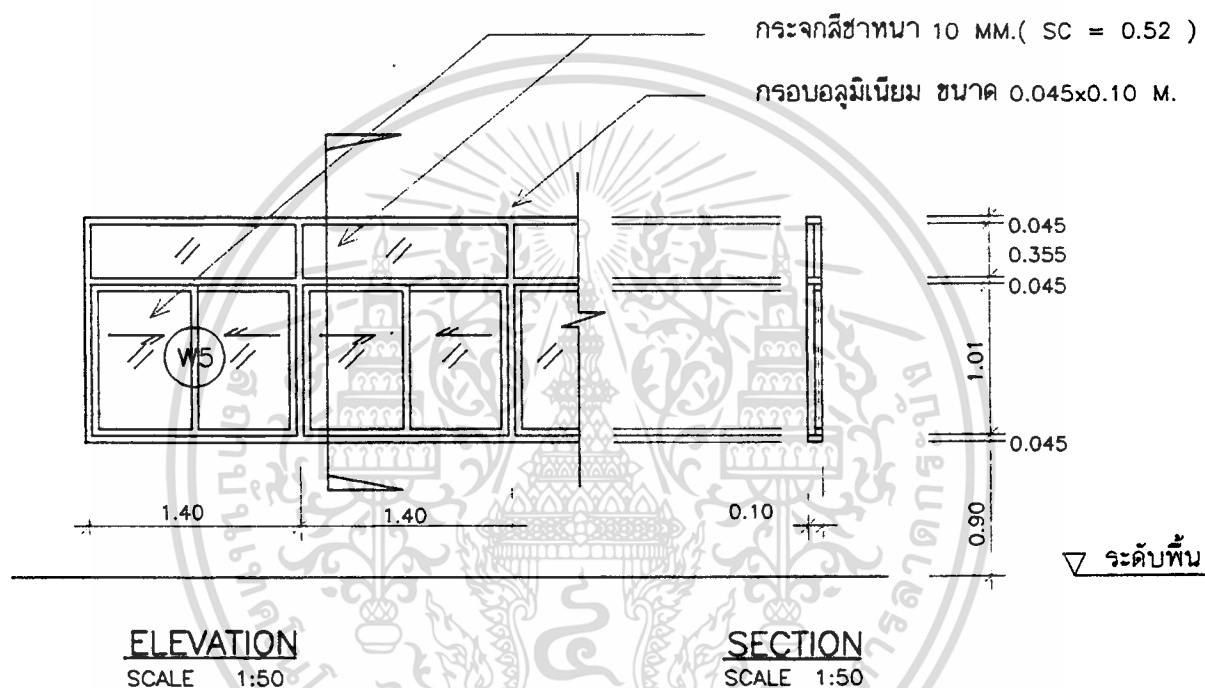


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.) หน้าต่างกระจกแบบที่ 5 มีลักษณะเป็นกรอบอลูมิเนียม ลูกลูกกระจกสีชา 1 ชั้น มีความหนา 6 มิลลิเมตร ค่า SC เท่ากับ 0.64 มีรายละเอียดดังรูปที่ 3.24

รูปที่ 3.24

แสดงรายละเอียดโครงสร้างหน้าต่างกระจก แบบที่ 5 (W₅)



ซึ่งผนังโปร่งแสงและหน้าต่าง ทั้ง 5 ลักษณะ สามารถแสดงส่วนประกอบโครงสร้างผนังไว้ในตารางที่ 3.3 ดังนี้

ตารางที่ 3.3

ตารางแสดงรายละเอียดกระจกของผนัง โปร่งแสงและหน้าต่างแต่ละลักษณะ

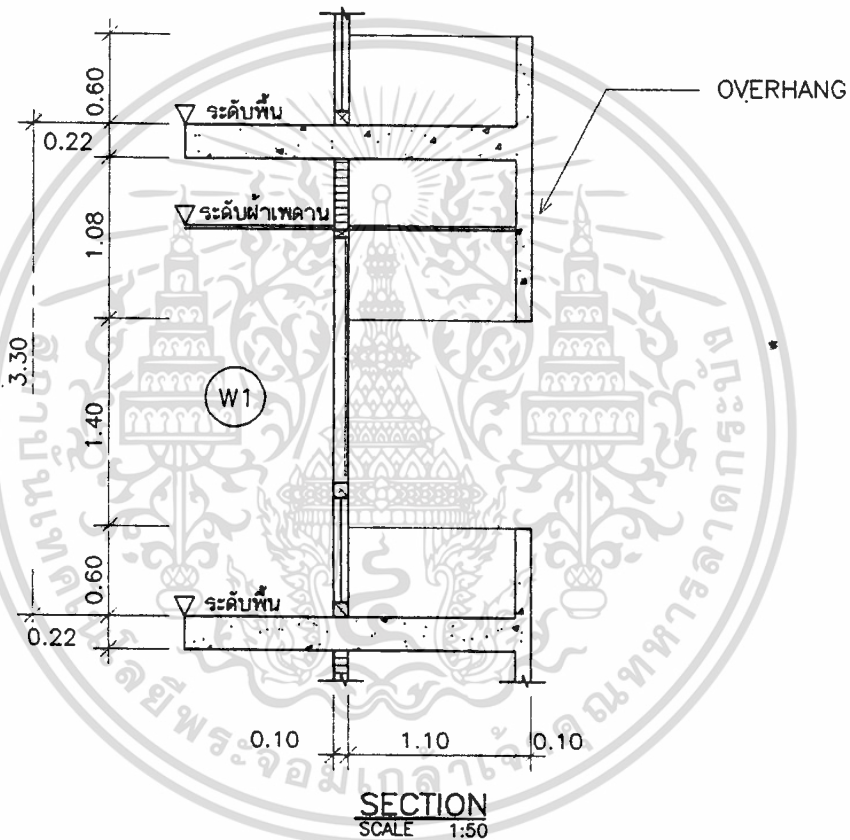
ลักษณะที่	จำนวนชั้น ของกระจก	ชนิดกระจก	ความหนา (มม.)	มวลกระจก (KG/M ²)	ค่า SC
W1	1	กระจกสีชา	6	440	0.64
W2	1	กระจกสีชา	6	440	0.64
W3	1	กระจกสีชา	10	1000	0.52
W4	1	กระจกสีชา	6	440	0.64
W5	1	กระจกสีชา	6	440	0.64

3. อุปกรณ์บังแดด จะมีด้วยกัน 2 ลักษณะ ดังนี้

ก.) อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) มีลักษณะเป็นแผงคอนกรีตเสริมเหล็กทาสีขาว โดยมีขนาดและรายละเอียด ดังรูปที่ 3.25

รูปที่ 3.25

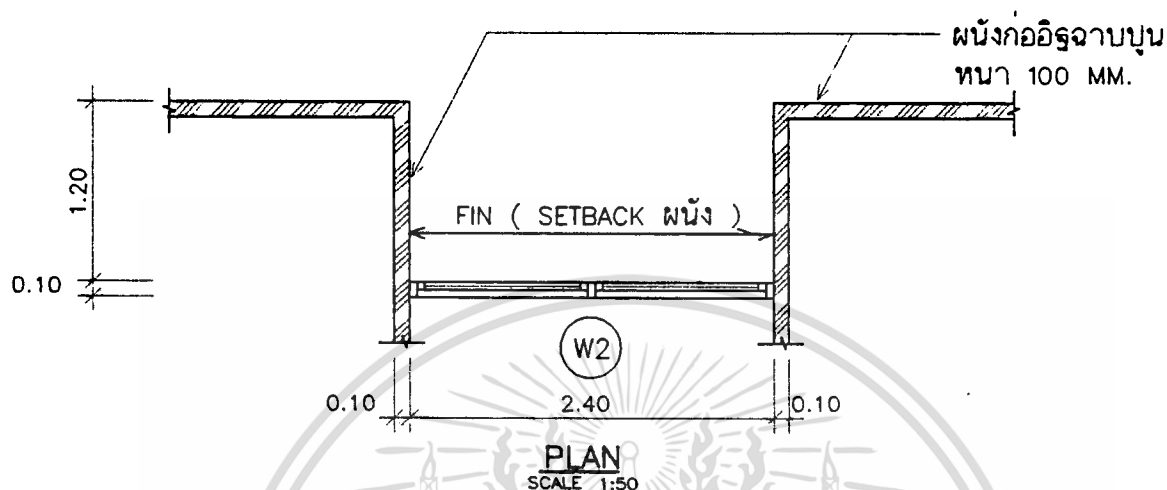
รูปแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG)



ข.) อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (VERTICAL FIN) ซึ่งจะไม่ใช่เป็นคานคอนกรีตแนวตั้ง แต่จะเป็นลักษณะการ SETBACK ผนังกระจกเข้าไปลึกกว่า ผนังที่บ 1.20 เมตร ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการบังแดดเหมือนกับคานคอนกรีตแนวตั้ง โดยจะมีขนาดและรายละเอียดดังรูปที่ 3.26

รูปที่ 3.26

แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN)



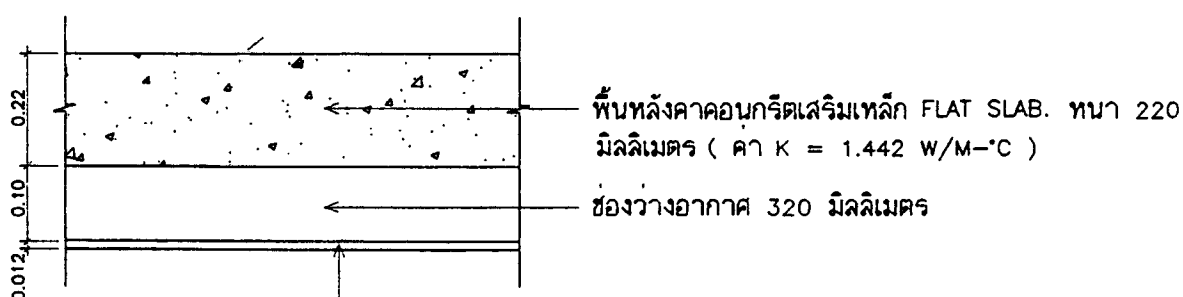
*หมายเหตุ อุปกรณ์บังแดดของอาคารไทยประกันชีวิต ที่กล่าวถึงข้างต้นจะกล่าวถึงอุปกรณ์บังแดดส่วนใหญ่เท่านั้น ในกรณีของอุปกรณ์บังแดดปลีกย่อย จะไม่กล่าวถึง

4. หลังคา อาคารไทยประกันชีวิตจะมี ส่วน TOWER และ PODIUM ในส่วน TOWER หลังคาจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก FLAT SLAB ส่วน PODIUM จะมีหลังคาโครงทึบเหล็มุงกระเบื้อง และหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก FLAT SLAB โดยจะแยกตามลักษณะหลังคาได้ดังนี้

ก.) หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก FLAT SLAB หนา 0.22 เมตร ไม่ติดช่องแสง SKY LIGHT และ ติดฉนวนกันความร้อน (แผ่นยิปซัม) โดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.27

รูปที่ 3.27

แสดงรายละเอียดของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก FLAT SLAB

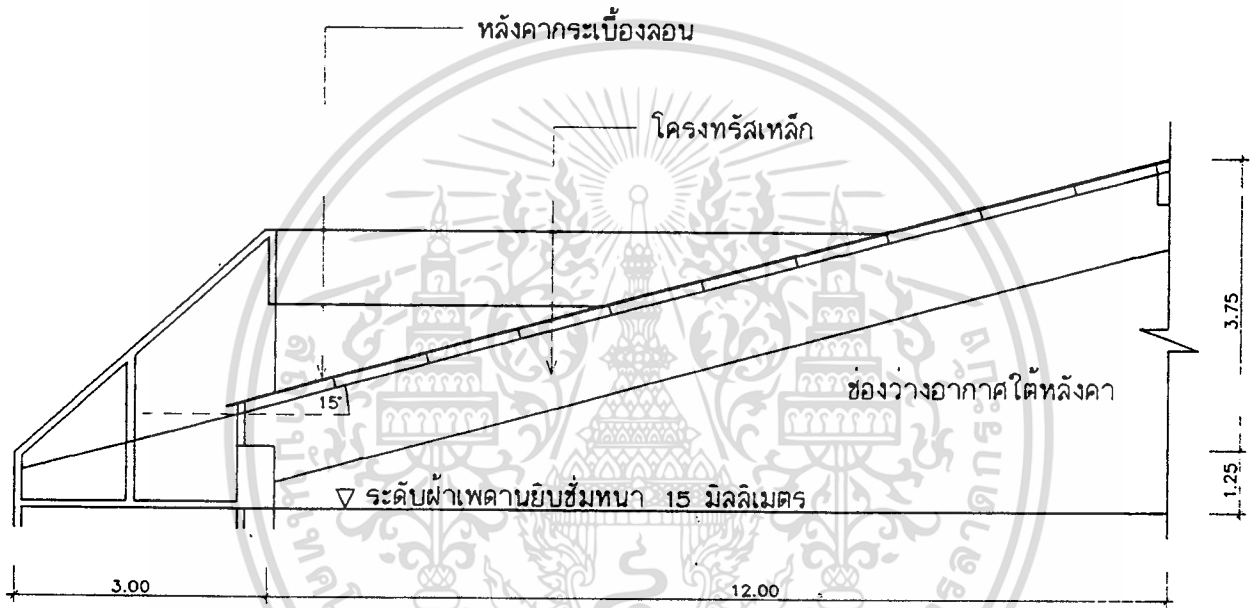


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา แผ่นยิปซัม หนา 12 มิลลิเมตร ใช้ประโยชน์ด้านการค้า (ค่า K = 0.191 W/M-°C)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.) หลังคากระเบื้องลอน มีลักษณะเป็นโครงทรงแท้ค มุงกระเบื้องลอน ติดฉนวนกันความร้อน (แผ่นยิบซัม) โดยมีรายละเอียด ดังรูปที่ 3.28

รูปที่ 3.28

แสดงรายละเอียดของหลังคาโครงทรงแท้ค
มุงกระเบื้องลอน

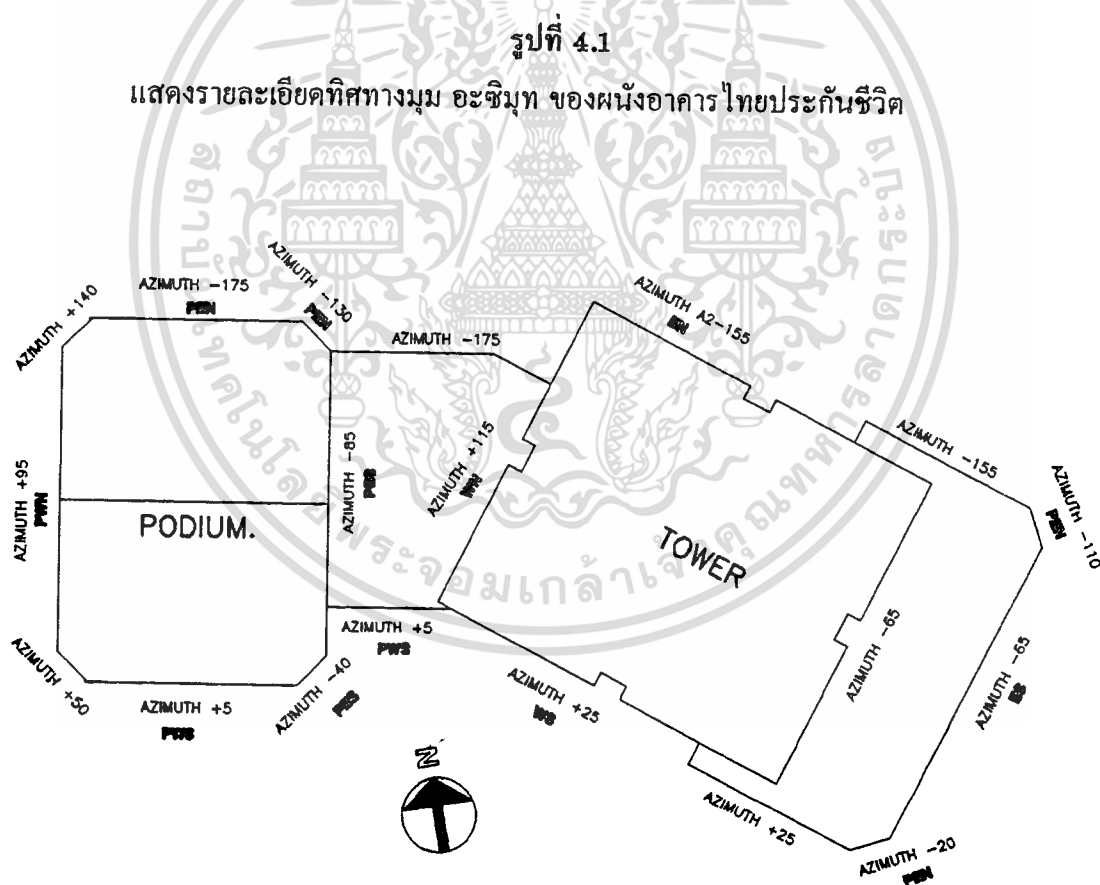


บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ลักษณะและรายละเอียดของกรอบอาคารกรณีศึกษา

ในการวิเคราะห์ลักษณะของกรอบอาคาร ก่อนอื่นควรจะมีการแบ่งแยกทิศทางของกรอบอาคารก่อน เพื่อง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์ในกรณีอื่นๆ ซึ่งทิศทางของกรอบอาคาร จะแบ่งตามทิศทางของมุมอะซิมุท (AZIMUTH ANGLE, AZ) ในกรณีของอาคารไทยประกันชีวิตสามารถแบ่งออกเป็น 12 ทิศทาง คือ $AZ = -175$, $AZ = -155$, $AZ = -130$, $AZ = -110$, $AZ = -85$, $AZ = -65$, $AZ = -40$, $AZ = -20$, $AZ = +5$, $AZ = +25$, $AZ = +115$ โดยสามารถเขียนเป็นผังทิศทางมุมอะซิมุทของผนังกรอบอาคารได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.1)



4.1.1 การคำนวณพื้นที่กรอบอาคาร

ในการคำนวณพื้นที่กรอบอาคาร จะแยกคำนวณเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่กรอบอาคารส่วนที่เป็นผนัง และพื้นที่กรอบอาคารส่วนที่เป็นหลังคา ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.) การคำนวณพื้นที่กรอบอาคารส่วนที่เป็นผนัง

การคำนวณ จะแยกคำนวณตามทิศทางผนัง (มุมอะซิมุท) โดยจะแยกผนังตามลักษณะ ผนังทึบ และผนังโปร่งแสง (กล่าวไว้ใน บทที่ 3 หัวข้อ 3.1.3) ซึ่งสามารถเขียนแยกแยะรายละเอียด พื้นที่ผนังกรอบอาคารได้ตาม ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1
ตารางสรุปพื้นที่ผนังอาคารไทยประกันชีวิต

ทิศทางผนัง (มุมอะซิมุท)	รหัสผนัง	ลักษณะของผนัง				รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
		ผนังทึบ	พื้นที่ (ม.2)	ผนังกระจก	พื้นที่ (ม.2)	
AZ = -175	EN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูนทาสีขาว หนา 10 ซม.	313.0	กระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC = 0.64	163.4	476.4
AZ = -155	EN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูนทาสีขาว หนา 10 ซม.	1,242.0	กระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC = 0.64 และหนา 10 มม. SC=0.52	1,292.1	2534.1
AZ = -130	EN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน ทาสีขาว หนา 10 ซม.	42.0	-	-	42.0
AZ = -110	EN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน ทาสีขาว หนา 10 ซม.	5.1	กระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC = 0.64	27.3	32.4
AZ = - 85	EN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน ทาสีขาว หนา 10 ซม.	63.0	-	-	63.0
AZ = - 65	EN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน ทาสีขาว หนา 10 ซม.	1,009.2	กระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC = 0.64 และหนา 10 มม. SC=0.52	1,313.7	2,322.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทิศทางผนัง (มุมอะซิมุท)	รหัสผนัง	ลักษณะของผนัง				รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
		ผนังทึบ	พื้นที่ (ม.2)	ผนังกระจก	พื้นที่ (ม.2)	
AZ = - 40	EN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน ทาสีขาว หนา 10 ซม.	42	-	-	42.0
AZ = - 20	EN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน ทาสีขาว หนา 10 ซม.	5.1	กระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC.= 0.64	27.3	32.4
AZ = 5	WS	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูนทาสีขาว หนา 10 ซม.	263.0	กระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC= 0.64	144.8	510.3
	WS	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน 2 ชั้นทาสี ขาว มีช่องว่าง อากาศหนา 50 ซม.	102.5	-	-	
AZ = 25	WS	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน ทาสีขาว หนา 10 ซม.	1,200.3	กระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC.= 0.64 และหนา 10 มม. SC=0.52	1,253.5	2453.8
AZ = 95	WN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน 2 ชั้นทาสี ขาว มีช่องว่าง อากาศหนา 50 ซม.	184.6	-	-	369.2
	WN	ผนังก่ออิฐฉาบ ปูน ทาสีขาว หนา 10 ซม.	184.6	-	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทิศทางผนัง (มุมอะซิมูท)	รหัสผนัง	ลักษณะของผนัง			พื้นที่ (ม.2)	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
		ผนังทึบ	พื้นที่ (ม.2)	ผนังกระจก		
AZ = 115	WN	ผนังก่ออิฐฉาบปูน ทาสีขาว หนา 10 ซม.	1,028.0	กระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC.= 0.64	1,105.4	2,133.4
รวมพื้นที่ที่กรอบอาคาร		ผนังทึบ	5,684.4	ผนังโปร่งแสง	5,327.5	11,011.9

ซึ่งจะเห็นได้ว่ากรอบของอาคารจะมี อัตราส่วนของพื้นที่ผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังทึบเท่ากับ 4.8 : 5.2 คิดเป็น 48 % ของพื้นที่กรอบอาคารส่วนที่เป็นผนัง

ข.) การคำนวณพื้นที่ที่กรอบอาคารส่วนที่เป็นหลังคา

การคำนวณพื้นที่หลังคา จะแยกเป็นส่วนๆ โดยจะแบ่งตามชนิดของหลังคา และตำแหน่งของหลังคา (ส่วน TOWER และ PODIUM) ซึ่งจะสามารถเขียนแยกแยะรายละเอียดพื้นที่หลังคาได้ตาม ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

ตารางสรุปพื้นที่หลังคา อาคารไทยประกันชีวิต

รหัสหลังคา	ทิศทางของหลังคา (มุมอะซิมูท)	ลักษณะหลังคา	พื้นที่(ม ²)
SLABTWR	AZ = 0	คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.22 เมตร เป็นหลังคา ส่วน TOWER	1,129.0
SLABPDM	AZ = 0	คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.22 เมตร เป็นหลังคาส่วน PODIUM	403.2
ROOF	AZ ₁ = - 175 AZ ₂ = - 85 AZ ₃ = - 5 AZ ₄ = 95	หลังคาโครงทึบสูงกระเบื้อง รูปทรง HIP เป็นหลังคา ส่วน PODIUM	1,099.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

4.1.2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (U_w) และค่าผลต่างของอุณหภูมิ เทียบเท่า (TDeq) ของผนังทึบลักษณะต่างๆ

จากลักษณะของกรอบอาคารไทยประกันชีวิตในส่วนที่เป็นผนังทึบที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.1.3 แล้ว สามารถจำแนกรายละเอียดของกรอบอาคารในส่วนที่เป็นผนังทึบ ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ผนังก่ออิฐฉาบปูน 1 ชั้นทาสีขาว และผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น ทาสีขาว การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวมและค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าจะอาศัย วิธีการในบทที่ 2 หัวข้อ 2.4.1 ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

- ก.) ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 เมตร มีรายละเอียดดังรูปที่ 4.2



รายละเอียดการคำนวณค่า U_w ของผนังทึบ แสดงในตารางที่ 4.3 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3

ตารางแสดงการคำนวณค่า U_w ของผนังก่ออิฐฉาบปูน

รายละเอียด	$\frac{\Delta X}{K}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.2
2. ปูนฉาบ	0.010 0.533	0.018	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
3. ผนังอิฐก่อ	0.080 1.154	0.069	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
4. ผนังปูนฉาบ	0.010 0.533	0.018	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
5. ฟิล์มอากาศภายใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.2
ความต้านทานความร้อนรวม R_T		0.269	

$$U_w = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0.269} = 3.717 \text{ W/M}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

ส่วนค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TDeq) จะขึ้นอยู่กับ มวลและค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ จะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุหรือสีที่ใช้ทาวัสดุ ซึ่งจากโครงสร้างผนังก่ออิฐฉาบปูนสามารถคำนวณมวลวัสดุได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{มวลผนัง} &= (1568)(0.01) + (1760)(0.08) + (1568)(0.01) \\ &= 172.16 \text{ KG/M}^2 \end{aligned}$$

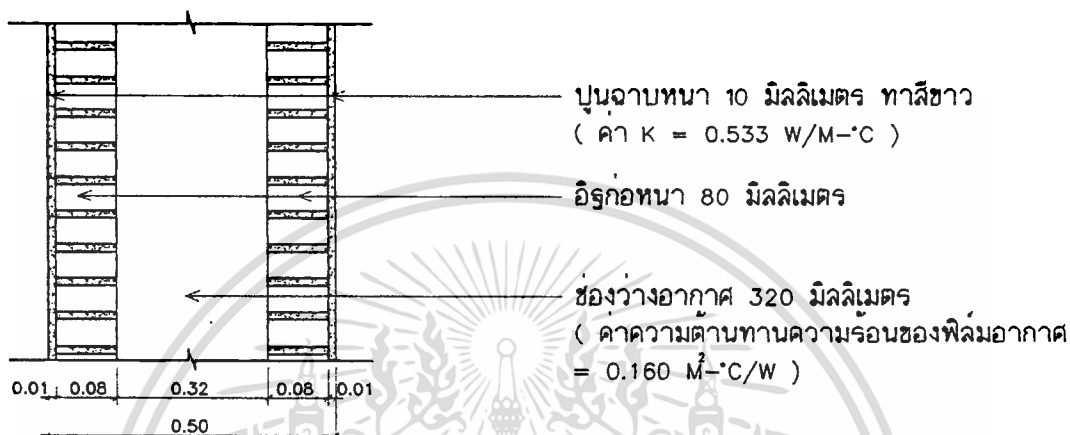
และผนังภายนอกทาสีอ่อน จะได้ว่า

$$T_{Deq} = 12^\circ\text{C} \quad (\text{ดูจากภาคผนวก ข.4})$$

ข.) ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น หนา 0.50 เมตร มีรายละเอียดดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3

แสดงรายละเอียดผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น



รายละเอียดของการคำนวณ ค่า U_w ของผนังที่บ แสดงในตารางที่ 4.4 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4

ตารางแสดงการคำนวณค่า U_w ของผนังก่ออิฐฉาบปูน

รายละเอียด	$\frac{\Delta X}{K}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.2
2. ปูนฉาบ	0.010 0.533	0.018	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
3. ผนังก่ออิฐ	0.080 1.154	0.069	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
4. ช่องว่างอากาศ	-	0.160	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.3
5. ผนังก่ออิฐ	0.080 1.154	0.069	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
6. ปูนฉาบ	0.010 0.533	0.018	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
7. ฟิล์มอากาศภายใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.2
ความต้านทานความร้อนรวม R_T		0.490	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\therefore U_w = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0.490} = 2.04 \quad \text{W/M}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

ซึ่งจากโครงสร้างของผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น สามารถจะคำนวณมวลของวัสดุ ได้ดังนี้

มวลผนัง = (1568)(0.01) + (1760)(0.08) + (1760)(0.08) + (1568)(0.01)

= 312.96 Kg/M²

และผนังภายนอกทาสีอ่อน จะได้ว่า

$$T_{Deq} = 10 \cdot ^\circ\text{C} \quad (\text{ดูจากตารางในภาคผนวก ข.4})$$

4.1.3 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (Uf) และค่าผลต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร (ΔT) ของผนังและช่องแสงที่เป็นกระจก

ในกรณีของผนังและช่องแสงกระจกที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 หัวข้อ 3.1.3 นั้น จะมีอยู่ 5 ลักษณะด้วยกัน โดยจะแบ่งตามลักษณะ ขนาด การติดตั้ง และ ชนิดของกระจก แต่ในกรณีของการคำนวณจะหาค่า Uf และค่า ΔT ของผนังและช่องแสง ที่เป็นกระจกแต่ละชนิดเท่านั้น ดังนั้น ในการคำนวณจึงแบ่งกระจกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ กระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC. = 0.64 และกระจกสีชาหนา 10 มม. ค่า SC = 0.52 โดยจะมีรายละเอียดของการคำนวณค่า Uf และค่า ΔT ของกระจกในแต่ละลักษณะ ดังนี้

ก.) กระจกสีชาหนา 6 มม. SC. เท่ากับ 0.64 มีรายละเอียดดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4

แสดงรายละเอียดของกระจกสีชา

หนา 6 มม.



กระจกสีชาหนา 6 มิลลิเมตร มวลของกระจก 440 KG/M²
(ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) = 0.64)

รายละเอียดของการคำนวณค่า U_f ของกระจก แสดงในตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5

ตารางการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (U_f) ของกระจกสีชาหนา 6 มม.

รายละเอียด	$\frac{\Delta X}{K}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.2
2. กระจกสีชาหนา 6 มม.	$\frac{0.006}{1.053}$	0.006	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.2
ค่าความต้านทานความร้อนรวม R_T		0.170	

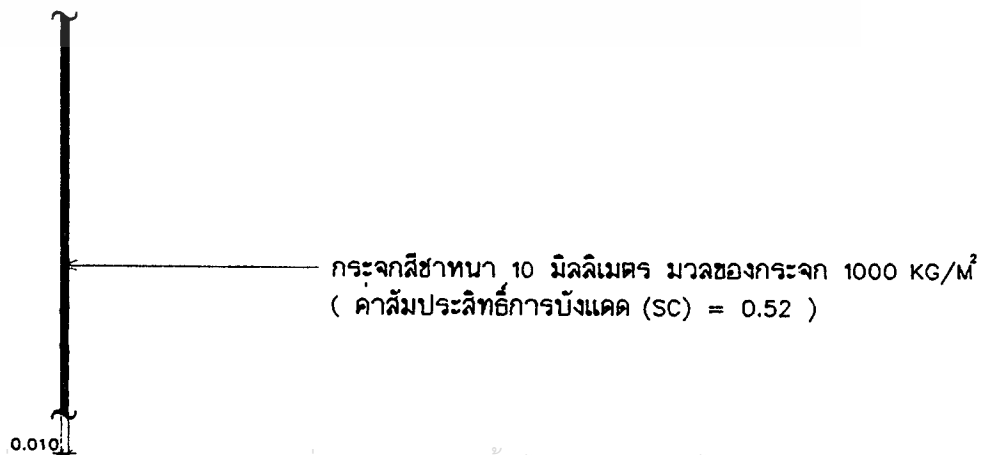
$$U_f = \frac{1}{0.170} = 5.88 \text{ W/M}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

กำหนด $\Delta T = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$

ข.) กระจกสีชาหนา 10 มม. SC เท่ากับ 0.52 มีรายละเอียดดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5

แสดงรายละเอียดของกระจกสีชาหนา 10 มม.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการพิมพ์ซ้ำหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของการคำนวณค่า U_f ของกระจก แสดงในตารางที่ 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.6

ตารางการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (Uf) ของกระจกสีชาหนา 10 มม.

รายละเอียด	$\frac{\Delta X}{K}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.2
2. กระจกสีชาหนา 10 มม.	$\frac{0.010}{1.053}$	0.009	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.2
ค่าความต้านทานความร้อนรวม R_T		0.173	

$$U_f = \frac{1}{0.173} = 5.78 \text{ W/M}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\text{กำหนด } \Delta T = 5^\circ\text{C}$$

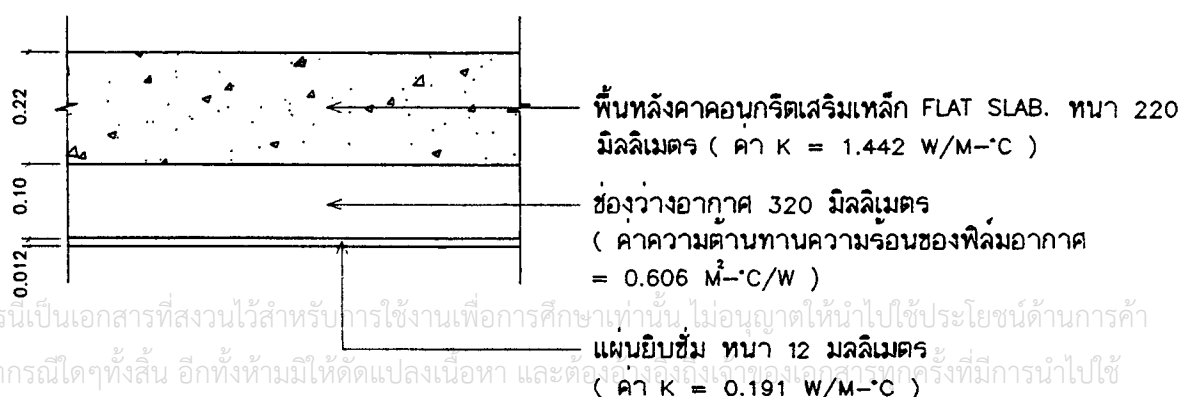
4.1.4 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม และค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา

ในส่วนของหลังคาของอาคารจะสามารถแบ่งรายละเอียดลักษณะของหลังคาออกเป็น 2 ลักษณะคือ หลังคาโครงทึบเหล็กมุงกระเบื้อง และหลังคา FLAT SLAB (ดูรายละเอียดจากบทที่ 3 ทั้งข้อ 3.1.3) โดยจะมีรายละเอียดของการคำนวณหาค่า U ของหลังคาในแต่ละลักษณะ ดังนี้

ก.) หลังคา FLAT SLAB ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6

แสดงรายละเอียดของหลังคา FLAT SLAB



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงแหล่งเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (U) ของหลังคา FLAT SLAB แสดงในตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7

ตารางแสดงการคำนวณค่า U ของหลังคา FLAT SLAB

รายละเอียด	$\frac{\Delta X}{K}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศภายนอก	-	0.055	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.2
2. คอนกรีตหนา 0.22 ม.	0.220 1.442	0.152	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
3. ช่องว่างอากาศ	-	0.174	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.3
4. ฝ้า ยิปซัม	0.012 0.191	0.062	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.1
5. ฟิล์มอากาศภายใน	-	0.162	ใช้ค่าจากตารางในภาคผนวก ข.3
ค่าความต้านทานความร้อนรวม R_T		0.805	

$$U = \frac{1}{0.805} = 1.65 \text{ W/M}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

จากโครงสร้างหลังคา FLAT SLAB สามารถคำนวณมวลวัสดุได้ดังนี้

$$\text{มวลหลังคา} = (2400) (0.22) + (880) (0.012) = 539 \text{ KG/M}^2$$

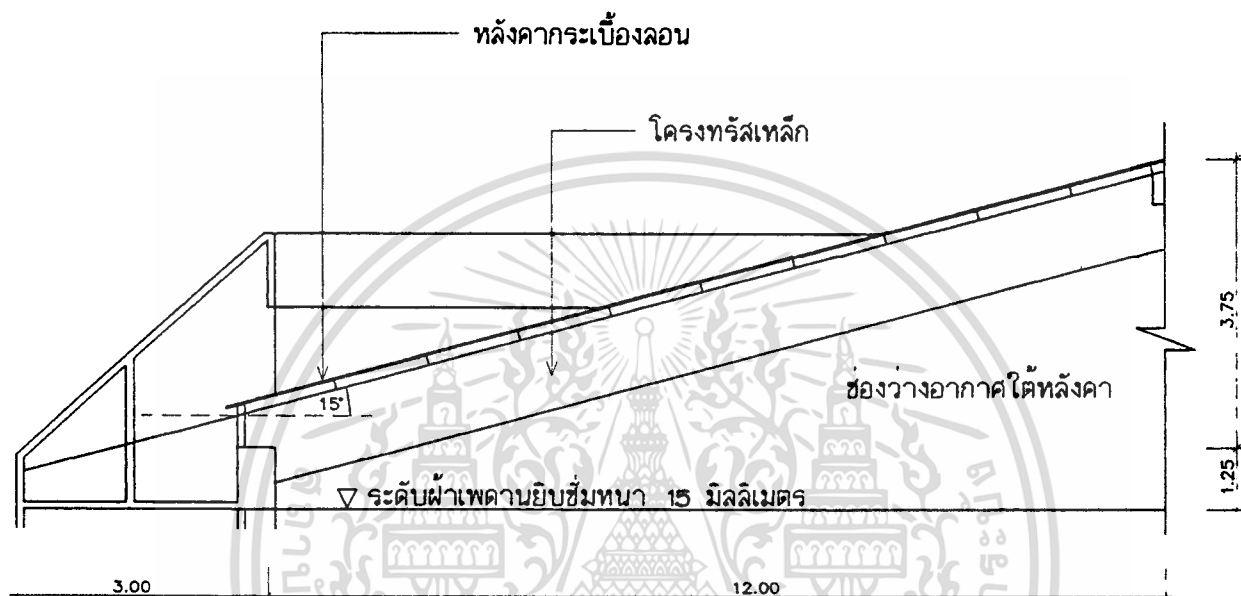
และหลังคา FLAT SLAB มีสีในระดับอ่อน (คอนกรีตเปลือยสีขาว)

$$\text{จะใช้ } T_{Deq} = 12 ^\circ\text{C} \text{ (ดูจากภาคผนวก ข.5)}$$

ข.) หลังคาโครงทรัสมุงกระเบื้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 4.7 ดังนี้

รูปที่ 4.7

แสดงรายละเอียดของหลังคาโครงทรัสมุงกระเบื้อง



รายละเอียดการคำนวณค่า U ของหลังคาโครงทรัสมุงกระเบื้องแสดงในตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8

ตารางแสดงการคำนวณค่า U ของหลังคาโครงทรัสมุงกระเบื้อง

รายละเอียด	$\frac{\Delta X}{K}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศภายนอก	-	0.055	ใช้ค่าในตารางภาคผนวก ข.2
2. กระเบื้อง	<u>0.008</u> 0.836	0.009	ใช้ค่าในตารางภาคผนวก ข.1
3. ช่องอากาศ	-	1.423	ใช้ค่าในตารางภาคผนวก ข.3
4. ยิมฉั่ม	<u>0.015</u> 0.191	0.078	ใช้ค่าในตารางภาคผนวก ข.1
5. ฟิล์มอากาศภายใน	-	0.148	ใช้ค่าในตารางภาคผนวก ข.2
ความต้านทานความร้อนรวม	R_T	0.440	

$$U = \frac{1}{0.440} = 0.72 \quad \text{W/M}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

จากโครงสร้างของหลังคาโครงทึบเหล็กมุงกระเบื้อง สามารถคำนวณมวลวัสดุได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{มวลหลังคา} &= (1890)(0.008) + (880)(0.012) \\ &= 25.68 \quad \text{KG/M}^2 \end{aligned}$$

หลังคากระเบื้องสีอ่อน (กระเบื้องลอนธรรมดา)

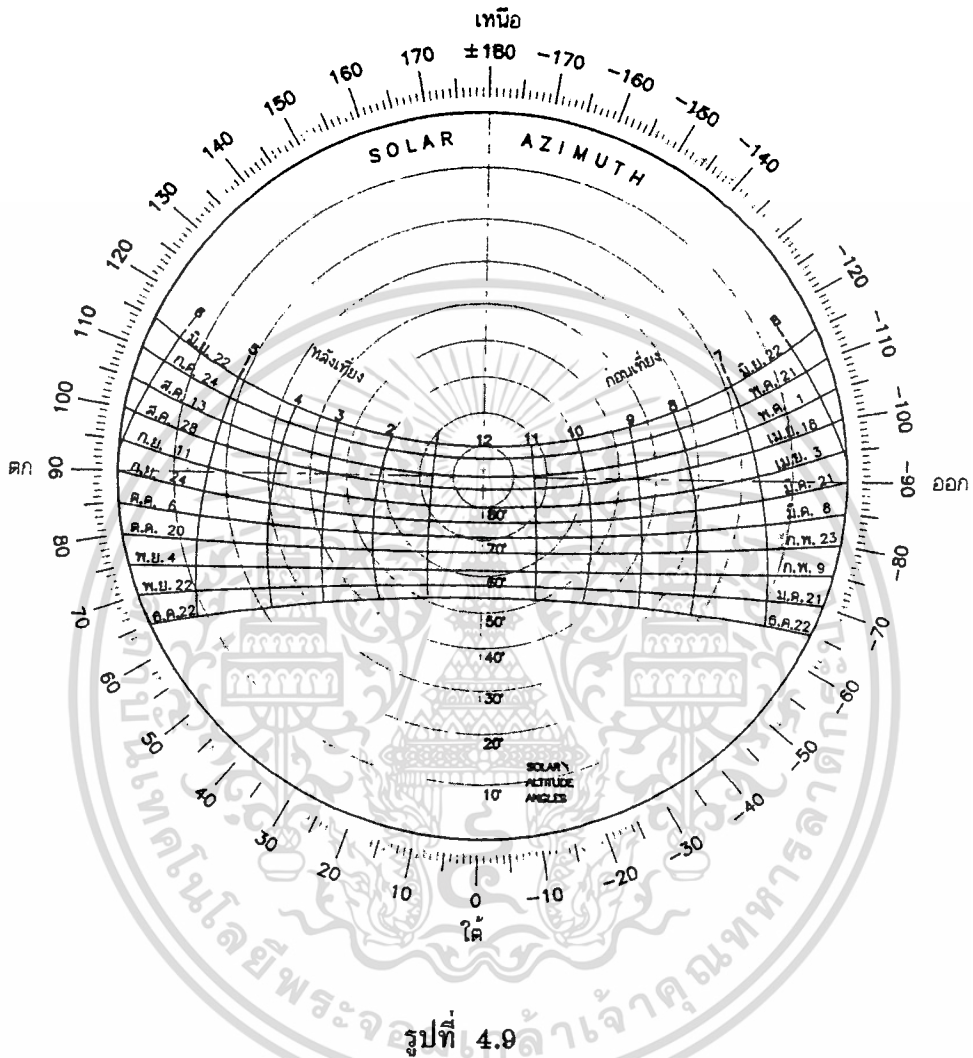
$$T_{\text{Deq}} = 20^\circ\text{C} \quad (\text{ดูตารางภาคผนวก ข.5})$$

4.1.5 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร

วิธีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร จะใช้วิธี PROTRACTOR SHADING MASK โดยจะแสดงทางเดินของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าครึ่งทรงกลม ณ ตำแหน่งละติจูด 14 องศาเหนือ (กรุงเทพมหานคร) ให้อยู่ในรูปแบบแผ่นพื้นราบ หรือ SUN CHART (ดูรูปที่ 4.8) และจะตรวจสอบการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดโดยใช้เครื่องมือ "SHADOW - ANGLE PROTRACTOR" (ดูรูปที่ 4.9) ในการหามุมของเงาจากการบังแดด ดังนี้

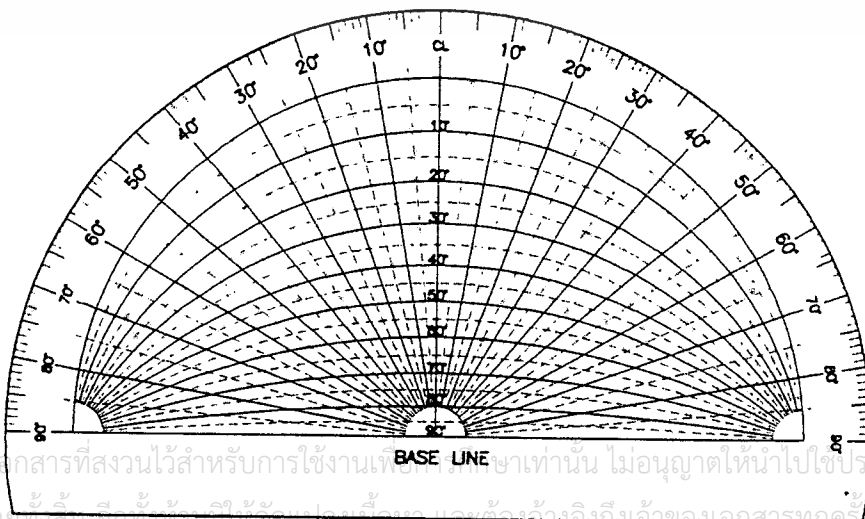
รูปที่ 4.8

แสดง SUN CHART ที่เส้นรุ้ง 14 องศาเหนือ



รูปที่ 4.9

แสดง SHADOW - ANGLE PROTRACTOR



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำแบบแปลนหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารหรือผู้ที่มีอำนาจให้นำไปใช้

ซึ่งตัวเครื่องมือ SHADOW - ANGLE PROTRACTOR จะประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- เส้นฐาน (BASE LINE) ใช้แทนด้านของผนังที่ต้องการทราบเงา
- เส้นกึ่งกลาง (CL.) เป็นเส้นที่ใช้ชี้ไปยังองศาที่ผนังนั้นชี้ไป
- เส้นโค้ง เป็นเส้นที่บอกขนาดของเสาของมุมเงาทางตั้ง

(VERTICAL SHADOW - ANGLE)

- เส้นรัศมี เป็นเส้นที่บอกขนาดของเสาของมุมเงาทางนอน

(HORIZONTAL SHADOW - ANGLE)

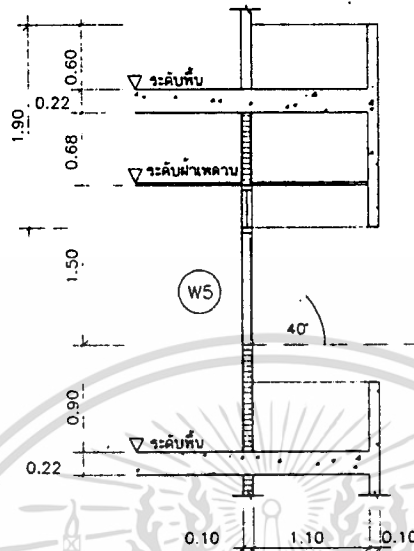
การหามุมของเงาจะได้โดยซ้อน PROTRACTOR ลงบน SUN CHART โดยให้ศูนย์กลางทับกัน และหมุนเส้นฐาน (BASE LINE) ไปยังทิศทางที่ขนานกับผนังที่ต้องการทราบมุมเงา เส้นโค้งและเส้นรัศมีที่ผ่านตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันและเวลาที่ต้องการทราบ จะบอกขนาดมุมของเงาของแสงกันแดดที่จะบังแสงอาทิตย์ได้ แต่ในกรณีที่เงาจะบังแดดบังแดดติดตั้งอยู่แล้ว ฉะนั้นจะต้องหาขนาดของมุมของเงาทางตั้งหรือทางนอนของอุปกรณ์บังแดดแต่ละชนิดที่บังแสงอาทิตย์ได้โดยจะนำมุมของเงาไป PLOT ไว้ในแผ่นพื้นราบของ PROTRACTOR เรียกว่า SHADING MASK ซึ่งจะช่วยในการตรวจสอบว่าเมื่อใดแสงอาทิตย์ จะส่องเข้าไปในอาคาร และช่วยตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดของอาคาร

อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารไทยประกันชีวิตมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) และ อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) ดังที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 แต่ในกรณีของการวิเคราะห์การบังแดดของอุปกรณ์การบังแดดนั้นชนิดลักษณะขนาด ของผนังที่ต้องการบังแดดก็มีผลในการวิเคราะห์ด้วย ดังนั้น การวิเคราะห์จะแยกวิเคราะห์เป็นด้านของทิศทางผนัง ตามมุมอะซิมุท ชนิดของอุปกรณ์บังแดด และชนิดของผนังที่ต้องการบังแดด โดยจะสามารถแยกวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

1. มุมอะซิมุท ≤ -175 องศา อุปกรณ์บังแดดของผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับมุม $AZ = -175$ จะเป็นลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) เพียงอย่างเดียว โดยมีรายละเอียด ดังนี้ (รูปที่ 4.10)

รูปที่ 4.10

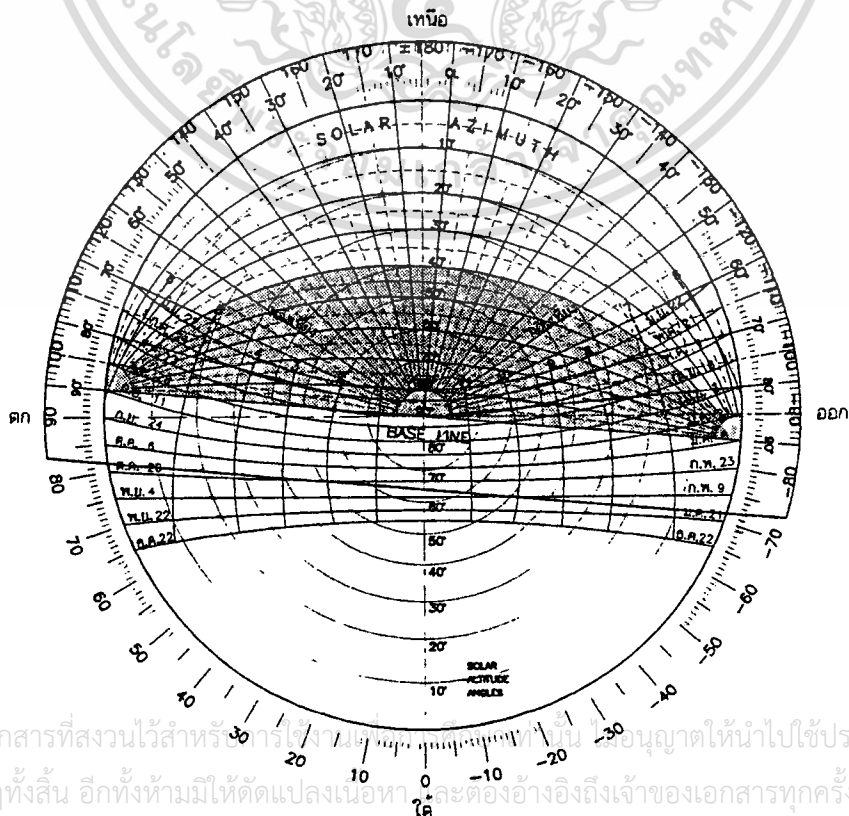
แสดงรายละเอียดของ OVERHANG ในทิศทาง $AZ = -175^\circ$



จากรูป อุปกรณ์บังแดดแนวนอนให้มุมเงยทางตั้ง เท่ากับ 40 องศา ซึ่งสามารถ PLOT เงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.11)

รูปที่ 4.11

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ OVERHANG ในทิศ AZ = - 175



จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่ภายในอาคารได้ตามตารางที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.9

ตารางแสดงช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่ผนังอาคารในทิศ $AZ = -175^\circ$

วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน													overhang
24	ก.ค.และ21 พ.ค.													
13	ส.ค.และ1พ.ค.													

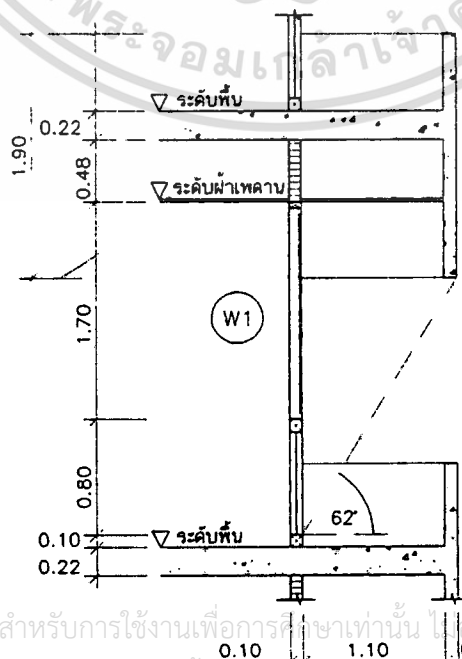
■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าสู่อาคาร

2. มุมอะซิมูท $= -155^\circ$ อุปกรณ์บังแดดของผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับมุม $AZ = -155^\circ$ จะเป็นลักษณะอุปกรณ์บังแดด 2 ลักษณะ คือ อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) และอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก.) อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) ดูรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12

แสดงรายละเอียด OVERHANG ในทิศทาง $AZ = -155^\circ$

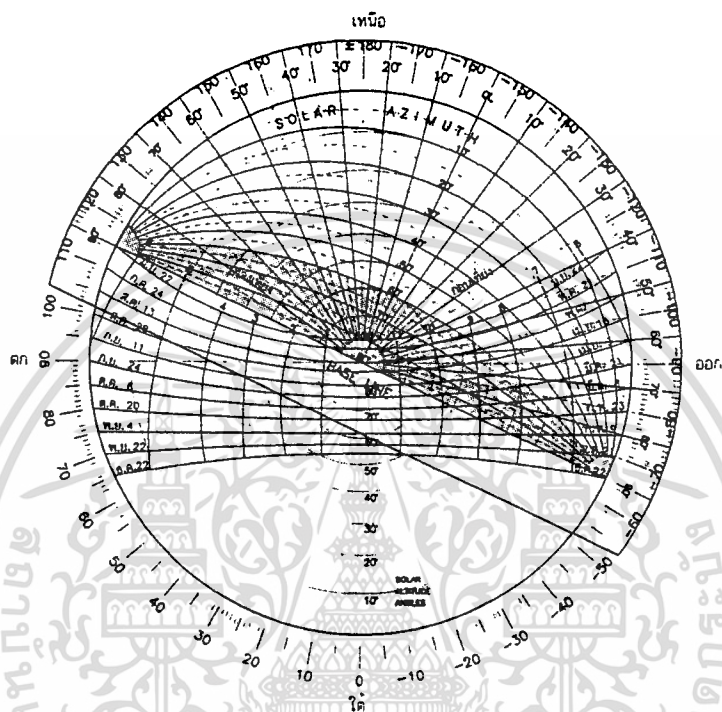


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่นองขาดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป อุปกรณ์บังแดดแนวนอน ให้มุมเงยทางตั้งเท่ากับ 62 องศา ซึ่งสามารถ PLOT เเงการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.13)

รูปที่ 4.18

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ OVERHANG ในทิศ AZ - 155



จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.10

ตารางแสดงช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่ผนังอาคารทิศทาง AZ = -155

วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน													OVERHANG
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.													
1	พ.ค. และ 28 ส.ค.													
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.													
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.													
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.													
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.													
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.													
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.													OVERHANG

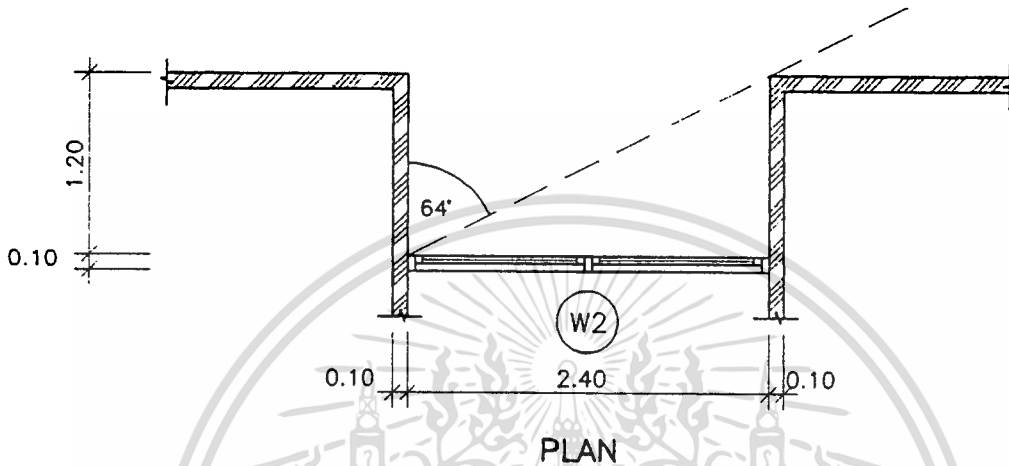
■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าสู่อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 หากมีการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.) อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) รูปที่ 4.14

รูปที่ 4.14

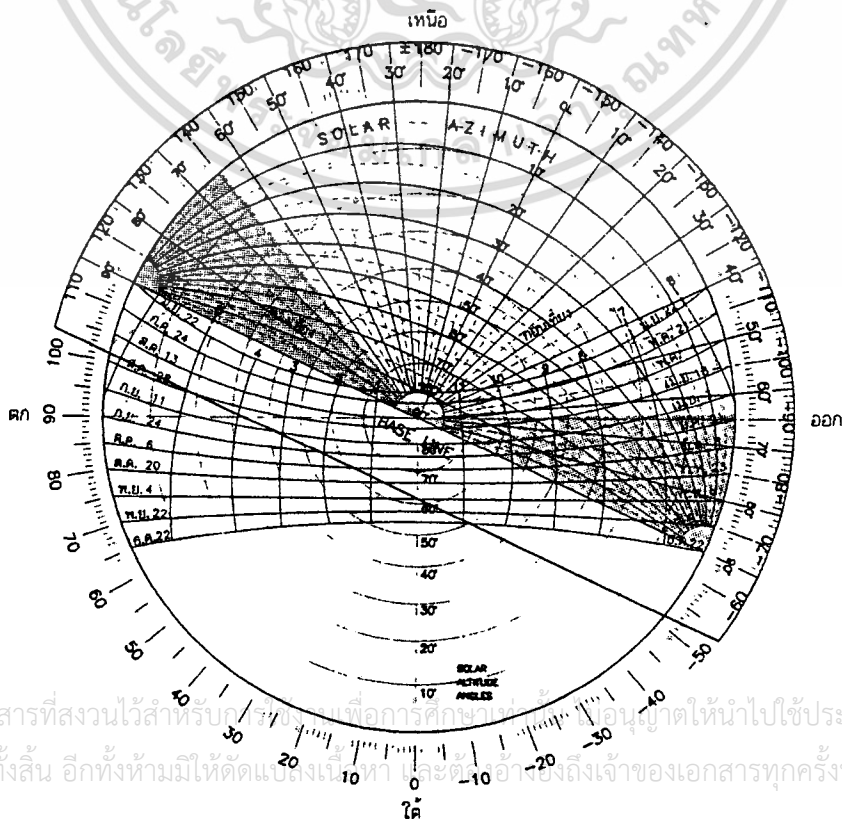
แสดงรายละเอียด FIN ในทิศทาง $AZ = -155$



จากรูปอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง ให้มุมเงยทางนอน เท่ากับ 64 องศา ซึ่งสามารถ PLOT เงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (รูปที่ 4.15)

รูปที่ 4.15

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ FIN ในทิศทาง $AZ = -155$



จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.11

ตารางแสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารในทิศ AZ = -155

วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน	■	■	■	■	■	■							FIN
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	■	■	■	■	■	■							
1	พ.ค. และ 28 ส.ค.	■	■	■	■	■	■							
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	■	■	■										
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	■												
21	มิ.ย. และ 24 ก.ย.													
8	มิ.ย. และ 6 ต.ค.													
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.													
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.													

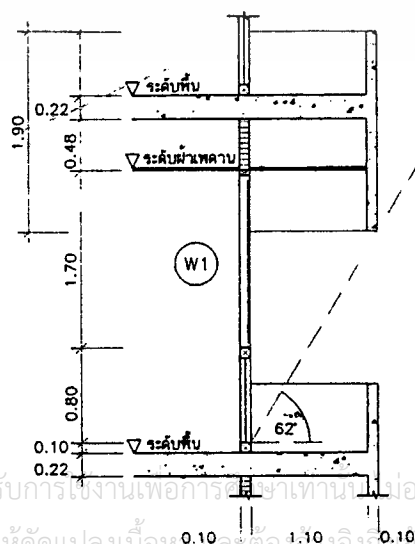
■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าสู่อาคาร

3. มุมอะซิมูท = -130 เนื่องจากผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับมุม AZ -130 มีลักษณะเป็นผนังทึบ

4. มุมอะซิมูท = -110 อุปกรณ์บังแดดของผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับ มุม AZ -110 จะเป็นลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) เพียงอย่างเดียวโดยมีรายละเอียด ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.16)

รูปที่ 4.16

แสดงรายละเอียด ของ OVERHANG ในทิศทาง AZ = -110

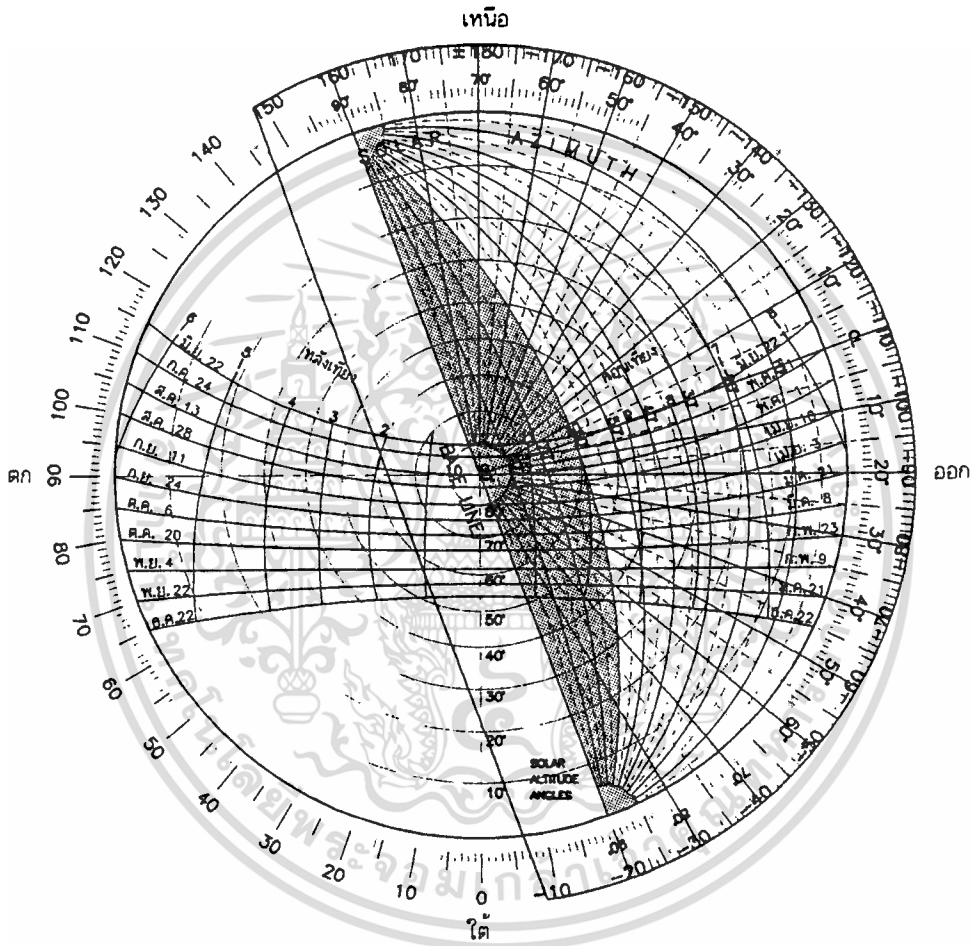


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการประชาสัมพันธ์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปอุปกรณ์บังแดดแนวนอนให้มุมเงยทางตั้ง เท่ากับ 62 องศา ซึ่งสามารถ PLOT เงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.17)

รูปที่ 4.17

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ OVERHANG ในทิศทาง $AZ = -110$



จากรูปสามารถอ่าน ช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ตามตารางที่ 4.12 ดังนี้

ตารางที่ 4.12

ตารางแสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ OVERHANG และช่วงเวลาที่เกิดเงาอาคารในทิศ AZ=-110

วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน	■	■	■	■									overhang
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	■	■	■	■									
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	■	■	■	■									
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	■	■	■	■									
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	■	■	■	■									
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	■	■	■	■									
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	■	■	■	■									
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	■	■	■	■									
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.	■	■	■	■									
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	■	■	■	■									
22	ธันวาคม	■	■	■	■									

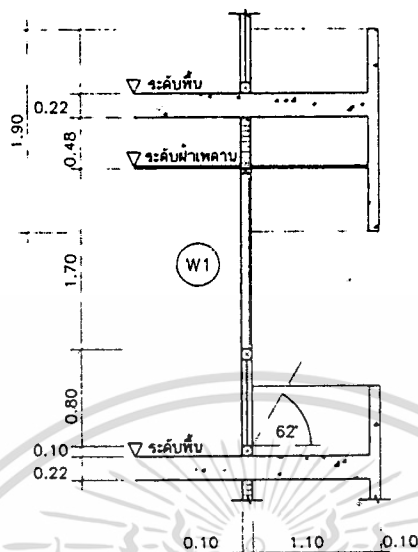
■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดเข้าสู่อาคาร

5. มุมอะซิมูท = -85 เนื่องจากผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับมุม AZ = -85 มีลักษณะเป็นผนังทึบ จึงไม่มีอุปกรณ์บังแดด ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

6. มุมอะซิมูท = -65 อุปกรณ์บังแดดของผนังที่ทำมุมตั้งฉาก กับมุม AZ = -65 จะมี อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) และอุปกรณ์บังแดดตั้ง (FIN) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

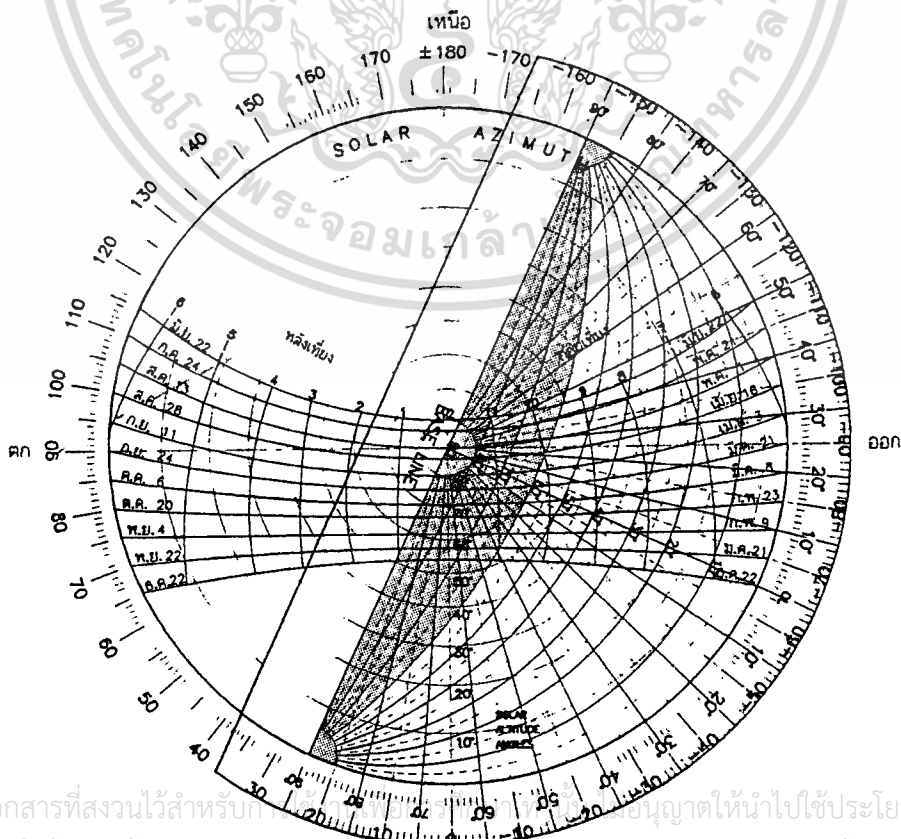
ก.) อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) รูปที่ 4.18

รูปที่ 4.18

แสดงรายละเอียด OVERHANG ในทิศทาง $AZ = -65$ 

จากรูปอุปกรณ์บังแดดแนวนอนให้มุมเงยทางตั้ง เท่ากับ 62 องศา ซึ่งสามารถ PLOT เงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.19)

รูปที่ 4.19

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ OVERHANG ในทิศ $AZ = -65$ 

จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.13

ตารางแสดงช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่ผนังอาคารในทิศ AZ = -65

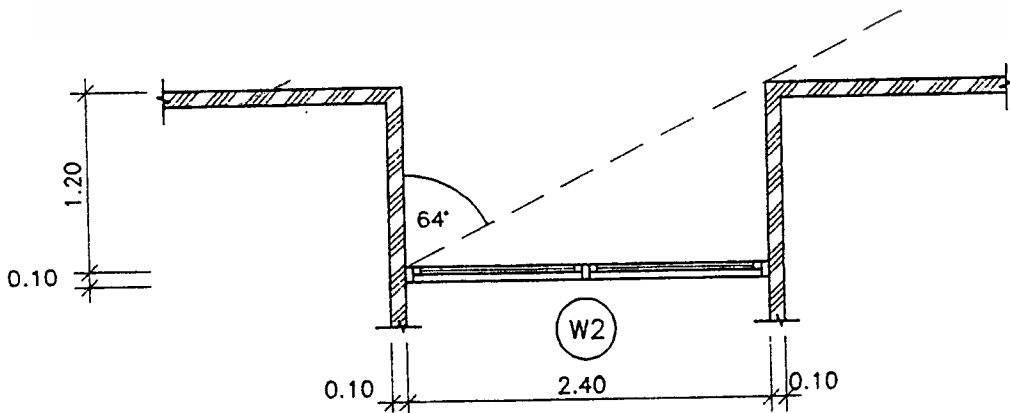
วัน	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน	■■■■■	■■■■■	■■■■■										overhang
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■									
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■								
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■							
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■						
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■					
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■				
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■			
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■		
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
22	ธันวาคม	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	

■■■■■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าสู่อาคาร

ข.) อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) รูปที่ 4.20

รูปที่ 4.20

แสดงรายละเอียด FIN ในทิศทาง AZ = -65



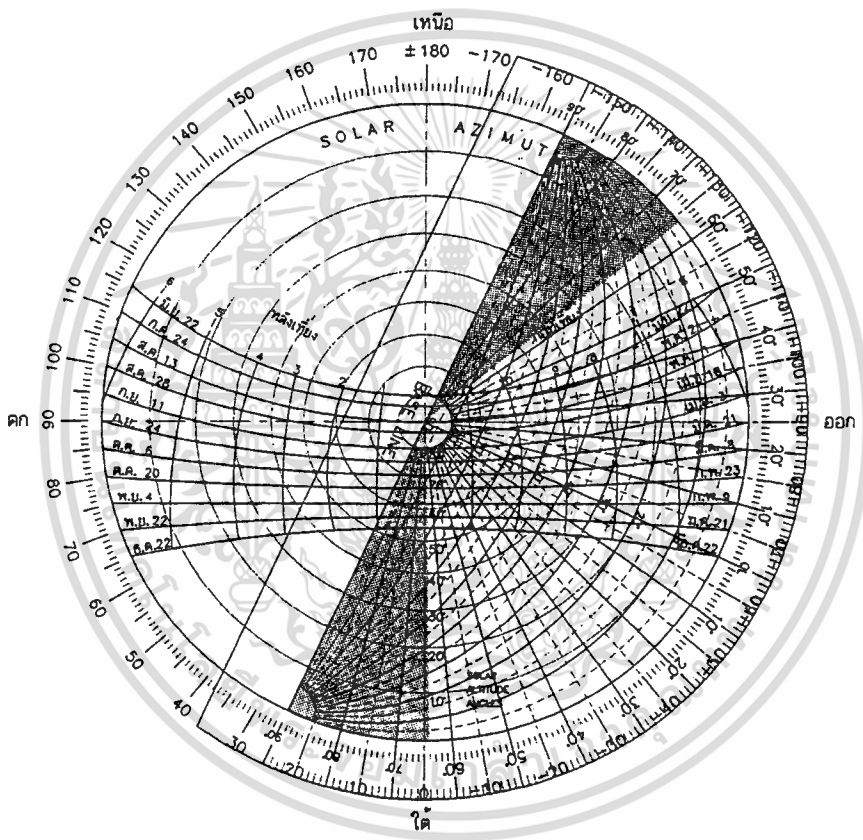
PLAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปอุปกรณ์บังแดดแนวดัง ให้มุมเงยทางนอน เท่ากับ 64 องศา ซึ่งสามารถ PLOT
เงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.21)

รูปที่ 4.21

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ FIN
ในทิศทาง AZ = -65



จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.14

ตารางแสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารในทิศทาง AZ = 65

วัน	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน	■	■	■	■	■								FIN
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.	■	■	■	■	■								
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.	■	■	■	■	■								
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.	■	■	■	■	■								
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.	■	■	■	■	■								
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.	■	■	■	■	■								
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.	■	■	■	■	■								
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.	■	■	■	■	■								
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.	■	■	■	■	■								
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.	■	■	■	■	■								
22	ธันวาคม	■	■	■	■	■								

■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าสู่อาคาร

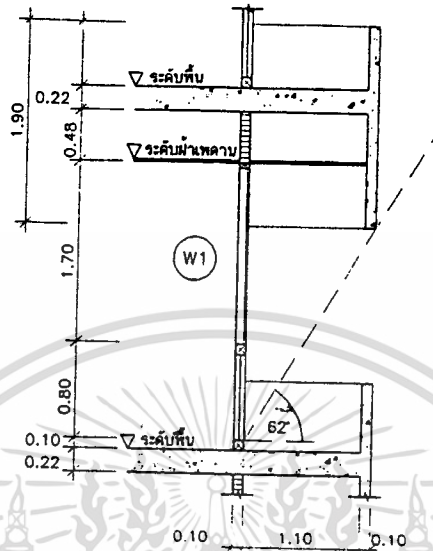
7. มุมอะซิมุท = -40 เนื่องจากผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับมุม AZ = -40 จะมีลักษณะเป็นผนังทึบ จึงไม่มีอุปกรณ์บังแดด ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

8. มุมอะซิมุท = -20 อุปกรณ์บังแดดของผนังที่ทำมุมตั้งฉาก กับมุม AZ = -20 จะเป็นลักษณะ อุปกรณ์บังแดด 2 ลักษณะ คือ อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) และอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ก.) อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) รูปที่ 4.22

รูปที่ 4.22

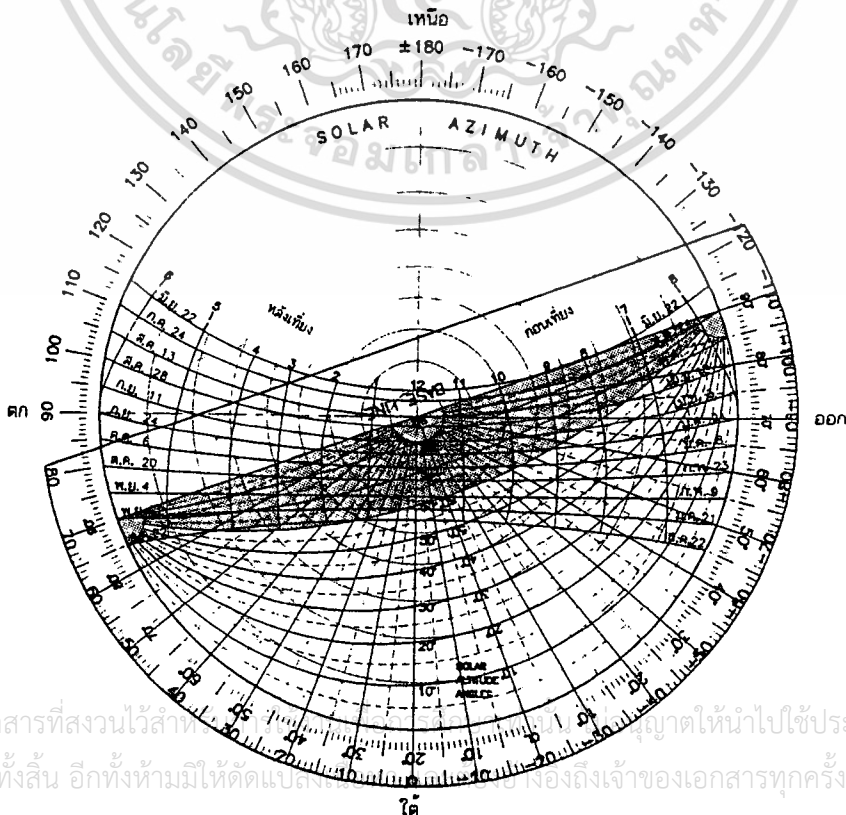
แสดงรายละเอียด OVERHANG ในทิศทาง $AZ = -20$



จากรูปอุปกรณ์บังแดดแนวนอนให้มุมเงยทางตั้งเท่ากับ 62° องศา ซึ่งสามารถ PLOT เงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (รูปที่ 4.23)

รูปที่ 4.23

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ OVERHANG ในทิศ $AZ = -20$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่หรือใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่ข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.15

ตารางแสดงช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่ผนังอาคารในทิศทาง AZ = -20

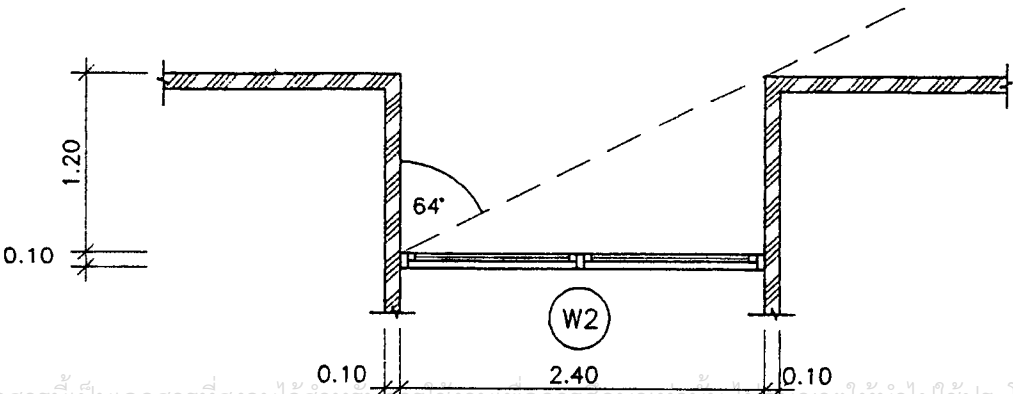
วัน	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน													overhang
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.													
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.													
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.													
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.													
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.													
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.													
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.													
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.													
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.													
22	ธันวาคม													

▨ = ช่วงเวลาที่แสงแดดเข้าสู่อาคาร

ข.) อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) รูปที่ 4.24

รูปที่ 4.24

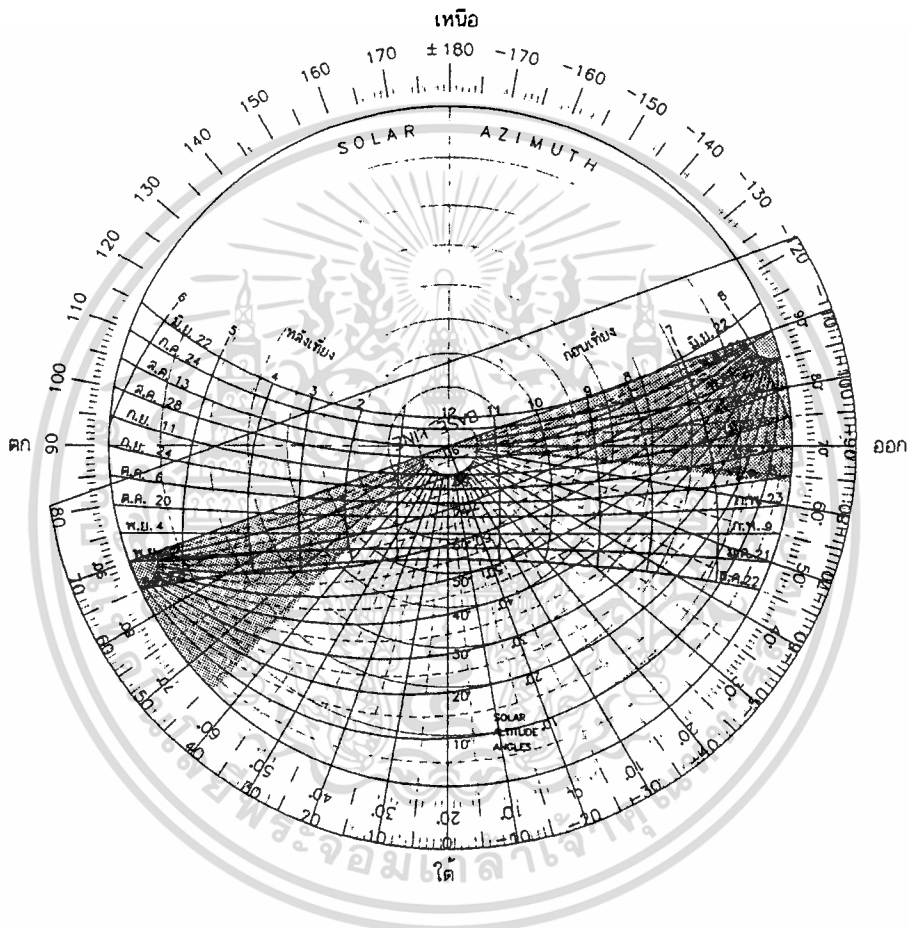
แสดงรายละเอียด FIN ในทิศทาง AZ = -20



จากรูปอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง ให้มุมเงยทางนอน เท่ากับ 64 องศา ซึ่งสามารถ PLOT ผลการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.25)

รูปที่ 4.25

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ FIN ในทิศทาง $AZ = -20$



จากรูป สามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ดังนี้

ตารางที่ 4.16

ตารางแสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่เกิดแสงส่องเข้าอาคารในทิศทาง AZ = -20

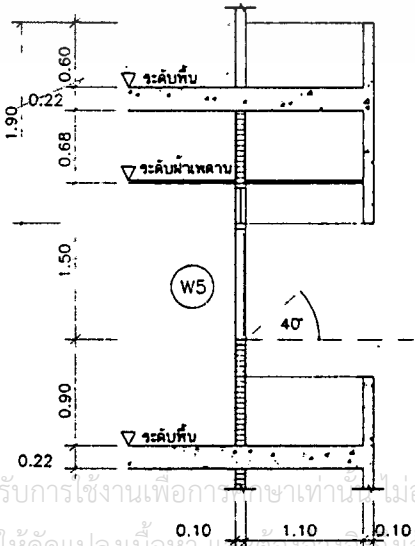
วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน													FIN
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.													
1	พ.ค. และ 13 ต.ค.													
16	เม.ย. และ 28 ต.ค.													
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.													
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.													
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.													
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.													
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.													
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.													
22	ธันวาคม													

▨ = ช่วงเวลาที่แสงแดดเข้าอาคาร

9. มุมอะซิมุท = 5 องศา อุปกรณ์บังแดดของผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับมุม AZ = 5 จะเป็นลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) เพียงอย่างเดียว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

รูปที่ 4.26

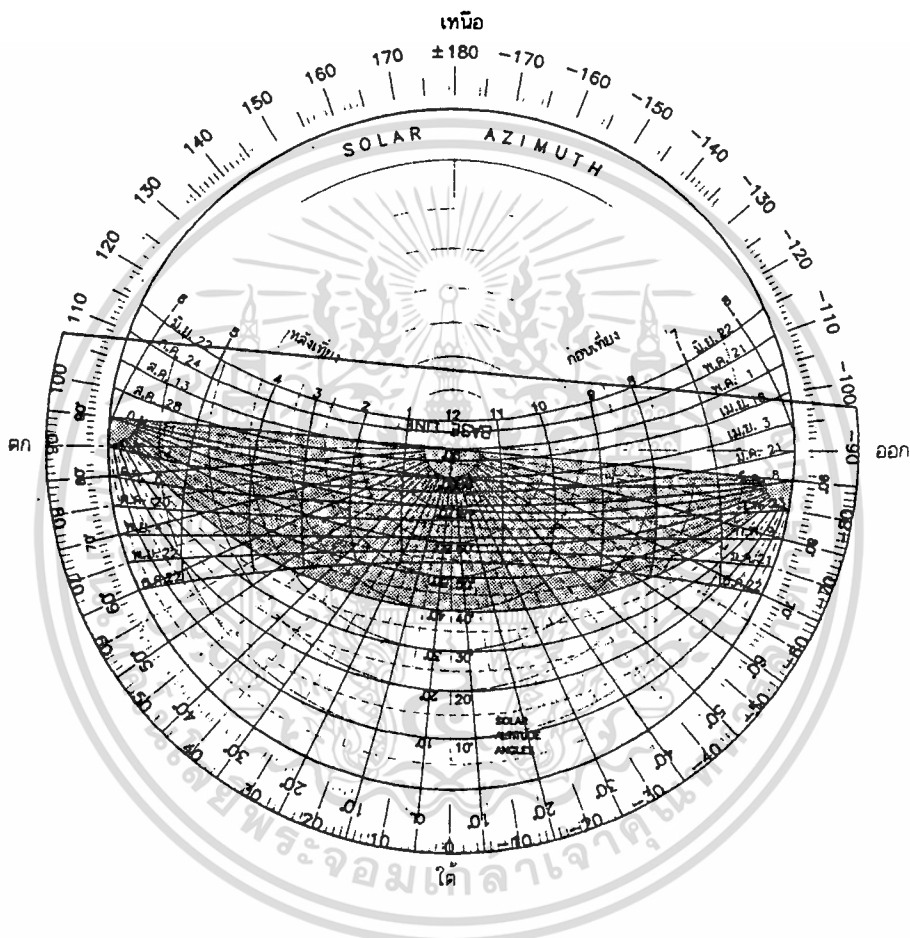
แสดงรายละเอียดของ OVERHANG ในทิศทาง AZ = 5



จากรูป อุปกรณ์บังแดดแนวนอน ให้มุมเงยทางตั้ง เท่ากับ 40 องศา ซึ่งสามารถ PLOT เงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.27)

รูปที่ 4.27

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ OVERHANG ในทิศทาง $AZ = 5$



จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.17

ตารางแสดงช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่ผนังอาคารในทิศทางมุม $AZ = 5$

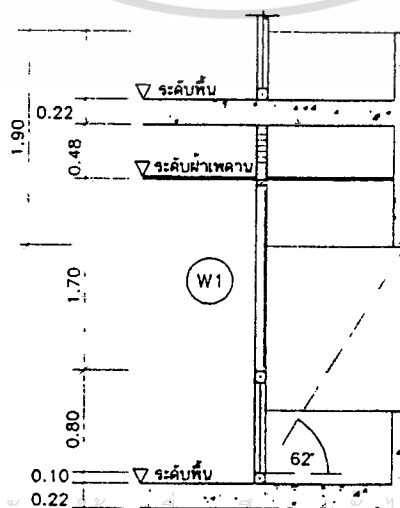
วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน													overhang
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.													
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.													
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.													
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.													
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.													
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.													
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.													
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.													
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.													
22	ธันวาคม													

 = ช่วงเวลาที่แสงแดดเข้าสู่อาคาร

10. มุมอะซิมูท = 25 องศา อุปกรณ์บังแดดของผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับมุม $AZ = 25$ จะมีอุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) และอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ก.) อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) รูปที่ 4.28

รูปที่ 4.28

แสดงรายละเอียด OVERHANG ในทิศทาง $AZ = 25$ 

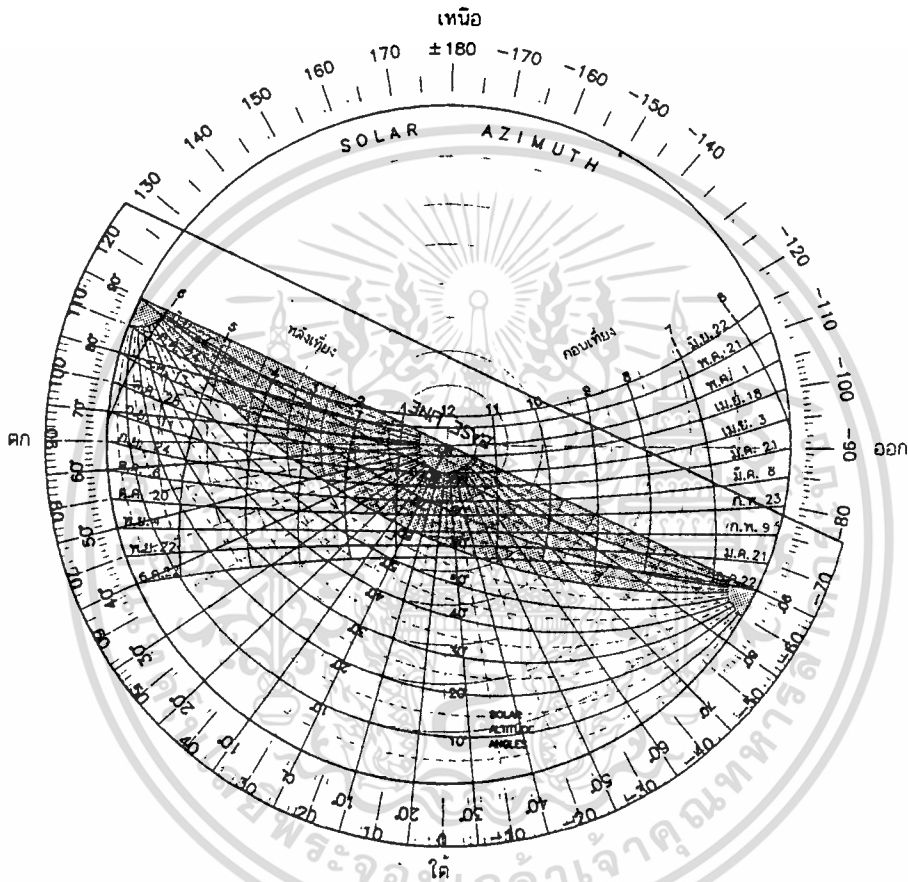
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 0.10 1.10 0.10 ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป อุปกรณ์บังแดดแนวนอนให้มุมเงยทางตั้ง เท่ากับ 62 องศา ซึ่งสามารถ PLOT เงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.29)

รูปที่ 4.29

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ OVERHANG ในทิศ $AZ = 25$



จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดด และช่วงเวลาที่แดด ส่องเข้าสู่อาคารได้ ตามตารางที่

4.18

ตารางที่ 4.18

แสดงช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่ผนังอาคารในทิศทางมุม $AZ = 25$

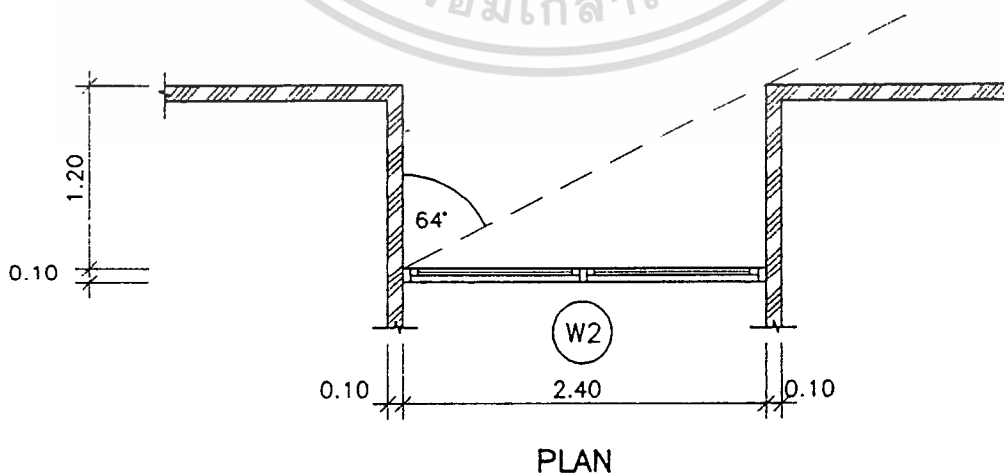
วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน													overhang
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.													
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.													
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.													
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.													
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.													
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.													
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.													
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.													
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.													
22	ธันวาคม													

■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดเข้าสู่อาคาร

ข.) อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) รูปที่ 4.30

รูปที่ 4.30

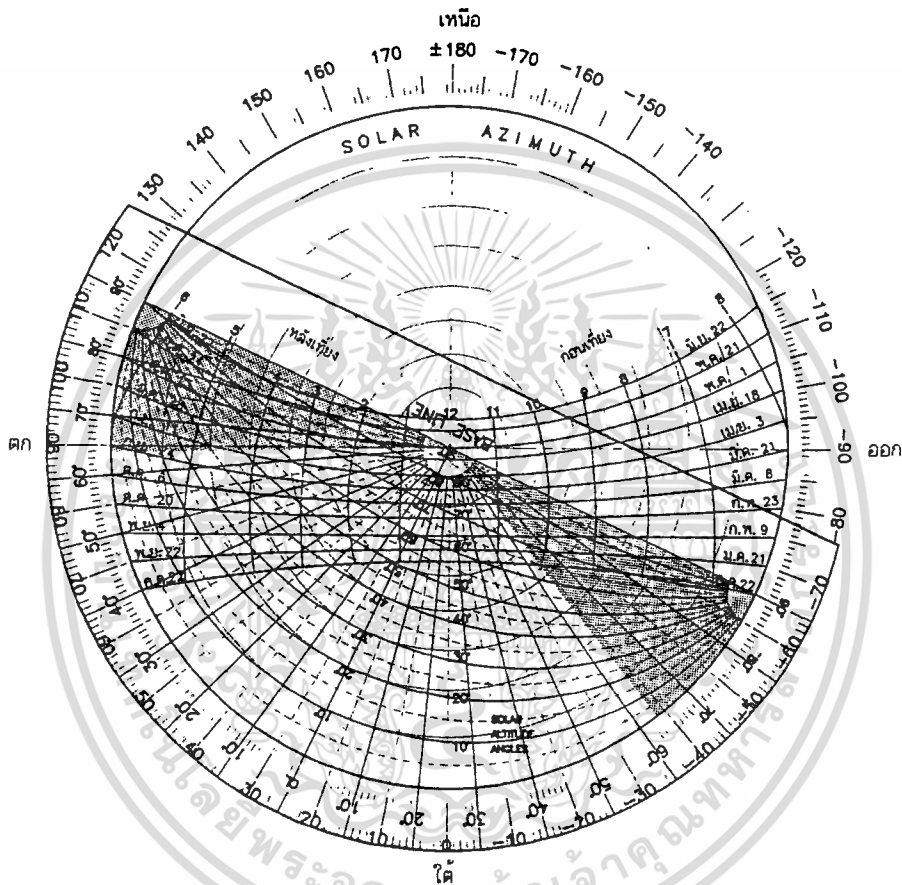
แสดงรายละเอียด FIN ในทิศทาง $AZ = 25$



จากรูปอุปกรณ์บังแดดแนวดิ่ง ให้มุมเงยทางนอนเท่ากับ 64 องศา ซึ่งสามารถ PLOTเงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.31)

รูปที่ 4.31

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ FIN ในทิศทาง AZ 25



จากรูป สามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่ อาคารได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.19

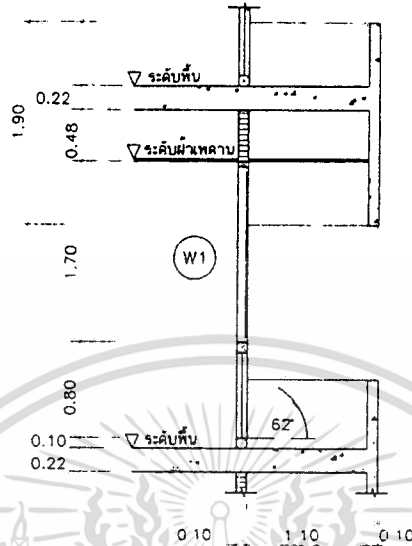
แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าอาคารในทิศทาง AZ = 25

วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน													FIN
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.													
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.													
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.													
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.													
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.													
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.													
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.													
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.													
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.													
22	ธันวาคม													

■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดเข้าสู่อาคาร

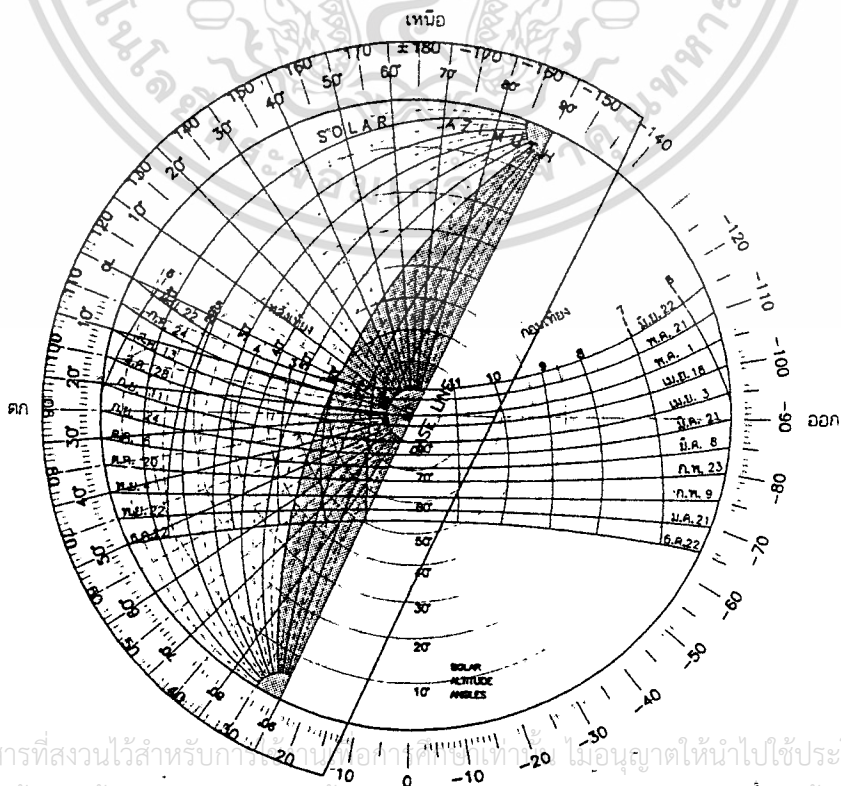
11. มุมอะซิมูท = 95° เนื่องจากผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับมุม AZ = 95° จะมีลักษณะเป็นผนังทึบ จึงไม่มีอุปกรณ์บังแดด ทั้งแนวตั้งและแนวนอน
12. มุมอะซิมูท = 115° อุปกรณ์บังแดดของผนังที่ทำมุมตั้งฉากกับมุม AZ = 115° จะเป็นลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - ก.) อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVERHANG) ดูรูปที่ 4.32

รูปที่ 4.82

แสดงรายละเอียด OVERHANG ในทิศทาง $AZ = 115$ 

จากรูปอุปกรณ์บังแดดแนวนอนให้มุมเงยทางตั้ง เท่ากับ 62 องศา ซึ่งสามารถ PLOT เงาการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.33)

รูปที่ 4.33

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ OVERHANG ในทิศ $AZ = 115$ 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.20

แสดงช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่ผนังอาคารในทิศทางมุม AZ = 115

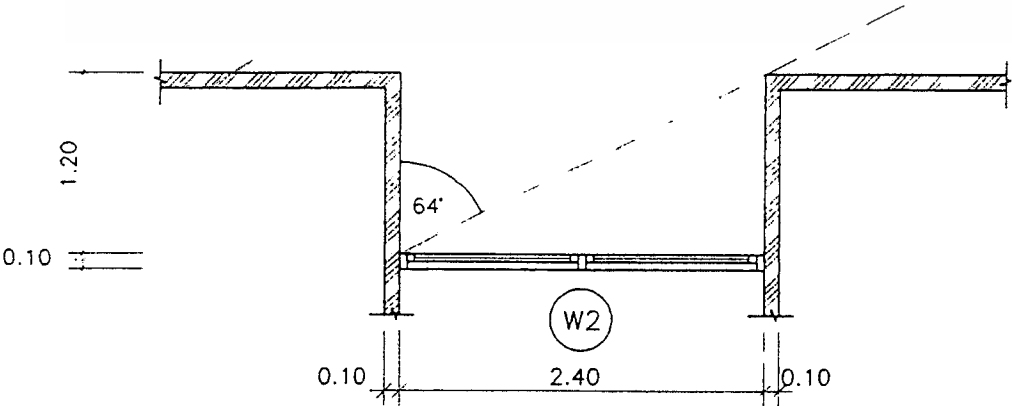
วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	overhang
21	พ.ค. และ 24 ก.ค.								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
1	พ.ค. และ 13 ส.ค.								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
16	เม.ย. และ 28 ส.ค.								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
3	เม.ย. และ 11 ก.ย.								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
21	มี.ค. และ 24 ก.ย.								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
8	มี.ค. และ 6 ต.ค.								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
23	ก.พ. และ 20 ต.ค.								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
8	ก.พ. และ 4 พ.ย.								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
21	ม.ค. และ 22 พ.ย.								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
22	ธันวาคม								■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	

■■■■■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าสู่อาคาร

ข.) อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN) รูปที่ 4.34

รูปที่ 4.34

แสดงรายละเอียด FIN ในทิศทาง AZ = 115



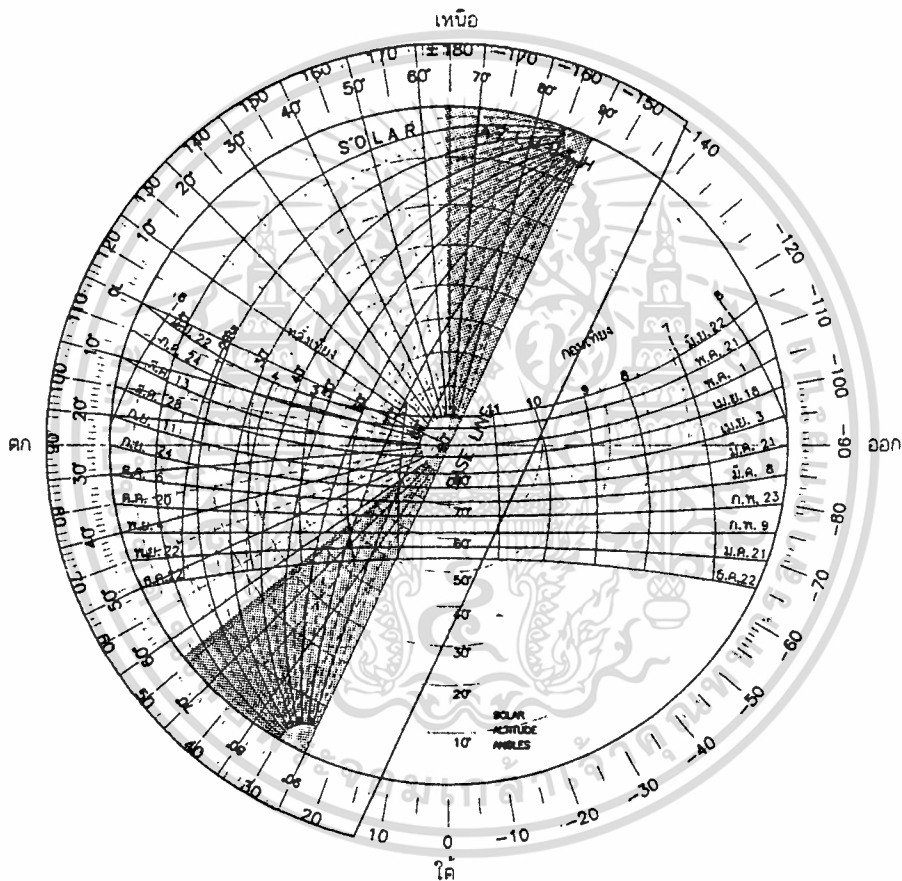
PLAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งให้มุมเงยทางนอนเท่ากับ 64 องศาซึ่งสามารถ PLOT เงามการบังแดดใน SHADING MASK และตรวจสอบผลการบังแดดได้ ดังนี้ (ดูรูปที่ 4.35)

รูปที่ 4.35

แสดง SHADING MASK และการตรวจสอบการบังแดดของ FIN ในทิศทาง $AZ = 115$



จากรูปสามารถอ่านช่วงเวลาในการบังแดดและช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าสู่อาคารได้ตาม ตาราง

ที่ 4.21

ตารางที่ 4.21

แสดงช่วงเวลาในการบังแดดของ FIN และช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าอาคารในทิศทาง AZ = 115

วันที่	เดือน	ช่วงเวลา (น.)												หมายเหตุ
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
22	มิถุนายน													FIN
21	พ.ค.และ 24 ก.ค.													
1	พ.ค.และ 13 ส.ค.													
16	เม.ย.และ 28 ส.ค.													
3	เม.ย.และ 11 ก.ย.													
21	มี.ค.และ 24 ก.ย.													
8	มี.ค.และ 6 ต.ค.													
23	ก.พ.และ 20 ต.ค.													
8	ก.พ.และ 4 พ.ย.													
21	ม.ค.และ 22 พ.ย.													
22	ธันวาคม													

■ = ช่วงเวลาที่แสงแดดเข้าสู่อาคาร

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพอุปกรณ์บังแดด ที่กล่าวมาข้างต้น จะสามารถแสดงผลสรุปของ
การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด ทุกทิศทาง (มุมอะซิมูท) ได้ตามตารางที่ 4.22
ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.22

ตารางสรุปผลประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดของอาคาร

มุมอะซิมูท ของผนัง	ชนิดของอุปกรณ์บังแดด	ช่วงเวลาที่แดดเข้าอาคาร			ประสิทธิภาพบังแดด	
		เช้า	เที่ยง	เย็น	ได้ผล	ไม่ได้ผล
AZ = -175	อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVH)				●	-
AZ = -155	อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVH)				-	●
	อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN)				-	●
AZ = -110	อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVH)				-	●
AZ = -65	อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVH)				-	●
	อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN)				-	●
AZ = -20	อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVH)				●	-
	อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN)				●	-

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

มุมอะซิมุม ของผนัง	ชนิดของอุปกรณ์บังแดด	ช่วงเวลาที่แดดเข้าอาคาร			ประสิทธิภาพบังแดด	
		เช้า	เที่ยง	เย็น	ได้ผล	ไม่ได้ผล
AZ = 5	อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVH)				-	●
AZ = 25	อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVH)					●
	อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN)				-	●
AZ = 115	อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (OVH)				-	●
	อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (FIN)				-	●

จากตารางที่ 4.22 จะสรุปได้ว่าอุปกรณ์บังแดดส่วนใหญ่ของอาคาร ทั้งอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง และอุปกรณ์บังแดดแนวนอน ไม่สามารถที่จะบังแดดที่ส่องเข้าสู่ตัวอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพพอ เป็นผลทำให้แสงแดดส่องผ่าน ผนัง และช่องแสงส่วนที่เป็นกระจกเข้าสู่ตัวอาคารได้ตลอดทั้งปี

4.2 การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคาร (โปรแกรม OTTV, RTTV)

การหาค่า OTTV และ ค่า RTTV ของอาคารไทยประกันชีวิต จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ คำนวณ ค่า OTTV และ RTTV (OTTV & RTTV CALCULATION PROGRAM) ช่วยในการคำนวณ โดยจะป้อนข้อมูลรายละเอียดของกรอบอาคาร ลงในโปรแกรม ซึ่งจะแบ่งทิศทางของผนัง และประเภทของหลังคา ตามมุมอะซิมุม ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ผนังอาคาร แต่ละมุมอะซิมุมก็จะมีการแบ่งแยกออกเป็น SECTION ต่างๆ โดยจะแบ่งตามลักษณะชนิดผนังและประเภทของอุปกรณ์บังแดด ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการป้อนข้อมูล

4.2.1 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ของอาคาร (OTTV) อาคาร ในการป้อนข้อมูลจะแบ่งผนังออกเป็นทิศทางแต่ละมุมอะซิมุม และใส่รหัส SECTION ตามทิศด้านของผนัง โดยหากตำแหน่งผนังอยู่ในส่วน PODIUM ของอาคาร จะใส่ ตัว "P" ด้านหน้ารหัสทิศทางผนังใน SECTION นั้นๆ ซึ่งเมื่อป้อนข้อมูลในโปรแกรม OTTV จะได้ผลการคำนวณ โดยแยกเป็นมุมอะซิมุม และ SECTION ได้ตามตาราง 4.23 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.23

ตารางแสดงการคำนวณค่า OTTV ของอาคารไทยประกันชีวิต

THE OTTV OF THAI INSURANCE BUILDING

AZIMUTH ANGLE = -175

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pen-b	79.0	3.7	12.0	29.7	5.9	5.0	179.0	0.430	6667.6
pen-c	151.0	3.7	12.0	104.0	5.9	5.0	179.0	0.523	19501.1
pen-d	83.0	3.7	12.0	29.7	5.9	5.0	179.0	0.360	6474.2

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 68.5 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -155

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
en-1	163.8	3.7	12.0	851.8	5.9	5.0	179.0	0.519	111564.4
en-2	-	-	-	191.4	5.9	5.0	179.0	0.494	22584.7
en-3	969.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43041.4
en-4	9.0	3.7	12.0	46.8	5.9	5.0	179.0	0.519	6129.6
en-5	9.5	3.7	12.0	49.4	5.9	5.0	179.0	0.519	6470.2
en-6	9.5	3.7	12.0	49.4	5.9	5.0	179.0	0.560	6827.4
en-7	8.2	3.7	12.0	39.8	5.8	5.0	179.0	0.368	4140.7
en-8	23.0	3.7	12.0	37.1	5.9	5.0	179.0	0.595	6064.3
pen-a	49.6	3.7	12.0	26.4	5.9	5.0	179.0	0.640	6005.4

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 84.0 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -130

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pen-e	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -110

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pen-1	1.7	3.7	12.0	9.1	5.9	5.0	179.0	0.519	1189.7
pen-2	1.7	3.7	12.0	9.1	5.9	5.0	179.0	0.519	1189.7
pen-3	1.7	3.7	12.0	9.1	5.9	5.0	179.0	0.560	1255.5

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 112.2 W/sq m

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = -85

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-a	63.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	2797.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -65

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
es-1	151.2	3.7	12.0	786.2	5.9	5.0	217.9	0.513	117875.4
es-2	-	-	-	151.7	5.9	5.0	217.9	0.459	19657.5
es-3	783.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34783.0
es-4	13.2	3.7	12.0	68.9	5.9	5.0	217.9	0.513	10328.0
es-5	14.2	3.7	12.0	74.1	5.9	5.0	217.9	0.513	11107.6
es-6	14.2	3.7	12.0	74.1	5.9	5.0	217.9	0.563	11900.4
es-7	33.0	3.7	12.0	159.0	5.8	5.0	217.9	0.273	15524.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 95.2 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -40

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-b	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -20

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-1	1.7	3.7	12.0	9.1	5.9	5.0	171.5	0.527	1166.5
pes-2	1.7	3.7	12.0	9.1	5.9	5.0	171.5	0.527	1166.5
pes-3	1.7	3.7	12.0	9.1	5.9	5.0	171.5	0.565	1225.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 109.8 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 5

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pws-1	101.0	3.7	12.0	40.8	5.9	5.0	216.2	0.463	9768.6
pws-2	162.0	3.7	12.0	104.0	5.9	5.0	216.2	0.522	22009.1
pws-3	102.5	2.0	10.0	-	-	-	-	-	2050.0

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 66.3 W/sq m

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = 25

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
ws-1	159.6	3.7	12.0	829.9	5.9	5.0	111.3	0.576	84772.2
ws-2	-	-	-	191.4	5.9	5.0	111.3	0.603	18500.4
ws-3	969.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43023.6
ws-4	9.0	3.7	12.0	46.8	5.9	5.0	111.3	0.576	4780.5
ws-5	9.5	3.7	12.0	49.4	5.9	5.0	111.3	0.576	5046.1
ws-6	9.5	3.7	12.0	49.4	5.9	5.0	111.3	0.579	5061.5
ws-7	8.2	3.7	12.0	39.8	5.8	5.0	111.3	0.463	3568.4
ws-8	35.5	3.7	12.0	46.8	5.9	5.0	111.3	0.576	5957.1

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 69.6 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 95

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pwn-1	184.6	2.0	10.0	-	-	-	-	-	3692.0
pwn-2	184.6	3.7	12.0	-	-	-	-	-	8196.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 32.2 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 115

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
wn-1	163.8	3.7	12.0	895.4	5.9	5.0	179.0	0.519	116902.6
wn-2	-	-	-	167.6	5.9	5.0	179.0	0.494	19776.4
wn-3	785.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34871.8
wn-4	70.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	3108.0
wn-5	8.8	3.7	12.0	42.4	5.9	5.0	179.0	0.502	5450.7

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 84.4 W/sq m

OTTV OF THIS BUILDING IS 79.6 W/sq m

จากตารางที่ 4.23 สามารถสรุปปริมาณความร้อน (Q) ที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร แต่ละด้านมุมอะซิมุทได้ ดังนี้ (ดูตารางที่ 4.24)

ตารางที่ 4.24

ตารางสรุปปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร

ทิศทางผนัง (มุมอะซิมุท)	รหัสผนัง	ปริมาณความร้อน (Q) (วัตต์)	พื้นที่ผนัง(M ²)	OTTV วัตต์/ตารางเมตร
AZ = - 175	PEN	32,642.9	476.4	68.5
AZ = - 155	EN & PEN	212,828.1	2,534.1	84.0
AZ = - 130	PEN	1,864.8	42.0	44.4
AZ = - 110	PEN	3,634.6	5.1	112.2
AZ = -85	PES	2,797.2	63.0	44.4
AZ = -65	ES	221,176.1	2,323.2	95.2
AZ = -40	PES	1,864.8	42.0	44.4
AZ = -20	PES	3,558.2	32.4	109.8
AZ = 5	PWS	33,827.7	510.3	66.3
AZ = 25	WS	170,709.8	2,453.8	69.6
AZ = 95	PWN	11,888.0	369.2	32.2
AZ = 115	WN	180,109.5	2,133.4	84.4
รวม		876,901.7	11,011.9	79.6

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกเฉลี่ยทุกด้านของอาคาร (OTTV) จะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 79.6 วัตต์ ต่อตารางเมตร

จากตารางข้างต้นจะสามารถพิจารณาได้ว่า ค่า OTTV ของผนังอาคาร แต่ละมุมอะซิมุท โดยส่วนใหญ่จะเกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตร (ค่ามาตรฐานตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดไว้) ซึ่งสามารถแสดงผลได้ ตามตารางที่ 4.25 ดังนี้

ตารางที่ 4.25

ตารางเปรียบเทียบค่า OTTV ของอาคารกับ ค่ามาตรฐานตาม พ.ร.บ. อนุรักษ์พลังงาน

ทิศทางผนัง (มุมอะซิมูท)	รหัสผนัง	ลักษณะผนัง		ค่า OTTV (W/M ²)	เปรียบเทียบค่ามาตรฐาน	
		ผนังทึบ	ผนังกระจก		เกิน	ไม่เกิน
AZ = -175	PEN	●	●	68.5	●	-
AZ = -155	EN & PEN	●	●	84.0	●	-
AZ = -130	PEN	●	-	44.4	-	●
AZ = -110	PEN	●	●	112.2	●	-
AZ = -85	PES	●	-	44.4	-	●
AZ = -65	ES	●	●	95.2	●	-
AZ = -40	PES	●	-	44.4	-	●
AZ = -20	PES	●	●	109.8	●	-
AZ = 5	PWS	●	●	66.3	●	-
AZ = 25	WS	●	●	69.6	●	-
AZ = 95	PWN	●	-	32.2	-	●
AZ = 115	WN	●	●	84.4	●	-
ค่า OTTV รวมทั้งอาคาร				79.6	เกินมาตรฐาน	

จากตารางจะเห็นว่า ด้านอาคารในทิศทางผนังที่มุม อะซิมูท AZ = -130, AZ = -85, AZ = -40, AZ = 95 จะมีค่า OTTV ของผนังไม่เกิน 55 วัตต์ ต่อตารางเมตร และเมื่อดูรายละเอียด ลักษณะของผนัง จะเป็น SECTION ผนังทึบอย่างเดียว โดยไม่มีส่วนที่เป็นผนังโปร่งแสงหรือกระจก อยู่เลย

ส่วนทิศทางผนังในด้านที่มีค่า OTTV เกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตร จะมีอยู่ด้วยกันหลายทิศทาง คือ มุมอะซิมูท AZ = -175, AZ = -155, AZ = -110, AZ = -65, AZ = -20, AZ = 5, AZ = 25,

AZ = 115 เมื่อดูรายละเอียดลักษณะของผนังจะเป็น SECTION ที่เป็นส่วนของผนังกระจกและผนังทึบ รวมกันและพิจารณาจากสูตรการคำนวณ คือ

$$Q = (A_w \times U_w \times T_{Deq}) + (A_f \times U_f \times \Delta T) + (A_f \times SC \times SF)$$

ซึ่งเทอมของการคำนวณจะเป็นลักษณะดังนี้

$$Q = (\text{ผนังทึบ}) + (\text{ผนังกระจก}) + (\text{ผนังกระจก})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางแสดงการคำนวณค่า OTTV ข้างต้น จะเห็นว่า หากเป็นเทอมของส่วนผนังที่บอย่างเดียว จะมีค่า Q ของ SECTION ไม่สูงมากนักและเมื่อนำค่า Q ไปคิดเป็นพื้นที่ต่อตารางเมตร โดยนำพื้นที่รวม (Ao) SECTION ไปหารค่า Q จะมีค่า OTTV น้อยมาก (ไม่เกิน 55 W/M²)

แต่ในกรณีที่มีเทอมของผนังกระจกเข้ามา จะทำให้ค่า Q ของ SECTION สูงขึ้น เมื่อนำค่า Q ไปคิดเป็นพื้นที่ต่อตารางเมตร โดยนำพื้นที่รวม (Ao) ของ SECTION ไปหารค่า Q จะมีค่า OTTV ที่สูงเกิน 55 W/M² ซึ่งสามารถพิจารณาได้ว่า สาเหตุที่ทำให้ค่า OTTV สูงก็คือ ส่วนที่เป็นกระจก โดยจะสัมพันธ์กับค่า Af, Uf, SF, SC

สรุปได้ว่า ด้านของทิศทางผนัง ส่วนใหญ่ของอาคารมีค่า OTTV เกินมาตรฐาน เป็นผลทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ของอาคารมีค่าเท่ากับ 79.6 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งเกินกว่ามาตรฐาน ตามที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดไว้ จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงให้ค่า OTTV ของอาคาร อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ ไม่เกิน 55 วัตต์ ต่อตารางเมตร

4.2.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

ในส่วนของการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาจะแบ่ง ส่วน ของหลังคาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- 1.) ส่วนของหลังคา SLAB ของ TOWER (SLABTWR)
- 2.) ส่วนของหลังคา SLAB ของ PODIUM (SLABPDM)
- 3.) ส่วนหลังคาโครงทรงสูงกระเบื้อง ของ PODIUM (ROOFPDM)

โดยจะแบ่งทิศทางหลังคาเป็นมุม อะซิมุท คือ หลังคา SLAB จะใช้มุมอะซิมุท = 0 องศา ส่วนอะซิมุทของหลังคา กระเบื้องจะแยกเป็นมุมอะซิมุทตามทิศที่ตั้งฉากกับด้าน SLOPE ของหลังคากระเบื้องแต่ละด้าน

ซึ่งเมื่อป้อนข้อมูลของหลังคาทั้ง 3 ส่วน ลงในโปรแกรม RTTV สมบูรณ์ จะแสดงผลการคำนวณค่า RTTV ของอาคาร โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 4.26 ดังนี้

ตารางที่ 4.26

ตารางแสดงผลการคำนวณค่า RTTV ของอาคารไทยประกันชีวิต

THE RTTV OF BUILDING (SLAB TOWER)

AZIMUTH ANGLE = 0

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
slabtwr	1129.0	1.6	12.0	-	-	-	-	-	21676.8

 RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 19.2 W/sq m

RTTV OF THIS BUILDING IS 19.2 W/sq m

THE RTTV OF BUILDING (SLAB PODIUM)

AZIMUTH ANGLE = 0

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
slabpdm	403.2	1.6	12.0	-	-	-	-	-	7741.4

 RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 19.2 W/sq m

RTTV OF THIS BUILDING IS 19.2 W/sq m

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

THE RTTV OF BUILDING (ROOF PODIUM)

 AZIMUTH ANGLE = -175

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
rofp-1	228.0	0.7	20.0	-	-	-	-	-	3192.0

 RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 14.0 W/sq m

 AZIMUTH ANGLE = -85

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
rofp-3	321.6	0.7	20.0	-	-	-	-	-	4502.4

 RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 14.0 W/sq m

 AZIMUTH ANGLE = 5

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
rofp-2	228.0	0.7	20.0	-	-	-	-	-	3192.0

 RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 14.0 W/sq m

 AZIMUTH ANGLE = 95

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
rofp-4	321.6	0.7	20.0	-	-	-	-	-	4502.4

 RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 14.0 W/sq m

RTTV OF THIS BUILDING IS 14.0 W/sq m

จากตารางค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา ทั้ง 3 ส่วน จะมีค่าการคำนวณดังนี้

ส่วนที่ 1 มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม เท่ากับ 19.2 W/M^2

ส่วนที่ 2 มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม เท่ากับ 19.2 W/M^2

ส่วนที่ 3 มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม เท่ากับ 14.0 W/M^2

ซึ่งทั้ง 3 ส่วน จะมีค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา ต่ำกว่ามาตรฐานตามที่กฎหมาย
อนุรักษ์พลังงาน กำหนดไว้ที่ 25 W/M^2 ทำให้ไม่ต้องมีการปรับปรุงในส่วน ของหลังคา

4.3 การวิเคราะห์ประเมินการใช้พลังงานของอาคาร (โปรแกรม ASEAM 2)

การประเมินการใช้พลังงานในอาคารไทยประกันชีวิต โดยใช้โปรแกรม ASEAM 2 ช่วยในการวิเคราะห์และประเมิน จะทำโดยการแบ่งพื้นที่ของอาคาร ออกเป็น 2 โซน คือ โซนของส่วน TOWER และโซนของส่วน PODIUM ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการป้อนข้อมูลของอาคารลงในโปรแกรม โดยจะมีข้อมูลสำคัญที่ใช้สำหรับป้อนในโปรแกรมพอสรุปได้ ดังนี้

1.) ข้อมูลสำหรับการคำนวณภาระความเย็น (LOADS INPUT) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- BUILDING เป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับตัวอาคาร ทิศทางที่ตั้งอาคาร และจำนวน

ผู้ใช้ของผู้ใช้อาคารเป็นต้น

- GENNERAL ZONE เป็นข้อมูลการแบ่งโซนของอาคาร ลักษณะการใช้งานพื้นที่ใช้สอย
พื้นที่ปรับอากาศ THERMOSTAT SET POINT เป็นต้น

- INTERNAL LOADS เป็นข้อมูลภายในอาคารที่เกี่ยวกับแสงสว่างไฟฟ้า และอุปกรณ์
ภายในอาคาร โดยแยกแต่ละพื้นที่ใช้สอย

- EXTERNAL LOADS เป็นข้อมูลรอบอาคาร ผนัง หลังคาช่องแสง หน้าต่าง
อุปกรณ์บังแดด และการรั่วซึมของอากาศ เป็นต้น

- PROFILE เป็นข้อมูลช่วงเวลาในการใช้งานและไม่ใช้งานของอาคาร ที่เกี่ยว
กับไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์ไฟฟ้าและผู้ใช้อาคาร

* หมายเหตุ ดูรายละเอียดข้อมูลในบทที่ 3 หัวข้อ 3.1

2.) ข้อมูลเกี่ยวกับ SYSTEM ที่ใช้ในการปรับอากาศของอาคารซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ส่วน TOWER (ZONE 1) ใช้ระบบ PACKAGE แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

- ส่วน PODIUM (ZONE 2) ใช้ระบบ SPLIT TYPE

* หมายเหตุ ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.6

3.) ข้อมูลเกี่ยวกับ PLANT เป็นข้อมูลเกี่ยวกับ CENTRIFUGAL CHILLER , ปั๊มน้ำหล่อเย็น,
หอผึ่งเย็น ที่ใช้กับระบบเครื่องปรับอากาศ

* หมายเหตุ ดูรายละเอียดการตรวจวัดในภาคผนวก ก.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเมื่อทำการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมสมบูรณ์แล้วแสดงผลจะได้ผลการประเมินจากโปรแกรม ASEAM 2 ที่สำคัญ 3 ส่วนคือ

1. PEAK LOAD SUMMARY
2. BUILDING ANNUAL ENERGY BY END USE AND FUEL TYPE
3. MONTHLY ENERGY CONSUMPTION

โดยทั้งสามส่วนจะมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ผลการประเมินจากโปรแกรม ASEAM 2 ดังต่อไปนี้

4.3.1 การวิเคราะห์ค่าโหลดภาระความเย็นของอาคาร (PEAK LOAD SUMMARY)

จากการแสดงผลจากโปรแกรม ASEAM 2 จะให้ผลการประเมินภาระความเย็นของอาคาร โดยมีช่วงเวลาสูงสุด (TIME OF PEAK) ของภาระความเย็น (COOLING) อยู่ช่วงเดือนพฤษภาคม (MAY) ในเวลา 17.00 น. โดยมีอุณหภูมิภายนอกอยู่ที่ 102.5°F และช่วงเวลาสูงสุด (TIME OF PEAK) ของภาระความร้อน (HEATING) อยู่ช่วงเดือนมกราคม (JANUARY) ในเวลา 7.00 น. โดยมีอุณหภูมิภายนอกอยู่ที่ 57.5°F ซึ่งในกรณีของภาระความร้อน (HEATING) จะไม่ขอกกล่าวถึงเนื่องจากในเวลา 7.00 น. ตัวอาคารยังไม่ได้เปิดใช้งาน และอาคารก็ไม่ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศทำความร้อน (HEATER)

ในส่วนของรายละเอียดการประเมินผลภาระความเย็น (COOLING LOAD) ของอาคาร จะสามารถแยกผลการประเมินออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- ก. ส่วน TOWER (FLOOR 6-24) เป็นผลการประเมินภาระความเย็นของส่วน TOWER
- ข. ส่วน PODIUM (FLOOR G-5) เป็นผลการประเมินภาระความเย็นของส่วน PODIUM
- ค. ส่วน BUILDING เป็นผลการประเมินภาระความเย็นรวมทั้งอาคาร

ซึ่งสามารถวิเคราะห์รายละเอียดผลการประเมินภาระความเย็นได้ดังต่อไปนี้

ก.) การวิเคราะห์ค่าโหลดภาระความเย็นของส่วน TOWER (PEAK LOAD SUMMARY OF TOWER)

ในส่วน TOWER ของอาคาร ชั้น 6-24 มีพื้นที่อาคารในส่วนการปรับอากาศ $208,624\text{ ft}^2$ มีปริมาตร $1,877,616\text{ CU ft}$ ค่าโหลดภาระความเย็นที่แสดงผลจากโปรแกรม ASEAM 2 มีผลการประเมินดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27

การประเมินภาระความร้อนของอาคารส่วน TOWER

Space: TOWER FLOOR 6-24
Floor Area: 208,624 sq ft

Volume: 1,877,616 cu ft

COOLING
Time of Peak May hour = 17
Outside Temp 102.5 deg F

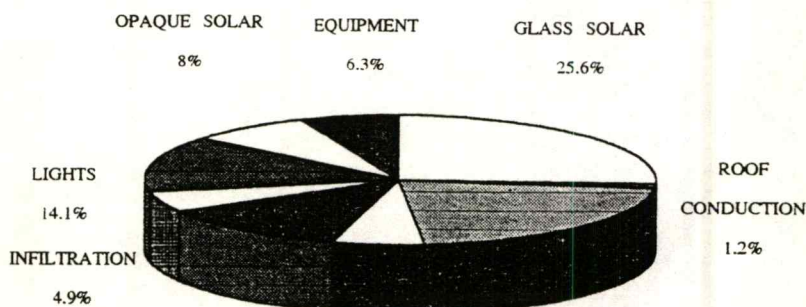
HEATING
Jan hour = 7
57.5 deg F

	Sensible (BTUH)	Latent (BTUH)	Sensible (BTUH)
Glass Solar	1,058,546		0
Glass Conduction	883,937		-441,968
Wall Conduction	523,099		-261,550
Roof Conduction	47,416		-23,708
Opaque Solar	332,443		0
Door Conduction	0		0
Misc Conduction	0		0
Occupants	238,199	265,996	0
Lights	584,999		0
Equipment	258,023		0
Misc Sensible	0		0
Infiltration	202,783		-253,478
Total	4,129,444		-980,704
Total Load / Area	19.8 (BTUH/FT ²)		-4.7

จากตารางที่ 4.27 จะได้ว่าผลของภาระความร้อนของอาคาร ส่วน TOWER มีค่าเท่ากับ 4,129, 444 BTUH ซึ่งเฉลี่ยต่อพื้นที่เท่ากับ 19.8 BTUH/Ft² โดยสามารถแยกภาระความร้อนออกเป็น ส่วน ๆ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ดังนี้

ภาพประกอบที่ 4. 6

กราฟแสดงค่าโหลดภาระความร้อนของอาคารส่วน TOWER



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้อัปเดตเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแผ่รังสีของกระจก (GLASS SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 1,058,546 BTUH คิดเป็น 25.6 %
- การนำความร้อนของกระจก (GLASS CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 883,937 BTUH คิดเป็น 21.5 %
- การนำความร้อนของผนังทึบ (WALL CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 523,099 BTUH คิดเป็น 12.6%
- การนำความร้อนของหลังคา (ROOF CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 47,416 BTUH คิดเป็น 1.2 %
- การแผ่รังสีของผนังทึบ (OPAQUE SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 332,443 BTUH คิดเป็น 8.0 %
- ผู้ใช้งานในอาคาร (OCCUPANTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 238,199 BTUH คิดเป็น 5.8 %
- ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร (LIGHTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 584,999 BTUH คิดเป็น 14.1 %
- อุปกรณ์ภายในอาคาร (EQUIPMENT) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 258,023 BTUH คิดเป็น 6.3 %
- การรั่วซึมของอากาศ (INFILTRATION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 202,783 BTUH คิดเป็น 4.9 %

จากผลข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีส่วนของภาระความเย็น ที่มีค่าสูงอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนการแผ่รังสีของกระจก (GS.) 25.6% และส่วนการนำความร้อนของกระจก (GC.) 21.5%

ข.) การวิเคราะห์ค่าภาระความเย็นของอาคารส่วน PODIUM (PEAK LOAD SUMMARY OF PODIUM)

ในส่วน PODIUM ของอาคาร ชั้น GROUND - 5 มีพื้นที่การปรับอากาศ 108,882 SQ ft มีปริมาตร 979,938 CU ft ค่าภาระความเย็นที่แสดงผลจากโปรแกรม ASEAM 2 มีผลการประเมิน ดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28

การประเมินภาระความเย็นของอาคารส่วน PODIUM

Space: PODIUM FLOOR GROUND-5

Floor Area: 108,882 sq ft

Volume: 979,935 cu ft

COOLING
Time of Peak May hour = 17
Outside Temp 102.5 deg F

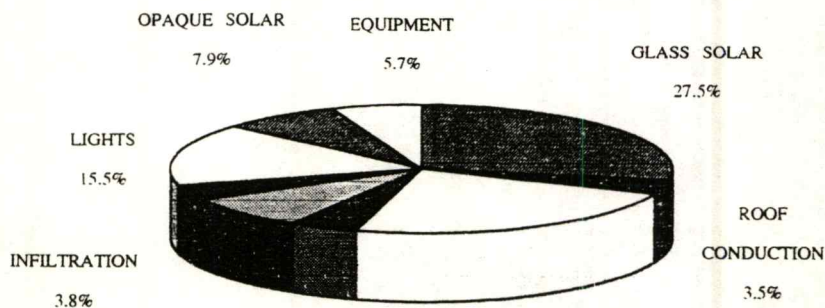
HEATING
Jan hour = 7
57.5 deg F

	Sensible (BTUH)	Latent (BTUH)	Sensible (BTUH)
Glass Solar	759,027		0
Glass Conduction	635,179		-317,590
Wall Conduction	231,468		-115,734
Roof Conduction	96,541		-48,271
Opaque Solar	218,596		0
Door Conduction	2,496		-1,248
Misc Conduction	0		0
Occupants	126,608	138,824	0
Lights	427,283		0
Equipment	157,681		0
Misc Sensible	0		0
Infiltration	105,833		-132,291
Total	2,760,712		-615,133
Total Load / Area	25.4	(BTUH/FT ²)	-5.6

จากตารางที่ 4.28 จะได้ว่าผลรวมของภาระความเย็นของส่วน PODIUM จะเท่ากับ 2,760,712 BTUH ซึ่งเฉลี่ยต่อพื้นที่ 25.4 BTUH/ft² โดยสามารถแยกภาระความเย็นออกเป็นส่วนๆ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้

ภาพประกอบที่ 4.37

กราฟแสดงค่าภาระความเย็นของอาคารส่วน PODIUM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแผ่รังสีของกระจก (GLASS SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 759,027 BTUH คิดเป็น 27.5%
- การนำความร้อนของกระจก (GLASS CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 635,179 BTUH คิดเป็น 23.0 %
- การนำความร้อนของผนังทึบ (WALL CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 231,468 BTUH คิดเป็น 8.4 %
- การนำความร้อนของหลังคา (ROOF CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 96,541 BTUH คิดเป็น 3.5 %
- การแผ่รังสีของผนังทึบ (OPAQUE SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 218,596 BTUH คิดเป็น 7.9 %
- การนำความร้อนของประตู (DOOR CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 2,496 BTUH คิดเป็น 0.1 %
- ผู้ใช้งานภายในอาคาร (OCCUPANTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 126,608 BTUH คิดเป็น 4.6 %
- ไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร (LIGHTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 427,283 BTUH คิดเป็น 15.5 %
- อุปกรณ์ภายในอาคาร (EQUIPMENT) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 157,681 BTUH คิดเป็น 5.7 %
- การรั่วซึมของอากาศ (INFILTRATION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 105,883 BTUH คิดเป็น 3.8 %

จากผลข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีส่วนของภาระความเย็นที่มีค่าสูงอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนการแผ่รังสีของกระจก (G.S.) 27.5 % และส่วนการนำความร้อนของกระจก (G.C.) 23.0%

ค.) การวิเคราะห์ค่าภาระความเย็นของอาคาร (PEAK LOAD SUMMARY OF BUILDING)

อาคารไทยประกันชีวิต มีพื้นที่การปรับอากาศ 317,506 SQ.ft. มีปริมาตร 2,857,551 CU.ft. ค่าภาระความเย็นที่แสดงผลจากโปรแกรม ASEAM 2 มีผลการประเมิน ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29

การประเมินภาระความเย็นของอาคาร (BUILDING)

Space: Building

Floor Area: 317,506 sq ft

Volume: 2,857,551 cu ft

COOLING
Time of Peak May hour = 17
Outside Temp 102.5 deg F

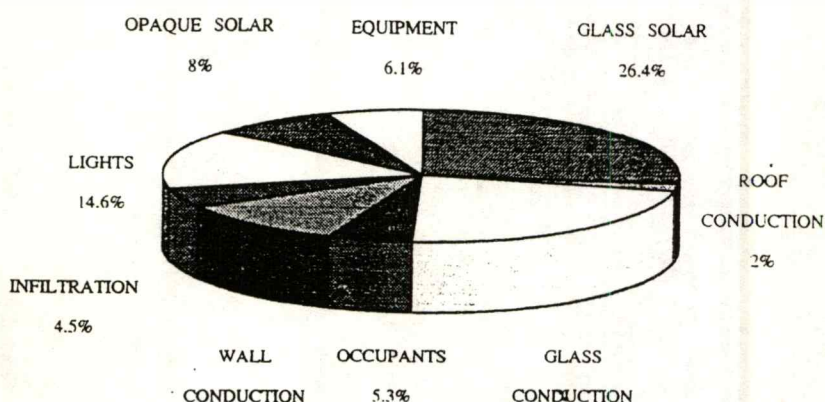
HEATING
Jan hour = 7
57.5 deg F

	Sensible (BTUH)	Latent (BTUH)	Sensible (BTUH)
Glass Solar	1,817,573		0
Glass Conduction	1,519,116		-759,558
Wall Conduction	754,567		-377,284
Roof Conduction	143,958		-71,979
Opaque Solar	551,039		0
Door Conduction	2,496		-1,248
Misc Conduction	0		0
Occupants	364,807	404,820	0
Lights	1,012,282		0
Equipment	415,703		0
Misc Sensible	0		0
Infiltration	308,616		-385,769
Total	6,890,156		-1,595,838

จากตารางที่ 4.29 จะได้ว่าผลรวมของภาระความเย็น ของอาคารไทยประกันชีวิต มีค่าเท่ากับ 6,890 156 BTUH ซึ่งเฉลี่ยต่อพื้นที่อาคารเท่ากับ 21.7 BTUH/ft² ซึ่งในส่วนของภาระความเย็นนี้ สามารถแยกภาระความเย็นเป็นส่วนๆ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้

ภาพประกอบที่ 4.38

กราฟแสดงค่าภาระความเย็นของอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ 11% ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแผ่รังสีของกระจก (GLASS SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 1,817,573 BTUH คิดเป็น 26.4 %
- การนำความร้อนของกระจก (GLASS CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 1,519,116 BTUH คิดเป็น 22.0 %
- การนำความร้อนของผนังทึบ (WALL CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 754,567 BTUH คิดเป็น 11%
- การนำความร้อนของหลังคา (ROOF CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 143,958 BTUH คิดเป็น 2 %
- การแผ่รังสีของผนังทึบ (OPAQUE SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 551,039 BTUH คิดเป็น 8.0%
- การนำความร้อนของประตู (DOOR CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 2,496 BTUH คิดเป็น 0.1 %
- ผู้ใช้งานภายในอาคาร (OCCUPANTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 364,807 BTUH คิดเป็น 5.3%
- ไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร (LIGHTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 1,12,282 BTUH คิดเป็น 14.6 %
- อุปกรณ์ของอาคาร (EQUIPMENT) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 415,703 BTUH คิดเป็น 6.1 %
- การรั่วซึมของอากาศ (INFILTRATION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 308,616 BTUH คิดเป็น 4.5 %

จากผลข้างต้นจะเห็นได้ว่าส่วนของภาระความเย็นของอาคารที่มีค่าสูงอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนการแผ่รังสีของกระจก (GLASS SOLAR) 26.4 % และส่วนการนำความร้อนของกระจก (GLASS CONDUCTION) 22.0 %

ตารางที่ 4.30

ตารางสรุปผลค่าภาระความเย็นของอาคาร

ภาระความเย็น (COOLING LOAD)	ภาระความเย็น (BTUH)		รวมทั้งอาคาร (BUILDING)	คิดเป็น %
	TOWER	PODIUM		
การแผ่รังสีของกระจก	1,058,546	759,027	1,817,573	26.4
การนำความร้อนของกระจก	883,937	635,179	1,519,116	22.0
การนำความร้อนของผนังทึบ	523,099	231,468	754,567	11.0
การนำความร้อนของหลังคา	47,416	96,541	143,958	2.0
การแผ่รังสีของผนังทึบ	332,443	218,596	551,039	8.0
การนำความร้อนของประตู	-	2,496	2,496	0.1
ผู้ใช้อาศัยภายในอาคาร	238,199	126,608	364,807	5.3
แสงสว่างไฟฟ้าของอาคาร	584,999	427,283	1,012,282	14.6
อุปกรณ์ภายในอาคาร	258,023	157,681	415,703	6.1
การรั่วซึมของอากาศ	202,783	105,883	308,616	4.5
รวม	4,129,444	2,760,712	6,890,156	100.0

เมื่อพิจารณาโดยสรุปแล้ว(จากตารางที่ 4.30)จะพบว่ามียุทธศาสตร์ภาระความเย็นที่ควรพิจารณาอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนการแผ่รังสีของกระจก (G.S) และส่วนการนำความร้อนของกระจก (G.C.) เนื่องจากทั้ง 2 ส่วนนี้ค่าภาระความเย็นที่สูงมากกว่าค่าภาระความเย็นส่วนอื่นๆ (จะไม่พิจารณาในกรณีภาระของไฟฟ้าแสงสว่าง เพราะถือเป็นส่วน INTERNAL LOAD ซึ่งไม่สัมพันธ์กับส่วนของกรอบอาคาร) เมื่อนำค่าภาระความเย็นทั้งสองส่วนรวมกันจะมีค่าสูงถึง 48.4 % ของค่าภาระความเย็นรวมดังนั้นจะสรุปได้ว่า ภาระความเย็นของอาคารที่เปลี่ยนแปลงไปนี้ จะเกี่ยวเนื่องกับกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกเป็นส่วนใหญ่

4.3.2 การวิเคราะห์ผลรวมและสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร (BUILDING)

ผลรวมและสัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารที่ได้จากการแสดงผลของโปรแกรม ASEAM 2 จะแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า (KWH) โดยจะแยกออกเป็นส่วนต่างๆ คือ COOLING ENERGY, BUILDING MISCELLANEOUS, SYSTEM MISCELLANEOUS และ PLANT MISCELLANEOUS ซึ่งสามารถแสดงผลจากโปรแกรม ASEAM 2 ได้ดังตารางที่ 4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31

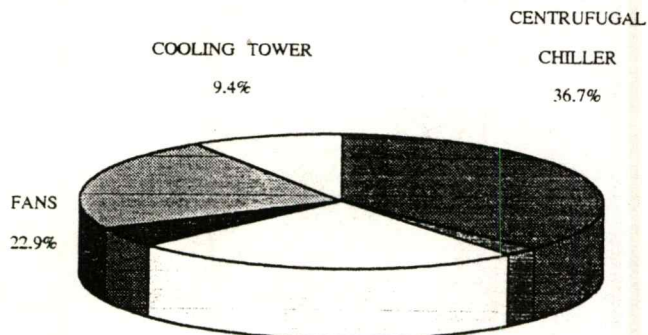
แสดงผลรวมและสัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

	Electric (KWH)	Site (MBTU)
Heating Energy		
Cooling Energy		
Centrifugal Chiller	2,835,663	9,678.12
Domestic Hot Water Energy		
Building Miscellaneous		
Lights	1,868,220	6,376.23
Equipment	359,134	1,225.72
System Miscellaneous		
Fans	1,772,192	6,048.49
Plant Miscellaneous		
Cooling Tower	721,526	2,462.57
Pumping	168,799	576.11
Consumption Totals	7,725,534	
Unit Cost	\$0.080	
Dollar Cost	\$618,043	\$618,043
Site Energy (MBTU)	26,367.2	26,367.2
Source Energy (MBTU)	89,616.2	89,616.2

จากตารางที่ 4.31 จะได้ว่า ผลรวมของค่าการใช้ไฟฟ้า ภายในอาคารจะมีค่าเท่ากับ 7,725,534 KWH ต่อปี โดยสามารถแยกสัดส่วน การใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

ภาพประกอบที่ 4.39

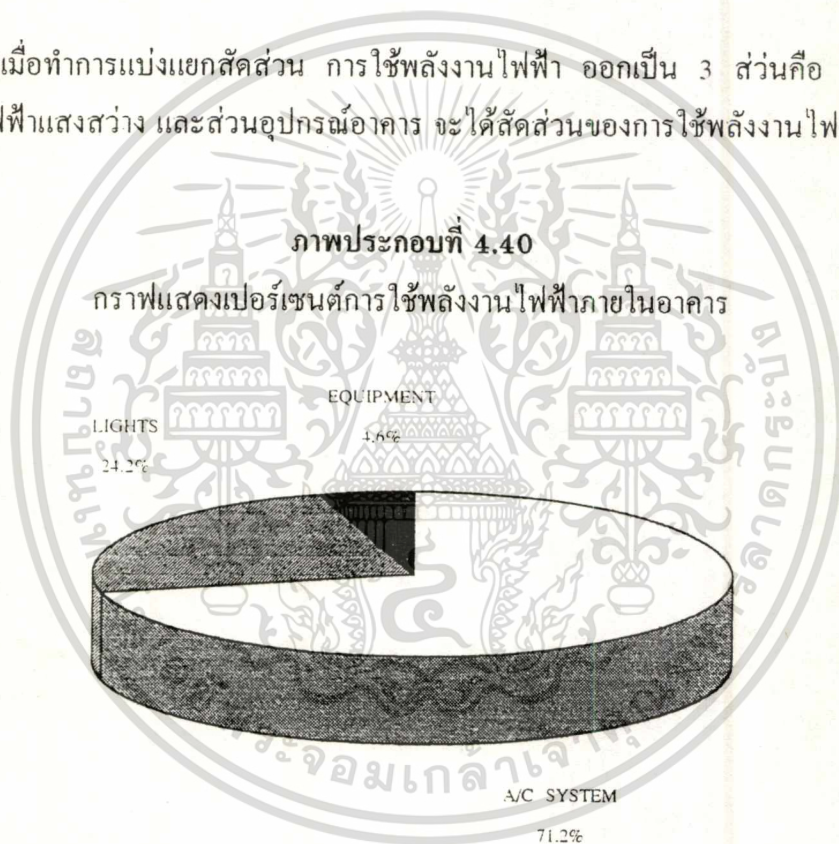
กราฟแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ให้บุคคลภายนอกได้ทราบ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วน CENTRIFUGAL CHILLER ใช้พลังงานไฟฟ้า 2,835,663 KWH ต่อปี คิดเป็น 36.7 %
- ส่วน LIGHTS ใช้พลังงานไฟฟ้า 1,868,220 KWH ต่อปี คิดเป็น 24.2%
- ส่วน EQUIPMENT ใช้พลังงานไฟฟ้า 359,134 KWH ต่อปี คิดเป็น 4.6%
- ส่วน FANS ใช้พลังงานไฟฟ้า 1,772, 192 KWH ต่อปี คิดเป็น 22.9 %
- ส่วน COOLING TOWER ใช้พลังงานไฟฟ้า 721,526 KWH ต่อปี คิดเป็น 9.4 %
- ส่วน PUMPING ใช้พลังงานไฟฟ้า 168,799 KWH ต่อปี คิดเป็น 2.2 %

ซึ่งหากเมื่อทำการแบ่งแยกสัดส่วน การใช้พลังงานไฟฟ้า ออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนการปรับอากาศ ส่วนไฟฟ้าแสงสว่าง และส่วนอุปกรณ์อาคาร จะได้สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าดังต่อไปนี้



- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศ 71.2 %
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนไฟฟ้าแสงสว่าง 24.2%
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนอุปกรณ์อาคาร 4.6 %

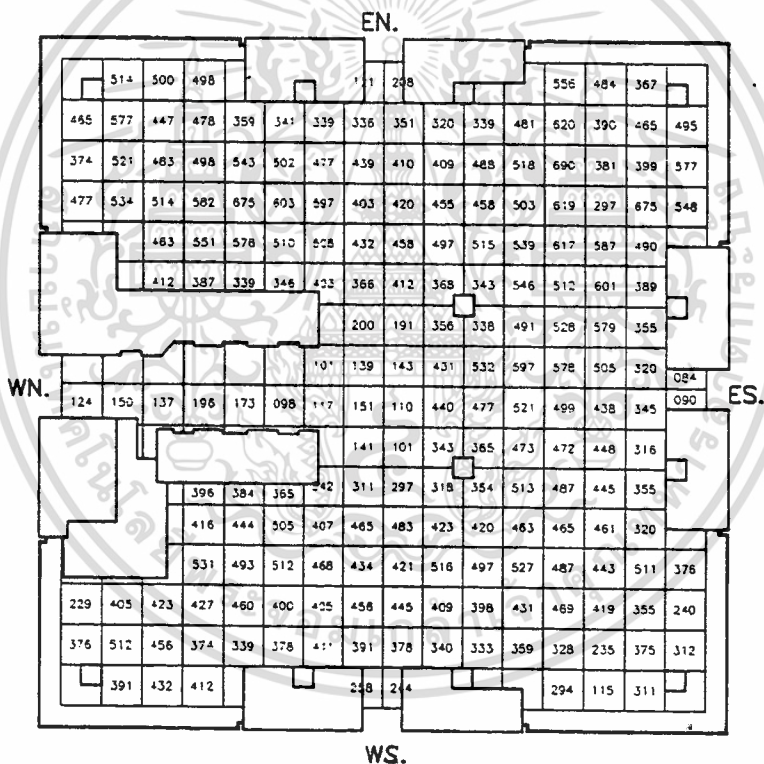
จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเพื่อการปรับอากาศจะมีสัดส่วนที่สูงถึง 71.2 % ดังนั้น หากมีการปรับปรุงกรอบอาคาร เพื่อลดภาระความเย็นของอาคารที่เกิดขึ้นได้ ก็จะทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนการปรับอากาศลงไปได้

นอกจากนี้การแสดงผลจากโปรแกรม ASEAM 2 ยังได้ประเมินค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร แต่ละเดือนในรอบปี ไว้ดังนี้ (ดูตารางที่ 4.32) ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการตรวจวัดเพื่อหาค่าเฉลี่ยของระดับแสงสว่างจึงจะตรวจวัดในส่วนพื้นที่ที่ใช้
งานเป็นส่วนสำนักงานมีการให้แสงสว่างแบบกระจาย (GENERAL LIGHT) ซึ่งอยู่ในชั้นที่ 4- ชั้น 24
การตรวจวัดจะทำการสุ่มวัดโดยจะวัดแบบชั้นเว้น 3 ชั้น เนื่องจากลักษณะของการจัดพื้นที่ใช้สอยและ
การติดตั้งแสงไฟฟ้า มีลักษณะใกล้เคียงกัน ดังนั้นจะตรวจวัดในส่วนของชั้นที่ 6, ชั้นที่ 8, ชั้นที่ 14, ชั้น
ที่ 18, ชั้นที่ 22 และชั้นที่ 24 ซึ่งเมื่อทำการตรวจวัดแต่ละชั้นแล้ว จะทำการเฉลี่ยออกมาได้ผลการตรวจ
วัด ดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 4.41)

ภาพประกอบที่ 4.41

แสดงค่าการตรวจวัดระดับความสว่างของแสงสว่างไฟฟ้าภายในอาคาร



จะได้ว่าค่าเฉลี่ยระดับความสว่างภายในอาคารอยู่ที่ 417 LUX ในระดับ WORK-
ING PLANE ซึ่งเมื่อนำค่าเฉลี่ยนี้ไปเทียบกับค่ามาตรฐานที่ทางกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
กำหนด จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยนี้จะเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งสรุปได้ว่า ค่าแสงสว่างไฟฟ้าภายในอาคาร
มีระดับที่เพียงพอต่อการใช้งานภายในอาคาร

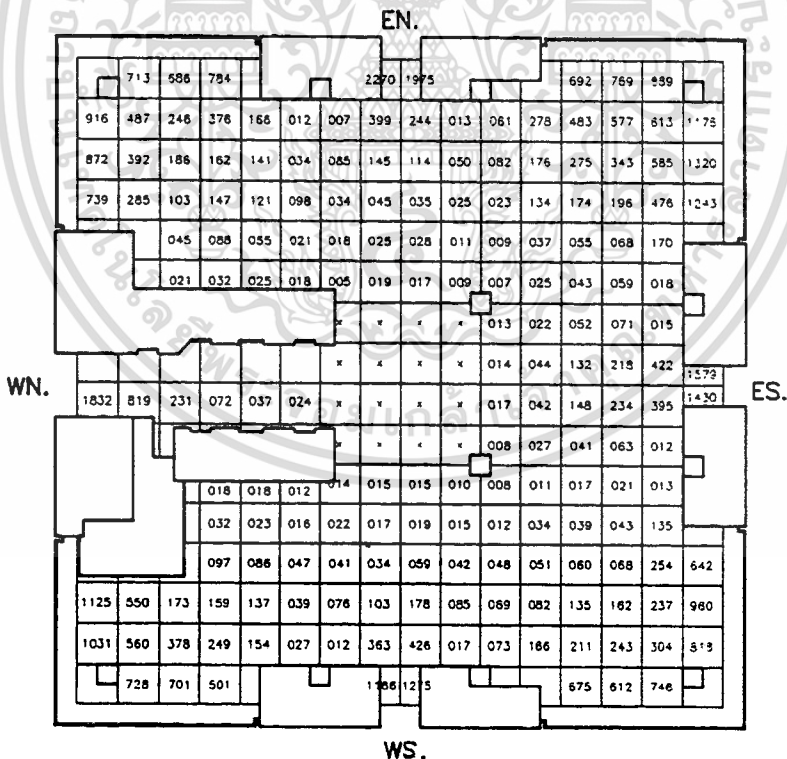
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร (DAY LIGHTING)

ลักษณะการตรวจวัดค่าแสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการใช้แสงธรรมชาติจากภายนอก จะตรวจวัดในขณะที่ปิดไฟฟ้าแสงสว่างและพื้นที่ที่ใช้สอยที่ทำการตรวจวัดจะต้องมีการใช้แสงสว่างธรรมชาติด้วย ซึ่งหากพิจารณาพื้นที่ที่ใช้สอยในส่วนของชั้น GROUND - ชั้น 3 จะมีการแบ่งพื้นที่ที่ใช้สอยเป็นส่วน ๆ และส่วนใหญ่จะไม่ใช้แสงสว่างธรรมชาติ ดังนั้น การตรวจวัดค่าเฉลี่ยการใช้แสงธรรมชาติจึงตรวจวัดในส่วนที่พื้นที่ที่ใช้สอยมีการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ซึ่งอยู่ในชั้นที่ 4 - ชั้นที่ 23 ฉะนั้นการตรวจวัด จะวัดในชั้นเดียวและจุดเดียวกับการวัดแสงสว่างไฟฟ้า โดยจะวัดในส่วนของชั้นที่ 6 ชั้นที่ 10, ชั้นที่ 14, ชั้นที่ 18 และชั้นที่ 22 (ชั้นที่ 24 จะไม่มีการใช้แสงสว่างธรรมชาติ) เมื่อทำการตรวจวัดแสงสว่างในแต่ละชั้นแล้วทำการเฉลี่ยค่าระดับแสงสว่างธรรมชาติออกมาจะได้ผล ดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 4.42)

ภาพประกอบที่ 4.42

แสดงค่าเฉลี่ยการตรวจวัดระดับแสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร

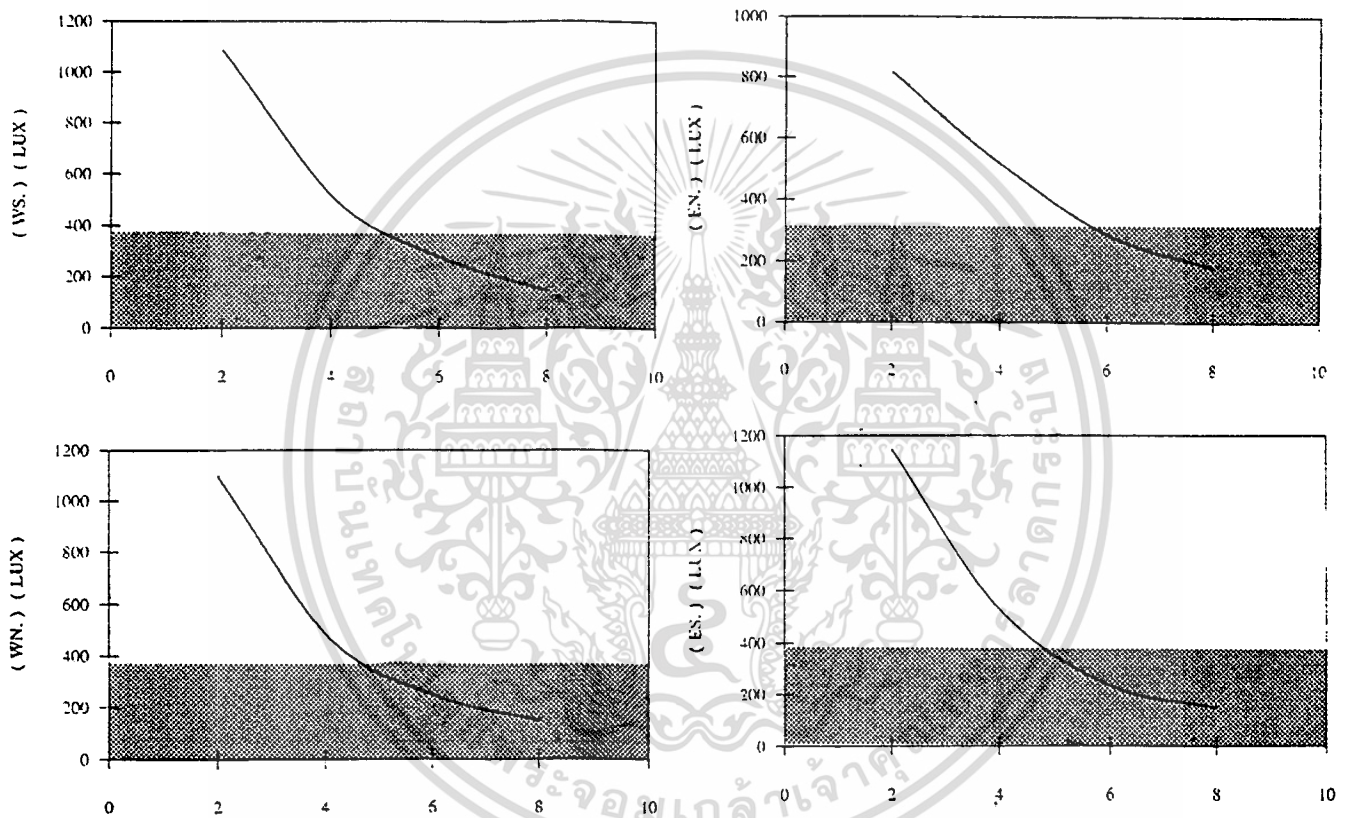


จากผลเฉลี่ยการตรวจวัดระดับแสงสว่างธรรมชาติที่ใช้ในอาคาร จะสามารถวิเคราะห์ ระยะพื้นที่ที่จะนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ในระยะจากผนังโปร่งแสง โดยทำการเฉลี่ยค่าระดับแสงสว่างธรรมชาติแต่ละด้านทั้ง 4 ด้าน คือ ด้าน ES, EN, WS และ WN ซึ่งค่าระดับแสงสว่างธรรมชาติที่เป็นค่ามาตรฐานการนำมาใช้จะอยู่ในระดับ 300 LUX (เป็นค่ามาตรฐานที่ทางกรมพัฒนา

และส่งเสริมพลังงานกำหนด) การวิเคราะห์ระยะพื้นที่อาคารที่นำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ จะได้ระยะพื้นที่ โดยจะนำค่าเฉลี่ยของระดับแสงสว่างในแต่ละด้านของผนัง มา PLOT เป็นกราฟ ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 4.43)

ภาพประกอบที่ 4.43

แสดงค่าเฉลี่ยระดับความสว่างของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารจากผนังทั้ง 4 ด้าน



จากรูปข้างต้นจะสามารถสรุปได้ว่า ค่าระดับความสว่างของแสงสว่างธรรมชาติ ที่เข้าสู่อาคารทางผนังโปร่งแสงของอาคาร จะมีค่าระดับความสว่างเพียงพอที่จะนำมาใช้ในระยะที่ห่างจากผนังในช่วง 4-6 เมตร ซึ่งสรุปได้ว่า ระดับแสงสว่างธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร เพื่อใช้งาน อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การสรุปผลการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร

จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมาจะสามารถ สรุปผลการวิเคราะห์ ลักษณะรายละเอียดของกรอบอาคาร ที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ได้ดังต่อไปนี้

1) อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผนังโปร่งแสง (กระจก) ต่อผนังทึบมีสัดส่วนเท่ากับ 4.8 : 5.2 คิดเป็น 48 % ของพื้นที่กรอบอาคาร ซึ่งถือว่ามียัตราส่วนของผนังโปร่งแสงมากเกินไป (ดูหัวข้อ 4.1.1)

2) ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน (Uf) ของกระจก ซึ่งเป็นผนังโปร่งแสงของอาคาร (กระจกสีชาชั้นเดียว) มีค่าสูงมาก $5.7-5.8 \text{ W/M}^2 - ^\circ\text{C}$ (ดูหัวข้อ 4.1.3)

3) อุปกรณ์บังแดดของอาคารทั้ง OVERHANG และ FIN ไม่มีประสิทธิภาพที่จะกันแดดให้กับกรอบอาคารได้เพียงพอ (โดยเฉพาะส่วนที่เป็นผนังโปร่งแสง) ทุกด้านมุมอะซิมุทของอาคาร ตลอดทั้งปี (ดูหัวข้อ 4.1.5)

4) ค่า OTTV ของอาคาร จะมีค่าเท่ากับ 79.6 W/M^2 ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน ที่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้ ($55 \text{ วัตต์ต่อตารางเมตร}$) และในรายละเอียดของด้านมุมอะซิมุท ที่มีค่า OTTV เกินมาตรฐาน จะเป็นผนังที่มีส่วนที่เป็นกระจกอยู่ด้วยทุกด้าน

5) ค่า RTTV ของส่วนหลังคาของอาคารจะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้ 25 W/M^2 (ดูหัวข้อ 4.2.2)

6) ค่าภาระความเย็นของอาคาร ที่ใช้โปรแกรม ASEAM 2 คำนวณออกมา จะมีค่าภาระความเย็นที่เป็นผลเนื่องมาจากกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกอยู่ 2 ค่า คือ ค่าการแผ่รังสีของกระจก (GS) และการนำความร้อนของกระจก (GC) ซึ่งค่าภาระความเย็นทั้งสองรวมกันจะมีค่าสูง ถึง 48% ของค่าภาระความเย็นรวม ทั้งอาคารและเมื่อรวมค่าภาระความเย็นที่เป็นส่วนของกรอบอาคาร รวมกัน จะมีค่าสูงถึง 69.5 % ของภาระความเย็นรวมทั้งอาคาร (ดูตารางที่ 4.30)

7) ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศของอาคารมีค่าสูงถึง 71.2% ของค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอาคาร

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น จะเห็นได้ว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าในส่วนของการปรับอากาศ ภายในอาคารจะมีค่าสูงมาก เนื่องจากค่าภาระความเย็นและค่า OTTV ของอาคารสูง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าส่วนกรอบอาคารไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกที่เข้าสู่อาคารได้เพียงพอ เมื่อพิจารณาสาเหตุที่ทำให้กรอบอาคารไม่สามารถที่จะป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร จะมีอยู่ 2 สาเหตุ คือ

1.) อุปกรณ์บังแดด ไม่มีประสิทธิภาพในการกันแดดให้กับผนังโปร่งแสง

2.) พื้นที่กระจก (ผนังโปร่งแสง) ของกรอบอาคารมีมากเกินไป

ซึ่งสามารถอธิบายจาก แผนภูมิประกอบการวิเคราะห์ ดังนี้

จากตารางที่ 4.33 จะสรุปได้ว่าแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารส่วนในส่วนพื้นที่กระจก จะมีแนวทางความเป็นไปได้ในการปรับปรุงได้มากกว่าทำให้ต้องวิเคราะห์ต่อไปว่า หากมีการปรับปรุงส่วนพื้นที่กระจกเพื่อที่จะลดอัตราส่วนของพื้นที่กระจกจากเดิมที่เป็นอยู่ซึ่งควรจะลดพื้นที่กระจกลงในอัตราส่วนเท่าใด จึงจะไม่มีผลกระทบต่อค่าแสงสว่างธรรมชาติ ที่นำเข้ามาใช้ภายในอาคาร

ในการวิเคราะห์การลดอัตราส่วนของพื้นที่กระจก ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ จาก รศ.ดร.สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์ แห่งสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ได้ช่วยทำการวิเคราะห์ โดยใช้ PROGRAM SUPER LIGHT เพื่อหาอัตราส่วนการลดพื้นที่กระจก ซึ่งจะได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

“ สำหรับอาคารไทยประกันชีวิต ลักษณะทิศทางอาคารและอุปกรณ์บังแดด จะสามารถบังรังสีตรงได้บางส่วน ซึ่งจะมีแต่รังสีกระจาย เท่านั้นที่มีส่วนในการให้แสงภายในอาคารเป็นหลัก ระดับของแสงจากรังสีกระจายในอาคาร จะมีค่าขึ้นกับระยะทางของจุดวัดจากแนวหน้าต่างเท่านั้น และระดับแสงจะไม่ขึ้นกับทิศทางแต่ขึ้นกับ ระดับแสงภายนอกอาคาร ซึ่งระดับแสงภายนอกอาคารที่มีโอกาสเป็นไปได้เท่ากับ 1% คือ 5,000 LUX และมีระดับแสงเฉลี่ยภายนอกอาคาร คือ ประมาณ 40,000 LUX ระดับแสงภายในอาคารไทยประกันชีวิต ที่เกิดจากแสงธรรมชาติเป็นดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 4.34)

ตารางที่ 4.34

แสดงระดับแสงภายในอาคารที่เกิดจากแสงธรรมชาติ

ระดับแสงภายนอก	ระดับแสงภายในที่ระยะห่างจากผนังกระจก		
	1 เมตร	2.5 เมตร	4 เมตร
ระดับแสงภายนอก 1 % (5,000 LUX)	600 LUX	310 LUX	170 LUX
ระดับแสงภายนอกเฉลี่ย (40,000 LUX)	4,750 LUX	2,500 LUX	1,370 LUX

ทั้งนี้การทำ DOUBLE WALL เพื่อลดอัตราส่วนพื้นที่กระจก โดยปิดกระจกจากระดับพื้นถึงระดับ 0.60 - 0.80 เมตร จะมีผลลดระดับแสงลงบ้างแต่ไม่มาก”

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะสรุปได้ว่า หากมีการลดอัตราส่วนโดยการปิดกระจก จากระดับพื้นประมาณ 0.60 - 0.80 เมตร แล้วนอกจากภายในอาคารยังสามารถใช้แสงธรรมชาติจากภายนอกได้ในระดับปรกติแล้ว ยังจะช่วยปิดกั้น รังสีตรงจากแสงอาทิตย์ (อุปกรณ์บังแดดที่มีอยู่ไม่สามารถกันได้) ที่เข้าสู่อาคาร โดยผ่านผนังกระจกได้อีกด้วย ซึ่งจะช่วยลดค่าโหลดการะความร้อนในส่วน ของค่าการแผ่รังสีของกระจกและส่วนค่าการนำความร้อนของกระจก และค่า OTTV ของอาคารลงด้วย ซึ่งจะเป็นผลทำให้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศของอาคารลดลงด้วย

บทที่ 5

การออกแบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคาร

การออกแบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคาร จะมีวัตถุประสงค์หลักคือ การปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนที่เป็นกระจกโดยการลดพื้นที่กระจกกลางหรือทำให้กรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีขึ้น ทั้งนี้เพื่อที่จะลดค่าความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งส่งผลในการที่จะประหยัดพลังงานในส่วนของการปรับอากาศ และค่า OTTV ของอาคารลดลง เพื่ออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนด

5.1 ปัญหาและข้อจำกัดในการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร

เนื่องจากอาคารไทยประกันชีวิตได้มีการใช้งานอยู่ตลอดตามเวลาการทำงาน การที่จะเข้าไปดำเนินการเพื่อปรับปรุงในส่วนของกรอบอาคาร จึงนับว่าเป็นเรื่องยุ่งยาก ดังนั้นในการที่จะออกแบบเพื่อปรับปรุงกรอบอาคาร จึงควรที่จะคำนึงถึงปัญหา ข้อจำกัด และผลกระทบต่อโครงสร้างและรูปแบบทางสถาปัตยกรรมของตัวอาคารเดิม ก่อนที่จะทำการออกแบบปรับปรุง ซึ่งผลกระทบ ปัญหา และข้อจำกัดที่ควรคำนึงถึง มีดังต่อไปนี้

1.) ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อรูปร่างหน้าตาของอาคาร นับว่าเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งควรจะคงสภาพเดิมไว้ให้มากที่สุด เนื่องจากรูปร่างหน้าตาของอาคารเดิมได้ผ่านการออกแบบจากทีมงานสถาปนิก ผู้ออกแบบมาแล้ว และเป็นที่ยอมรับของเจ้าของอาคารหรือผู้ประกอบการเดิม ดังนั้น หากมีการออกแบบปรับปรุงแล้วทำให้รูปร่างหน้าตาอาคารเปลี่ยนไป อาจจะมีผลกระทบต่อแนวความคิดการออกแบบเดิมของผู้ออกแบบ และเจ้าของอาคารหรือผู้ประกอบการได้

2.) ผลกระทบต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคารเดิมที่จะต้องรับน้ำหนักเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปรับปรุงกรอบอาคาร การรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคารเดิมเป็นระบบ เสา และพื้นไร้คาน ซึ่งเดิมได้มีการคำนวณโครงสร้าง เพื่อการรับน้ำหนักไว้โดยวิศวกรแล้ว ดังนั้นในการที่จะเข้าไปปรับปรุงกรอบอาคาร จึงควรจะต้องหาวิธีการที่จะไม่ทำให้โครงสร้างอาคารเดิมต้องมีการรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นในขั้นที่จะเป็นอันตรายต่อระบบโครงสร้างอาคาร

3.) ผลกระทบต่อโครงสร้างกรอบอาคารเดิม ในการออกแบบเพื่อจะปรับปรุงกรอบอาคาร ควรจะคำนึงถึงโครงสร้างกรอบอาคารเดิมที่จะเอื้ออำนวยต่อการดำเนินการและการทำงานเพื่อปรับปรุงกรอบอาคาร เพราะการปรับปรุงกรอบอาคารจะเป็นการปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนที่เป็นกระจก ซึ่งมีโครงสร้างเป็นกรอบอลูมิเนียมลูกฟักกระจกสีชา ดังนั้นจึงควรหาวิธีการที่เหมาะสมในการออกแบบปรับปรุง เพื่อที่จะสามารถใช้โครงสร้างเดิมของกรอบอาคารมาเป็นประโยชน์และเอื้ออำนวยต่อการออกแบบและการทำงานเพื่อปรับปรุงกรอบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงวันเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) ผลกระทบต่อกิจกรรมและการทำงานของผู้อยู่อาศัย ในการออกแบบการทำงานเพื่อปรับปรุงกรอบอาคารจะต้องหาวิธีที่จะทำการปรับปรุงเพื่อที่จะทำให้กิจกรรมการทำงานภายในอาคารยังสามารถดำเนินต่อไปได้อย่างปกติหรือมีผลกระทบต่อกิจกรรมภายในอาคารให้น้อยที่สุด

5.) ผลกระทบต่อเฟอร์นิเจอร์ที่ติดตั้งภายในอาคาร เนื่องจากการตกแต่งภายในอาคาร บางส่วนและบางชั้น (FLOOR) จะมีการจัดตกแต่งและติดตั้งเฟอร์นิเจอร์แบบ BUILT IN เช่น ตู้เอกสาร ชั้นวางของ โต๊ะทำงาน เป็นต้น ดังนั้นจึงควรหาวิธีการในการออกแบบและทำงานปรับปรุง เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงต่อการเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์ดังกล่าว ซึ่งนับเป็นความยุ่งยากมาก

5.2 แนวความคิดในการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร

จากการศึกษาถึงปัญหาและข้อจำกัดในการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารทำให้สามารถสรุปแนวความคิดในการที่จะออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนที่เป็นกระจกเพื่อที่จะลดค่า OTTV และการใช้พลังงานของอาคารได้ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร จะต้องคงไว้ซึ่งทัศนียภาพภายนอกโดยรวมของอาคาร
2. สภาพของอาคารภายหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคาร จะต้องไม่รบกวนต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารและบริเวณข้างเคียง
3. การดำเนินการการทำงานปรับปรุง จะต้องไม่กระทบต่อกิจกรรมการทำงานภายในอาคารน้อยที่สุด
4. ลักษณะขั้นตอนวิธีการติดตั้งปรับปรุงกรอบอาคาร จะต้องมีความสะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติงานปรับปรุง
5. กรอบอาคารในส่วนที่ทำการปรับปรุงต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน
6. วัสดุที่จะนำมาออกแบบติดตั้งเพื่อปรับปรุงกรอบอาคาร จะต้องไม่น้ำหนักเบาเพื่อไม่เป็นการต่อโครงสร้างเดิม
7. การออกแบบติดตั้ง ควรจะต้องมีกรรมวิธีที่สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพโครงสร้างของกรอบอาคารเดิม
8. การออกแบบปรับปรุง จะต้องคงไว้ซึ่งทัศนียภาพการมองเห็นจากภายในสู่ภายนอกของผู้ทำงานภายในอาคาร
9. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งปรับปรุงกรอบอาคาร จะต้องประหยัดและคุ้มค่าต่อการลงทุน
10. ง่ายต่อการบำรุงรักษาและการทำความสะอาดภายหลังการติดตั้งปรับปรุงและใช้งาน

5.3 การนำเสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร

จากแนวความคิดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปเพื่อหาแนวทางและวิธีการออกแบบเพื่อที่จะปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนของพื้นที่กระจกให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้ 3 แนวทางด้วยกัน ดังนี้

1. แนวทางการออกแบบปรับปรุง โดยการเปลี่ยนกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกเดิมเป็นกระจกประเภทประหยัดพลังงานที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC.) ต่ำ
 2. แนวทางการออกแบบปรับปรุง โดยการติดฟิล์มกรองแสงในพื้นที่ส่วนที่เป็นกระจกของกรอบอาคาร เพื่อลดค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารให้น้อยลง
 3. แนวทางการออกแบบปรับปรุง โดยการติดตั้งระบบผนังกันความร้อนภายนอก (EIFS) ในส่วนของผนังกระจกลักษณะที่ 1 (W1) โดยจะติดตั้งในระดับ 0.10 - 0.80 เมตร จากระดับพื้น ซึ่งเป็นส่วนพื้นที่กระจก ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดพื้นที่กรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกลงให้เหลือ 38.4 เปอร์เซ็นต์
- จากแนวทางการออกแบบปรับปรุงทั้ง 3 แนวทาง ได้นำมาพิจารณาและวิเคราะห์ในรายละเอียด เพื่อที่จะหาแนวทางที่เหมาะสมในการเลือกใช้เพื่อปรับปรุงกรอบอาคาร ดังต่อไปนี้

5.3.1 แนวทางการออกแบบปรับปรุง โดยการเปลี่ยนกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกเดิมเป็นกระจกประเภทประหยัดพลังงานที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ต่ำ

การปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนพื้นที่กระจกโดยใช้วิธีเปลี่ยนกระจกจากเดิม คือ กระจกสีชาหนา 6 มิลลิเมตร เป็นกระจกประเภทประหยัดพลังงานนั้น ควรจะเน้นในเรื่องคุณสมบัติของกระจก ซึ่งมีข้อควรคำนึงถึงดังต่อไปนี้

- ก.) จะต้องเป็นกระจกประเภทประหยัดพลังงานที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ต่ำ
- ข.) จะต้องมีการสะท้อน (REFLECT) ในระดับที่ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อที่จะไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมนอกอาคาร
- ค.) มีค่าการถ่ายเทความร้อน (U-Value) ในระดับต่ำ
- ง.) เป็นกระจกประเภทประหยัดพลังงาน ที่มีกระจกชั้นเดียวตามโครงสร้างกรอบกระจกเดิม
- จ.) มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานและมีคุณสมบัติเป็นกระจกนิรภัย

จากคุณสมบัติของกระจกประเภทประหยัดพลังงานที่กล่าวมา สามารถเลือกชนิดของกระจกประเภทประหยัดพลังงานมาพิจารณาได้ ดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1

แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของกระจกประเภทประหยัดพลังงาน

ชนิดของกระจก	ความหนา มม.	แสงที่ตามองเห็น		U-VALUE (BTU/ft ² hr °F)	SC
		ค่าสะท้อน	ค่าส่องผ่าน		
ST-SGY 132	6	12%	32%	1.00	0.51
ST-TS 130	6	15%	30%	0.97	0.42
ST-TS 140	6	10%	40%	1.00	0.52
กระจกเดิม COOL GRAY	6	5%	50%	1.06	0.64

ที่มา : ข้อมูลผลิตภัณฑ์ SOLARTAG บริษัทกระจกไทย-อาซาฮี จำกัด

จากข้อมูลในตารางข้างต้น จะเห็นว่ากระจกที่เข้าข่ายคุณสมบัติการเลือกใช้เป็นกระจกชนิด SOLARTAG-TS 130 เนื่องจากมีคุณสมบัติตรงตามเป้าหมายที่สุด คือ มีค่า SC ,ค่า U-VALUE ที่ต่ำ และมีการสะท้อนในระดับที่เหมาะสม (15%) ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อบริเวณใกล้เคียงอาคาร ซึ่งเมื่อนำแนวทางการปรับปรุงโดยเปลี่ยนกระจกกรอบอาคาร มาทดสอบโดยการนำการคำนวณค่า OTTV. จะได้ค่า OTTV. ที่ลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 53.1 W/ M² (ดูภาคผนวก ก. 1)

นอกเหนือจากการที่จะพิจารณาและเลือกคุณสมบัติของกระจกแล้ว สิ่งสำคัญต่อจากนี้ คือ จะต้องวิเคราะห์ปัญหาและความเหมาะสมในการเลือกใช้ ในแง่ข้อดี ข้อเสียของแนวทางการปรับปรุงโดยวิธีเปลี่ยนกระจกด้วย

- ข้อดีของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารโดยการเปลี่ยนกระจก มีดังนี้

1. ลดค่าการถ่ายเทความร้อนในส่วนที่เป็นกระจกลงทำให้ประหยัดพลังงานภายในอาคารในด้านการปรับอากาศ
2. มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เนื่องจากกระจกมีคุณสมบัติที่คงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ
3. โครงสร้างของอาคารไม่ต้องรับน้ำหนัก (LOAD) เพิ่มขึ้น
4. ทำให้สภาพอาคารดูทันสมัย หรูหรา เพิ่มความสวยงามให้อาคาร
5. ง่ายต่อการบำรุงรักษา ทำความสะอาด โดยวิธีล้างด้วยน้ำธรรมดา 2 เดือนต่อครั้ง

- ข้อเสียของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีการเปลี่ยนกระจก มีดังนี้

1. มีขั้นตอนการติดตั้งที่ยุ่งยาก เนื่องจากต้องถอดกระจกเดิมออกก่อนที่จะเปลี่ยนกระจกใหม่
2. ต้องใช้พื้นที่ในการทำงานมากทำให้ต้องเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์ภายในส่วนบริเวณกรอบอาคารออก
3. ใช้ระยะเวลาการติดตั้งมาก เนื่องจากขั้นตอนและพื้นที่การทำงาน
4. ขณะทำการติดตั้งในแต่ชั้นของอาคารจะเกิดการรบกวนต่อกิจกรรมการทำงานของผู้อยู่อาศัย ทำให้อาจจะต้องหยุดกิจกรรมการทำงานของผู้อยู่อาศัยในช่วงการติดตั้งปรับปรุง
5. หากอาคารเปลี่ยนมาใช้กระจกประเภทประหยัดพลังงานก็จะต้องเปลี่ยนทั้งอาคาร เพราะจะทำให้ลักษณะของกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจก มีสภาพเดียวกัน ซึ่งทำให้เกิดความสิ้นเปลือง
6. มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงสูง เนื่องจากปัจจุบันกระจกประเภทประหยัดพลังงานยังมีราคาแพง

5.3.2 แนวทางการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนที่เป็นพื้นที่กระจกโดยการติดฟิล์มกรองแสง

การติดฟิล์มกรองแสงในส่วนของกรอบอาคารที่เป็นพื้นที่กระจกนั้นนับเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระจกในส่วนที่เป็นกรอบอาคาร แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ฟิล์มกรองแสงมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ดังนั้นการจะเลือกใช้ฟิล์มกรองแสงก็ควรพิจารณาคุณสมบัติให้ตรงกับความต้องการ ซึ่งกรอบอาคารในส่วนที่เป็นกระจกเดิมที่ต้องการจะติดฟิล์มส่วนใหญ่จะเป็นกระจกสีชาหนา 6 มิลลิเมตร ฉะนั้นการเลือกใช้ฟิล์มกรองแสงมาติดตั้ง จึงควรจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ก.) ฟิล์มกรองแสงจะต้องช่วยลดค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ของกระจกเดิมลง
- ข.) ฟิล์มกรองแสงจะต้องมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสง (REFLECT) ไม่เกิน 15 %
- ค.) ฟิล์มกรองแสงจะต้องมีคุณสมบัติในการช่วยลดค่า U-VALUE ของกระจกเดิม ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของกระจกเดิม
- ง.) มีคุณสมบัติเป็นฟิล์มนิรภัย เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทนทานและป้องกันการแตกร้าวของกระจกเดิม

จากคุณสมบัติของฟิล์มกรองแสงที่กล่าวมาข้างต้น สามารถเลือกชนิดของฟิล์มกรองแสง เพื่อพิจารณาเลือกใช้ได้ดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 5.2) เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2

ตารางแสดงรายละเอียดคุณสมบัติของฟิล์มกรองแสง

ชนิดของกระจก ที่ติดฟิล์ม	ชนิดของฟิล์ม (ผลิตภัณฑ์)	ค่า SC	แสงที่ตามองเห็น		U-VALUE
			ค่าสะท้อน	ค่าส่องผ่าน	
กระจกสีชา ติดฟิล์มกรองแสง	LE 30 CUARL	0.32	13%	19%	0.78
	P-12	0.34	6%	7%	0.97
	SH 435 NEARL	0.45	9%	22%	1.06
	RE 20 NEARL	0.37	8%	9%	1.06
กระจกสีชาไม่ติดฟิล์มกรองแสง		0.64	5%	50%	1.06

ที่มา : บริษัท 3 เอ็ม ประเทศไทย จำกัด

จากข้อมูลชนิดของฟิล์มกรองแสงที่นำมาพิจารณา จะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ LE 30 CUARL มีคุณสมบัติเข้าข่ายและตรงกับเป้าหมายความต้องการมากที่สุด คือ มีค่า SC และ U-VALUE ที่ต่ำ และมีค่าสะท้อนแสงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อนำแนวทางการปรับปรุง โดยวิธีการติดฟิล์มกรองแสง มาทำการทดสอบค่า OTTV. จะได้ว่า ค่า OTTV. ที่ลดลงมีค่าเท่ากับ 45.6 W/M^2 (ดูภาคผนวก ก. 2)

การวิเคราะห์ปัญหาและความเหมาะสมในแง่ข้อดี ข้อเสีย ของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีการติดฟิล์มกรองแสง LE 30 CUARL มีดังต่อไปนี้

- ข้อดีของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีติดฟิล์มกรองแสง

1. ลดค่าการถ่ายเทความร้อนในส่วนที่เป็นกระจกทำให้ประหยัดพลังงานภายในอาคารในด้านการปรับอากาศ
2. สามารถติดตั้งได้ โดยที่ไม่รบกวนต่อกิจกรรมการทำงานส่วนใหญ่ของอาคาร
3. การติดตั้งใช้พื้นที่ในการทำงานน้อยเฉพาะบริเวณกรอบอาคารภายในอาคารเท่านั้น
4. ใช้เวลาในการทำงานติดตั้งน้อย สะดวกรวดเร็ว และสามารถติดตั้งได้กับพื้นที่กระจกทุกขนาด

5. ทำให้สภาพอาคารดูทันสมัย หรูหรา เพิ่มความสวยงามให้กับอาคาร
6. โครงสร้างของอาคารไม่ต้องรับน้ำหนัก (LOAD) เพิ่มขึ้น
7. ทำให้กระจกเดิมมีความแข็งแรง ทนทาน ป้องกันการแตกร้าวของกระจก
8. ช่วยลดรังสีอุลตราไวโอเลต (UV) ที่เข้าสู่อาคารได้
9. มีอายุการใช้งานยาวนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อเสียของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีติดฟิล์มกรองแสง

1. ในกรณีที่ต้องติดตั้งฟิล์มกรองแสงในระดับกระจกที่มีเฟอร์นิเจอร์หรืออุปกรณ์สำนักงานติดตั้งอยู่ (ระดับต่ำกว่า 0.80 เมตร) จะทำให้เกิดความยุ่งยากในการเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์
2. หากมีการติดตั้งฟิล์มในส่วนกรอบอาคารที่เป็นกระจกก็ควรจะต้องติดทั้งอาคาร เพราะจะทำให้ลักษณะของกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจก มีสภาพเดียวกัน ซึ่งจะเกิดความสิ้นเปลือง
3. มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงสูง เนื่องจากฟิล์มกรองแสงมีราคาแพง

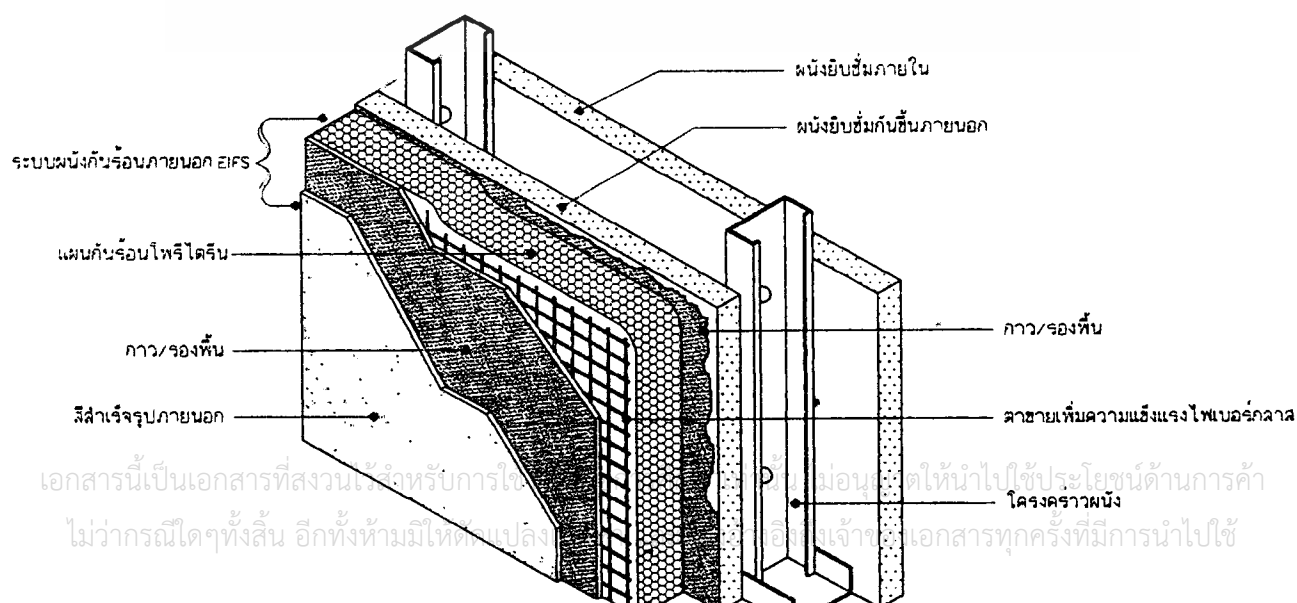
5.3.3 แนวทางการออกแบบปรับปรุงโดยการติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) เพื่อลดพื้นที่กรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกกลาง

แนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารโดยใช้ระบบผนังกันร้อนภายนอก (EXTERNAL INSULATION FINISH SYSTEM) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนในส่วนกรอบอาคารที่เป็นกระจก เนื่องจากการติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอกในส่วนกระจกบางส่วน ก็เท่ากับเป็นการลดพื้นที่การรับความร้อนของส่วนกระจกกลาง ซึ่งระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) จะมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก เนื่องจากระบบของผนังจะประกอบด้วยวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ที่ต่ำ

ในส่วนของระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) นี้ จะสามารถแยกโครงสร้างส่วนประกอบออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้คือ (ดูรูปที่ 5.1)

รูปที่ 5.1

แสดงส่วนประกอบของระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS)



1. ส่วนโครงสร้างเสริมความแข็งแรงของระบบผนัง EIFS ซึ่งจะประกอบด้วย

- โครงคร่าวของผนัง (LIGHT STEEL FRAMING) เป็นโครงสร้างที่ออกแบบเพื่อรับน้ำหนักของระบบผนัง
- แผ่นยิปซัมกันชื้น (GYPSUM BOARD) ซึ่งในส่วนแผ่นยิปซัม จะยึดติดกับโครงคร่าวรับน้ำหนักเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับระบบผนัง EIFS ที่นำมาติดตั้ง

2. ส่วนของระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) มีส่วนประกอบของวัสดุ ดังต่อไปนี้

- แผ่นกันร้อน POLYSTYRENE FOAM ที่มีความหนาแน่น 1 ปอนด์/ลบ.ฟ เป็นวัสดุฉนวนกันความร้อน มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ
- ดาข่ายไฟเบอร์กลาส (FIBER GLASS MESH) เป็นดาข่ายเสริมความแข็งแรงเพื่อป้องกันการแตกร้าวของระบบผนัง
- การรองพื้น ADHESIVE BASE COAT ทำหน้าที่เป็นตัวประสานยึดติดส่วนประกอบของระบบระหว่างดาข่ายไฟเบอร์กลาสกับแผ่นกันร้อน ซึ่ง ADHESIVE BASE COAT ได้มาจากการผสมสารรองพื้น PRIMUS กับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก
- สีสำเร็จรูปภายนอก (FINISH COAT) เกิดจากการสังเคราะห์สารพลาสติก (ACRYLIC POLYMER บริสุทธิ์ผสมกับทราย) ซึ่งสามารถเลือกสีได้ถึง 21 สี และสร้างเท็กซ์เจอร์ได้ตามความพอใจ

* หมายเหตุ การยึดติดระหว่างส่วนระบบผนัง EIFS กับแผ่นยิปซัมจะใช้การรองพื้นเป็นตัวเชื่อมยึดติด

ในด้านคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของระบบผนังกันความร้อนภายนอก (EIFS) ได้มีการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ของระบบผนังโดย คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.8

แสดงผลวิเคราะห์และทดสอบวัสดุส่วนประกอบของระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS)

วัสดุ	ความหนา (M.M.)	ค่าตัวนำความร้อน (W/M °K)	น้ำหนัก (GM.)	ความหนาแน่น (KG/M ³)
- แผ่นยิปซัมกันชื้น	12.0	0.1601	392.38	791.95
- แผ่นโพลีสไตรีนโฟม	25.0	0.0330	15.45	14.97
- แผ่น BASE COAT, FIBER GLASS และ FINISH COAT.	4.0	0.0089	254.99	1,543.96

ที่มา : “รายงานการวิเคราะห์โครงการทดสอบสมรรถนะเชิงคุณภาพของผนังสำเร็จรูปผลิตภัณฑ์ของบริษัท ทีจี อาร์เมอร์วอลล์ จำกัด”, คณะพลังงานและวัสดุ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2533.

จากตารางที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ที่ต่ำอยู่แล้ว ฉะนั้นเมื่อประกอบกันเป็นระบบผนังก็จะมีผลให้ค่า K รวมของระบบผนังต่ำลงด้วย ซึ่งจะทำให้ระบบผนังมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร ซึ่งเมื่อนำแนวทางการปรับปรุง โดยติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) ใส่วน TOWER ของอาคาร ที่ระดับ 0.10 - 0.80 เมตร จากระดับพื้นในส่วนที่เป็นกระจก แล้วทำการทดสอบค่า OTTV. จะได้ว่า ค่า OTTV. ที่ลดลงมีค่าเท่ากับ 67.4 W/M^2 (ดูภาคผนวก ก.3)

การวิเคราะห์ปัญหาและความเหมาะสมในแง่ข้อดี ข้อเสีย ของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS)

- ข้อดีของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก

1. มีขั้นตอนการติดตั้งที่สะดวกเนื่องจากระบบผนังกันร้อนภายนอกเป็นระบบ PREFABRICATION
2. ใช้เวลาในการติดตั้งน้อยประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ
3. มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันความร้อนจากภายนอก ทำให้ประหยัดพลังงานภายในอาคารในส่วนของการปรับอากาศ
4. ขณะติดตั้งจะไม่รบกวนต่อกิจกรรมการทำงานของผู้อยู่อาศัย เนื่องจากระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) จะติดตั้งภายนอกอาคารในส่วนที่เป็นพื้นที่กระจกบางส่วน
5. การติดตั้งใช้พื้นที่ในการทำงานน้อย เฉพาะบริเวณกรอบอาคารภายนอกอาคารเท่านั้น
6. ระบบของผนัง EIFS เหมาะกับการติดตั้งกับกรอบอาคารทุกประเภท เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. มีน้ำหนักเบาเพียง 25-30 กก.ต่อตร.ม. (รวมส่วนโครงสร้างเพิ่มความแข็งแรง) ซึ่งหากคิดเฉพาะน้ำหนักของระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) จะมีน้ำหนักไม่เกิน 5 กก. ต่อตร.ม.
8. มีความสวยงามแปลกใหม่ เนื่องจากผิวผนังเป็นสีสำเร็จรูปอครีกรีซิน ซึ่งมีให้เลือกถึง 21 สี และสามารถสร้างสรรค์เท็กซ์เจอร์ได้ตามความพอใจ
9. มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน มีความแข็งแรงทนทานไม่แตกร้าว และทนต่อทุกสภาพอากาศ เนื่องจากคุณสมบัติของ FINISH COAT ประกอบกับตาข่ายเพิ่มความแข็งแรง FIBERGLASS MESH
10. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาพื้นผิวผนัง เพราะระบบผนังกันร้อนภายนอกทนทานต่อการขีดสีและป้องกันเชื้อรา

- ข้อเสียของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีติดตั้งผนังกันร้อนภายนอก

1. ในการติดตั้งผนังกันร้อนภายนอก จะต้องมีการขึ้นคอนกรีตแบบ และ DETAIL ในส่วนโครงสร้างเสริมความแข็งแรง
2. มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง เนื่องจากปัจจุบันระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) ยังมีราคาแพง

5.4 การสรุปเพื่อเลือกใช้แนวทางที่เหมาะสมเพื่อนำไปออกแบบปรับปรุงกรอบอาคาร

จากแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารทั้ง 3 แนวทางที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะสามารถสรุปหาแนวทางที่เหมาะสม เพื่อนำไปออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารได้จากการวิเคราะห์คุณสมบัติและข้อดีข้อเสียของทั้ง 3 แนวทาง โดยหาปัจจัยมาเพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกหาแนวทางที่เหมาะสม และมีความเป็นไปได้ในการนำมาออกแบบปรับปรุง

ปัจจัยที่เลือกขึ้นมาใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา เพื่อเลือกแนวทางการออกแบบปรับปรุง จะยึดหลักจากแนวความคิดในการออกแบบปรับปรุงและคุณสมบัติข้อดี ข้อเสียของแต่ละแนวทาง มาเป็นปัจจัย ซึ่งสามารถสรุปผลโดยเปรียบเทียบความเหมาะสมของทั้ง 3 แนวทาง เพื่อเลือกแนวทางการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารได้ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4

สรุปเพื่อเลือกแนวทางการออกแบบที่มีความเหมาะสมในการเลือกใช้ออกแบบปรับปรุง

เกณฑ์การพิจารณา	แนวทางที่ 1 เปลี่ยนกระจก	แนวทางที่ 2 ติดฟิล์มกรอง แสง	แนวทางที่ 3 ติดตั้งผนัง EIFS
1. ขั้นตอนการติดตั้ง	○	●	●
2. พื้นที่ในการทำงาน	○	⊗	●
3. ประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน	●	●	●
4. ระยะเวลาในการติดตั้ง	○	●	●
5. การรบกวนต่อกิจกรรมภายใน อาคาร	○	●	●
6. อายุการใช้งานความคงทน	●	⊗	●
7. ความสวยงาม	●	●	●
8. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น	●	●	⊗
9. การบำรุงรักษา	⊗	⊗	●
10. ราคาการลงทุน	○	⊗	●
สรุปแนวทางที่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม

○ = ไม่เหมาะสม

⊗ = เหมาะสม

● = เหมาะสมมาก

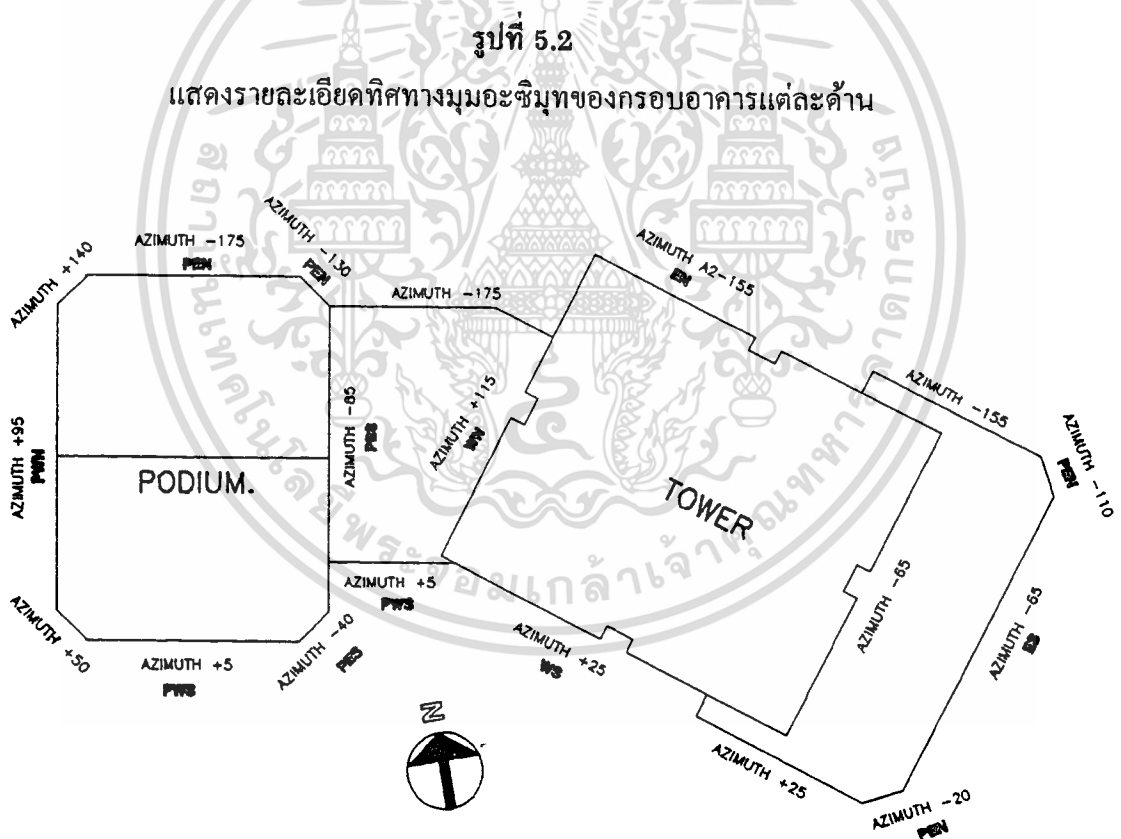
จากตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าแนวทางการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีการเปลี่ยนกระจกไม่มีความเหมาะสมต่อการเลือกใช้ในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะในด้านพื้นที่การทำงาน ขั้นตอนการติดตั้ง และการรบกวนต่อผู้ใช้อาคารขณะทำการปรับปรุง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการที่จะเลือกใช้มาแนวทางในการปรับปรุง คือ การติดฟิล์มกรองแสงและการติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) ซึ่งการเลือกใช้จะเลือกใช้ตามความเหมาะสม โดยจะพิจารณาจากสภาพการทำงานและโครงสร้างของผนังกระจกเดิมในแต่ละ SECTION

5.5 การออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารไทยประกันชีวิต

การออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารไทยประกันชีวิต เป็นการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนที่เป็นกระจก ในเบื้องต้นได้แบ่งด้านและผนังของอาคารออกเป็นแต่ละทิศทาง อะซิมุม (ดูรูปที่ 5.2) ดังนั้นในการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจก จะปรับปรุงตามทิศทางของด้านผนังอาคารแต่ละมุมของอะซิมุม ซึ่งในแต่ละด้านทิศทางอะซิมุมของอาคาร บางทิศทางก็จะมีรูปแบบกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกอยู่หลายลักษณะ จากที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 หัวข้อ 3.1.3 กรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกจะมีด้วยกัน 5 ลักษณะ

ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกในแต่ละลักษณะและแต่ละมุมอะซิมุม จึงได้ทำตารางนี้ขึ้นเพื่อแสดงลักษณะของกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกที่มีอยู่ในแต่ละด้านของมุมอะซิมุม (ดูตารางที่ 5.5)



ตารางที่ 5.5

แสดงลักษณะของกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจก (W_1 - W_5)

ที่มีอยู่ในแต่ละด้านของมูมอะซิฆูท

ลักษณะ มูมอะซิฆูท (AZ)	ลักษณะที่ 1 (w_1)	ลักษณะที่ 2 (w_2)	ลักษณะที่ 3 (w_3)	ลักษณะที่ 4 (w_4)	ลักษณะที่ 5 (w_5)
อะซิฆูท -175				●	●
อะซิฆูท -155	●	●	●		●
อะซิฆูท -110	●				
อะซิฆูท -65	●	●	●		
อะซิฆูท -20	●				
อะซิฆูท 5				●	●
อะซิฆูท 25	●	●	●		
อะซิฆูท 115	●	●	●		

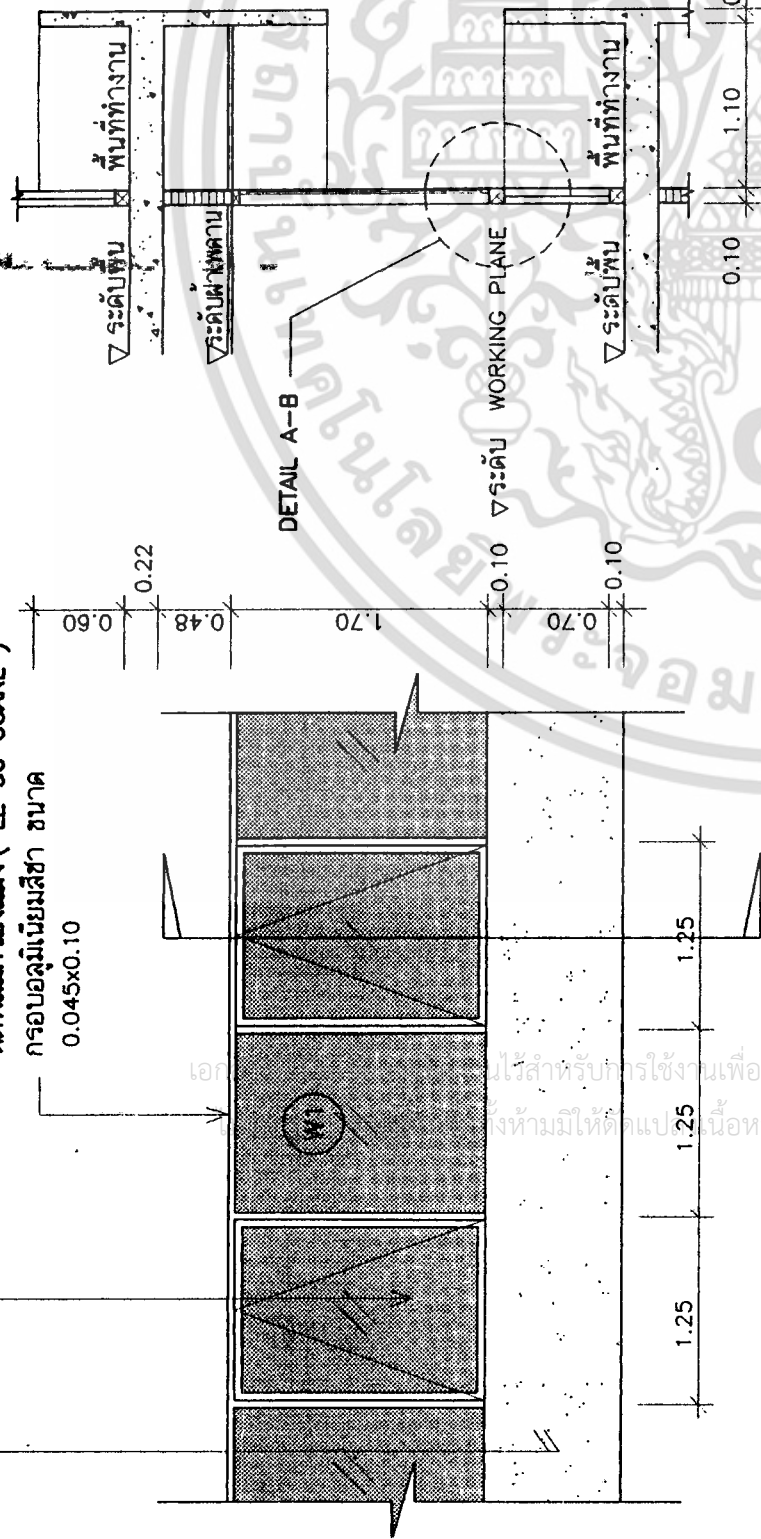
ก.) การปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 1 (W_1)

ผนังกระจกลักษณะที่ 1 (W_1) มีลักษณะเป็นผนังและหน้าต่าง กระจกสีชา หนา 6 MM. ($SC=0.64$) ติดตั้งภายในกรอบอลูมิเนียมสีชา ส่วนของหน้าต่างเป็นบานกระทุ้ง ขนาดของบาน เท่ากับ 1.25 X 1.70 เมตร เว้นสลับกับผนังกระจก ผนังกระจกลักษณะที่ 1 (W_1) นี้ จะเป็นพื้นที่ผนัง ส่วนใหญ่ของกรอบอาคาร (ส่วนที่เป็นกระจก) ดังนั้นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของผนัง กระจกลักษณะที่ 1 จะใช้วิธีการลดพื้นที่กระจกลง โดยทำการติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) ในส่วนพื้นที่กระจกที่ระดับ 0.10-0.80 เมตร จากระดับพื้นและทำการติดฟิล์มกรองแสงกับพื้นที่กระจก ส่วนที่เหลือ เพื่อลดค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (SC) ลง มีค่าเท่ากับ 0.32 ซึ่งจะส่งผลทำให้ ค่าการถ่ายเทความร้อนในส่วนของผนังกระจกลักษณะที่ 1 (W_1) ลดต่ำลง (ดูรายละเอียดการปรับปรุง ตามรูปที่ 5.3)

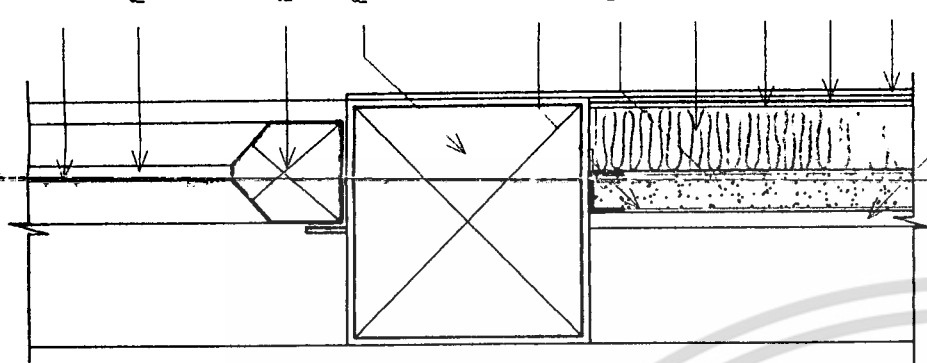
ข.) การปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 2 (W_2)

ผนังกระจกลักษณะที่ 2 (W_2) มีลักษณะเป็นผนังและหน้าต่าง กระจกสีชาหนา 6 MM. (SC=0.64) ติดตั้งภายในกรอบอลูมิเนียมสีชา ขนาด 0.045 X 0.10 M. ส่วนของหน้าต่างเป็นบานกระทุ้ง ขนาดของบานเท่ากับ 1.20 X 1.70 เมตร ดังนั้น แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของผนังกระจก ลักษณะที่ 2 (W_2) จะใช้วิธีการติดฟิล์มกรองแสงชนิด LE 30 CUAPL เพื่อจะลดค่าสัมประสิทธิ์การบัง แดดของกระจก (SC) ลง มีค่าเท่ากับ 0.32 (ดูรายละเอียดการปรับปรุง ตามรูปที่ 5.4)

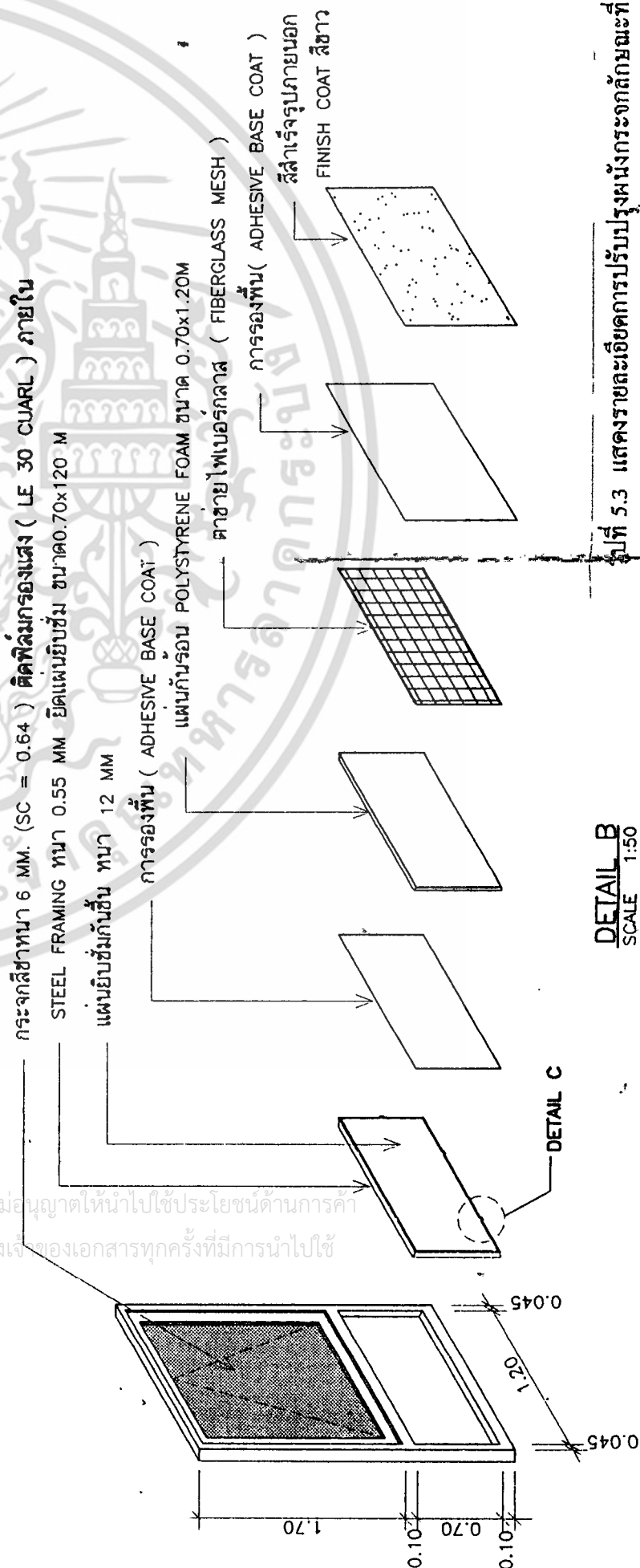




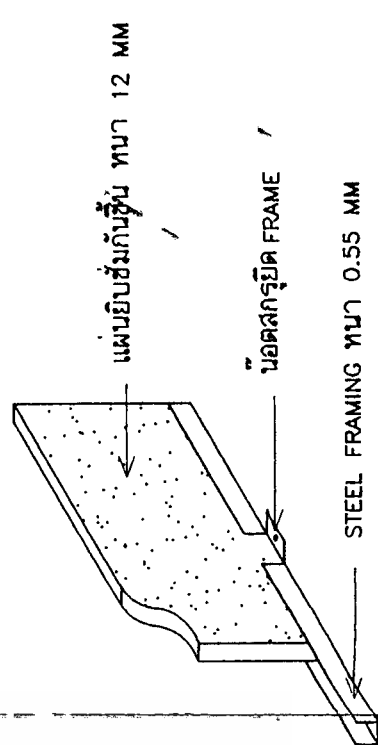
ELEVATION
SCALE 1:50



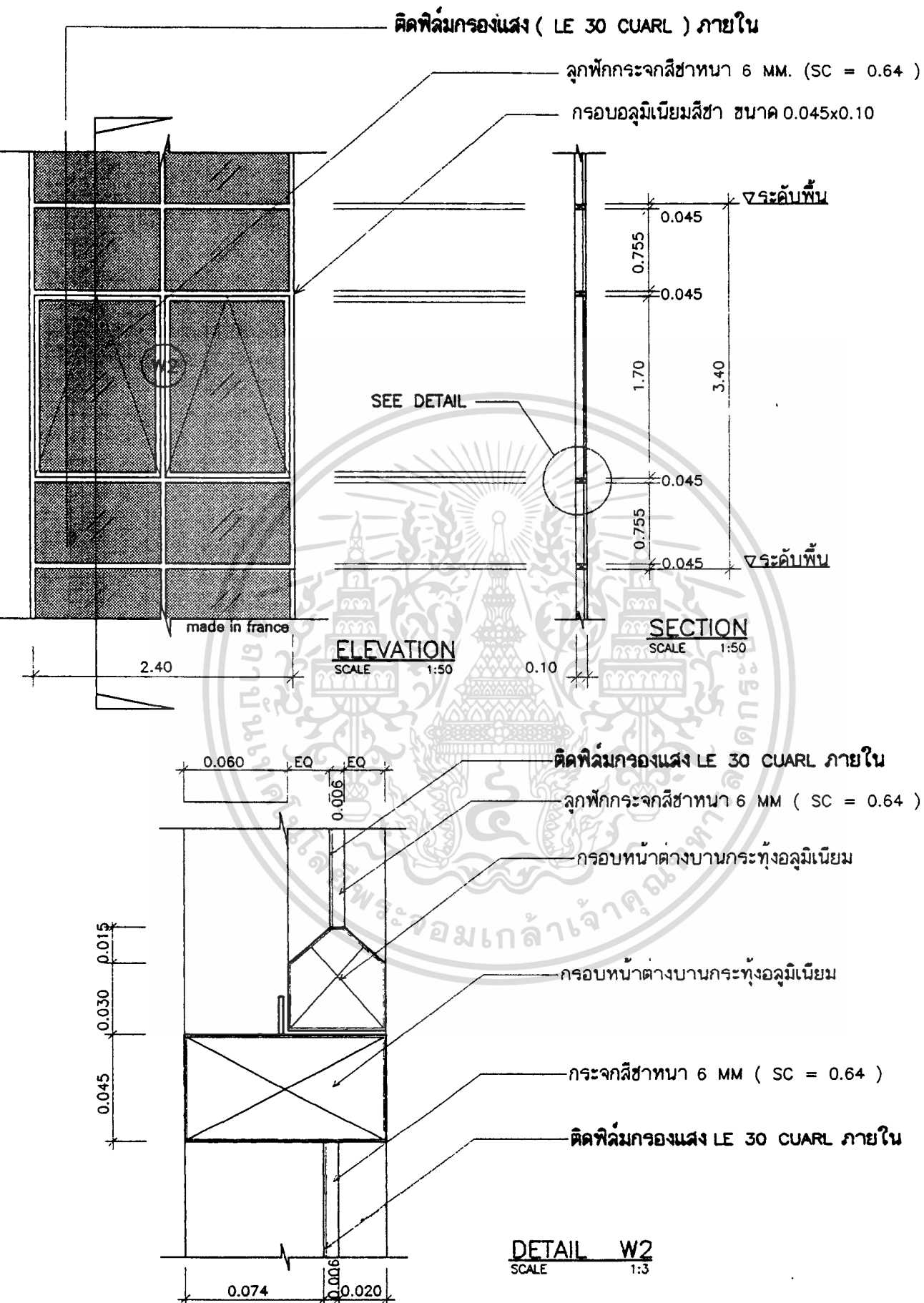
DETAIL A
SCALE 1:3



DETAIL B
SCALE 1:50



DETAIL C
SCALE 1:5



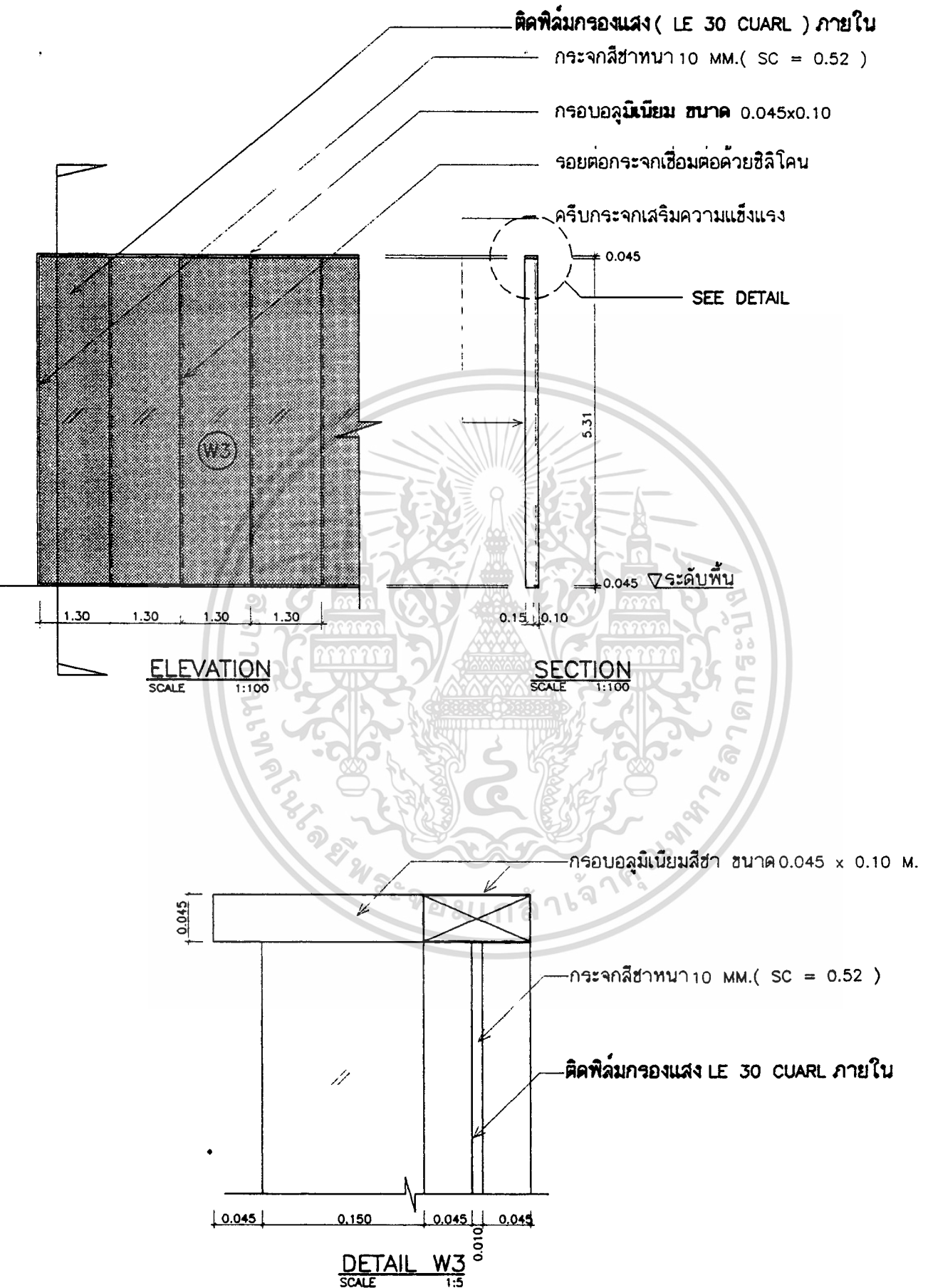
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถ้าทั้งห้าฉบับให้ตัดแบ่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.4 แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 2 (W₂)

ค.) การปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 3 (W_3)

ผนังกระจกลักษณะที่ 3 (W_3) มีลักษณะเป็นผนังกระจกสีชา หนา 10 MM. มีค่า SC เท่ากับ 0.52 มีขนาดความสูง 5.4 M. จากระดับพื้น มีความกว้างของกระจก 1.3 เมตรต่อแผ่น เชื่อมรอยต่อกันด้วยซิลิโคนติดตั้งอยู่ภายในกรอบอลูมิเนียมสีชา ขนาด 0.045 X 0.10 M. และเสริมความแข็งแรงของผนังโดยใช้ครีบริบกระจกกว้าง 0.15 M. ยึดตั้งฉากกับผนังกระจกตรงรอยต่อ ซึ่งครีบริบกระจกแต่ละชุดมีระยะห่างกัน 2.60 M. ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของผนังกระจกลักษณะที่ 3 (W_3) จะใช้วิธีการติดฟิล์มกรองแสง ชนิด LE 30 CUARL เพื่อลดค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ลง มีค่าต่ำกว่า 0.32 (ดูรายละเอียดการปรับปรุงตามรูปที่ 5.5)





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น หากต้องการนำเอกสารนี้ไปใช้จะต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.5 แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 3 (W₃)

ง.) การปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 4 (W_4)

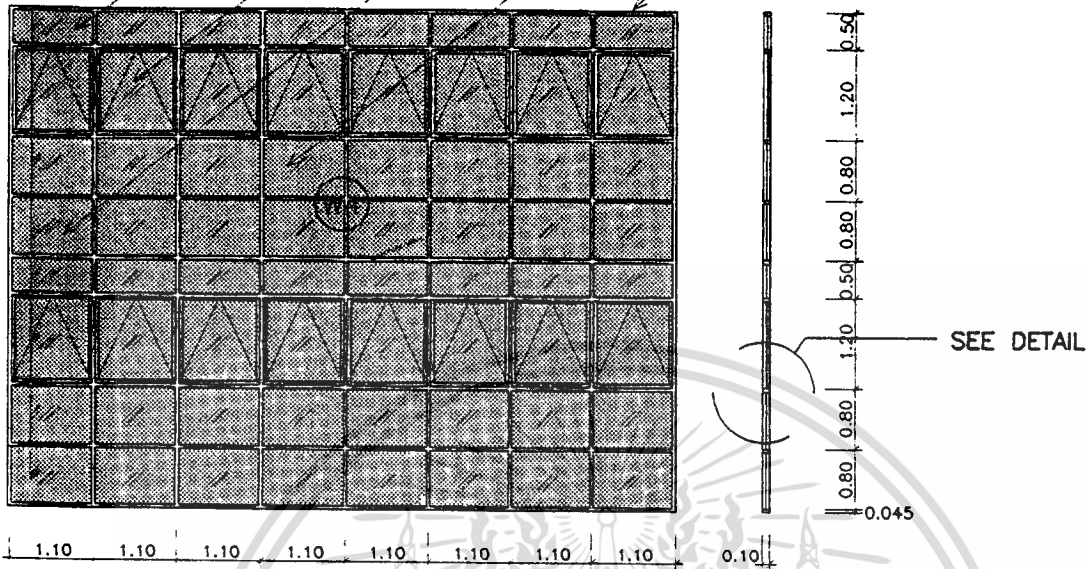
ผนังกระจกลักษณะที่ 4 (W_4) มีลักษณะเป็นผนัง และหน้าต่างกระจกสีชา หน้า 6 MM. ($SC=0.64$) ติดตั้งภายในกรอบอลูมิเนียมสีชา ขนาด 0.045×0.10 M. ส่วนของหน้าต่างเป็นบานกระทุ้ง ขนาดของบานเท่ากับ 1.10×1.20 M. แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของผนังกระจกลักษณะที่ 4 (W_4) จะใช้วิธีติดฟิล์มกรองแสงชนิด LE 30 CUARL เพื่อลดค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (SC) ลง มีค่าเท่ากับ 0.32 (ดูรายละเอียดการปรับปรุง ตามรูปที่ 5.6)



ติดฟิล์มกรองแสง (LE 30 CUARL) ภายใน

กระจกสีชาหนา 6 MM (SC = 0.64)

กรอบอลูมิเนียม ขนาด 0.045x0.10 M



ELEVATION
SCALE 1:100

SECTION
SCALE 1:100

ติดฟิล์มกรองแสง LE 30 CUARL ภายใน

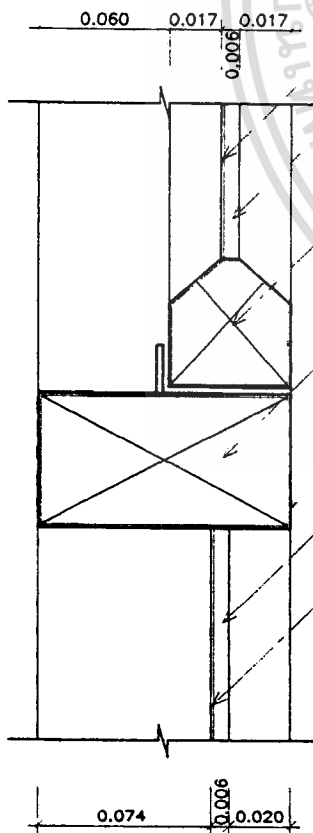
ลูกฟักกระจกสีชาหนา 6 MM (SC = 0.64)

กรอบหน้าต่างบานกระทุ้งอลูมิเนียม

กรอบอลูมิเนียมสีชา ขนาด 0.045 x 0.10 M.

กระจกสีชาหนา 6 MM (SC = 0.64)

ติดฟิล์มกรองแสง LE 30 CUARL ภายใน



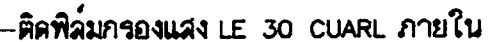
DETAIL W4
SCALE 1:3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 5.6 แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 4 (W₄) ที่มีการนำไปใช้

จ.) การปรับปรุงกระจกผนังกระจกลักษณะที่ 5 (W_5)

ผนังกระจกลักษณะที่ 5 (W_5) มีลักษณะเป็นหน้าต่าง กระจกสีชาหนา 6 MM. ($SC=0.64$) ติดตั้งภายในกรอบอลูมิเนียมสีชาขนาด 0.045 X 0.10 M. เป็นหน้าต่างแบบบานเลื่อนคู่ มีขนาด 1.40 X 1.50 M. แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพจะใช้วิธีการติดฟิล์มกรองแสงชนิด LE 30 CUARL เพื่อลดค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ลง มีค่าเท่ากับ 0.32 (ดูรายละเอียดการปรับปรุง ตามรูปที่ 5.7)





SCALE 1:3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 5.7 แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังกระจกลักษณะที่ 5 (W₅)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกพิมพ์ให้มีเหตุผลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารที่ทำการนำใบนี้ไปใช้

ซึ่งเมื่อได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของผนังกระจกทั้ง 5 ลักษณะดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ก็จะช่วยลดความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคารในส่วนพื้นที่กระจกและเป็นผลทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV) ลดลงด้วย

5.6 การคำนวณค่า OTTV ของอาคารภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคารภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร ในส่วนที่เป็นกระจกโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (OTTV CALCULATION PROGRAM) ช่วยในการคำนวณ ซึ่งจะป้อนข้อมูลรายละเอียดของกรอบอาคารเดิมและข้อมูลของกรอบอาคารในส่วนที่ได้ทำการออกแบบปรับปรุงลงในโปรแกรม

ในส่วนของ SECTION ผนัง ที่ได้ทำการออกแบบปรับปรุงแล้วจะใส่รหัส “M” (MODIFY) อยู่หน้ารหัสทิศทางผนังใน SECTION นั้น ๆ เพื่อให้สามารถรู้ว่า SECTION ใด ได้ทำการปรับปรุงบ้าง ซึ่งเมื่อป้อนข้อมูลในโปรแกรม OTTV แล้ว จะได้ผลการคำนวณค่า OTTV ของอาคาร โดยแยกเป็นมุมอะซิมูท และ SECTION ได้ตามตารางที่ 5.6 ดังนี้

ตารางที่ 5.6

แสดงการคำนวณค่า OTTV ของอาคารภายหลังการปรับปรุง

THE OTTV OF BUILDING (EIFS & FILM)

AZIMUTH ANGLE = -175

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
mpen-b	79.0	3.7	12.0	29.7	0.7	5.0	179.0	0.215	4753.5
mpen-c	151.0	3.7	12.0	104.0	0.7	5.0	179.0	0.261	11932.8
mpen-d	83.0	3.7	12.0	29.7	0.7	5.0	179.0	0.180	4745.6

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 45.0 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -155

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
men-1	163.8	3.7	12.0	622.4	0.7	5.0	179.0	0.245	36757.6
men-2	-	-	-	191.4	0.7	5.0	179.0	0.247	9139.1
men-3	969.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43041.4
men-4	9.0	3.7	12.0	32.4	0.7	5.0	179.0	0.242	1918.8
men-5	9.5	3.7	12.0	34.2	0.7	5.0	179.0	0.242	2025.4
men-6	9.5	3.7	12.0	34.2	0.7	5.0	179.0	0.267	2176.0
men	274.7	0.6	15.0	-	-	-	-	-	2472.3
men-7	8.2	3.7	12.0	39.8	0.5	5.0	179.0	0.212	1976.8
men-8	23.0	3.7	12.0	37.1	0.7	5.0	179.0	0.297	3125.4
mpen-a	49.6	3.7	12.0	26.4	0.7	5.0	179.0	0.320	3806.8

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 42.0 W/sq m

ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = -130

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pen-e	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -110

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
mpen-1	1.7	3.7	12.0	6.7	0.7	5.0	179.0	0.245	392.9
mpen-2	1.7	3.7	12.0	6.7	0.7	5.0	179.0	0.245	392.9
mpen-3	1.7	3.7	12.0	6.7	0.7	5.0	179.0	0.245	392.9
mpen	7.3	0.6	15.0	-	-	-	-	-	65.7

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 38.3 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -85

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-a	63.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	2797.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -65

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
mes-1	151.2	3.7	12.0	574.6	0.7	5.0	217.9	0.239	38686.0
mes-2	-	-	-	151.7	0.7	5.0	217.9	0.230	8120.5
es-3	783.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34783.0
mes-4	13.2	3.7	12.0	47.7	0.7	5.0	217.9	0.236	3210.1
mes-5	14.2	3.7	12.0	51.3	0.7	5.0	217.9	0.236	3452.6
mes-6	14.2	3.7	12.0	51.3	0.7	5.0	217.9	0.236	3452.6
mes	278.3	0.6	15.0	-	-	-	-	-	2504.7
mes-7	33.0	3.7	12.0	159.0	0.5	5.0	217.9	0.157	7312.5

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 43.7 W/sq m

ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = -40

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-b	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -20

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
mpes-1	1.7	3.7	12.0	6.7	0.7	5.0	171.5	0.249	384.8
mpes-2	1.7	3.7	12.0	6.7	0.7	5.0	171.5	0.249	384.8
mpes-3	1.7	3.7	12.0	6.7	0.7	5.0	171.5	0.249	384.8
mpes	7.3	0.6	15.0	-	-	-	-	-	65.7

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 37.5 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 5

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
mpws-1	101.0	3.7	12.0	40.8	0.7	5.0	216.2	0.231	6667.5
mpws-2	162.0	3.7	12.0	104.0	0.7	5.0	216.2	0.261	13432.1
pws-3	102.5	2.0	10.0	-	-	-	-	-	2050.0

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 43.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 25

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
mws-1	159.6	3.7	12.0	606.5	0.7	5.0	111.3	0.286	28542.0
mws-2	-	-	-	191.4	0.7	5.0	111.3	0.302	7097.0
ws-3	969.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43023.6
mws-4	9.0	3.7	12.0	32.4	0.7	5.0	111.3	0.286	1544.7
mws-5	9.5	3.7	12.0	34.2	0.7	5.0	111.3	0.286	1630.5
mws-6	9.5	3.7	12.0	34.2	0.7	5.0	111.3	0.286	1630.5
mws-7	8.2	1.4	12.0	39.8	0.5	8.0	111.3	0.267	1479.7
mws-8	35.5	3.7	12.0	32.4	0.7	5.0	111.3	0.286	2721.3
mws	282.7	0.6	15.0	-	-	-	-	-	2544.3

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 36.8 W/sq m

ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = 95

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pwn-1	184.6	2.0	10.0	-	-	-	-	-	3692.0
pwn-2	184.6	3.7	12.0	-	-	-	-	-	8196.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 32.2 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 115

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
mwn-1	163.8	3.7	12.0	654.4	0.7	5.0	179.0	0.245	38273.5
mwn	241.0	0.6	15.0	-	-	-	-	-	2169.0
mwn-2	-	-	-	167.6	0.7	5.0	179.0	0.247	8002.7
wn-3	785.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34871.8
wn-4	70.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	3108.0
mwn-5	8.8	3.7	12.0	42.4	0.7	5.0	179.0	0.252	2448.7

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 41.1 W/sq m

OTTV OF THIS BUILDING IS 40.9 W/sq m

จากการคำนวณค่า OTTV สามารถสรุปปริมาณความร้อน (Q) ที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารแต่ละด้านมุมอะซิมุท ภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคารได้ดังนี้ (ดูตารางที่ 5.7)

ตารางที่ 5.7
สรุปปริมาณความร้อน (Q) ที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารภายหลังการปรับปรุง

ทิศทางผนัง (มุมอะซิมุท)	รหัสผนัง	ปริมาณความร้อน (Q)	พื้นที่ผนัง (ม ²)		OTTV (W/M ²)
			ผนังทึบ	ผนังกระจก	
AZ = -175	(M) PEN	21,431.9	313.0	163.4	45.0
AZ = -155	(M) EN & PEN	106,439.6	1,516.1	1,017.9	42.0
AZ = -130	PEN	1,864.8	42.0	-	44.4
AZ = -110	(M) PEN	1,244.4	11.9	20.1	38.3
AZ = -85	PES	2,797.2	63.0	-	44.4
AZ = -65	(M) ES	101,532.0	1,287.1	1,035.5	43.7
AZ = -40	PES	1,864.8	42.0	-	44.4
AZ = -20	(M) PES	1,220.1	11.9	20.1	37.5
AZ = 5	(M) PWS	22,149.6	365.5	144.8	43.4
AZ = 25	(M) WS	90,213.0	1,482.6	970.8	36.8
AZ = 95	PEN	11,888.2	369.2	-	32.2
AZ = 115	(M) WN	88,873.7	1,269.0	864.3	41.1
รวมทั้งอาคาร		450,386.8	6,775.1	4,236.8	40.9

จากตารางที่ 5.7 จะเห็นว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคารภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคารแล้ว จะมีค่าเท่ากับ 40.9 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดคือ 55 วัตต์ต่อตารางเมตร และผนังแต่ละด้านมุมอะซิมุทที่ทำการปรับปรุงแล้ว ก็มีค่า OTTV ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตาม พ.ร.บ. ด้วย

5.6.1 การเปรียบเทียบผลค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคารภายหลังการปรับปรุง

จากการคำนวณ OTTV ของอาคารภายหลังการปรับปรุงแล้ว สามารถเปรียบเทียบผลกับค่า OTTV ของอาคารเดิมได้ ดังตารางที่ 5.8 ดังนั้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8

เปรียบเทียบผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

ทิศทางผนัง (มุมอะซิมูท)	กรอบอาคารเดิม (M^2)			กรอบอาคารที่ปรับปรุง (M^2)		
	ผนังทึบ (M^2)	ผนังกระจก (M^2)	OTTV (W/M^2)	ผนังทึบ (M^2)	ผนังกระจก (M^2)	OTTV (W/M^2)
AZ = -175	313.0	163.4	68.5	313	163.4	45.0
AZ = -155	1,242.0	1,292.1	84.0	1,516.1	1017.9	42.0
AZ = -130	42.0	-	44.4	42.0	-	44.4
AZ = -110	5.1	27.3	112.2	11.9	20.1	38.3
AZ = -85	63.0	-	44.4	63.0	-	44.4
AZ = -65	1,009.2	1,313.4	95.2	1,287.1	1,035.5	43.7
AZ = -40	42.0	-	44.4	42.0	-	44.4
AZ = -20	5.1	27.3	109.8	11.9	20.1	37.5
AZ = 5	365.5	144.8	66.3	365.5	144.8	43.4
AZ = 25	1,200.3	1,253.5	69.6	1,482.6	970.8	36.8
AZ = 35	369.2	-	32.2	369.2	-	32.2
AZ = 115	1,028.0	1,105.4	84.4	1,269.0	864.3	41.1
รวมทั้งอาคาร	5,684.4	5,327.5	79.6	6,775.1	4,236.8	40.9

จากตารางที่ 5.8 จะสรุปได้ว่าอาคารเดิม ซึ่งมีอัตราส่วนพื้นที่ผนังทึบต่อผนังกระจกเท่ากับ 51.6 : 48.4 และมีค่า OTTV เท่ากับ 79.6 วัตต์ต่อตารางเมตร เมื่อได้ทำการปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีการออกแบบติดตั้งผนัง EIFS และติดฟิล์มกรองแสงแล้ว จะมีอัตราส่วนพื้นที่ผนังทึบต่อพื้นที่ผนังกระจกที่ผนังกระจกเหลือเพียง 61.6 : 38.4 และมีค่า OTTV ลดลงเหลือ 40.9 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งอัตราส่วนช่องเปิดของผนัง (WINDOW TO WALL RATIO) ที่เหมาะสม ควรจะอยู่ที่ 40%

5.7 การประเมินการใช้พลังงานภายในอาคารภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร

การประเมินการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยใช้โปรแกรม ASEAM 2 ภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร จะเป็นการปรับปรุงอาคารเพื่อจุดมุ่งหมายการประหยัดพลังงาน (ECO, ENERGY CONSERVATION OPPORTUNIT) ซึ่งในกรณีนี้จะเป็นการทำ ECO ในส่วนเฉพาะกรอบอาคาร คือ การติดฟิล์มกรองแสง และการลดพื้นที่กระจก จากการออกแบบข้างต้น โดยไม่เกี่ยวข้องกับระบบ SYSTEM และ PLANT ซึ่งเป็น INTERNAL FACTOR ภายในอาคาร

แต่เนื่องจากกรอบอาคารภายหลังการปรับปรุงแล้ว มีส่วนของผนังทึบ (OPAQUE WALL) อยู่ 2 ประเภท คือ ผนังก่ออิฐฉาบปูน และผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) แต่โปรแกรม ASEAM 2 ขาดด้านการคำนวณว่ากรณีใดทั้งสี่นี้ อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วน INPUT DATA มีข้อจำกัด คือ สามารถป้อนข้อมูลในส่วนผนังทึบ (OPAQUE WALL) ได้เพียงประเภทเดียว ดังนั้นการป้อนข้อมูลในโปรแกรม ASEAM 2 ในส่วนผนังทึบ (OPAQUE WALL) ของกรอบอาคาร จึงต้องใช้ค่า U-VALUE เฉลี่ยของผนังทึบทั้ง 2 ประเภท โดยค่า U-VALUE เฉลี่ย จะมีวิธีการคำนวณหาโดยใช้สูตร

$$U_{W+EIFS} = \frac{U_W \times A_W + U_{EIFS} \times A_{EIFS}}{A_W + A_{EIFS}}$$

โดยที่ U_{W+EIFS} = ค่า U-VALUE เฉลี่ยของผนังทึบแต่ละด้าน
 U = ค่า U-VALUE ของผนังก่ออิฐฉาบปูนแต่ละด้าน
 A_W = พื้นที่ผนังก่ออิฐฉาบปูนแต่ละด้าน
 U = ค่า U-VALUE ของผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) แต่ละด้าน
 A_{EIFS} = พื้นที่ของผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) แต่ละด้าน

เมื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนที่ได้ทำการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารลงไปในโปรแกรม สมบูรณ์แล้วแสดงผล จะได้ผลการประเมินการใช้พลังงานภายหลังการปรับกรอบอาคาร จากโปรแกรม ASEAM 2 ที่สำคัญ 3 ส่วนคือ

1. PEAK LOAD SUMMARY
2. BUILDING ANNUAL ENERGY BY END USE FULL TYPE
3. MONTHLY ENERGY CONSUMPTION

5.7.1 ผลค่าภาระความเย็นของอาคาร (PEAK LOAD SUMMARY)

รายละเอียดการประเมินผลภาระความเย็น (COOLING LOAD) ของอาคารภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคารแล้ว จะสามารถแยกผลการประเมินออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- ก.) ส่วน TOWER (FLOOR 6-24) เป็นผลการประเมินภาระความเย็นของอาคาร
ส่วน TOWER
- ข.) ส่วน PODIUM (FLOOR G-5) เป็นผลการประเมินภาระความเย็นของอาคาร
ส่วน PODIUM
- ค.) ส่วน BUILDING เป็นผลการประเมินภาระความเย็น รวมทั้งอาคาร

ก.) ผลค่าภาระความเย็นของส่วน TOWER

จากการประเมินผลของโปรแกรม ASEAM 2 จะได้ผลของค่าภาระความเย็นในส่วน TOWER ของอาคารดังตารางต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 5.9) ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.9

ผลการประเมินภาระความเย็นส่วน TOWER ของอาคารภายหลังการปรับปรุง

Space: TOWER FLOOR 6-24

Floor Area: 208,624 sq ft

Volume: 1,877,616 cu ft

COOLING
Time of Peak May hour = 17
Outside Temp 102.5 deg F

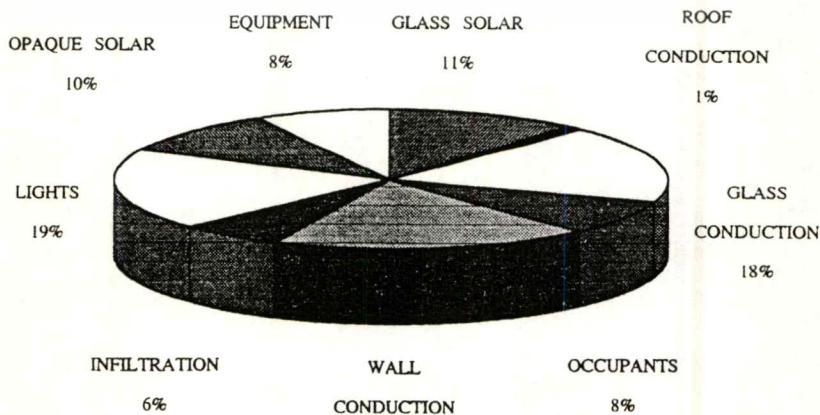
HEATING
Jan hour = 7
57.5 deg F

	Sensible (BTUH)	Latent (BTUH)	Sensible (BTUH)
Glass Solar	342,387		0
Glass Conduction	559,112		-355,799
Wall Conduction	595,929		-379,228
Roof Conduction	43,465		-27,660
Opaque Solar	295,469		0
Door Conduction	0		0
Misc Conduction	0		0
Occupants	238,199	265,996	0
Lights	584,999		0
Equipment	258,023		0
Misc Sensible	0		0
Infiltration	185,884		-295,725
Total	3,103,468		-1,058,411
Total Load / Area	14.9	(BTUH/FT ²)	-5.1

จากตาราง 5.9 จะได้ว่าผลรวมของค่าภาระความเย็นส่วน TOWER ของอาคารมีค่าเท่ากับ 3,103,468 BTUH ซึ่งเฉลี่ยต่อพื้นที่เท่ากับ 14.9 BTUH/FT² โดยสามารถแยกภาระความเย็นออกเป็น ส่วน ๆ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ดังนี้

รูปที่ 5.8

กราฟแสดงค่าภาระความเย็น ส่วน TOWER ของอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแผ่รังสีของกระจก (GLASS SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 342,387 BTUH คิดเป็น 11.0%
- การนำความร้อนของกระจก (GLASS CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 559,112 BTUH คิดเป็น 18.0%
- การนำความร้อนของผนังทึบ (WALL CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 595,929 BTUH คิดเป็น 19.0%
- การนำความร้อนของหลังคา (ROOF CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 43,465 BTUH คิดเป็น 1.0%
- การแผ่รังสีของผนังทึบ (OPAQUE SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 295,469 BTUH คิดเป็น 10.0%
- ผู้ใช้งานในอาคาร (OCCUPANTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 238,199 BTUH คิดเป็น 8.0%
- ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร (LIGHTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 584,999 BTUH คิดเป็น 19.0%
- อุปกรณ์ภายในอาคาร (EQUIPMENT) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 258,023 BTUH คิดเป็น 8.0%
- การรั่วซึมของอากาศ (INFILTRATION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 185,884 BTUH คิดเป็น 6.0%

ข.) ผลค่าภาระความเย็นของส่วน TOWER

จากการประเมินผลของโปรแกรม ASEAM 2 จะได้ผลค่าภาระความเย็นในส่วน PODIUM ของอาคาร ดังตารางที่ 5.10 ดังนี้

ตารางที่ 5.10

ผลการประเมินภาระความร้อนส่วน PODIUM ของอาคารภายหลังการปรับปรุง

Space: PODIUM FLOOR GROUND-5

Floor Area: 108,882 sq ft

Volume: 979,935 cu ft

COOLING
Time of Peak May hour = 17
Outside Temp 102.5 deg F

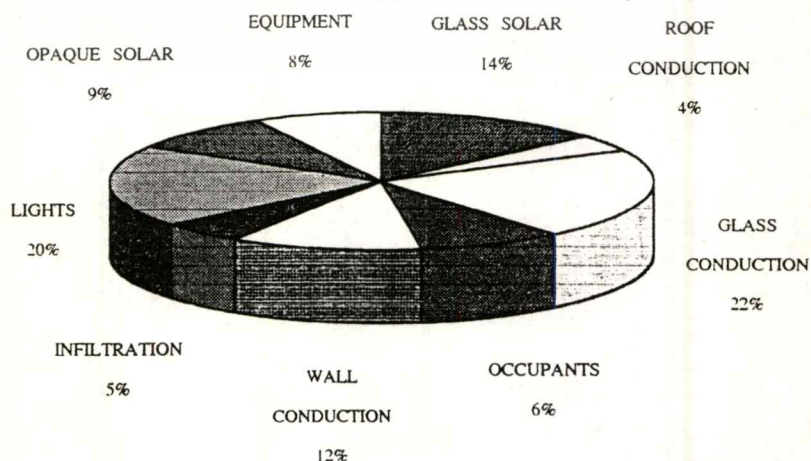
HEATING
Jan hour = 7
57.5 deg F

	Sensible (BTUH)	Latent (BTUH)	Sensible (BTUH)
Glass Solar	284,636		0
Glass Conduction	465,801		-296,419
Wall Conduction	240,674		-153,156
Roof Conduction	88,496		-56,316
Opaque Solar	194,057		0
Door Conduction	2,288		-1,456
Misc Conduction	0		0
Occupants	126,608	138,824	0
Lights	427,283		0
Equipment	157,681		0
Misc Sensible	0		0
Infiltration	97,014		-154,340
Total	2,084,537		-661,687
Total Load / Area	19.1	(BTUH/FT ²)	-6.1

จากตารางที่ 5.10 จะได้ว่าผลรวมของค่าภาระความร้อนของอาคาร ส่วน PODIUM มีค่าเท่ากับ 2,084,537 BTUH ซึ่งเฉลี่ยต่อพื้นที่เท่ากับ 19.1 BTUH/FT² โดยสามารถแบ่งภาระความร้อนออกเป็น ส่วน ๆ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้

รูปที่ 5.9

กราฟแสดงค่าภาระความร้อนส่วน PODIUM ของอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแผ่รังสีของกระจก (GLASS SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 284,636 BTUH คิดเป็น 14.0%
- การนำความร้อนของกระจก (GLASS CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 465,801 BTUH คิดเป็น 22.0%
- การนำความร้อนของผนังทึบ (WALL CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 240,674 BTUH คิดเป็น 12.0%
- การนำความร้อนของหลังคา (ROOF CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 88,496 BTUH คิดเป็น 4.0%
- การแผ่รังสีของผนังทึบ (OPAQUE SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 194,057 BTUH คิดเป็น 9.0%
- ผู้ใช้งานในอาคาร (OCCUPANTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 126,608 BTUH คิดเป็น 6.0%
- ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร (LIGHTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 427,263 BTUH คิดเป็น 20.0%
- อุปกรณ์ภายในอาคาร (EQUIPMENT) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 157,681 BTUH คิดเป็น 8.0%
- การรั่วซึมของอากาศ (INFILTRATION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 97,014 BTUH คิดเป็น 5.0%

ค.) ผลค่าภาระความเย็นรวมของอาคาร

จากการประเมินผลของโปรแกรม ASEM 2 จะได้ผลค่าภาระความเย็นรวมของอาคาร ภายหลังการปรับปรุง ดังตารางที่ 5.11 ดังนี้

ตารางที่ 5.11

ผลการประเมินภาระความเย็นของอาคารภายหลังการปรับปรุง

Space: Building

Floor Area: 317,506 sq ft

Volume: 2,857,551 cu ft

COOLING
Time of Peak May hour = 17
Outside Temp 102.5 deg F

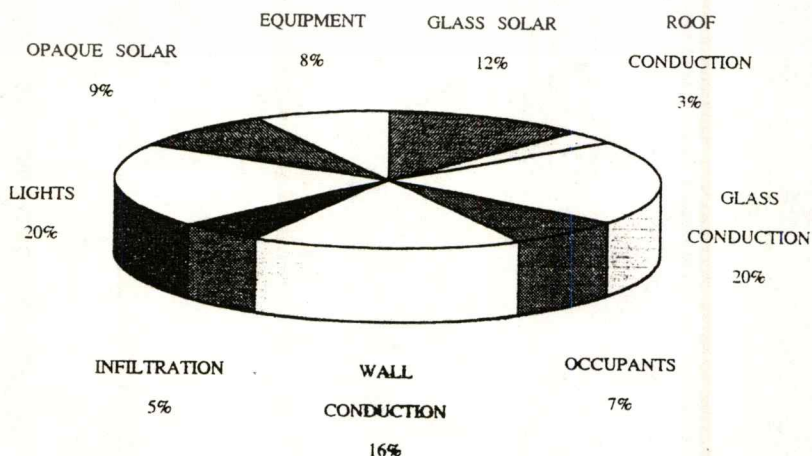
HEATING
Jan hour = 7
57.5 deg F

	Sensible (BTUH)	Latent (BTUH)	Sensible (BTUH)
Glass Solar	627,023		0
Glass Conduction	1,024,914		-652,218
Wall Conduction	836,603		-532,384
Roof Conduction	131,961		-83,975
Opaque Solar	489,527		0
Door Conduction	2,288		-1,456
Misc Conduction	0		0
Occupants	364,807	404,820	0
Lights	1,012,282		0
Equipment	415,703		0
Misc Sensible	0		0
Infiltration	282,898		-450,064
Total	5,188,005		-1,720,097
Total Load / Area	16.3	(BTUH/FT ²)	-5.4

จากตารางที่ 5.11 จะได้ว่าผลรวมค่าภาระความเย็นของอาคาร มีค่าเท่ากับ 5,188,005 BTUH ซึ่งเฉลี่ยต่อพื้นที่เท่ากับ 16.3 BTUH/ft² สามารถแบ่งภาระความเย็นออกเป็น ส่วน ๆ โดยคิดเป็น เปอร์เซนต์ได้ดังนี้

รูปที่ 5.10

กราฟแสดงค่าภาระความเย็นของอาคารภายหลังการปรับปรุง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กราฟแผ่รังสีของกระจก (GLASS SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 627,023 BTUH คิดเป็น 12.0%
- การนำความร้อนของกระจก (GLASS CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 1,024,914 BTUH คิดเป็น 20.0%
- การนำความร้อนของผนังทึบ (WALL CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 836,603 BTUH คิดเป็น 16.0%
- การนำความร้อนของหลังคา (ROOF CONDUCTION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 131,961 BTUH คิดเป็น 3.0%
- การแผ่รังสีของผนังทึบ (OPAQUE SOLAR) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 489,527 BTUH คิดเป็น 9.0%
- ผู้ใช้งานภายในอาคาร (OCCUPANTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 364,807 BTUH คิดเป็น 7.0%
- ไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร (LIGHTS) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 1,012,282 BTUH คิดเป็น 20.0%
- อุปกรณ์ของอาคาร (EQUIPMENT) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 415,703 BTUH คิดเป็น 8.0%
- การรั่วซึมของอากาศ (INFILTRATION) มีค่าภาระความเย็นเท่ากับ 282,989 BTUH คิดเป็น 5.0%

5.7.2 ผลรวมและสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร (BUILDING ANNUAL ENERGY BY END USE AND FUEL TYPE)

ผลรวมและสัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารภายหลังการปรับปรุงที่ได้จากการแสดงผลของโปรแกรม ASEAM 2 จะแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า(KWH)โดยจะแยกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังตารางที่ 5.12 ดังนี้

ตารางที่ 5.12

แสดงผลรวมและสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารภายหลังการปรับปรุง

* Building Annual Energy by *
* End Use and Fuel Type *

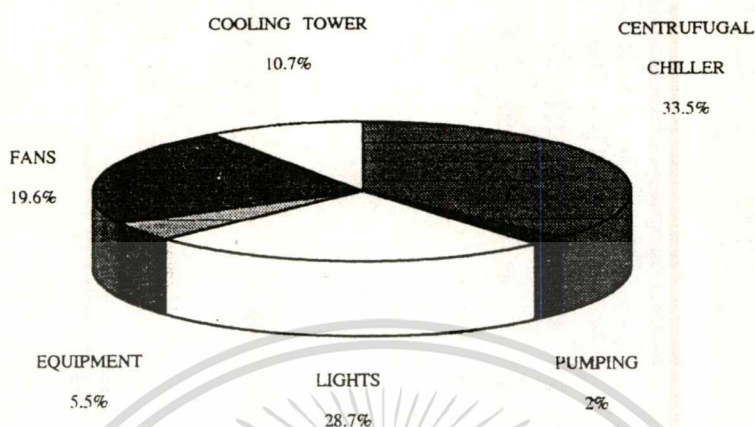
	Electric (KWH)	Site (MBTU)
Heating Energy		
Cooling Energy		
Centrifugal Chiller	2,181,998	7,447.16
Domestic Hot Water Energy		
Building Miscellaneous		
Lights	1,868,220	6,376.23
Equipment	359,134	1,225.72
System Miscellaneous		
Fans	1,274,779	4,350.82
Plant Miscellaneous		
Cooling Tower	696,658	2,377.69
Pumping	135,056	460.95
Consumption Totals	6,515,845	
Unit Cost	\$0.080	
Dollar Cost	\$521,268	\$521,268
Site Energy (MBTU)	22,238.6	22,238.6
Source Energy (MBTU)	75,583.8	75,583.8

จากตารางที่ 5.12 จะได้ว่าผลรวมของค่าการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารจะมีค่าเท่ากับ 6,515,845 KWH ต่อปี โดยสามารถแยกสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.11

กราฟแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารภายหลังการปรับปรุง



- ส่วน CENTRIFUGAL CHILLER ใช้พลังงานไฟฟ้า 2,181,992 KWH ต่อปี คิดเป็น 33.5%

- ส่วน LIGHTS ใช้พลังงานไฟฟ้า 1,868,220 KWH ต่อปี คิดเป็น 28.7%

- ส่วน EQUIPMENT ใช้พลังงานไฟฟ้า 359,134 KWH ต่อปี คิดเป็น 5.5%

- ส่วน FANS ใช้พลังงานไฟฟ้า 1,274,779 ต่อปี คิดเป็น 19.6%

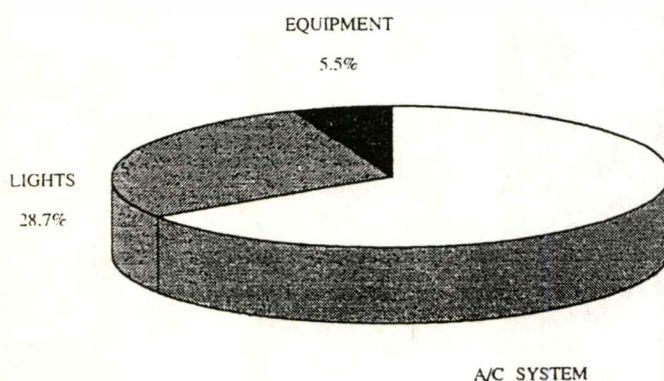
- ส่วน COOLING TOWER ใช้พลังงานไฟฟ้า 696,658 KWH ต่อปี คิดเป็น 10.7%

- ส่วน PUMPING ใช้พลังงานไฟฟ้า 135,056 KWH ต่อปี คิดเป็น 2.0%

ซึ่งเมื่อทำการแบ่งส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนการปรับอากาศ ส่วนไฟฟ้า และส่วนอุปกรณ์อาคาร จะได้สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ดังนี้

รูปที่ 5.12

กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศ 65.8%
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนไฟฟ้าแสงสว่าง 28.7%
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้อุปกรณ์อาคาร 5.5%

นอกจากนี้การแสดงผลจากโปรแกรม ASEAM 2 ยังได้ประเมินค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารภายหลังการปรับปรุงแต่ละเดือนในรอบปีไว้ดังนี้ (ดูตาราง 5.13)

ตารางที่ 5.13

แสดงผลค่าการประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารแต่ละเดือนในรอบปี

Month	Natural Gas (Therms)	Oil (Gallons)	Electricity (kwh)	District Heating (MBTU)	District Cooling (MBTU)
Jan	0	0	528,178	0.0	0.0
Feb	0	0	496,245	0.0	0.0
Mar	0	0	561,971	0.0	0.0
Apr	0	0	562,908	0.0	0.0
May	0	0	582,114	0.0	0.0
Jun	0	0	547,279	0.0	0.0
Jul	0	0	562,918	0.0	0.0
Aug	0	0	554,919	0.0	0.0
Sep	0	0	534,340	0.0	0.0
Oct	0	0	546,273	0.0	0.0
Nov	0	0	513,699	0.0	0.0
Dec	0	0	524,999	0.0	0.0
Ann	0	0	6,515,845	0.0	0.0

5.7.3 การเปรียบเทียบผลการประเมินการใช้พลังงานภายในอาคารภายหลังการปรับปรุง

เป็นการเปรียบเทียบผลการประเมินการใช้พลังงานระหว่างอาคารเดิมกับอาคารที่ได้ทำการปรับปรุงในส่วนกรอบอาคาร เพื่อที่จะลดค่าภาระความเย็นและสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่ลดลงโดยมีการเปรียบเทียบให้เห็นจากตารางที่ 5.13 และตารางที่ 5.14 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.14

การเปรียบเทียบค่าโหลดภาระความเย็นของอาคารภายหลังการปรับปรุง

PEAK LOAD SUMMARY	กรอบอาคารเดิม		กรอบอาคารที่ปรับปรุง		ค่าที่ลดลง (BTUH)
	SENSIBLE (BTUH)	%	SENSIBLE (BTUH)	%	
GLASS SOLAR	1,817,573	26.4	627,023	12.1	1,190,550
GLASS CONDUCTION	1,519,116	22.0	1,024,914	19.8	494,202
WALL CONDUCTION	754,567	11.0	836,603	16.1	-82036
ROOF CONDUCTION	143,958	2.0	131,967	2.6	11,997
OPAQUE SOLAR	551,039	8.0	489,527	9.4	61,512
DOOR CONDUCTION	2,496	0.1	2,288	0.1	208
OCCUPANTS	364,807	5.3	364,807	7.0	-
LIGHTS	1,012,282	14.6	1,012,282	19.5	-
EQUIPMENT	415,703	6.1	415,703	8.0	-
INFILTRATION	308,616	4.5	282,898	5.4	25,718
รวมค่าโหลดภาระความเย็น	6,890,156	100.0	5,188,005	100.0	1,702,151

ตารางที่ 5.15

การเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารภายหลังการปรับปรุง

BUILDING ANNUAL ENERGY	กรอบอาคารเดิม		กรอบอาคารที่ปรับปรุง		ค่าที่ลดลง (KWH/ปี)
	ELECTRIC (KWH)	%	ELECTRIC (KWH)	%	
CENTRIFUGAL CHILLER	2,835,663	36.7	2,181,998	33.5	653,665
LIGHTS	1,868,220	24.2	1,868,220	28.7	-
EQUIPMENT	359,134	4.6	359,134	5.5	-
FANS	1,772,192	22.9	1,274,779	19.5	497,413
COOLING TOWER	721,526	9.4	696,658	10.7	24,868
PUMPING	168,799	0.2	135,056	2.1	33,743
CONSUMPTION TOTALS	7,725,534	100	6,515,845	100	1,209,689

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.14 และตารางที่ 5.15 จะเห็นได้ว่าภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคารแล้ว จะสามารถลดโหลดภาระความเย็นลงเท่ากับ 1,702,151 BTUH และการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนการปรับอากาศจะลดลง 1,203,689 KWH ต่อปี

สรุปได้ว่า ภายหลังจากการออกแบบและปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนที่เป็นพื้นที่กระจกแล้ว สามารถลดภาระความเย็นและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนการปรับอากาศลงได้

5.8 การประเมินผลการลงทุนและผลคุ้มค่าในการปรับปรุงกรอบอาคาร

การประเมินผลการลงทุนและผลคุ้มค่าในการปรับปรุงกรอบอาคารจะเป็นการคำนวณประเมินเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่จะต้องลงทุนไปในการปรับปรุงกรอบอาคารและประเมินผลตอบแทน ซึ่งจะเป็นค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปีภายหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคารแล้ว โดยจะประเมินผลระยะคุ้มค่าเป็นระยะเวลาต่อปี เดือน ซึ่งจะมีรายละเอียดในการประเมินผลดังต่อไปนี้

5.8.1 การประเมินผลการลงทุน จะประเมินโดยคิดราคาต่อหน่วยพื้นที่ซึ่งจะอ้างอิงราคาต่อหน่วยโดยการติดต่อขอรายละเอียดของราคาวัสดุรวมทั้งการติดตั้งจากบริษัทผลิตภัณฑ์โดยตรง ซึ่งสามารถแยกการประเมินผลการลงทุนออกเป็น 2 ส่วน คือ

ก. การประเมินผลการลงทุนในส่วนการติดตั้งฟิล์มกรองแสง

ข. การประเมินผลการลงทุนในส่วนการติดตั้งผนังกันร้อนภายนอกโดยมีรายละเอียดในการประเมินดังนี้

ก.) การติดฟิล์มกรองแสง กรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกมีพื้นที่ในการติดฟิล์มกรองแสงเท่ากับ 4,105.1 ตารางเมตร ราคาต่อหน่วยของฟิล์มกรองแสงรวมค่าติดตั้งเท่ากับ 1,230 บาทต่อตารางเมตร ฉะนั้นค่าใช้จ่ายการลงทุนในส่วนของการติดฟิล์มกรองแสงแล้ว เท่ากับ 5,049,273 บาท

พื้นที่กระจกกรอบอาคาร (M ²)	ราคาต่อหน่วย (บาท/ตร.ม.)	รวมราคาการลงทุน (บาท)
4,105.1	1,230	5,049,273

ราคาต่อหน่วย : ปัญญา ช่างฉา. MAKETING COORDINATOR บริษัท 3 เอ็มประเทศไทย จำกัด.

ข.) การติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) กรอบอาคารในส่วนที่ติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก มีพื้นที่เท่ากับ 1,222.4 ตารางเมตร ราคาต่อหน่วยของระบบผนังกันร้อนภายนอก รวมค่าอุปกรณ์และการติดตั้งเท่ากับ 568 บาทต่อตารางเมตร ฉะนั้นค่าใช้จ่ายการลงทุนในส่วนของการติดตั้งผนังกันร้อนภายนอกเท่ากับ 694,323.2 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่กรอบอาคารที่ติดตั้งระบบ ผนัง EIFS (M ²)	ราคาต่อหน่วย (บาท/ตร.ม.)	รวมราคาการลงทุน (บาท)
1,222.4	568	694,323.2

ราคาต่อหน่วย : บุญประทาน ภาสะประหาส. ผู้จัดการแผนกการตลาด/การติดตั้งผลิตภัณฑ์
บริษัท ที.จี. อาร์เมอร์วอลล์ จำกัด .

สรุปได้ว่าในส่วนของการประเมินผลการลงทุนเพื่อปรับปรุงกรอบอาคาร จะมีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 5,743,596.2 บาท ในการลงทุน

5.8.2 การประเมินผลการคุ้มทุน จะมีวิธีการประเมินโดยคิดจากจำนวนหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า (KWH) ภายในอาคารที่ลดลงต่อปี ภายหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคาร จากนั้นก็จะประเมินค่าพลังงานไฟฟ้า (KWH) ที่ลดลงต่อปี เป็นจำนวนเงิน ซึ่งถือเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดลงได้ต่อปี

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง (KWH ต่อปี)	UNIT COST (\$)	DOLLAR COST (\$)	คิดเป็นเงินต่อปี (บาท)
1,209,689	0.08	96,775	2,419,375

จะเห็นว่าภายหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคารแล้ว จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าลง คิดเป็นเงินเท่ากับ 2,419,375 บาทต่อปี โดยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้กับอาคารเท่ากับ 1,209,689 KWH ต่อปี

5.8. การประเมินระยะเวลาการคุ้มทุนภายหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคาร

การประเมินระยะเวลาการคุ้มทุนภายหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคาร จะใช้วิธีการเปรียบเทียบจากราคาประเมินการลงทุนกับผลประโยชน์ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปีภายหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคาร ดังนี้

ราคาประเมินการลงทุน	=	5,743,596.2	บาท
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง	=	2,419,375	บาท/ปี
ซึ่งเฉลี่ยต่อเดือน	=	2,419,375 ÷ 12	
	=	201,614.6	บาท/เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารร่างงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรใช้ประกอบการตัดสินใจในการดำเนินการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงค่าใช้จ่ายที่ลดลงเฉลี่ยต่อเดือน นำไปใช้

$$\therefore \text{ระยะเวลาคุ้มทุน} = \frac{5,743,596.2}{201,641.6} = 28.5 \text{ เดือน}$$

สรุปได้ว่า การปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อจุดมุ่งหมายเพื่อการประหยัดพลังงานจะใช้ระยะเวลาในการคุ้มทุนภายในเวลา 28.5 เดือน หรือเท่ากับเวลา 2 ปี 5 เดือน

*หมายเหตุ ในการลงทุนเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคารนี้สามารถรับบริการเงินทุนหมุนเวียน หรือเงินอุดหนุนสำหรับการลงทุนและดำเนินงานในการอนุรักษ์พลังงาน จากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้ ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในหมวด 4 และหมวด 5



บทที่ 6

สรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคาร

จากการออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคารไทยประกันชีวิต ซึ่งมีแนวทางที่นำมาใช้ปรับปรุงจากการวิเคราะห์อยู่ 2 แนวทางด้วยกันคือ การปรับปรุงโดยวิธีการติดตั้งระบบผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) เพื่อลดพื้นที่กระจก และการติดฟิล์มกรองแสง

ในส่วนของแนวทางการปรับปรุงโดยวิธีการติดตั้งผนังกันร้อนภายนอก (EIFS) ซึ่งจะทำการติดตั้งกับผนังกรอบอาคารส่วนที่เป็นกระจกในลักษณะที่ 1 (W1) (ดูหัวข้อ 5.5.3) โดยจะติดตั้งในระดับ 0.10 - 0.80 เมตร จากระดับพื้นในทิศทางมุมอะซิมุทที่ $AZ = -155$, $AZ = -65$, $AZ = 25$ และ $AZ = 115$ คิดเป็นพื้นที่ในการติดตั้งเท่ากับ 1,222.4 ตารางเมตร

ส่วนแนวทางการปรับปรุงโดยวิธีการติดฟิล์มกรองแสง ซึ่งจะทำการติดตั้งกับกรอบอาคารในส่วนพื้นที่กระจกส่วนที่เหลือ คิดเป็นพื้นที่ในการติดตั้งเท่ากับ 4,105.1 ตารางเมตร (ดูหัวข้อ 5.5)

ซึ่งภายหลังจากได้ทำการปรับปรุงกรอบอาคารตามแนวทางการออกแบบข้างต้นแล้ว ทำการวิเคราะห์ผลการปรับปรุง พบว่าการปรับปรุงกรอบอาคารจะมีผลทำให้อัตราส่วนช่องเปิด (WINDOW TO WALL RATIO) ของกรอบอาคารลดลงจากเดิมซึ่งมีค่าเท่ากับ 48.4% ลดลงเหลือ 38.4% และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV) ที่ลดลง จากเดิมซึ่งมีค่าเท่ากับ 79.6 วัตต์ต่อตารางเมตร ลดลงเหลือ 40.9 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งค่า OTTV ของอาคารภายหลังจากการปรับปรุงแล้ว จะอยู่ในเกณฑ์ที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดคือ 55 วัตต์ต่อตารางเมตร

นอกจากนี้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของการปรับอากาศของอาคารก็จะลดลง จากเดิมซึ่งใช้พลังงานเท่ากับ 7,725,534 KWH ต่อปี จะลดลงเหลือ 6,890,156 ต่อปี ซึ่งจะสามารถประหยัดพลังงานในส่วนของการปรับอากาศได้ถึง 1,209,689 KHW ต่อปี ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารลงไปได้ คิดเป็นเงิน 2,419,375 บาท/ปี ทั้งนี้การลงทุนในการติดตั้งปรับปรุงกรอบอาคาร จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน คิดเป็นเงิน 5,743,596.2 บาท ดังนั้นภายหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคารแล้ว จะมีระยะเวลาในการลงทุน ภายในเวลา 2 ปี 4 เดือน

จึงสรุปได้ว่า แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพกรอบอาคารไทยประกันชีวิต ที่นำเสนอขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้ปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนที่เป็นกระจกนั้น มีผลทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV) ลดลง ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารลง ทำให้สภาพของอาคารภายหลังจากการปรับปรุง อยู่ในเกณฑ์กำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายว่าด้วยการอนุรักษ์พลังงานที่ 19 นอกจากนี้อาคารไทยประกันชีวิตที่ได้ทำการปรับปรุงจะได้รับผลคุ้มทุนในระยะเวลายันสมควรด้วย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน

ในการนำเสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารที่มีการใช้งานอยู่เดิม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารนั้น สามารถจะนำเสนอวิธีปฏิบัติออกเป็น 2 แนวทางใหญ่ ๆ คือ

1. แนวทางการประหยัดพลังงานโดยการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคาร
2. แนวทางการประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ (SYSTEM) ภายในอาคาร

1.) แนวทางการประหยัดพลังงานโดยการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคาร

ในกรณีนี้จะเป็นการเน้นในด้านการลดพลังงานไฟฟ้าในส่วนการปรับอากาศของอาคารเพียงอย่างเดียว โดยการแก้ไขปัญหามาระความร้อน (COOLING LOAD) ของภายในอาคารที่เกิดขึ้นจากส่วนรอบอาคารหรือ EXTERNAL FACTOR เพียงอย่างเดียว ซึ่งจะทำให้ได้โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคาร คือ ส่วนผนัง หน้าต่าง หลังคา และอุปกรณ์บังแดดของอาคาร โดยทำการวิเคราะห์ในส่วนของกรอบอาคารแต่ละส่วนที่เป็นสาเหตุทำให้ปริมาณความร้อน (Q) สามารถถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้ในปริมาณมาก จากนั้นจึงทำการปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนนั้น ๆ โดยหาแนวทางที่เหมาะสมมาใช้

ทั้งนี้ในการพิจารณาแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารก็ควรจะคำนึงถึงลักษณะความเป็นไปได้ของโครงสร้างอาคารเดิมและคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาปรับปรุงกรอบอาคาร ซึ่งวัสดุที่จะนำมาใช้เพื่อการปรับปรุงกรอบอาคาร ควรจะมีการพิจารณาคุณสมบัติของวัสดุใน 4 ประเด็น ดังต่อไปนี้

ก.) มีคุณสมบัติในด้านการป้องกันความร้อนได้ดี คือ วัสดุจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อน (R-VALUE) สูง และมีค่าความจุความร้อนต่ำ (THERMAL CAPACITY) นอกจากนี้วัสดุควรจะมี ความคงทนต่อการใช้งาน ไม่ดูดหรืออมความชื้นและกันน้ำได้ดี

ข.) มีคุณสมบัติในด้านการทำงานเพื่อติดตั้งปรับปรุง คือ วัสดุจะต้องมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง มีขั้นตอนการติดตั้งที่สะดวกรวดเร็ว มั่นคง แข็งแรง มีน้ำหนักเบาและกระทบกระเทือนต่อโครงสร้างเดิมน้อยที่สุด

ค.) มีคุณสมบัติในด้านระบบเศรษฐกิจ คือ วัสดุควรจะมีใช้อย่างแพร่หลายสามารถหาซื้อได้ง่าย และมีราคาที่เหมาะสม ภายหลังจากใช้งานมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ

ง.) มีคุณสมบัติในด้านสภาพแวดล้อม คือ จะต้องไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม บริเวณข้างเคียง และต่อผู้ใช้อาคาร มีความสวยงาม ทนทาน

อย่างไรก็ตามการที่จะหาวัสดุที่มีคุณสมบัติเพียบพร้อมพร้อมทั้ง 4 ประเด็น ก็คงจะเป็นไปไม่ได้ยาก เนื่องจากข้อจำกัดของประเภทวัสดุที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่การเลือกใช้หากได้น่าคุณสมบัติที่กล่าวมาแล้วเป็นหลัก ในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนต่าง ๆ ได้อย่างถูก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องและเหมาะสมแล้ว นอกจากจะทำให้กรอบอาคารที่ทำการปรับปรุงมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคารแล้ว ยังส่งผลดีต่อการปรับปรุงอาคารทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม การทำงาน และด้านสภาพแวดล้อมอีกด้วย

2.) แนวทางการประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ (SYSTEM) ภายในอาคาร

ในกรณีของอาคารซึ่งมีการใช้งานอยู่แล้ว ลักษณะของการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบภายในอาคาร จะเน้นในเรื่องของวิธีการบำรุงรักษาและการใช้งานของระบบ (SYSTEM) อย่างถูกต้องและจะทำเฉพาะส่วนที่ไม่ต้องลงทุนหรือต้องลงทุนบ้างแต่ก็จะได้รับผลตอบแทนในเวลาอันรวดเร็ว โดยการปรับปรุงจะไม่มีผลกระทบต่อส่วนต่าง ๆ และการใช้งานของอาคาร แต่จะส่งผลให้เกิดการประหยัดการใช้พลังงานขึ้นภายในอาคาร

สำหรับระบบภายในอาคารที่จะกล่าวถึง จะมีด้วยกันอยู่ 2 ระบบคือ ระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งจะมีข้อแนะนำในการปรับปรุงระบบเพื่อการประหยัดพลังงาน ดังต่อไปนี้

ก.) ข้อแนะนำในการใช้งานและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ เพื่อการประหยัดพลังงาน มีดังนี้

1. ทำการทดสอบการทำงานและปรับแต่งสมรรถนะของระบบปรับอากาศทุก ๆ ปี เพื่อให้ระบบปรับอากาศทำงานอย่างมีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลา
2. เริ่มเดินเครื่องให้ช้าที่สุด ที่จะทำให้อากาศภายในอยู่สภาวะพอดี เมื่อเริ่มใช้อาคารในแต่ละวัน (OPTIMUM START)
3. หยุดเดินเครื่องให้เร็วที่สุด ที่จะทำให้อากาศภายในอยู่ในสภาวะพอดี เมื่อเลิกใช้อาคาร (OPTIMUM STOP)
4. ควรตั้งเทอร์โมสแตท ให้ควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส
5. ปิดไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ เมื่อไม่ใช้งาน เพื่อลดภาระความเย็นภายในอาคารให้น้อยลง
6. ควรปรับปรุงคุณภาพของอุปกรณ์ COOLING TOWER ให้มีสภาพดีอยู่เสมอ
7. ควรทำความสะอาดหอผึ่งน้ำ (COOLING TOWER) รวมถึงหวัสเปร์ยนํ้าอยู่เสมอ เพื่อให้ผิวระบายความร้อนได้ดีขึ้น
8. ควรทำความสะอาดเครื่องควบแน่น (CONDENSER) ตามความเหมาะสม เนื่องจากระบบน้ำหมุนเวียน ในระบบปิด ระบบเปิดน้ำ ระเหยตลอดเวลา ผิวคานในของเครื่องควบแน่น จึงมักมีตะกอนและสิ่งสกปรก ทำให้อุณหภูมิเครื่องควบแน่นสูงขึ้น
9. ควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในระบบน้ำหล่อเย็นอย่างสม่ำเสมอ ให้น้ำปราศจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ความกระตือรือร้น เพื่อให้ผิวท่อน้ำสะอาดช่วยให้มีการถ่ายเทความร้อนดี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและซ่อมแซมฉนวนท่อน้ำ รวมทั้งแก้ไขการรั่วของน้ำเย็นที่อุปกรณ์ต่าง ๆ
11. ตรวจสอบการรั่วของท่อลมที่อาจเกิดขึ้นได้รวมถึงการซ่อมแซมฉนวนท่อลมเสียหาย
12. ควรทำความสะอาดแผงกรองอากาศและชุดทำความเย็น (COOLING COIL) เป็นประจำ เพื่อช่วยให้การถ่ายเทความร้อนดี

ข.) ข้อเสนอแนะในการใช้งานและบำรุงรักษาระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานมีดังนี้

1. ควรทำความสะอาดดวงโคมและตัวหลอดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะให้อยู่ในสภาพที่สามารถให้แสงสว่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ในกรณีที่หลอดเสียหรือหลอดขาดให้เปลี่ยนมาใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูง คือ ให้ปริมาณแสงสว่าง (LUMENS) มาก แต่ใช้กำลังไฟฟ้า (WATTS) ต่ำ เช่น หลอด FLUORESCENT ชนิดประหยัดพลังงาน หรือหลอด SL เป็นต้น
3. ปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่ต้องการใช้ เช่น ในช่วงเวลาหยุดพักเที่ยง
4. ติดตั้งวงจรควบคุมแสงสว่างเพิ่มขึ้น คือ สามารถทำให้เปิด-ปิดวงจรแสงสว่างในพื้นที่ที่ไม่ต้องการใช้งานอย่างสะดวกหรือแยกวงจรเปิด-ปิด ไฟในส่วนบริเวณที่สามารถใช้แสงสว่างจากแสงอาทิตย์ได้
5. ติดตั้งเครื่องควบคุมเวลา (TIMER) หรือ TIME DELAY SWITCH ทำงานเปิด-ปิด ไฟฟ้า ณ บริเวณที่ใช้ไฟฟ้าในบางช่วงเวลา
6. ติดตั้งสวิทช์แสงแดด (PHOTO CELL SWITCH) สำหรับควบคุมการเปิด-ปิด ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่นอกอาคาร

ซึ่งข้อเสนอแนะที่กล่าวมาหากได้มีการพิจารณานำไปใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ก็จะส่งผลทำให้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารที่ใช้อยู่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และสามารถจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายลงไปได้

ทั้งนี้จะสรุปได้ว่าในการที่จะปรับปรุงอาคารที่มีการใช้งานอยู่แล้ว โดยมีจุดประสงค์เพื่อการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารควรที่จะมีแนวทางการปฏิบัติเพื่อการปรับปรุง ทั้ง 2 แนวทางดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ควบคู่กันไป นั่นคือ การลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคารและการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ (SYSTEM) ภายในอาคาร ซึ่งจะทำให้เกิดผลในการประหยัดพลังงานได้ดียิ่งขึ้น

ในการประหยัดการใช้พลังงานภายในอาคารที่เกิดขึ้นภายหลังการปรับปรุงอาคาร จะส่งผลดีโดยตรงทั้งส่วนภาคเอกชนหรือเจ้าของอาคาร และต่อส่วนรวมหรือภาครัฐบาล นั่นคือในส่วนภาคเอกชนหรือเจ้าของอาคาร แม้จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อการปรับปรุงอาคาร ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กุ่มทุนในช่วงเวลาหนึ่ง แต่จะส่งผลดีต่อเจ้าของอาคารในระยะยาวคือ จะลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของอาคารลงตลอดไปในส่วนของภาครัฐบาลนั้น ก็จะเป็นการตอบสนองต่อนโยบายของรัฐบาลตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535-2539) ซึ่งได้มีการออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายกระทรวงมาตราที่ 17-22 โดยมุ่งเน้นและให้ความสำคัญในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารเพื่อที่จะให้มีการใช้พลังงานภายในประเทศอย่างคุ้มค่าและลดการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองภายในประเทศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรรณานุกรม

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กองอนุรักษ์พลังงาน. กองอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2536.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ : กองอนุรักษ์ พลังงาน, 2536.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2535.

กุสภานา ภูษา. “การประเมินการใช้พลังงานในอาคารโดยใช้ ASEAM 2 (ASEAM 2 CALCULATION).” เอกสารวิชาการคณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ม.ป.ท. (พิมพ์ดีด)

กุสภานา ภูษา และพัฒนา รักความสุข. “คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณค่า OTTV และ RTTV.” เอกสารวิชาการคณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2533. (อัดสำเนา)

คณะพลังงานและวัสดุ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, “รายงานการวิเคราะห์และแนวทางการลดค่าใช้จ่ายพลังงานบริษัทไทยประกันชีวิต จำกัด เสนอต่อฝ่ายประหยัดพลังงานกองเศรษฐกิจการพลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.” ม.ป.ท., 2535 (พิมพ์ดีด)

คณะพลังงานและวัสดุ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, “รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในอาคารธุรกิจ.” เอกสารวิชาการ. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาส่งเสริมพลังงาน, 2535.

จุลละพจน์ จุลละโพธิ และกุสภานา ภูษา. “รายงานการวิเคราะห์โครงการทดสอบสมรรถนะเชิงคุณภาพของผนังสำเร็จรูปผลิตภัณฑ์ของบริษัทที.จี. อาร์เมอร์วอลล์ จำกัด.” คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2533.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร.
ม.ป.ท.

สุภรณ์ นาวิเรืองรัตน์, “ทำความเข้าใจกับ พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535,”
สารอนุรักษ์พลังงาน ปีที่ 4, ฉบับที่ 22-23 (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2535) : 8-25.

สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์. “ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของพลังงานของทั้งอาคาร,” เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน ผลกระทบและทางออกในการออกแบบสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ จัดโดย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 21-22 มกราคม 2536.

สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์ และศุภชาติ จงไพบูลย์พัฒนะ. “รายงานฉบับสมบูรณ์การศึกษาเพื่อจัดทำมาตรฐานและหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานในอาคารระยะที่ 2 อาคารควบคุมและอาคารพักอาศัย.” รายงานทางวิชาการ คณะเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ม.ป.ท., 2536.

สำนักงานพลังงานแห่งชาติ, กองเศรษฐกิจการพลังงาน. คู่มือการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคารพาณิชย์. ม.ป.ท., 2536.

สำนักงานพลังงานแห่งชาติ. “ผลการสำรวจความคิดเห็นต่อร่างมาตรฐานและหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารพาณิชย์.” รายงานทางวิชาการ. ม.ป.ท.2536

DEPARTMENT OF EMPLOYMENT AND INDUSTRIAL RELATIONS WORKING
ENVIRONMENT BRANCH, ARTIFICIAL LIGHT AT WORK. AUSTRALIAN
OVERMENT PUBLISHING SERVICE CANBERRA 1984.

JAMES A. FIREOVID P.E.AND LYNN R. FRYER, PROGRAM AND USER'S MANUAL.
FIRST EDITION, MARCH 1987.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

J.M.SPANCER, CALCULATION OF SOLAR POSITION FOR BUILDING PURPOSES.
COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH
ORGANIZATION (NO.14), AUSTRALIA 1965.

JEFEREY ELLIS ARONIN, CLIMATE AND ARCHITECTURE. REINHOLD FUBLISHING
CORPORATION, NEWYORK U.S.A., LIBRARY OF CONGRESS CATALOG CARD
NUMBUR 53-9171.

K.R.RAO AND E.R.BALLANTYNE, SOME INVESTIGATIONS ON THE SOL-AIR
EMPERTURE CONCEPT. COMMON-WEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL
ESEACH ORGANIZATION (NO.27), AUSTRALIA 1970.

M.J.WOOLDRIDGE, SOLAR RADIATION AND ITS EFFECTS ON AIR CONDITIONING
LOAD. REPORT E.D.12 MELBOURNE, 1992.

OLGYAY AND OLGAY, SOLAR CONTROL AND SHADING DEVICES.

THE FACULTY OF ENGINEERING CHIANG MAI UNIVERSITY, "EXECUTIVE
SUMMARY ENERGY AUDIT IN COMMERCIAL BUILDINGS PROJECT,"
SUBMITTED TO THE DEPARTMENT OF ENERGY AFFAIRS MINISTRY OF
SCIENCE, TECHNOLOGY AND ENVIRONMENT. MAY 1993.



1.) ข้อมูลรายละเอียดของหม้อแปลงไฟฟ้าภายในอาคาร

หม้อแปลง ลูกที่	ผู้ผลิต	พิกัด (KVA)	แรงดันสูง (KV)	แรงดันต่ำ (V)	ตำแหน่งที่ตั้ง
1	TRAFO UNION	2,000	12	380	ภายใน
2	TRAPO UNION	2,000	12	380	ภายใน



2.) ข้อมูลรายละเอียดการตรวจวัดระบบและอุปกรณ์ภายในอาคาร

ลำดับที่	ระบบ/อุปกรณ์	ทิกัด	พลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ (KW)	แรงดันไฟฟ้า (Volt)	กระแส (Amp)			Cos ϕ
					I _r	I _l	I _g	
1	ACB (TR1)	2,000	1,120.0	382	2000.0	2010.0	1890.0	0.86
2	ACG 1	-	178.2	380	335.0	328.0	298.0	0.85
3	PP1A-12A	-	345.0	382	643.0	648.0	710.0	0.78
4	PP13-24A	-	370.0	382	654.0	602.0	728.0	0.85
5	PP3C	-	23.0	383	40.5	38.0	35.0	0.92
6	PP3D	-	13.0	384	24.0	25.4	32.5	0.72
7	EDB	-	150.0	384	300.0	310.0	289.0	0.75
8	EPGB	-	4.8	382	11.0	13.3	8.7	0.66
9	EPGA	-	6.1	382	16.0	6.7	23.0	0.61
10	SPARE	-	12.4	353	22.0	21.5	18.0	0.91
11	EP2B	-	0.9	351	1.6	1.6	1.0	0.97
12	EP4-10	-	12.7	381	38.0	23.3	18.0	0.73
13	EP11-17	-	3.4	380	15.0	0.5	4.3	0.77
14	EP18-24	-	10.0	380	15.4	21.0	13.4	0.92
15	EP1-2-3	-	10.0	378	12.3	32.2	21.4	0.7
16	ACB2 (TR2)	2,000	960.0	383	1520.0	1870.0	1500.0	0.89
17	PP1B-12B	-	267.0	382	515.0	547.0	481.0	0.78
18	PP13B-24B	-	360.0	382	606.0	460.0	700.0	0.92
19	LP3-10	-	12.0	381	24.0	24.0	27.2	0.73
20	LP11-18	-	4.6	382	14.6	9.6	4.3	0.73
21	LP19-24E	-	7.2	382	12.7	12.0	14.7	0.83
22	LPGB	-	17.9	382	25.6	52.6	18.1	0.84
23	LPGA	-	17.8	382	14.5	38.7	38.6	0.88
24	SPGA	-	33.0	383	56.0	57.8	37.4	0.87
25	LP1B-2B	-	15.0	382	34.2	25.6	20.2	0.85
26	PP1E	-	45.0	382	94.0	97.0	90.2	0.73
27	COMPUTER	-	36.5	384	64.0	65.0	77.6	0.88
28	PP1C	-	62.5	383	115.0	125.0	114.0	0.8
29	PP1D	-	17.1	382	37.8	24.6	30.2	0.84
30	PP2C	-	65.7	383	135.4	125.0	120.0	0.78
31	PP2D	-	17.3	383	33.8	43.2	23.8	0.78
32	SPARE	-	6.0	387	12.0	13.0	12.4	0.72

3.) ข้อมูลระบบปรับอากาศภายในอาคาร

3.1 เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

รายละเอียด	จำนวน	หมายเหตุ
Cooling	4	เดิน 3
ปั๊มน้ำมัน	5	เดิน 3
Package	98	เดิน 98
แบบแยกส่วน	34	เดิน 34

3.2 รายละเอียดระบบปรับอากาศ

3.2.1 หอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

เครื่องที่	พิกัดความเย็น (RET)	Name Plate Spec			Actual Measurement			อุณหภูมิน้ำเย็น (° F)	
		I(A)	V(V)	P(kw)	I(A)	V(V)	P(kw)	เข้า	ออก
1	500	-	380	11.5	12	3.84	4.83	100	90
2	500	-	380	11.5	12.3	3.84	560	100	90
3	500	-	380	11.5	12.1	3.84	4.9	100	90
4	80	-	-	1.5	-	-	-	100	90

3.2.2 ปั๊มน้ำหล่อเย็น (Condenser Water Pump)

เครื่องที่	Name Plate Spec			Actual Measurement		
	I (A)	V(V)	P(KW)	I(A)	V(V)	P(KW)
1	-	-	55.0	87.8	383	48.5
2	-	-	55.0	111.5	385	58.2
3	-	-	55.0	106.5	385	55.4
4	-	-	55.0	-	-	-
5	-	-	18.5	-	-	-

3.2.3 เครื่องปรับอากาศแบบชุด

เครื่องที่	พิกัด (RFT)	จำนวนเครื่อง	Name Plate Spec			Actual Measurement		
			I (A)	V(V)	P(KW)	I(A)	V(V)	P(KW)
1	10	40	-	380	10.4	19.7	391	12.12
2	15	42	-	380	16.4	30.6	390	16.75
3	20	16	-	380	20.4	40.6	387	21.8

3.2.4 รายละเอียดเครื่องปรับอากาศแบบชุด 15 คำนวณเย็น

Compressor			Fan			อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (°F)		อัตราการไหลน้ำหล่อเย็น (ลิตร/วินาที)
I(A)	V(V)	P(KW)	I(A)	V(V)	P(KW)	เข้า	ออก	
27.6	38.4	15.72	3.3	385	1.16	89	102	
								2.13

3.2.5 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

เครื่องที่	พิกัดความเย็น BTU	จำนวนเครื่อง	Actual Measurement		
			I(A)	V(V)	P(KW)
1	300,000	1	-	-	32.4
2	200,000	7	-	-	21.6
3	153,000	1	-	-	14.8
4	229,700	2	-	-	26.5
5	76,600	2	-	-	9.0
6	96,000	2	-	-	10.2
7	56,000	3	-	-	5.3
8	20,000	3	-	-	2.0
9	24,000	3	-	-	1.7
10	26,800	3	-	-	1.8
11	44,800	4	-	-	4.0

4.) ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง

ชนิด	วัดต์	จำนวนหลอด	LUX
หลอดฟลูออเรสเซนต์	40	8,637	341
หลอดฟลูออเรสเซนต์	32	190	201
หลอดฟลูออเรสเซนต์	20	87	224
หลอดไส้	100	62	358
หลอดไส้	60	786	450
หลอดไส้	35	84	341

4.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้งโดยเฉลี่ย 22.5 °C

4.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียกโดยเฉลี่ย 16.0 °C

5.) ข้อมูลอื่น ๆ นอกเหนือจากระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ

รหัสพื้นที่	อุปกรณ์	จำนวนเครื่อง	Name Plate			ชั่วโมงการทำงาน (hr)
			I(A)	V(V)	P(KW)	
Ground	Water Pump	2	70.00	380	31	2-3
	Water Pump	2	21.50	380	11	ปกติไม่ได้งาน

6.) การสำรวจการใช้พลังงานภายในอาคาร (ENERGY AUDIT)

การใช้พลังงานภายในอาคารไทยประกันชีวิต จะใช้เฉพาะพลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว โดยซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงขนาดแรง 12 KV ผ่านหม้อแปลงขนาด 2000 KVA จำนวน 2 ลูก และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองขนาด 320 KVA จำนวน 1 เครื่อง และจากข้อมูลใบเสร็จรับเงินการใช้ปริมาณไฟฟ้าในรอบปีที่ผ่านมา (2536 - 2537) ของอาคาร ซึ่งแสดงไว้ในตาราง มีลักษณะการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งหมด ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	6,336,560	KWh/ปี
กำลังไฟฟ้าสูงสุด (เฉลี่ย)	2,327	KW
ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	202.6	KWh/M ² /ปี

ตาราง
แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2536-2537

เดือนปี	จำนวนหน่วย KWH	PEAK DEMAND			PEAK KVAR	จำนวนค่าไฟฟ้า (บาท)					รวมจำนวน เงิน (บาท)
		ON	PA	OF		KWH	ค่า KW สูงสุด		ส่วนเพิ่ม/ ส่วนลด		
							ON	PA		OF	
เม.ย.36	520,750	760	2,500	2,340	-	520,772	231,800	109,620	-	พ.27703.9	926,326.50
พ.ย.36	569,290	860	2,490	2,360	1,680	609,140	262,300	102,690	-	พ.30286	1,006,081.50
มิ.ย.36	550,360	680	2,420	2,270	1,600	588,885	207,400	109,620	-	พ.29279.15	936,309.25
ก.ก.36	606,570	810	2,510	2,290	1,650	649,029	274,050	107,100	-	พ.19652.8	1,023,867.75
ส.ท.36	502,550	650	2,270	2,170	1,530	537,728	198,250	102,060	-	ก.9347.43	830,191.00
ก.ย.36	564,000	1,030	2,190	2,150	1,480	603,479	314,150	73,080	-	พ.10490.40	981,719.50
ต.ก.36	566,920	910	2,200	2,100	1,480	606,604	277,550	81,270	-	ก.10544.71	956,289.75
พ.ย.36	502,590	960	2,230	2,150	1,520	537,771	292,800	80,010	-	ก.9348.17	902,958.25
ธ.ก.36	453,670	790	2,270	2,080	1,500	485,427	240,950	93,240	-	ก.8438.26	812,228.75
ม.ค.37	489,090	710	2,130	2,040	1,520	523,326	216,550	89,460	-	พ.33796.11	865,802.50
ก.พ.37	479,170	720	2,380	2,210	1,730	512,647	219,600	104,580	-	พ.33106.5	873,399.25
มี.ค.37	561,660	740	2,330	2,280	1,810	600,976	225,700	100,170	-	พ.19995.09	951,971.25
รวม	6,336,560	9,620	27,920	26,440	17,500	6,775,784	296,110	1,152,900	-	-	11,067,145.25
เฉลี่ย	530,547	802	2,327	2,203	1,458	564,649	246,758	96,075	-	-	922,262.10

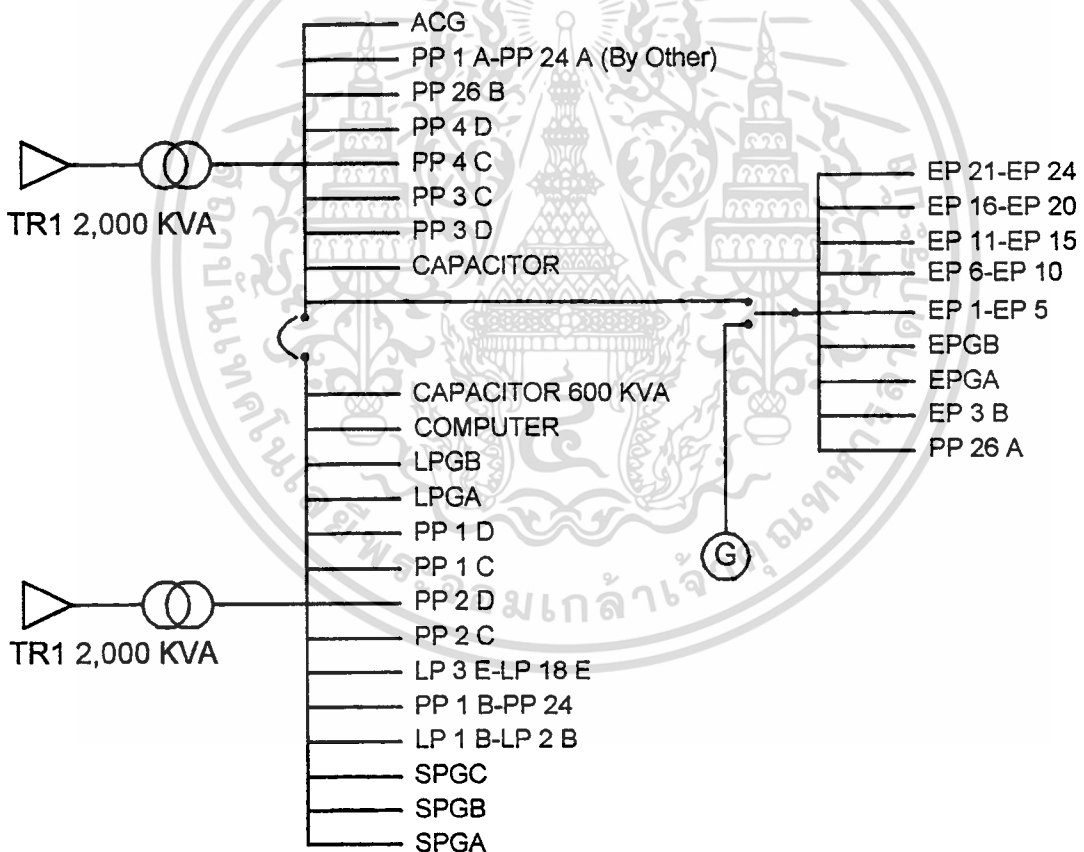
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 การใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร

ภายในอาคารไทยประกันชีวิตจะมีการใช้ไฟฟ้าในระบบหลักๆ คือใช้ในระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอุปกรณ์ภายในอาคาร โดยจะมีแรงดันไฟฟ้า 12 KV ผ่านหม้อแปลงขนาด 2,000 KVA จำนวน 2 ลูก แล้วจ่ายไปยังระบบ และอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งสามารถเขียนไดอะแกรม แสดงลักษณะการจ่ายโหลดไฟฟ้า ได้จาก SINGLE LINE DIAGRAM

แผนภูมิ

แสดง SINGLE LINE DIAGRAM ของอาคารไทยประกันชีวิต



*หมายเหตุ ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.1 และ ก.2

6.2 การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศภายในอาคาร จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบ PACKAGE ระบบความร้อนด้วยน้ำ และแบบ SPLIT TYPE โดยมีรายละเอียดการติดตั้ง ดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง
แสดงรายละเอียดการติดตั้งระบบปรับอากาศในอาคาร

ลำดับที่	(BTU)	ประเภทเครื่องปรับอากาศ	จำนวน	รวมขนาด (BTU)
1	115,100	PAGKAGE, WATER COOLED	40	4,604,000
2	170,600	PAGKAGE, WATER COOLED	42	7,165,200
3	230,200	PAGKAGE, WATER COOLED	12	3,683,200
4	76,600	SPLIT TYPE	2	306,400
5	20,000	SPLIT TYPE	3	80,000
6	153,200	SPLIT TYPE	1	612,800
7	200,000	SPLIT TYPE	7	800,000
8	229,700	SPLIT TYPE	2	1,607,900
9	300,000	SPLIT TYPE	1	300,000
10	96,000	SPLIT TYPE	2	192,000
11	66,000	SPLIT TYPE	5	280,000
12	26,800	SPLIT TYPE	6	160,800
13	44,800	SPLIT TYPE	4	179,200
รวม			131	19,971,500

กำลังการติดตั้งพื้นที่ปรับอากาศ 677 BTU/M²
 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 4,088,877 KWh/ปี (ดูจากการคำนวณ)
 คำนีการใช้ไฟฟ้า 138.56 KWh/M²/ปี

ซึ่งมีรายละเอียดในการคำนวณ ดังนี้ (ดูข้อมูลการตรวจวัดจาก ภาคผนวก ก.3)

- PACKAGE ขนาดพิกัดความเย็น 10 ตัน วัดโหลดได้ 12.12 KW/เครื่อง
จำนวน 40 เครื่อง
- PACKAGE ขนาดพิกัดความเย็น 15 ตัน วัดโหลดได้ 16.75 KW/เครื่อง
จำนวน 42 เครื่อง
- PACKAGE ขนาดพิกัดความเย็น 20 ตัน วัดโหลดได้ 21.80 KW/เครื่อง
จำนวน 16 เครื่อง

เวลาทำงานของเครื่อง เท่ากับ 8 ชั่วโมง/วัน 270 วัน/ปี

ตัวประกอบโหลดประมาณ 90 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงวิไลยธรรมสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- .. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เท่ากับ $1539 \times 8 \times 270 \times 0.9 = 2,991,816$ KWh/ปี
- SPLITE TYPE ขนาดพิกัดความเย็น 15 ตัน วัดโหลดรวมเท่ากับ 366.4 KW
- เวลาทำงานของเครื่องเท่ากับ 8 ชั่วโมง/วัน 270 วัน/ปี
- ตัวประกอบโหลดประมาณ 90 %
- .. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เท่ากับ $366.4 \times 8 \times 270 \times 0.9 = 712,281.6$ KWh/ปี
- หอผึ่งเย็น เครื่องที่ 1 วัดโหลดได้ 4.83 KW
- เวลาทำงาน 10 ชั่วโมง/วัน 270 วัน/ปี
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เท่ากับ $4.83 \times 10 \times 270 = 13,041$ KWh/ปี
- หอผึ่งเย็น เครื่องที่ 2 วัดโหลดได้ 5.60 KW
- เวลาทำงาน 10 ชั่วโมง/วัน 270 วัน/ปี
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เท่ากับ $5.60 \times 10 \times 270 = 15,120$ KWh/ปี
- หอผึ่งเย็น เครื่องที่ 3 วัดโหลดได้ 4.90 KW
- เวลาทำงาน 10 ชั่วโมง/วัน 270 วัน/ปี
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เท่ากับ $4.90 \times 10 \times 270 = 13,230$ KWh/ปี
- .. พลังงานที่ใช้รวม = 41,391 KWh/ปี
- ปั๊มน้ำหล่อเย็น เครื่องที่ 1 วัดโหลดได้ 48.5 KW
- เวลาทำงาน 4 ชั่วโมง/วัน 270 วัน/ปี
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เท่ากับ $48.5 \times 4 \times 270 = 52,380$ KWh/ปี
- ปั๊มน้ำหล่อเย็น เครื่องที่ 2 วัดโหลดได้ 58.2 KW
- เวลาทำงาน 9 ชั่วโมง/วัน 270 วัน/ปี
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เท่ากับ $58.2 \times 9 \times 270 = 141,426$ KWh/ปี
- ปั๊มน้ำหล่อเย็น เครื่องที่ 3 วัดโหลดได้ 55.4 KW
- เวลาทำงาน 10 ชั่วโมง/วัน 270 วัน/ปี
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เท่ากับ $55.4 \times 10 \times 270 = 149,580$ KWh/ปี
- .. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวม = 343,386 KWh/ปี
- รวมพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบปรับอากาศภายในอาคารไทยประกันชีวิต เท่ากับ 4,088,874 KWh/ปี

6.3 การใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง ภายในอาคาร จะประกอบไปด้วยการใช้หลอดไฟฟ้า 2 ประเภท คือ หลอด ฟลูออเรสเซนต์ และหลอดไส้ โดยจะมีขนาดค่าวัตต์ของหลอด ต่างๆกัน ดังที่ได้แสดงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ดังนั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง

แสดงรายละเอียดของหลอดไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร

ชนิดของหลอดไฟฟ้า	จำนวนหลอด	ค่าวัตต์	BALLAST LOSS	รวมวัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ 20 วัตต์	97	1,940	970 W.	2,910
หลอดฟลูออเรสเซนต์ 32 วัตต์	190	6,080	1,900 W.	7,980
หลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์	8,637	345,480	86,370 W.	431,850
หลอดไส้ 40 วัตต์	89	3,560	-	3,560
หลอดไส้ 60 วัตต์	825	49,500	-	49,500
หลอดไส้ 100 วัตต์	68	6,800	-	6,800
รวม	9,906	413,360	89,240 W.	502,600

กำลังการติดตั้งต่อพื้นที่ใช้งาน เท่ากับ 17 W/M²
 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เท่ากับ 1,329,879.6 KWh/ปี (ดูการคำนวณ)
 ดัชนีการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 42.3 KWh/M²/ปี

ซึ่งมีรายละเอียดในการคำนวณหาดังนี้

โหลดไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ เท่ากับ 502.6 KW
 เวลาทำงาน เท่ากับ 9 ชั่วโมง/วัน 270 วัน/ปี
 โหลดที่ใช้ช่วงพักเที่ยง (ปิดไฟ 20%) เท่ากับ 402.08 KW
 เวลาทำงาน 1 ชั่วโมง/วัน

.. พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้

$$= [(502.6 \times 9) + (402.08 \times 1)] \times 270$$

$$= 1,329,879.6 \text{ KWh/ปี}$$

6.4 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบและอุปกรณ์ภายในอาคาร

จากการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ของระบบต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น และ ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคารในรอบปี 2536 - 2537 ทำให้สามารถแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า ของระบบและอุปกรณ์ภายในอาคารได้ ดังนี้

ระบบปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 64 %

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 21 %

อุปกรณ์อาคารอื่นๆ 15 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ซึ่งมีการแก้ไขในการคำนวณ ดังนี้
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ เท่ากับ 4,088,874 KWh/ปี
คิดเป็นโหลดได้ $= (4,088,874 \div 6,366,560) \times 100 \%$
 $= 64 \%$
- พลังงานที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เท่ากับ 1,329,879.6 KWh/ปี
คิดเป็นโหลดได้ $= (1,329,879.6 \div 6,366,560) \times 100\%$
 $= 21 \%$
- อุปกรณ์อื่นๆ คิดเป็นโหลดได้ $= 100 - (64 + 21)$
 $= 15 \%$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่าง ๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น kg/m^3	ค่า k $\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	1860	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	720	0.108
3	วัสดุฉนวนหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลท์	2240	1.226
4	อิฐ		
	(ก) แห้ง และฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสก	1760	0.807
	(ข) ความชื้น 6%	1872	1.211
	(ค) ผึ่ง (ไม่ฉาบปูน)		1.154
5	คอนกรีต	2400	1.442
6	คอนกรีตชนิดเบาขนาดความหนาแน่นต่าง ๆ	960	0.303
		1120	0.346
		1280	0.476
7	แผ่นไฟเบอร์ (fibre board)	264	0.052
8	ไฟเบอร์กลาส (ดูใยแก้วและใยแร่)		
9	แผ่นกระชก	2512	1.053
10	ใยแก้ว สานเป็นแผ่น หรือสอดใส่อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	32	0.035
11	แผ่นยิบซัม	880	0.191
12	วัสดุฉนวนหรือปิดผิว		
	(ก) ยิบซัม	880	0.191
	(ข) ปูนฉาบ น้ำหนักเบา	300	0.063
	น้ำหนักขนาดกลาง	1104	0.274
	(ค) เพอร์ไลต์	616	0.115
	(ง) ปูนผสมทราย	1568	0.533
	(จ) เวอร์มิคูไลท์	640-690	0.202-0.303
13	โพลิสไตรีน ผนังขยายตัว	16	0.035
14	โพลียูรีเทน โฟม	24	0.024
15	กระเบื้อง หลังกา	1890	0.836

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ	ค่าความต้านทานความร้อน ของฟิล์มอากาศ ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)
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 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน (R_i) ข. 1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง ข.1.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง ข.1.1.1.1 หลังคาราบ 0.162 ข.1.1.1.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ 0.148 ข. 1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ ข.1.2.1 หลังคาราบ 0.801 ข.1.2.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ 0.595 ข. 2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอกของหลังคา (R_o) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูงและเอียงทำมุมใด ๆ) 0.055	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8

ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา

ชนิดของช่องว่างอากาศ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$)		
	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.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 4

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TDeq) 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 5

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TDeq) สำหรับหลังคา

มวลของหลังคา Kg/M^2	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า			
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์			
	0.1 (0-0.2)	0.3 (0.2-0.4)	0.5 (0.2-0.4)	0.6 และมากกว่า (0.6-1.0)
0-50	20	24	28	32
50-200	16	20	24	28
เกินกว่า 200	12	16	20	24



ตารางที่ 1

แสดงผลการคำนวณค่า OTTV ของแนวทางการปรับปรุง

โดยวิธีเปลี่ยนกระจก

THE OTTV OF BUILDING (GLASS)

AZIMUTH ANGLE = -175

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mpen-b	79.0	3.7	12.0	29.7	1.0	5.0	179.0	0.282	5154.8
Mpen-c	151.0	3.7	12.0	104.0	1.0	5.0	179.0	0.343	13609.7
Mpen-d	83.0	3.7	12.0	29.7	1.0	5.0	179.0	0.236	5088.9

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 50.1 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -155

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Men-1	163.8	3.7	12.0	851.8	1.0	5.0	179.0	0.341	63479.0
Men-2	-	-	-	191.4	1.0	5.0	179.0	0.324	12074.6
en-3	969.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43041.4
Men-4	9.0	3.7	12.0	46.8	1.0	5.0	179.0	0.341	3487.7
Men-5	9.5	3.7	12.0	49.4	1.0	5.0	179.0	0.341	3681.5
Men-6	9.5	3.7	12.0	49.4	1.0	5.0	179.0	0.367	3916.7
Men-7	8.2	3.7	12.0	39.8	0.6	5.0	179.0	0.283	2501.1
Men-8	23.0	3.7	12.0	37.1	1.0	5.0	179.0	0.390	3798.0
Mpen-a	49.6	3.7	12.0	26.4	1.0	5.0	179.0	0.420	4319.0

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 55.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -130

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pen-e	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -110

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mpen-1	1.7	3.7	12.0	9.1	1.0	5.0	179.0	0.341	675.9
Mpen-2	1.7	3.7	12.0	9.1	1.0	5.0	179.0	0.341	675.9
Mpen-3	1.7	3.7	12.0	9.1	1.0	5.0	179.0	0.367	719.3

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 63.9 W/sq m

ตารางที่ 1 (ต่อ)

 AZIMUTH ANGLE = -85

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-a	63.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	2797.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

 AZIMUTH ANGLE = -65

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mes-1	151.2	3.7	12.0	786.2	1.0	5.0	217.9	0.337	68376.8
Mes-2	-	-	-	151.7	1.0	5.0	217.9	0.301	10721.4
es-3	783.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34783.0
Mes-4	13.2	3.7	12.0	68.9	1.0	5.0	217.9	0.337	5990.1
Mes-5	14.2	3.7	12.0	74.1	1.0	5.0	217.9	0.337	6442.3
Mes-6	14.2	3.7	12.0	74.1	1.0	5.0	217.9	0.369	6962.2
Mes-7	33.0	3.7	12.0	159.0	0.6	5.0	217.9	0.210	9211.0

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 61.3 W/sq m

 AZIMUTH ANGLE = -40

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-b	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

 AZIMUTH ANGLE = -20

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mpes-1	1.7	3.7	12.0	9.1	1.0	5.0	171.5	0.346	660.8
Mpes-2	1.7	3.7	12.0	9.1	1.0	5.0	171.5	0.346	660.8
Mpes-3	1.7	3.7	12.0	9.1	1.0	5.0	171.5	0.371	699.4

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 62.4 W/sq m

 AZIMUTH ANGLE = 5

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mpws-1	101.0	3.7	12.0	40.8	1.0	5.0	216.2	0.304	7366.4
Mpws-2	162.0	3.7	12.0	104.0	1.0	5.0	216.2	0.343	15422.8
pws-3	102.5	2.0	10.0	-	-	-	-	-	2050.0

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 48.7 W/sq m

ตารางที่ 1 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = 25

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mws-1	159.6	3.7	12.0	829.9	1.0	5.0	111.3	0.378	46150.8
Mws-2	-	-	-	191.4	1.0	5.0	111.3	0.396	9392.9
ws-3	969.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43023.6
Mws-4	9.0	3.7	12.0	46.8	1.0	5.0	111.3	0.378	2602.5
Mws-5	9.5	3.7	12.0	49.4	1.0	5.0	111.3	0.378	2747.1
Mws-6	9.5	3.7	12.0	49.4	1.0	5.0	111.3	0.380	2757.0
Mws-7	8.2	3.7	12.0	39.8	0.6	5.0	111.3	0.356	2060.5
Mws-8	35.5	3.7	12.0	46.8	1.0	5.0	111.3	0.378	3779.1

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 45.9 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 95

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pwn-1	184.6	2.0	10.0	-	-	-	-	-	3692.0
pwn-2	184.6	3.7	12.0	-	-	-	-	-	8196.2

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 32.2 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 115

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mwn-1	163.8	3.7	12.0	895.4	1.0	5.0	179.0	0.341	66356.0
Mwn-2	-	-	-	167.6	1.0	5.0	179.0	0.324	10573.1
wn-3	785.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34871.8
wn-4	70.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	3108.0
Mwn-5	8.8	3.7	12.0	42.4	1.0	5.0	179.0	0.329	3102.7

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 55.3 W/sq m

OTTV OF THIS BUILDING IS 53.1 W/sq m

ตารางที่ 2

แสดงผลการคำนวณค่า OTTV ของแนวทางการปรับปรุง

โดยวิธีคิดฟิล์มกรองแสง

THE OTTV OF BUILDING (FILM)

AZIMUTH ANGLE = -175

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mpen-b	79.0	3.7	12.0	29.7	0.7	5.0	179.0	0.215	4753.5
Mpen-c	151.0	3.7	12.0	104.0	0.7	5.0	179.0	0.261	11932.8
Mpen-d	83.0	3.7	12.0	29.7	0.7	5.0	179.0	0.180	4745.6

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 45.0 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -155

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Men-1	163.8	3.7	12.0	851.8	0.7	5.0	179.0	0.260	49835.8
Men-2	-	-	-	191.4	0.7	5.0	179.0	0.247	9139.1
en-3	969.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43041.4
Men-4	9.0	3.7	12.0	46.8	0.7	5.0	179.0	0.260	2738.1
Men-5	9.5	3.7	12.0	49.4	0.7	5.0	179.0	0.260	2890.2
Men-6	9.5	3.7	12.0	49.4	0.7	5.0	179.0	0.280	3068.9
Men-7	8.2	3.7	12.0	39.8	0.5	5.0	179.0	0.212	1976.8
Men-8	23.0	3.7	12.0	37.1	0.7	5.0	179.0	0.297	3125.4
Mpen-a	49.6	3.7	12.0	26.4	0.7	5.0	179.0	0.320	3806.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 47.2 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -130

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pen-e	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -110

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mpen-1	1.7	3.7	12.0	9.1	0.7	5.0	179.0	0.260	530.2
Mpen-2	1.7	3.7	12.0	9.1	0.7	5.0	179.0	0.260	530.2
Mpen-3	1.7	3.7	12.0	9.1	0.7	5.0	179.0	0.280	563.1

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 50.1 W/sq m

ตารางที่ 2 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = -85

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-a	63.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	2797.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -65

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mes-1	151.2	3.7	12.0	786.2	0.7	5.0	217.9	0.257	53458.2
Mes-2	-	-	-	151.7	0.7	5.0	217.9	0.230	8120.5
es-3	783.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34783.0
Mes-4	13.2	3.7	12.0	68.9	0.7	5.0	217.9	0.257	4682.6
Mes-5	14.2	3.7	12.0	74.1	0.7	5.0	217.9	0.257	5036.2
Mes-6	14.2	3.7	12.0	74.1	0.7	5.0	217.9	0.281	5431.8
Mes-7	33.0	3.7	12.0	159.0	0.5	5.0	217.9	0.157	7312.5

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 51.1 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -40

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-b	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -20

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mpes-1	1.7	3.7	12.0	9.1	0.7	5.0	171.5	0.264	518.7
Mpes-2	1.7	3.7	12.0	9.1	0.7	5.0	171.5	0.264	518.7
Mpes-3	1.7	3.7	12.0	9.1	0.7	5.0	171.5	0.282	548.1

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 48.9 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 5

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mpws-1	101.0	3.7	12.0	40.8	0.7	5.0	216.2	0.231	6667.5
Mpws-2	162.0	3.7	12.0	104.0	0.7	5.0	216.2	0.261	13432.1
pws-3	102.5	2.0	10.0	-	-	-	-	-	2050.0

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 43.4 W/sq m

ตารางที่ 2 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = 25

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mws-1	159.6	3.7	12.0	829.9	0.7	5.0	111.3	0.288	36592.8
Mws-2	-	-	-	191.4	0.7	5.0	111.3	0.302	7097.0
ws-3	969.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43023.6
Mws-4	9.0	3.7	12.0	46.8	0.7	5.0	111.3	0.288	2063.5
Mws-5	9.5	3.7	12.0	49.4	0.7	5.0	111.3	0.288	2178.2
Mws-6	9.5	3.7	12.0	49.4	0.7	5.0	111.3	0.289	2185.9
Mws-7	8.2	3.7	12.0	39.8	0.5	5.0	111.3	0.267	1646.3
Mws-8	35.5	3.7	12.0	46.8	0.7	5.0	111.3	0.288	3240.1

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 39.9 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 95

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pwn-1	184.6	2.0	10.0	-	-	-	-	-	3692.0
pwn-2	184.6	3.7	12.0	-	-	-	-	-	8196.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 32.2 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 115

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Mwn-1	163.8	3.7	12.0	895.4	0.7	5.0	179.0	0.260	52014.4
Mwn-2	-	-	-	167.6	0.7	5.0	179.0	0.247	8002.7
wn-3	785.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34871.8
wn-4	70.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	3108.0
Mwn-5	8.8	3.7	12.0	42.4	0.7	5.0	179.0	0.251	2444.1

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 47.1 W/sq m

OTTV OF THIS BUILDING IS 45.6 W/sq m

ตารางที่ 3

แสดงผลการคำนวณค่า OTTV ของแนวทางการปรับปรุง

โดยวิธีการติดตั้งผนังกันรื้อนภายนอก

THE OTTV OF THESIS BUILDING (EIFS)

AZIMUTH ANGLE = -175

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pen-b	79.0	3.7	12.0	29.7	5.9	5.0	179.0	0.430	6667.6
pen-c	151.0	3.7	12.0	104.0	5.9	5.0	179.0	0.523	19501.1
pen-d	83.0	3.7	12.0	29.7	5.9	5.0	179.0	0.360	6474.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 68.5 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -155

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
en-1	163.8	3.7	12.0	622.4	5.9	5.0	179.0	0.490	80235.4
en-2	-	-	-	191.4	5.9	5.0	179.0	0.494	22584.7
en-3	969.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43041.4
en-4	9.0	3.7	12.0	32.4	5.9	5.0	179.0	0.485	4166.5
en-5	9.5	3.7	12.0	34.2	5.9	5.0	179.0	0.485	4397.9
en-6	9.5	3.7	12.0	34.2	5.9	5.0	179.0	0.534	4699.7
men	274.7	0.6	15.0	-	-	-	-	-	2472.3
en-7	8.2	3.7	12.0	39.8	5.8	5.0	179.0	0.368	4140.7
en-8	23.0	3.7	12.0	37.1	5.9	5.0	179.0	0.595	6064.3
pen-a	49.6	3.7	12.0	26.4	5.9	5.0	179.0	0.640	6005.4

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 70.2 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -130

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pen-e	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -110

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pen-1	1.7	3.7	12.0	6.7	5.9	5.0	179.0	0.490	860.9
pen-2	1.7	3.7	12.0	6.7	5.9	5.0	179.0	0.490	860.9
pen-3	1.7	3.7	12.0	6.7	5.9	5.0	179.0	0.490	860.9
mpen	7.3	0.6	15.0	-	-	-	-	-	65.7

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 81.5 W/sq m

ตารางที่ 3 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = -85

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-a	63.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	2797.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -65

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
es-1	151.2	3.7	12.0	574.6	5.9	5.0	217.9	0.479	83587.3
es-2	-	-	-	151.7	5.9	5.0	217.9	0.459	19657.5
es-3	783.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34783.0
es-4	13.2	3.7	12.0	47.7	5.9	5.0	217.9	0.473	6907.4
es-5	14.2	3.7	12.0	51.3	5.9	5.0	217.9	0.473	7428.9
es-6	14.2	3.7	12.0	51.3	5.9	5.0	217.9	0.473	7428.9
mes	278.3	0.6	15.0	-	-	-	-	-	2504.7
es-7	33.0	3.7	12.0	159.0	5.8	5.0	217.9	0.273	15524.2

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 76.5 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -40

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-b	42.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	1864.8

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 44.4 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -20

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pes-1	1.7	3.7	12.0	6.7	5.9	5.0	171.5	0.498	845.0
pes-2	1.7	3.7	12.0	6.7	5.9	5.0	171.5	0.498	845.0
pes-3	1.7	3.7	12.0	6.7	5.9	5.0	171.5	0.498	845.0
mpes	7.3	0.6	15.0	-	-	-	-	-	65.7

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 80.0 W/sq m

ตารางที่ 3 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = 5

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pws-1	101.0	3.7	12.0	40.8	5.9	5.0	216.2	0.463	9768.6
pws-2	162.0	3.7	12.0	104.0	5.9	5.0	216.2	0.522	22009.1
pws-3	102.5	2.0	10.0	-	-	-	-	-	2050.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 66.3 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 25

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
ws-1	159.6	3.7	12.0	606.5	5.9	5.0	111.3	0.573	63644.0
ws-2	-	-	-	191.4	5.9	5.0	111.3	0.603	18500.4
ws-3	969.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	43023.6
ws-4	9.0	3.7	12.0	32.4	5.9	5.0	111.3	0.572	3418.8
ws-5	9.5	3.7	12.0	34.2	5.9	5.0	111.3	0.572	3608.8
ws-6	9.5	3.7	12.0	34.2	5.9	5.0	111.3	0.572	3608.8
ws-7	8.2	1.4	12.0	39.8	5.8	8.0	111.3	0.463	4034.6
ws-8	35.5	3.7	12.0	32.4	5.9	5.0	111.3	0.572	4595.4
mws	282.7	0.6	15.0	-	-	-	-	-	2544.3

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 59.9 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 95

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
pwn-1	184.6	2.0	10.0	-	-	-	-	-	3692.0
pwn-2	184.6	3.7	12.0	-	-	-	-	-	8196.2

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 32.2 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = 115

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
wn-1	163.8	3.7	12.0	654.4	5.9	5.0	179.0	0.490	83986.7
mwn	241.0	0.6	15.0	-	-	-	-	-	2169.0
wn-2	-	-	-	167.6	5.9	5.0	179.0	0.494	19776.4
wn-3	785.4	3.7	12.0	-	-	-	-	-	34871.8
wn-4	70.0	3.7	12.0	-	-	-	-	-	3108.0
wn-5	8.8	3.7	12.0	42.4	5.9	5.0	179.0	0.503	5459.8

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 70.0 W/sq m

OTTV OF THIS BUILDING IS 67.4 W/sq m

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายธนาวุฒิ ขุนทอง
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2512
สถานที่เกิด	อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2535
รางวัลหรือทุนที่ได้รับ	รับเกียรตินิยมอันดับสอง ในระดับปริญญาตรี รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาชีพปัจจุบัน	สถาปนิก

