สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบอาคารสำนักงานประหยัดพลังงานในกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา อาคารฝึกบินจำลองและสำนักงาน บริษัท การบินไทย จำกัด

THE ENERGY CONSERVATIVE DESIGN FOR AN OFFICE BUILDING IN BANGKOK CASE STUDY: FLIGHT SIMULATOR HALLS & OFFICE BUILDING OF THAI INTERNATIONAL AIRWAYS

หนังสืออ้างอิง
ห้ามนำออกนอกห้องสมุด

นาย พงศ์สันต์ สุวรรณะชฎ
MR. PONGSANT SUVARNNAJATA

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2537

ISBN 974 - 621 - 216 - 8

ลิขสิทธิ์ของ บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....22018
วัน, เดือน, ปี.....15 S.A. 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE ENERGY CONSERVATIVE DESIGN FOR AN OFFICE BUILDING IN BANGKOK. CASE STUDY :FLIGHT SIMULATOR HALLS & OFFICE BUILDING OF THAI INTERNATIONAL AIRWAYS.

MR. PONGSANT SUVARNNAJATA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
GRADUATE SCHOOL
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1994

ISBN 974 - 621 - 216 - 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบอาคารสำนักงานประหยัดพลังงานในกรุงเทพมหานคร
กรณีศึกษา อาคารสำนักงานและอาคารฝึกบินจำลอง
บริษัท การบินไทย จำกัด

นักศึกษา นาย พงศ์สันต์ สุวรรณะชฎ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม รศ. สมสิทธิ์ นิตยะ
อาจารย์ กูสกานา กูบาฮา
ระดับการศึกษา สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน ภาควิชา
สถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

พ.ศ. 2537

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการเสนอผลการศึกษาเรื่องการออกแบบอาคารสำนักงานเพื่อการประหยัดพลังงานในสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคารลง ปัญหาสิ่งแวดล้อมกับการใช้พลังงานในอาคารมีความสัมพันธ์กัน ในขณะที่ปัจจุบันนี้ปัญหาสิ่งแวดล้อมกำลังเป็นที่สนใจ ปัญหาการใช้พลังงานภายในอาคารจึงควรได้รับการพิจารณาไปพร้อมกัน การใช้พลังงานภายในอาคารสำหรับธุรกิจขนาดใหญ่มีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารประเภทต่างๆ ซึ่งพลังงานส่วนใหญ่ใช้ไปเพื่อการปรับอากาศและไฟฟ้า แสงสว่างภายในอาคาร โครงการอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงาน บริษัท การบินไทย จำกัด จัดเป็นโครงการที่อยู่ในข่ายซึ่งจะมีการใช้พลังงานในอาคารสูงที่สุด จึงได้ทำการออกแบบโครงการตามสมมุติฐานที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม และกรอบอาคาร รวมถึงการเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารที่เหมาะสมจากการศึกษาโดยใช้การคำนวนเกี่ยวกับมาตรฐานเชิงอุณหภาพของกรอบอาคาร ที่กำหนดขึ้นสำหรับประเทศไทย โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานพบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคาของอาคาร มีค่าต่ำกว่าที่กำหนด เมื่อได้ทำการออกแบบโครงการตามหลักการประหยัดพลังงานในอาคารเบื้องต้น เมื่อได้ออกแบบกรอบอาคารและเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นแล้วพบว่า ดัชนีดังกล่าวมีค่าลดต่ำลงมากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าโครงการที่ได้ออกแบบตามสมมุติฐานข้างต้น มีการประหยัดพลังงานที่ใช้ในอาคารได้จริง การออกแบบอาคารประหยัดพลังงานจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สถาปนิกและ ผู้เกี่ยวข้องในการออกแบบอาคารจะมีส่วนช่วยในการรักษาสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดีวิธีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Energy Conservative Design for An Office Building in Bangkok Case Study:Simulator Hall & Office Building Of Thai International Airways
Student	Mr.Pongsant Suvarnnajata
Thesis Advisor	Assist. Prof.Teeramon Wairojanakij
Thesis Co-advisor	Assoc.Prof. Somsithi Nittaya Mr.Kuskana Kubaha
Level of Study	Master of Architecture in Tropical Architecture
Department	Architecture King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang
Year	1994

ABSTRACT

This thesis is the study of energy conservative design for an office building in Bangkok environment and climate. The environmental crisis and energy consumption of buildings are related together. Now, this topic is very interesting, so, the energy uses in building needs to outstanding. Architect can solve this by concerning in energy conservative design in building.The Energy-uses for large scale's commercial building is maximum increasing compare with the other.That almost uses in air-conditioning system and lighting system. Flight Simulator Hall& Office Building Project of Thai International Airways is understanding.The architectural design of this project by the synthesis of environment awareness, building envelope design and material uses reasonable,is how to solve this problem.The study of standard of the building overall thermal transfer and roof overall thermal transfer value which propose by National's Energy Office ,use for building energy consumption index.By the energy conservative design principle this index is lower than standard.When the building envelope and materials are design,this index is very lower.The energy conservative design by this synthesis is practical and very useful.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีก็เพราะได้รับความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรมน ไวโรจนกิจ, รองศาสตราจารย์ สมสิทธิ นิตยะ และอาจารย์กูสกานา กูบาฮา ที่ได้ให้วิชาความรู้ทางด้านสถาปัตยกรรมเขตร้อน และคำแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ทุกๆท่าน ในภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน ที่ได้กรุณาแนะแนวทางความรู้ ในสาขาวิชานี้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้โอกาสและเวลาในการทำงานวิจัยฉบับนี้ และสุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ, คุณพ่อและคุณแม่ และขอบคุณ คุณ ทรรศนีย์ ลิ้มระกูล ที่คอยให้กำลังใจเสมอมา

นาย พงศ์สันต์ สุวรรณะชฎ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		II
กิตติกรรมประกาศ		III
สารบัญ		IV
สารบัญตาราง		VI
สารบัญภาพ		VIII
บทที่		
1.	บทนำ	1
	ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย	6
	ขอบเขตของการวิจัย	6
	สมมติฐานของการวิจัย	6
	ข้อตกลงเบื้องต้น	6
	การดำเนินการวิจัย	7
	ระยะเวลาในการทำวิจัย	7
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
2.	หลักการประหยัดพลังงานในการออกแบบอาคารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
	หลักการประหยัดพลังงานภายในอาคาร	8
	การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร	9
	การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม	10
	การคำนวณค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า	11
	ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์	11
	การคำนวณค่าสัมประสิทธการบังแดด	11
	รายการสัญญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณ	12
	โปรแกรม OTTV CALCULATION	13
	โปรแกรม ASEAM 2	13
	Energy Conservation Opportunity. (E.C.O.)	15
	อาคารตัวอย่างในต่างประเทศ	16
	อาคาร OBAYASHI-GUME TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE	16
	อาคารห้องพักผู้โดยสารท่าอากาศยาน ALBANY COUNTY	19
	อาคาร NORSTAR	22
	อาคารตัวอย่างในประเทศ	23
	อาคาร เชลล์	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร AIT ENERGY TECHNOLOGY BUILDING..... 26

3. อาคารฝึกบินจำลอง และสำนักงาน การบินไทย..... 27

วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 27

ความต้องการพื้นที่ใช้สอย..... 28

ข้อมูลทางเทคนิค..... 32

ข้อพิจารณาที่ใช้เพื่อการออกแบบ..... 33

สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร..... 44

4. การออกแบบอาคารฝึกบินจำลอง และสำนักงานการบินไทย เพื่อการประหยัดพลังงาน..... 48

แนวความคิดในการออกแบบ..... 48

การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน..... 48

1. เส้นทางเข้าและทางสัญจร..... 48

2. การวางทิศทางอาคาร..... 50

3. รูปทรงและสัดส่วนอาคาร..... 52

4. การออกแบบกรอบอาคาร..... 55

อิทธิพลของลมกับการระบายอากาศของอาคาร..... 57

อาราฝึกบินจำลอง..... 61

ระบบประกอบอาคาร..... 67

ระบบปรับอากาศ..... 67

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง..... 69

ระบบโครงสร้างของอาคาร..... 71

ผลการออกแบบอาคารฝึกบินจำลองและอาคารสำนักงานบริษัทการบินไทยจำกัด..... 73

5. การศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร..... 87

ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร..... 87

การคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆ..... 112

6. บทสรุป.และข้อเสนอแนะ..... 118

การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน..... 118

ข้อเสนอแนะ..... 119

บรรณานุกรม..... 121

ภาคผนวก..... 123

ก ค่าคงที่ต่างๆและค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารจาก การคำนวณ..... 123

ข. ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณโปรแกรม ASEAM 2..... 142

ค. รูปถ่ายผลงานการออกแบบ..... 166

ง. ตัวอย่างรายละเอียดวัสดุผนัง TG Armour Wall..... 179

ประวัติผู้เขียน..... 186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

บทที่		หน้า
1	ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้ประเภทต่างๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2527-2529	2
	ตารางที่ 2 แสดงลักษณะการใช้ไฟฟ้า,ดัชนีการใช้ไฟฟ้าและค่า OTTV.ของอาคารสำนักงาน	3
	ตารางที่ 3 แสดงรายชื่ออาคารสำนักงานที่ทำการสำรวจ	4
2	ตารางที่ 1 รายการสัญญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณ	12
3	ตารางที่ 1.1 พื้นที่ที่ต้องการของกองเครื่องฝึกบินจำลองชั้นที่ 1	28
	ตารางที่ 1.2 พื้นที่ที่ต้องการของกองเครื่องฝึกบินจำลองชั้นที่ 2	29
	ตารางที่ 1.3 พื้นที่ที่ต้องการของกองเครื่องฝึกบินจำลองชั้นที่ 3	30
	ตารางที่ 1.4 พื้นที่ที่ต้องการของกองเครื่องฝึกบินจำลองชั้นที่ 4	31
	ตารางที่ 2 อัตรากำลังของพนักงาน บริษัท การบินไทย จำกัด (ปี 2539)	36
	ตารางที่ 3. จำนวนพื้นที่ใช้งานของพนักงาน ในแต่ละตำแหน่ง ต่อคน	39
	ตารางที่ 4. แสดงพื้นที่สำนักงาน และจำนวนบุคลากร ภายในอาคารสำนักงานใหญ่ ปี1989/1990	40
	ตารางที่ 5. แสดงพื้นที่สำนักงาน และจำนวนบุคคลากร ภายในอาคารสำนักงานใหญ่	40
	ตารางที่ 6. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ.2504 - 2533	44
4	ตารางที่ 1. AVERAGE HOURLY EXTERIOR HORIZONTAL ILLUMINATION (LUX) FROM DIFFUSE RADIATION FOR MARCH, JUNE, SEPTEMBER AND DECEMBER	70
5	ตารางที่ 1. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศเหนือ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 1	92
	ตารางที่ 2. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศตะวันตก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 1	93
	ตารางที่ 3. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศใต้ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 1	94
	ตารางที่ 4. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศตะวันออก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 1	95
	ตารางที่ 5. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศเหนือ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 3	99
	ตารางที่ 6. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศตะวันตก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 3	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศใต้ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 3 101
ตารางที่ 8. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศตะวันออก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 3 102
ตารางที่ 9. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศเหนือ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 4 105
ตารางที่ 10. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศตะวันตก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 4 106
ตารางที่ 11. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศใต้ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 4 107
ตารางที่ 12. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศตะวันออก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 4 108
ตารางที่ 13. แสดงการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมจากการคำนวณ 109
ตารางที่ 14. รายละเอียดวัสดุหลังคา ที่ใช้ในการคำนวณค่าRTTV.ครั้งที่ 1.... 110
ตารางที่ 15 รายละเอียดวัสดุหลังคา ที่ใช้ในการคำนวณค่าRTTV.ครั้งที่ 2.... 111
ตารางที่16 การใช้พลังงานในระบบต่างๆของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงาน ตลอดทั้งปี .ครั้งที่ 1..... 113
ตารางที่17 การใช้พลังงานในระบบต่างๆของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงาน ตลอดทั้งปี .ครั้งที่ 2..... 114
ตารางที่18 การใช้พลังงานในระบบต่างๆของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงาน ตลอดทั้งปี .ครั้งที่ 3..... 115
ตารางที่19 การใช้พลังงานในระบบต่างๆของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงาน ตลอดทั้งปี .ครั้งที่ 4..... 116
ตารางที่ 20 สรุปอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีจากการคำนวณ..... โดยโปรแกรม ASEAM2..... 117

กสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

บทที่		หน้า
1	รูปที่ 1.1 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าของอาคารที่ทำการสำรวจ	5
	รูปที่ 1.2 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารต่างๆที่ทำการสำรวจ	5
2	รูปที่1.1 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังทึบ	10
	รูปที่1.2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังทึบที่มีช่องว่างอากาศ	10
	รูปที่ 2 อาคารObayashi-Gumi Technical Research Institute	18
	รูปที่ 2.1 กลางวันในฤดูหนาวที่มีแดด	20
	รูปที่ 2.2 กลางคืนในฤดูหนาว	20
	รูปที่ 2.3 กลางวันในฤดูร้อนที่มีแดด	21
	รูปที่ 3 อาคารสำนักงานใหญ่เชลล์	25
	รูปที่ 4 อาคาร AIT. Energy Technology Building	26
3	รูปที่ 1 แสดง ระบบ Modular Grid ที่ใช้ในโครงการ	41
	รูปที่ 2 แสดงอุปกรณ์ Flight Simulator	43
	รูปที่ 3.1 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในเขตกรุงเทพมหานครตลอดทั้งปี	45
	รูปที่ 3.2 แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเขตกรุงเทพมหานครตลอดทั้งปี	45
	รูปที่ 3.3 แสดงระยะเวลาส่องสว่างเฉลี่ยในเขตกรุงเทพมหานครตลอดทั้งปี	46
	รูปที่ 3.4 แสดงความเร็วลมเฉลี่ยในเขตกรุงเทพมหานครตลอดทั้งปี	46
4	รูปที่ 1 แสดงเส้นทางสัญจรภายในโครงการ	49
	รูปที่ 2 แสดงการวางทิศทางอาคาร	51
	รูปที่ 3 แสดงรูปทรงและสัดส่วนอาคาร	54
	รูปที่ 4 แสดงแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ทางทิศเหนือ	57
	รูปที่ 5 แสดงแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ทางทิศตะวันตก	57
	รูปที่ 6 แสดงแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ทางทิศใต้	58
	รูปที่ 7 แสดงแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ทางทิศตะวันออก	58
	รูปที่ 8 แสดงการออกแบบที่กันแดดป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารสำนักงาน	60
	รูปที่ 9 แสดงการออกแบบผนัง 2 ชั้น ของห้องฝึกบินจำลอง	61
	รูปที่ 10 แสดงการออกแบบป้องกันการถ่ายเทความร้อนของอาคารฝึกบินจำลองชั้น 4- 5	62
	รูปที่ 11 แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงกับความลึกของดิน	63
	รูปที่ 12 แสดงสภาพการเคลื่อนไหวของลมรอบอาคารสูง	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 13 แสดงการแก้ปัญหาลมแรงจากอาคารสูง 66
รูปที่ 14 แสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ภายในโครงการ 68
รูปที่ 15 แสดงการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร 69
รูปที่ 16 ระบบโครงสร้างของอาคาร 72
รูปที่ 17 สภาพพื้นที่และที่ตั้งโครงการ..... 73
รูปที่18 สภาพที่ตั้งโครงการและผังบริเวณของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงาน... 74
รูปที่ 19 ผังพื้นชั้นใต้ดิน..... 75
รูปที่ 20 ผังพื้นชั้นที่1..... 76
รูปที่ 21 ผังพื้นชั้นที่ 2 77
รูปที่ 22 ผังพื้นชั้นที่ 3 78
รูปที่ 23 ผังพื้นชั้นที่ 4 79
รูปที่ 24 ผังพื้นชั้นที่ 5 80
รูปที่ 25 ผังพื้นชั้นที่ 6 81
รูปที่ 26 ผังพื้นชั้นที่ 7-21,22,23..... 82
รูปที่ 27 รูปตัดตามยาว 83
รูปที่ 28 รูปด้านทิศเหนือ,รูปด้านทิศใต้ 84
รูปที่ 29 รูปด้านทิศตะวันตก 85
รูปที่ 30 รูปด้านทิศตะวันออก 86
รูปที่ 1แสดงบริเวณต่างๆของพื้นที่ที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม
ทางทิศเหนือและทิศใต้ 88
รูปที่ 2แสดงบริเวณต่างๆของพื้นที่ที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม
ทางทิศตะวนออก 89
รูปที่ 3แสดงบริเวณต่างๆของพื้นที่ที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม
ทางทิศตะวันตก 90
รูปที่ 4 รูปตัดผนังทางด้านทิศเหนือและทิศใต้สำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเท
ความร้อนรวมครั้งที่ 1..... 91
รูปที่ 5 รูปตัดผนังทางด้านทิศเหนือและทิศใต้สำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเท
ความร้อนรวมครั้งที่ 2..... 97
รูปที่ 6 รูปตัดผนังทางด้านทิศเหนือและทิศใต้สำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเท
ความร้อนรวมครั้งที่ 3..... 98
รูปที่ 7 รูปตัดผนังทางด้านทิศเหนือและทิศใต้สำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเท
ความร้อนรวมครั้งที่ 4..... 104
รูปที่ 8 แสดงการแบ่ง Zone ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน
อาคารโดยโปรแกรม ASEAM 2..... 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านกา
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใ

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน เป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อมนุษยชาติอย่างสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตภายใต้สังคมอุตสาหกรรมเช่นในปัจจุบัน ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งคือปัญหาการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยและขาดประสิทธิภาพ สำหรับประเทศไทยปัจจุบันการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นไปอย่างรวดเร็ว ความต้องการอาคารหรือพื้นที่ใช้สอยเพิ่มมากขึ้นเพื่อการดำเนินการธุรกิจขนาดใหญ่ ทำให้อัตราการก่อสร้างอาคารสำนักงานขนาดใหญ่เพื่อรองรับกับการดำเนินการทางธุรกิจ โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร เพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก เมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมของกรุงเทพมหานครก็จะพบว่าสภาพทางภูมิศาสตร์นั้น ภูมิอากาศของประเทศไทยมักจะร้อน และ มีความชื้นสูง ดังนั้น ชุมนุมชนที่หนาแน่นโดยเฉพาะกรุงเทพมหานคร จึงไม่สามารถพึ่งพาการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติได้ อาคารโดยทั่วไปจึงมีความจำเป็นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศเพื่ออำนวยความสุขสบายแก่ผู้อยู่อาศัย หรือทำงานในสถานที่นั้นๆ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าจึงมีอยู่อย่างมหาศาลในชุมชนใหญ่ๆเช่นนี้

ความจำเป็นที่จะต้องรู้จักการประหยัดพลังงาน และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ[1] จากการศึกษาพบว่า การใช้ไฟฟ้าของผู้ดำเนินธุรกิจขนาดใหญ่เพิ่มสูงขึ้นในอัตราที่สูงมาก (ตารางที่1.1) ซึ่งอาคารเหล่านี้ส่วนใหญ่ใช้พลังงานไฟฟ้าไปเพื่อการปรับอากาศทั้งหลัง[2] (ตารางที่1.2) ดังนั้นเราจึงควรออกแบบเพื่อป้องกันความร้อน หรือช่วยรักษาอุณหภูมิที่เหมาะสมให้กับอาคาร โดยเฉพาะกรอบอาคาร (BUILDING ENVELOPE) เพื่อลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารและเป็นการประหยัดพลังงานของประเทศอีกทางหนึ่ง

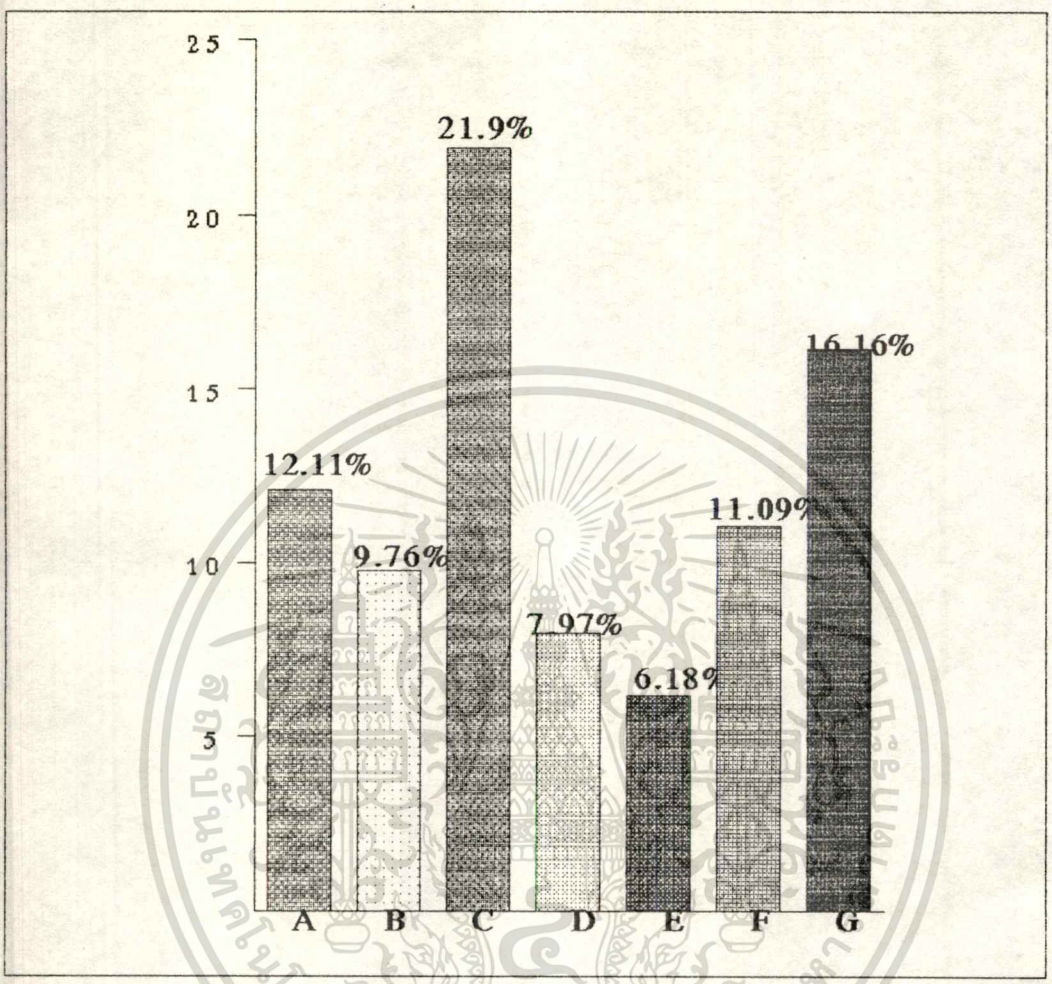
เนื่องจากบริษัทการบินไทยจำกัดเป็นกลุ่มธุรกิจขนาดใหญ่และเป็นหน่วยงานของรัฐ มีความเหมาะสมที่จะเป็นผู้นำทางด้านการประหยัดพลังงานในอาคาร ในขณะที่สถานการณ์ทางด้านพลังงานของประเทศ ยังต้องพึ่งพาแหล่งพลังงานจากนอกประเทศ และปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมกำลังถูกกระทบกระเทือน จึงได้ทำการศึกษาเรื่องการออกแบบอาคารสำนักงานเพื่อการประหยัดพลังงาน .

1.จรวย บุณยุบล และคณะ, พลังงาน, ศูนย์วิจัยและอบรมพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,หน้า 379.

2.พัฒนะ รักความสุข,"การทำบัญชีพลังงาน และการประเมินความร้อนเข้าสู่อาคารโรงแรมขนาดใหญ่" ,(วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2530),หน้าที่ 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้ประเภทต่างๆ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2527-2529 [3]



A. บ้านอยู่อาศัย B. ธุรกิจขนาดเล็ก C. ธุรกิจขนาดใหญ่
D.อุตสาหกรรมขนาดเล็ก E. อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ F. ไฟฟ้าสาธารณะ
G.โรงพยาบาล

3.พัฒนะรักความสุข,"การทำบัญชีพลังงาน และการประเมินความร้อนเข้าสู่อาคารโรงแรมขนาดใหญ่" ,(วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2530), หน้าที่ 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2แสดงลักษณะการใช้ไฟฟ้า,ดัชนีการใช้ไฟฟ้าและค่าOTTV.ของอาคารสำนักงาน[4]

Bldg. Code	Percentage of Electricity			Electrical Energy Index		A/C. System Index		Lighting Index	OTTV.
	A/C.	Lighting	Others	kWh/m2/y	kWh/room/Y	BTUH/m2	W/m2	W/m2	W/m2
OFE01	51	33	16	296.6	_	911	55	32.8	61.9
OFE2	55.6	14.5	29.9	248.8	_	840.5	43	19	56.1
OFE3	43	32	25	244.5	_	830	31	34.8	87.2
OFE4	55	29	16	237.1	_	621	45	23.1	56.9
OFE5	54	25	21	169.8	_	805	46.4	19.5	52.4
OFE6	69.6	18.5	11.9	271.1	_	564	42.6	19.7	50.2
OFE7	62	25	13	92.3	_	458	25.7	10.4	32.6
OFE8	60	28	12	163.8	_	987	65	19.8	56
OFE9	63	30	7	326.4	_	1,683	108	50	61
OFE10	53	26	21	214.5	_	646.6	52.8	21.8	61
OFE11	65	29	6	227	_	1,088	68.4	28.3	32.4
OFE12	69	15	16	291.5	_	1,027.6	69	18.3	49.8
OFE13	60.1	19.9	20	221.3	_	682.8	57	18.9	50.3
OFE14	60	21	19	197.7	_	649	65.7	16	72.7
OFE15	66	24	10	305	_	827	65.3	21.4	77.4
OFE16	50	20	30	170.9	_	590	36	11.6	105.1
OFE17	52	24.5	23.5	197	_	800	48	17.5	55
OFE18	53.9	26.1	14.2	81.8	_	772	25.4	8.5	48.6
OFE19	53	34	13	260.4	_	3,014.4	79	28.3	56
OFE20	40.5	18.9	40.6	216.3	_	676	28	19	36.7
OFE21	58.5	23.4	18.1	181.5	_	895.1	39.7	4.9	52.2
AVG.	56.9	24.6	18.5	219.8	_	922.3	52.2	21.1	57.7

3.คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,"รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในอาคารธุรกิจ" ,ตุลาคม 2535.,หน้า15.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงรายชื่ออาคารสำนักงานที่ทำการสำรวจ [5]

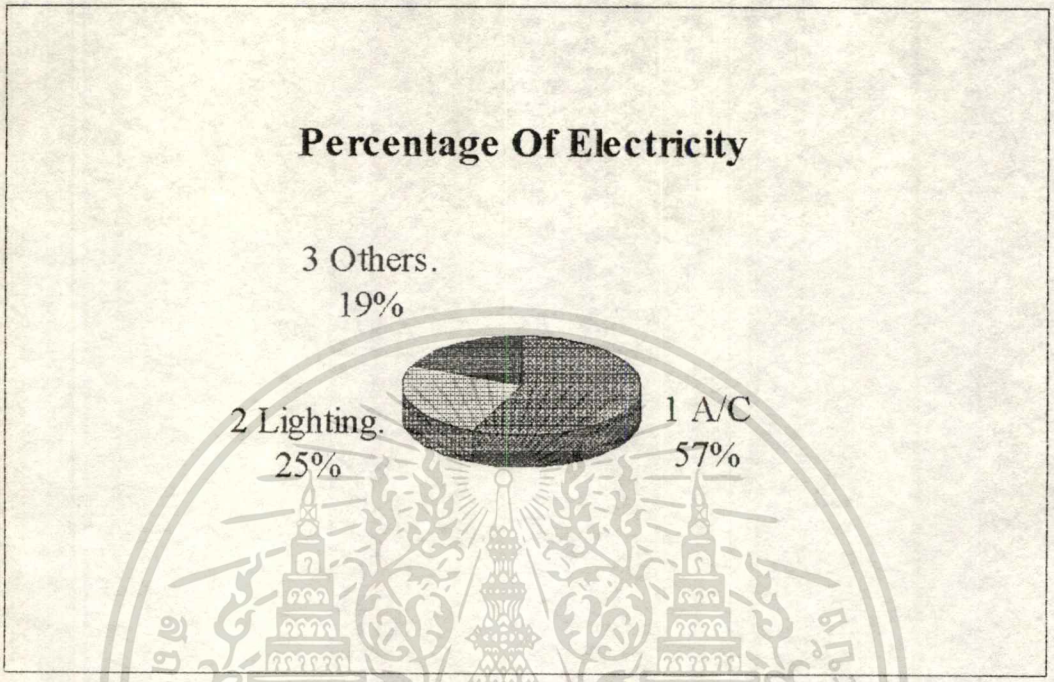
ลำดับที่	รายชื่ออาคาร	สถานที่ตั้งอาคาร
1	อาคาร ธนาคารกรุงไทย จำกัด	ถ. สุขุมวิท กรุงเทพ
2	อาคาร ธนาคารอาคารสงเคราะห์	ถ. พระราม 9 กรุงเทพ
3	อาคาร บ.ไทยสมุทรพาณิชย์ประกันภัยจำกัด	ถ. สุรวงศ์ กรุงเทพ
4	อาคาร รัชภาคย์	ถ. อโศก-ดินแดง กรุงเทพ
5	อาคาร อิตัลไทย	ถ. เพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพ
6	อาคาร เอฟ.อี.ซิลลิค (กรุงเทพ)	ถ. สีลม กรุงเทพ
7	อาคาร โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย	ถ. ทางรถไฟเก่า กรุงเทพ
8	อาคาร อินช์เคปไทย	ถ. รามคำแหง กรุงเทพ
9	อาคาร บ.เงินทุนหลักทรัพย์สินเอเชีย จำกัด	ถ. พระราม 4 กรุงเทพ
10	อาคาร บ.เกษตรรุ่งเรืองพืชผล จำกัด	ถ. สาธรเหนือ กรุงเทพ
11	อาคาร บีส กรุงเทพ	ถ. มเหสัก กรุงเทพ
12	อาคาร ธนาคารออมสิน	ถ. พหลโยธิน กรุงเทพ
13	อาคาร การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย	ถ. วิภาวดีรังสิต กรุงเทพ
14	อาคาร ไทยประกันชีวิต	ถ. รัชดาภิเษก กรุงเทพ
15	อาคาร ธนาคารทหารไทย	ถ. พญาไท กรุงเทพ
16	อาคาร มณียาเซนเตอร์	ถ. เพลินจิต กรุงเทพ
17	อาคาร บ. โกดัก จำกัด	ถ. วิภาวดีรังสิต กรุงเทพ
18	อาคาร ธนาคารกรุงเทพพาณิชย์การ	ถ. เพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพ
19	อาคาร อาคารวานิช	ถ. เพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพ
20	อาคาร เคลต้าอิเลคโทรนิคส์ จำกัด	ถ. สุขุมวิท กม.13จ.สมุทรปราการ
21	อาคาร บ.ข.ส. 2 โคราช	ถ.มิตรภาพ-หนองคายจ.นครราชสีมา

---

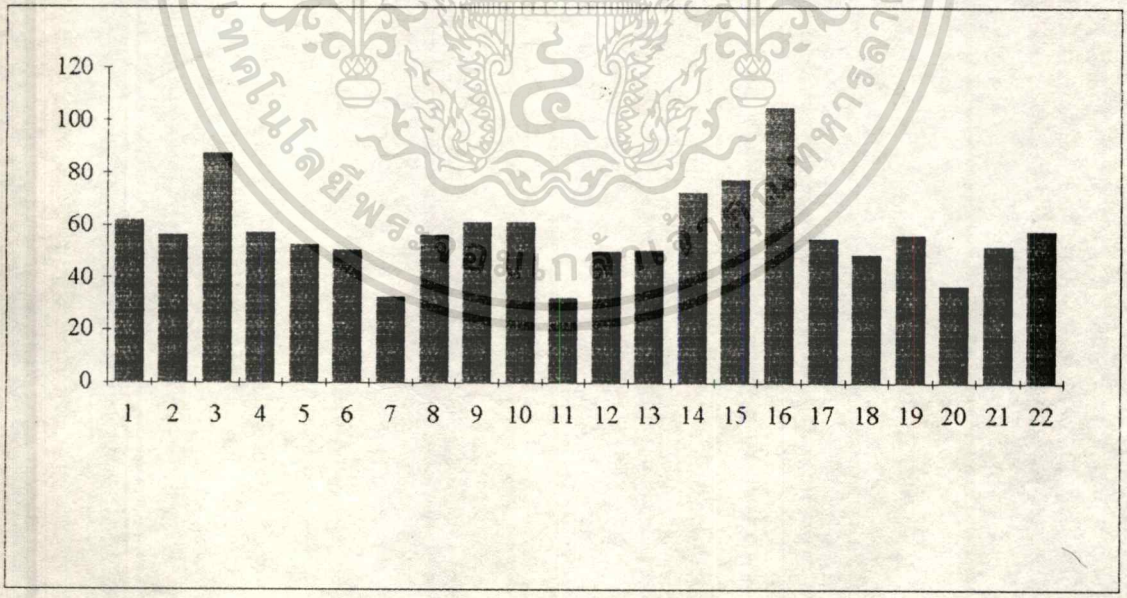
5. เรื่องเดียวกัน,หน้า14.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่1.1 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าของอาคารที่ทำการสำรวจ



รูปที่ 1.2 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารต่างๆที่ทำการสำรวจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย.

1.เพื่อศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานให้กับอาคารสำนักงานของกลุ่มธุรกิจขนาด ใหญ่ โดยใช้การออกแบบทางสถาปัตยกรรม.

2.ทำการศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV.)ซึ่งกำหนดขึ้นเป็นมาตรฐานสำหรับประเทศไทย โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน มีสาระสำคัญ ดังนี้คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมทั้งหมดของอาคาร (OTTV) จะต้องมีค่าไม่เกิน 45 วัตต์ / ตารางเมตร. ค่าเฉลี่ยการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) จะต้องไม่เกิน 25 วัตต์ / ตารางเมตร เป็นต้น.

3. ทำการออกแบบอาคารสำนักงาน เพื่อการประหยัดพลังงาน.

4. ทำการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวม, ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของ หลังคา, การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร, การลงทุน และค่าดำเนินการ เป็นต้น

ขอบเขตของการวิจัย.

1. ศึกษากรอบอาคาร และปัจจัยต่างๆในการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยใช้ดัชนีดังกล่าวข้างต้นในการพิจารณา และสภาวะความสบาย เป็นเกณฑ์ในการตัดสิน

2. ทำการออกแบบอาคารสำนักงานประหยัดพลังงาน โดยเน้นการประหยัดพลังงานในส่วนของการออกแบบสถาปัตยกรรม และคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในขอบเขตของกรุงเทพมหานครโดยเฉพาะ

3. ตรวจสอบการประหยัดพลังงานของอาคารที่ได้ทำการออกแบบ โดยใช้วิธีการคำนวณเกี่ยวกับมาตรฐานเชิงอุณหภาพของกรอบอาคาร และอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

สมมติฐานของการวิจัย.

การออกแบบอาคารโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและกรอบอาคาร รวมถึงการเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารที่เหมาะสม จะช่วยในการประหยัดพลังงานให้กับอาคารได้เป็นอย่างดีวิถีทางหนึ่ง

ข้อตกลงเบื้องต้น.

1. เป็นการศึกษาถึงการออกแบบทางสถาปัตยกรรม เพื่อความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของกรุงเทพมหานคร

2. ในการพิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ใช้โปรแกรมการคำนวณ (OTTV calculation)

3. ในการพิจารณาการใช้พลังงานในอาคาร ใช้โปรแกรมการคำนวณ ASEAM2. เป็นเกณฑ์

4. การออกแบบจะเน้นหนักไปที่อาคารสำนักงาน เนื่องจากว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีการบริโภคพลังงานมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินการวิจัย.

1. ศึกษาทฤษฎี และหลักการประหยัดพลังงานในอาคาร

2. ทำการศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม, การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงานปัจจุบัน ทั้งโดยการคำนวณ,และ จากการสัมภาษณ์

3. ทำการออกแบบอาคาร และพิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร และการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารที่ทำการออกแบบ.

4. สรุปผลการออกแบบ, ปัจจัยที่สำคัญในทางสถาปัตยกรรม และข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบอาคารสำนักงานประหยัดพลังงานในกรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย.

เดือนตุลาคม - เดือนมีนาคม สำรวจข้อมูลเบื้องต้น และวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

เดือนมีนาคม - เดือนพฤษภาคม ทำการออกแบบอาคาร

เดือนมิถุนายน - เดือนกรกฎาคม ทำการคำนวณการประหยัดพลังงานในอาคาร และเปรียบเทียบ

เดือนกรกฎาคม - เดือนสิงหาคม สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.

1. เป็นแนวทางเบื้องต้น สำหรับผู้ที่สนใจการประหยัดพลังงานให้กับอาคาร.

2.เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบอาคารสำนักงานประหยัดพลังงานในกรุงเทพมหานคร

3. เป็นการศึกษาวิจัยทางสถาปัตยกรรม เพื่อความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

หลักการประหยัดพลังงานในการออกแบบอาคารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พลังงานทั้งหมดที่ใช้ภายในอาคาร สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. พลังงานไฟฟ้า

2. พลังงานความร้อน

จากการศึกษาได้พบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร60-70% จะเป็นพลังงานที่ใช้ไปกับระบบปรับอากาศส่วนที่เหลืออีก30-40%จะเป็นพลังงานที่ใช้กับแสงสว่างและอุปกรณ์ต่างๆ จะเห็นว่าอาคารที่มีขนาด ใหญ่จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ไปกับระบบปรับอากาศ

พลังงานสำคัญที่ใช้ในอาคาร คือพลังงานที่ใช้ในระบบปรับความเย็นภายในอาคาร และระบบ ไฟฟ้าแสงสว่าง ดังได้ทราบมาแล้วว่า การจะประหยัดพลังงานให้กับอาคารจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง กับการลดการสูญเสียพลังงานในระบบทั้ง 2 เป็นสำคัญ

<u>หลักการประหยัดพลังงานภายในอาคาร</u>

การประหยัดพลังงานภายในอาคาร คือการลดปริมาณของการใช้เชื้อเพลิง (น้ำมันและก๊าซ) และไฟฟ้า ซึ่งหมายถึงการลดค่าใช้จ่ายของอาคารลง การพิจารณาประหยัดพลังงานภายในอาคาร ในส่วนของการ ออกแบบนี้ สามารถพิจารณาได้เป็นสองส่วน คือ

1. งานออกแบบสถาปัตยกรรมหรือการปรับสภาพอากาศโดยอาศัยตัวอาคารซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการเริ่มต้นการประหยัดพลังงาน จากการศึกษาพบว่า มีปัจจัยที่จะต้องพิจารณาประกอบด้วย

1.1 การวางผังชุมชน

1.2 การวางทิศทางอาคาร

1.3 การออกแบบรูปทรงอาคารที่เหมาะสม

1.4 การเลือกใช้วัสดุ

1.5 การป้องกันแสงอาทิตย์ให้กับอาคาร

1.6 การใช้สภาพแวดล้อมเป็นตัวเสริม หรือการจัดภูมิสถาปัตยกรรม

1.7 การลดความสูงของอาคาร

1.8 การพิจารณาอัตราส่วนของพื้นที่ผิว ต่อ ปริมาตร

1.9 การนำแสงธรรมชาติมาใช้อย่างเหมาะสม

1.10 การใช้ระบบประสานทางพิกัด และ การใช้วัสดุสำเร็จรูป

1.11 การพิจารณาปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ส่วนต่างๆของตัวอาคาร

1.12 การพิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

2. งานออกแบบระบบประกอบอาคาร หรือการปรับสภาพอากาศโดยอาศัยอุปกรณ์ประกอบอาคาร มีปัจจัยที่ควรพิจารณา คือ

2.1 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

2.3 การประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้ากำลัง

2.4 การใช้ระบบควบคุมการใช้พลังงานในอาคารอัตโนมัติ

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร OTTV (Overall Thermal Transfer Value)

อาศัยทฤษฎีพื้นฐานจากการคำนวณการถ่ายเทความร้อน โดยพิจารณาความร้อนที่ถ่ายเทผ่านโครงสร้างกรอบอาคาร ทั้งส่วนที่เป็นผนัง และหลังคา ซึ่งมักประกอบด้วยวัสดุ 2 ประเภท ได้แก่ วัสดุทึบแสง เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน, ผนังคอนกรีต, กระเบื้อง เป็นต้น และ วัสดุโปร่งแสง เช่น กระจก, Glassblock เป็นต้น การถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างดังกล่าว ประกอบด้วยกลไก 3 ประการ ได้แก่

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

เมื่อนำความร้อนทั้ง 3 ส่วนมาเฉลี่ยค่าตามพื้นที่ จะได้สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่า OTTV ของผนังแต่ละด้าน ดังสมการ (1)

$$OTTVi = (Uw)(1-WWR)(TDeq)+ (SC)(WWR)(SF) +(Uf)(WWR)(\Delta T) \quad \text{----------(1)}$$

โดยที่

OTTVi = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่ i ที่พิจารณา (วัตต์/ม^2.)

Uw = สัมประสิทธิ์ การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (วัตต์/ม^2. - °ซ.)

WWR = อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น

TDeq = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตของผนังทึบ

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (Solar Factor) ซึ่งก็คือผลจากฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนหน้าต่าง (วัตต์/ม^2.)

Uf = สัประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังกระจกหรือผนังโปร่งแสง(วัตต์/ม^2-°ซ)

ΔT = ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร สำหรับประเทศไทยค่านี้คือ 5 °ซ.

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) สำหรับอาคารคือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้วของค่า OTTVi ของผนังแต่ละด้าน และคำนวณได้จากสมการ (2)

$$OTTV = \frac{(Ao1)(OTTV1) + (Ao2)(OTTV2)+ \text{------} +(Aoi)(OTTVi)}{Ao1+ Ao2+ \text{------} +Aoi} \quad \text{---------- (2)}$$

โดยที่

Aoi = พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่ i (ม.) ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่าง

OTTVi = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่ i ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ (1) - (2) จะเห็นว่า การคำนวณค่า OTTV เกี่ยวข้องกับตัวแปรต่างๆ ซึ่งบาง ตัว จะต้องผ่านการคำนวณก่อนที่จะนำมาแทนค่าในสมการได้

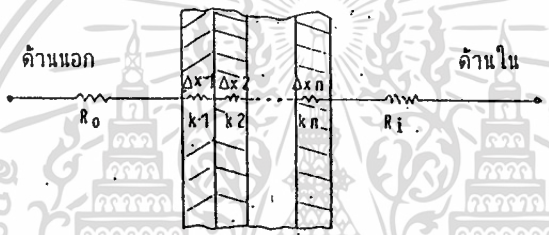
<u>การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U - value)</u>

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมคือส่วนผกผันของค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) ดังสมการ (3)

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

ในกรณีผนังทึบ (ดังรูปที่ 1) ค่า R_T สามารถคำนวณได้โดยสมการ (4)

$$R_T = Ro + \frac{\Delta X1}{k1} + \frac{\Delta X2}{k2} + \ldots + \frac{\Delta Xn}{kn} + R i \qquad \text{.....(4)}$$



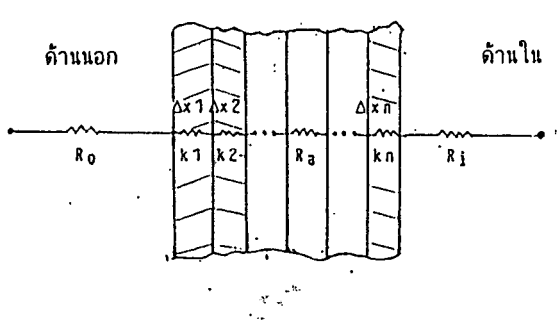
รูปที่ 1.1

เมื่อ $\Delta X1, \Delta X2, \Delta X3, \ldots\ldots \Delta Xn$ หมายถึงความหนาของวัสดุที่ประกอบขึ้นเป็นผนังอาคาร ชนิดที่ 1,2,3,....n ตามลำดับ

k1,k2,k3,.....,kn หมายถึง สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดที่1,2,3,....,nตามลำดับ

ถ้าผนังทึบมีช่องว่างอากาศ (ดังรูปที่ 2) ค่า Rt คำนวณได้จากสมการ (5)

$$R_T = Ro + \frac{\Delta X1}{k1} + \frac{\Delta X2}{k2} + \ldots + Ra + \ldots\ldots + \frac{\Delta Xn}{kn} + Ri \qquad \text{.....(5)}$$



รูปที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

ค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่าเป็นผลต่างระหว่างอุณหภูมิผนังภายนอกและภายในอาคาร ที่ก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังผลต่างของอุณหภูมินี้ รวมผลจากการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ที่ผนังและอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารเข้าด้วยกัน นอกจากนี้มวลของวัสดุผนัง, คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนและค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ มีผลต่อลักษณะ และค่าฟลักซ์ความร้อน (q") ที่ถ่ายเทผ่านผนัง นั้นด้วย ค่า $q"$ สามารถ คำนวณได้จากสมการ (7)

$$q" = U_w \times TD_{eq} \quad .....(7.1)$$

โดยอาศัยหลักการของTransfer Function Method(TFM)จะคำนวณค่าTDeqได้ภายใต้เงื่อนไขสำคัญ 2 ประการ คือ

1. การถ่ายเทความร้อนโดยการพา(Convection)มีค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนคงที่
2. อุณหภูมิภายในบริเวณที่พิจารณามีค่าคงที่

เนื่องจากการคำนวณค่า OTTVเป็นการพิจารณาสมรรถนะเชิงอุณหภาพของกรอบอาคารเฉลี่ยตลอดปีเฉพาะเวลากลางวัน การกำหนดค่า ΔT จึงพิจารณาจากผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายปี เฉพาะเวลากลางวัน ของ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายนอกและภายในอาคาร

จากข้อมูลของกรม อุตุนิยมวิทยา ณ. สถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานคร ช่วงปี 2525 - 2528 โดยทำการตรวจวัดทุก 3 ชั่วโมง ระหว่าง 7.00 น. - 17.00 น. พบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศเท่ากับ 29.7 C และ จากการสำรวจอาคารหลายแห่งพบว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.0 C ดังนั้น ΔT จึงเท่ากับ 4.7 C แต่เพื่อความสะดวก และง่ายต่อการจดจำ จึงมีการกำหนดใช้ค่า ΔT เท่ากับ 5.0 C

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (Solar Factor : SF)

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ คือค่าเฉลี่ยรายปีของฟลักซ์รังสีอาทิตย์ (q") ที่ทะลุผ่านกระจกใสหนา 3 mm. โดยปราศจากอุปกรณ์บังแดดใดๆ จากข้อมูลฟลักซ์รังสีอาทิตย์ ซึ่งได้ทำการตรวจวัด และเก็บรวบรวมไว้ ณ. คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระหว่างปี 2525 - 2528 พบว่า

1. กรณีของผนัง ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังใดๆ คำนวณได้จากสมการ (8.1)

$$SF = 160 \times CF \text{ วัตต์ / ตร.ม} \quad .....(8.1)$$

เมื่อ CF เป็นค่าตัวประกอบแก้ สำหรับผนังใดๆ

2. กรณีของหลังคา ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับหลังคาใดๆ คำนวณได้จากสมการ (8.2)

$$SF = 370 \times CF \text{ วัตต์ / ตร.ม} \quad .....(8.2)$$

เมื่อ CF เป็นค่าตัวประกอบแก้ สำหรับหลังคาใดๆ

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient : SC)

การคำนวณค่าOTTVต้องอาศัยค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์(SF) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากผนังกระจกใสหนา 3 mm. โดยไม่มีอุปกรณ์บังแดด แต่ในกรณีทั่วไปที่หน้าต่างของอาคารอาจประกอบด้วยกระจกที่มีความหนาไม่เท่ากับ 3 mm. และอาจมีการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดด้วย ทำให้การคำนวณค่า SF จำเป็นต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีตัวประกอบแก้ เพื่อ ปรับให้สอดคล้องกับเหตุผลดังกล่าว ตัวประกอบแก้ที่ใช้ปรับค่านี้ เรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ซึ่งเป็น อัตราส่วนของฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ทะลุผ่านหน้าต่าง และฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ทะลุผ่านกระจกใสหนา 3 mm. โดยปราศจากอุปกรณ์บังแดดใดๆ จึงเป็นสูตรดังสมการ (9)

$$SC = SC1 \times SC2 \quad .....(9)$$

เมื่อ SC1 เป็นค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของตัวกระจกเอง โดยสามารถใช้ค่าที่กำหนดจากบริษัทผู้ผลิตที่ผ่านการทดสอบตามวิธีมาตรฐาน โดยให้แสงตกกระทบทำมุม45กับแนวตั้งฉากกับกระจก และ SC2 เป็นค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ตารางที่ 1. **<u>รายการสัญญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณ</u>**

สัญญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
OTTV	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม	วัตต์/ตร.ม
Aw	พื้นที่ผนังทึบ	ตร.ม
Af	พื้นที่ผนังกระจก	ตร.ม
Ao	พื้นที่รวมทั้งหมด	ตร.ม
U	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม	วัตต์/ตร.ม C
Uw	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ	วัตต์/ตร.ม C
Uf	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก	วัตต์/ตร.ม C
TDeq	ค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า	C
ΔT	ค่าผลต่างอุณหภูมิอากาศระหว่างภายนอก และภายในอาคาร	C
SC	ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของระบบหน้าต่าง	
SF	ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์	วัตต์/ตร.ม
n	จำนวนโครงสร้างของผนังโปร่งแสงที่มีลักษณะต่างกัน	
K	จำนวนด้านทั้งหมดของผนังอาคาร	
Rt	ค่าความต้านทานความร้อนรวมของวัสดุ	ตร.ม C/W
Ro	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศนอกผนัง	ตร.ม C/W
Ri	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศด้านในผนัง	ตร.ม C/W
Ra	ค่าความต้านทานความร้อนของอากาศ	ตร.ม C/W
X	ความหนาของชั้นวัสดุ	ม.
k	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ	วัตต์/ตร.ม. C

เป็นที่ทราบกันดีว่างานสถาปัตยกรรมต้องประกอบด้วยผู้ที่มีความเกี่ยวข้องหลายฝ่ายกล่าวคือ

1. เจ้าของโครงการ หรือผู้ลงทุน
2. ผู้ออกแบบ ทั้งสถาปนิก และวิศวกรงานระบบต่างๆ
3. ผู้ทำการก่อสร้าง หรือผู้รับเหมาก่อสร้าง
4. ผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง และผู้ที่เกี่ยวข้องอยู่ในกระบวนการผลิต
5. ผู้ใช้อาคาร หรือผู้อยู่อาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และงานสถาปัตยกรรมยังประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ

1. การกำหนดโครงการ

2. การออกแบบโครงการ

3. การก่อสร้าง

4. การบำรุงรักษา

จะเห็นได้ว่าการจะประหยัดพลังงานให้กับอาคารเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดจำต้องได้รับการปฏิบัติจากทุกฝ่าย และทุกๆขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง แต่ในส่วนของการออกแบบสถาปัตยกรรมก็จัดว่า เป็นส่วนที่มีความ สำคัญส่วนหนึ่ง จึงมีผู้กล่าวว่า" สถาปนิกเป็นผู้กำหนดการใช้พลังงานในอาคาร"[1]

จากทฤษฎีและหลักการคำนวณดังกล่าวข้างต้นในการพิจารณาการประหยัดพลังงานในอาคารจำเป็น ต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการพิจารณาดังกล่าว ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ โปรแกรมคำนวณ OTTV ที่พัฒนาขึ้นตามข้อกำหนดของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และโปรแกรม ASEAM 2 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เป็นที่ยอมรับ และใช้กันอย่างแพร่หลาย

โปรแกรม OTTV CALCULATION

เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารจากหลักการและทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนดังกล่าวข้างต้น พัฒนาขึ้นโดย อ.พัฒนะ รักความสุข และอ.ภูสกานา กูบาฮา อาจารย์ประจำคณะพลังงาน และวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โปรแกรม Aseam 2

Aseam 2 (A Simplified Energy Analysis Method, Version2.01)เป็นการปรับปรุงโปรแกรมทั้งหมด สำหรับการคำนวนการใช้พลังงานของอาคารที่พักอาศัย และอาคารธุรกิจของ บริษัท W. S. Fleming & Associates. ประกอบด้วย ผู้อำนวยการโครงการ คือ Harry P.Missuriello. รองผู้อำนวยการ คือ Jame A. Fireovid,P.E.และ Lynn R. Fryer. โดยได้รับการสนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมและการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร พร้อมทั้งเอกสารจาก The US. Department Of Energy (DOE.), Office Of Building &Community System และ การช่วยเหลือจาก The Office Of Federal Energy Management Program (DOE.) และ The Office Of State And Local Assistance Programs (DOE.)

โปรแกรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการร่วมมืออนุรักษ์พลังงานระหว่างอาเซียนและสหรัฐอเมริกา(The Energy Conservation Asian - US. Project) โปรแกรมAseam 2 นี้ ทำงานบนเครื่อง IBMPc.และเครื่องเลียนแบบ ต้องการหน่วยความจำอย่างน้อย 256 KB. และมีเครื่องขับจานแม่เหล็ก 2 เครื่อง (2Floppy Disk Drives) หรือ 1 เครื่องขับจาน แม่เหล็ก (1 Floppy Disk Drive) กับหนึ่งฮาร์ดดิสค์ (1 Harddisk)

Aseam2นี้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับคำนวณค่าภาระความเย็นของอาคารและการประเมินการใช้พลังงานในอาคารมีข้อดีคือเป็นโปรแกรมที่ไม่ใหญ่มากนัก แต่ใช้กับอาคารขนาดใหญ่ได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถประเมินการใช้พลังงานของอาคารเมื่อใช้ระบบปรับอากาศแบบต่างๆรวมทั้งสามารถประเมินการใช้พลังงานของอาคารภายหลังการปรับปรุงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานได้(EnergyConservationOpportunity, ECO.) เช่นการบุฉนวนกันความร้อน และการปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆ

---

1. จรวย บุณยุบล และคณะ, พลังงาน, ศูนย์วิจัย และอบรมพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,หน้า 382.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม Aseam Version 2 นี้ สามารถวิเคราะห์ และประเมินการใช้พลังงานในอาคารขนาดใหญ่ๆได้ โดยจะทำการแบ่งพื้นที่ของอาคารออกเป็นโซนๆ ตามลักษณะการปรับอากาศที่เหมือนกันได้ไม่เกิน 10 โซน ข้อมูลที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์มี 3 ส่วน คือ

1. ข้อมูลสำหรับการคำนวณภาระความเย็นของอาคาร
2. ข้อมูลเกี่ยวกับ System ที่ใช้ในอาคาร
3. ข้อมูลเกี่ยวกับ Plant ที่ใช้ในอาคาร

1. ข้อมูลสำหรับการคำนวณภาระความเย็น เป็นข้อมูลของอาคารเป็นส่วนใหญ่ คือ ลักษณะ และที่ตั้งอาคาร, ลักษณะการใช้งาน, พื้นที่ใช้สอย และพื้นที่ปรับอากาศ, ลักษณะโครงสร้างของผนังและหลังคา, หน้าต่างที่ใช้, ลักษณะของที่บังแดด (Shading), ไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ภายในอาคาร, ข้อมูลเกี่ยวกับคนที่อยู่ในอาคาร, Thermostat Set Point เป็นต้น

2. ข้อมูลเกี่ยวกับ System ที่ใช้ ลักษณะของ System ที่ใช้ในอาคารเป็นอย่างไร เป็นประเภท Cooling หรือ Heating ซึ่งมีระบบต่างๆ ดังนี้-

1. Double Duct Or Multizone (DOMZ.)
2. Constant Volume Reheat (CVRH.)
3. Variable Air Volume Reheat (VAVR.)
4. Ceiling By-Bass Variable Air Volume (CBVAN.)
5. Single Zone Reheat (SZRH.)
6. Fan Coil Unit (FCU.)
7. Water Souce Heat Pump (WSHP.)
8. Air To Air Heat Pump (AAHP.)
9. Furnace (FURN.) - Unitary Heater (UH.)
10. Heating And Ventilation (HV.)
11. Window Air Conditioning (WAC.)

และค่า Design Condition ต่างๆ

3. ข้อมูลทางด้าน Plant ที่ใช้ในอาคาร เป็นลักษณะของ Plant ที่ใช้ เช่น Centrifugal Chiller, Absorption Chiller, Double Bundle Chiller, Reciprocating Chiller, Domestic Heat Water - Boiler รวมทั้งข้อมูลการออกแบบต่างๆ และชนิดของพลังงานที่ใช้ เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังมีข้อมูลของอุณหภูมิบรรยากาศของทั้งปี และข้อมูลของแสงอาทิตย์ทั้งปี ซึ่งจำเป็นต้องใช้สำหรับการวิเคราะห์ ความเย็นของอาคารดังกล่าว

---

1. กูสกานา กูบาฮา.การประเมินการใช้พลังงานในอาคารโดยใช้ Aseam 2 (Aseam 2 Calculation,) คณะพลังงาน และวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Energy Conservation Opportunity (ECO.)

โดยทั่วไป ECO. สามารถทำได้ 2 แนวทางใหญ่ๆ ได้แก่

1. การเปลี่ยนระบบ

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพ และลักษณะการใช้อุปกรณ์

ตัวอย่างในการทำ ECO. ในกรณีต่างๆ

1.ECO. ของรูปร่างอาคาร ติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนัง, หลังคา และพื้นอาคาร, อุดรอยรั่วตามผนัง และหน้าต่าง, ลดพื้นที่กระจก, เคลือบผิวบานประตู หน้าต่าง ด้วยวัสดุสะท้อนแสง และอื่นๆ

2.ECO.ของเครื่องทำน้ำเย็นมีการนำความร้อนจากน้ำระบายความร้อนมาใช้,เพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็น, ติดตั้งอุปกรณ์ Chiller Optimizer เป็นต้น

3. ECO. ของไฟฟ้าแสงสว่าง ลดระดับความสว่างของแสง, เปลี่ยนชนิดหลอดไฟเป็นหลอดชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง, มีการใช้ Daylighting และอื่นๆ

4. ECO. ของอุปกรณ์จ่ายลมเย็น เปลี่ยนจากชนิดปริมาตรลมเย็นคงที่ (VAC.) เป็นชนิดที่สามารถปรับปริมาณลมเย็นได้ (VAV.), ติดฉนวนกันความร้อนแก่ท่อจ่ายลมเย็น และการนำลมเย็นกลับมาใช้ใหม่

การคำนวณโปรแกรมนั้นใช้อัลกอริทึมมาตรฐาน ซึ่งมีที่มาและความรู้ในการเขียนโปรแกรมจากหลายแหล่งข้อมูล เช่น The American Society Of Heating, Refrigerating And Air Conditioning Engineers (ASHRAE.), Illumination Engineering Society (IES.), The DOE.-2 Program และ The National Bureau Of Standard (NBS.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารตัวอย่าง ในต่างประเทศ

Ohbayashi - Gumo Technical Research Institute [1]

อาคารสถาบันวิจัยค้นคว้า ของบริษัท โอบายาชิ-กูมิ ตั้งอยู่ที่กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น การก่อสร้างได้เริ่มขึ้นเมื่อเดือนเมษายน 1981 และแล้วเสร็จในอีก 1 ปีต่อมา คือเดือนเมษายน 1982 อาคารหลังนี้มีลักษณะพิเศษที่น่ากล่าวถึงคือ เป็นอาคารที่ออกแบบให้ประหยัดพลังงานสูงสุด (Super Energy Building) โดยได้นำพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) พร้อมกับเทคโนโลยีทางด้านการประหยัดพลังงาน (กว่า 98 รายการ) มาใช้กับอาคารหลังนี้ โดยยังคงไว้ซึ่งความสะดวกสบายของผู้ใช้อาคารอย่างครบครัน

Solar Energy ได้มีการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่วนบนของหลังอาคาร เพื่อนำเอาพลังงานมาใช้ในอาคารนี้ โดยติด Solar Collector มีเนื้อที่ effective ประมาณ 220 ตารางเมตร เพื่อใช้กับระบบปรับอากาศ, เครื่องทำความร้อน และเครื่องทำน้ำร้อนที่ใช้ภายในอาคาร

เทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงาน

รูปแบบของเทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงานที่สำคัญๆ ที่นำมาใช้ในอาคารนี้ ได้แก่

1 . Double Skin ผนังของอาคารด้านทิศใต้ จะออกแบบให้มี 2 ชั้น (เป็นผนัง 2 ชั้น เหมือนที่ติดตั้งในเรือนกระจกปลูกต้นไม้) โดยผนังด้านนอกจะเป็นกระจก (Refrecting glass) ผนังด้านในจะเป็นผนังทึบ สลับกับช่องบานเกล็ด ซึ่งปรับองศารับแสงสว่างได้ในมุมที่ต่างๆกัน และมีหน้าต่างหุ้มฉนวน ซึ่งเปิด-ปิดได้อยู่ทางด้านบน (ช่องบริเวณดาดฟ้าอาคาร) และด้านล่าง เพื่อการถ่ายเทของอากาศ ประโยชน์ของผนังแบบนี้กล่าวคือ ในฤดูร้อน อากาศร้อนที่อยู่ภายในระหว่างผนัง 2 ชั้น จะถูกระบายออกทางช่องด้านบนและล่างด้วยการพัดพาของลมตามธรรมชาติ เป็นการช่วยลดการทำงานของเครื่องทำ ความเย็น ในขณะที่ในฤดูหนาวนั้น อากาศภายนอกซึ่งถูกทำให้ร้อนโดย Solar energy ก็จะผ่านเข้าไปภายในช่องว่างระหว่างผนังทั้งสอง ช่วยเพิ่มความอบอุ่นให้กับอาคาร และเข้าไปเก็บไว้ใน air handling unit เพื่อเก็บสำรองไว้ใช้ ระบบผนังแบบ Double skin นี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์ในแง่ของการประหยัดพลังงานแล้ว ยังช่วยเพิ่มความงดงามทางด้านสถาปัตยกรรมให้กับอาคารนี้อีกด้วย

2. Underground Heat Storage ในฤดูใบไม้ร่วง ภายในอาคารหลังนี้จะมีพลังงานเหลือใช้ ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้จาก Solar energy และพลังงานที่เหลือดังกล่าว จะถูกนำไปเก็บไว้ยังตัวเก็บพลังงานความร้อน (Heat Storage) ซึ่งเป็นของเหลวไหลใน Coil ทองแดง ฝังไว้ในดินภายใต้อาคารหลังนี้ ซึ่งความร้อนที่ถูกเก็บสะสมไว้จะถูกนำกลับมาใช้ในฤดูหนาว รวมทั้งจะให้ความร้อนโดยตรงกับชั้นbasement โดยความร้อนจะผ่านมายังพื้นของชั้นนี้

3. Task -Ambient Lightingอาคารสำนักงานโดยทั่วไปพลังงานที่นำมาใช้ในการส่องสว่างภายในอาคาร คิดเป็น 1 ใน 3 ถึง 1 ใน 4 ส่วน สำหรับอาคารหลังนี้ การลดความสิ้นเปลืองพลังงานเพื่อนำมาใช้ในการส่องสว่างจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ห้องพักและช่องบันไดจะมีช่องหน้าต่างเพื่อให้แสงสว่างจากภายนอกส่องเข้ามาเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในเวลากลางวันส่วนในห้องทำงานและห้องค้นคว้าไฟฟ้าที่ใช้เพื่อการทำงานจะแยกต่างหาก โดยติดตั้งไว้ที่ฉากกั้นโต๊ะทำงานแต่ละตัวตัวละ2ดวงโดยดวงหนึ่งจะเป็นไฟส่องสว่างเพื่อการ

1.อำพรรณ, การประหยัดพลังงานในอาคาร,ข่าวช่าง ,(ปีที่ 13 ฉบับที่ 156, เมษายน 2528), หน้าที่ 24 -27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ทำงานและอีกดวงเป็นไฟส่องสว่างปกติ ระบบนี้เรียกว่า task - ambient lighting ซึ่งจะประหยัดตรงที่ว่าจะเปิดไฟเมื่อต้องการใช้งานแต่ละโต๊ะเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีสวิทช์ควบคุมอัตโนมัติซึ่งใช้ dimmer control แสง daylightโดยกำหนดไว้ว่า ถ้ามีแสงสว่างเพียงพอ หรือไม่ให้ความร้อนมากเกินไปจะมีตัวสวิทช์ปิดอัตโนมัติ และจะมีบานเกล็ดซึ่งเปิด-ปิดอัตโนมัติเช่นกัน ถ้าแสงเข้ามามาก หรือความร้อนเกินความจำเป็นก็จะปิดอัตโนมัติ และเปิดต่อเมื่อแสงในห้องไม่พอกับการใช้งาน

ในด้านการส่องสว่างนี้ยังได้มีการค้นคว้าใช้หลอดไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานเป็นพิเศษอีกด้วย ที่น่าสนใจอีกจุดหนึ่งก็คืออาคารทั่วๆไปจะมีห้องเครื่องกล(machine room) ไว้ที่basement แต่อาคารหลังนี้ได้นำไปไว้บนชั้นบนสุด ทั้งนี้เพื่อที่จะได้เป็นตัวลดความร้อนบนหลังคาลงไปได้ส่วนหนึ่ง

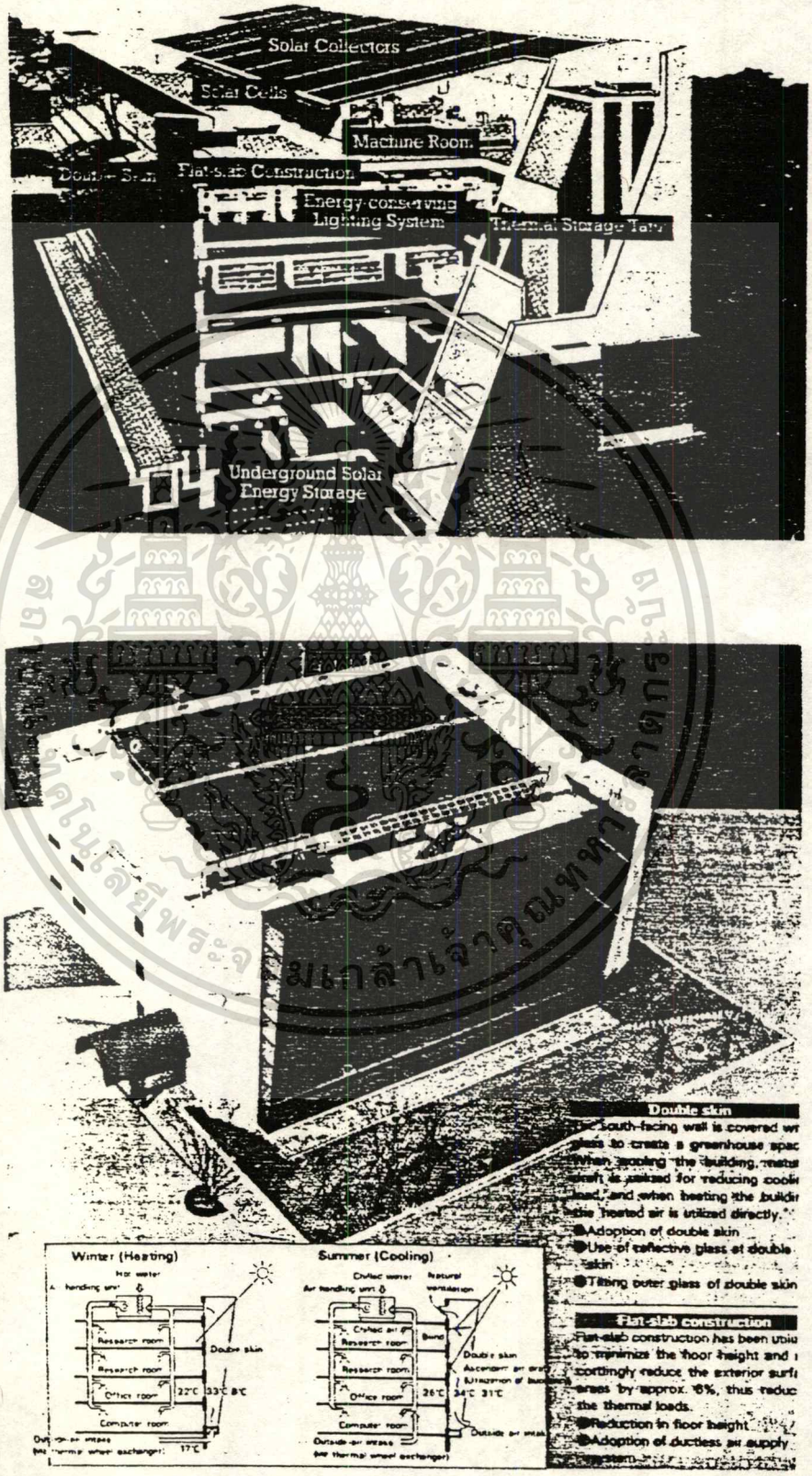
4. ประโยชน์จากน้ำฝน อาคารในญี่ปุ่นนี้ การใช้น้ำส่วนใหญ่จะใช้ไปกับเครื่องซักโครกในห้องน้ำ อาคารนี้จึงได้นำเอาน้ำฝนมาใช้ในห้องน้ำและทำความสะอาดทั่วๆไป โดยน้ำฝนนี้กักเก็บจากรางน้ำที่หลังคา, บริเวณถนน, สนามหญ้าบริเวณสวนรอบอาคาร โดยผ่านการ treatment เสียชั้นหนึ่งก่อน นอกจากนี้แม้แต่โถส้วมก็ได้ออกแบบให้เตี้ยลง เพื่อให้ pressure ที่จะเข้ามาในถังชักโครกน้อยลงลดการ ใช้พลังงานลงได้

5.Computerized Control เมื่อก่อสร้างเสร็จนั้น ก็เริ่มมีการเก็บข้อมูล โดยมีศูนย์คอมพิวเตอร์ที่อยู่ในอาคารนั้นเป็นตัวเก็บข้อมูลทุกอย่างที่มีการใช้พลังงานต่างๆไป โดยใช้ computerize stating ในการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับอาคารอื่นๆ จากการเก็บข้อมูลในเวลา 1 ปี ผลปรากฏเป็นที่น่าพอใจมากกล่าวคือ ในตอนเริ่มต้นการออกแบบได้ประมาณกันไว้ว่าควรจะประหยัดพลังงานได้ 98 Mcal/m/year (ใช้พลังงานเปรียบเทียบออกมาเป็นพลังงานความร้อนทั้งนี้เพราะง่ายกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับอาคารอื่นๆ) แต่เมื่อทำการวัดจริงๆ ปรากฏว่าตัวเลขต่ำกว่าที่กำหนดคือ ได้ประมาณ 87 Mcal/m/year เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารทั่วๆไป จะใช้ประมาณ 300 - 400 Mcal/m/year ซึ่งเท่ากับว่า ประหยัดไปได้ ประมาณ 1 ใน 4 ของอาคารธรรมดาทั่วๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 อาคาร OBAYASHI - GUMI TECHNICAL RESEARCH INSTITUE

THE WORLD'S MOST ENERGY-EFFICIENT BUILDING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องพักผู้โดยสาร ท่าอากาศยาน Albany County [1]

ท่าอากาศยานนี้อยู่ในนิวยอร์ค ห้องพักผู้โดยสารของท่าอากาศยานแห่งนี้ใช้กระจกใสรับแสงยาว 55 เมตร และมี solar court ติดตั้งไว้หลังกระจกใส เพื่อช่วยทำให้ตัวอาคารได้รับแสงสว่าง 40 % รวมทั้งความร้อน 20 % ตามที่ต้องการ

solar court ประกอบด้วยหน้าต่างบานเกล็ดอลูมิเนียมทาสีซึ่งช่วยควบคุมการรับแสง และผนังอิฐสะสมความร้อนบานเกล็ดนี้เป็นฉนวนความร้อนสามารถปิดหรือปรับมุมได้ตามต้องการด้วยการควบคุม ของเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้โปรแกรมทิศทาง และมุมของดวงอาทิตย์ไว้จนถึงปี ค.ศ. 2000 เครื่องคอมพิวเตอร์นี้ จะคอยตรวจสอบสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกตัวอาคาร เพื่อปรับบานเกล็ดให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการประหยัดพลังงาน ด้านหลังผนังอิฐเป็นช่องว่าง ซึ่งช่วยรับแสงและเก็บสะสมความร้อนในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ พื้นหินชนวน และคอนกรีตหน้าต่าง ยังช่วยเก็บสะสมความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงอีกด้วย

การทำงานของบานเกล็ด และอาคาร ในการรับความร้อน และแสงสว่าง แตกต่างไปในแต่ละฤดู ดังพอสรุปดังนี้

กลางวัน ในฤดูหนาวที่มีแดด ตัวอาคารได้รับความร้อน และแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ผ่านแผ่นกระจกใส

1. บานเกล็ดเปิดออกเต็มที่ เพื่อรับแสงอาทิตย์เข้ามาในตัวอาคาร
2. แสงอาทิตย์จะทำให้ผนังอิฐหลังกระจกใสรับแสง มีอุณหภูมิสูงขึ้น
3. ช่องว่างซึ่งอยู่หลังผนัง จะดูดอากาศเข้ามา ผ่านผนังอิฐที่มีอุณหภูมิสูง ทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น
4. อากาศที่มีอุณหภูมิสูงนี้ จะถูกดูดเข้าไปในระบบทำความร้อนของตัวอาคาร
5. พื้นที่ข้างล่าง ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติ

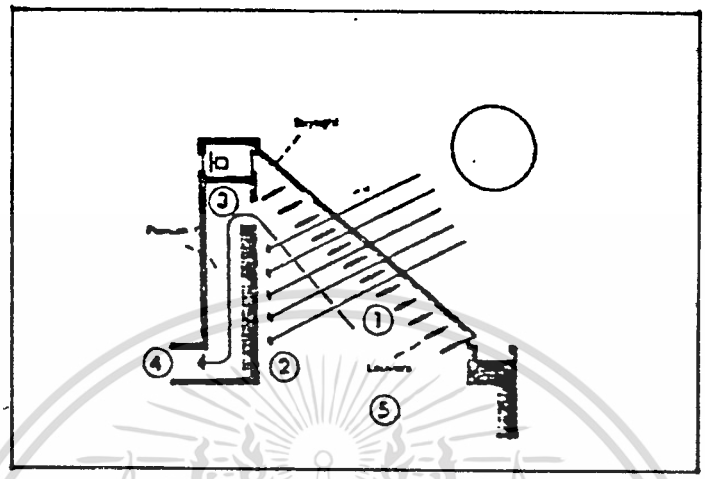
กลางคืน ในฤดูหนาว อุปกรณ์ต่างๆจะลดการสูญเสียความร้อนให้น้อยที่สุด

1. บานเกล็ดปิดสนิทหลังแผ่นกระจกใสรับแสง เพื่อลดการสูญเสียความร้อนออกไปทางแผ่นกระจกใส
2. บานเกล็ดเป็นเหมือนฉนวน ป้องกันความร้อนออกจากตัวอาคาร
3. ผนังอิฐยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ชั่วระยะหนึ่ง หลังดวงอาทิตย์ตกแล้ว เนื่องจากผนังดูดซับความร้อนเอาไว้
4. ช่องว่างซึ่งอยู่หลังผนัง จะดูดอากาศเข้ามา ผ่านผนังอิฐที่ยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ ทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่อความร้อนในผนังหมดแล้ว ช่องว่างก็จะเลิกดูดอากาศเข้ามา
5. อากาศที่มีอุณหภูมิสูง จะถูกดูดเข้าไปในระบบทำความร้อนของตัวอาคาร

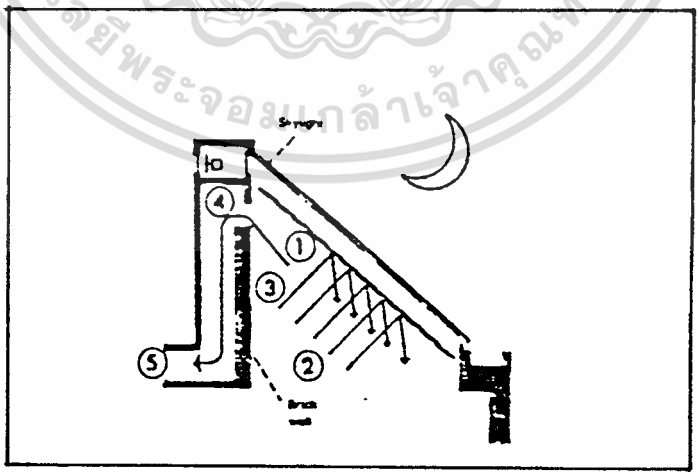
---

1. อำพรรณ, การประหยัดพลังงานในอาคาร, ช่างช่าง (ปีที่ 13 ฉบับที่ 156, เมษายน 2528), หน้าที่ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 กลางวันในฤดูหนาวที่มีแดด

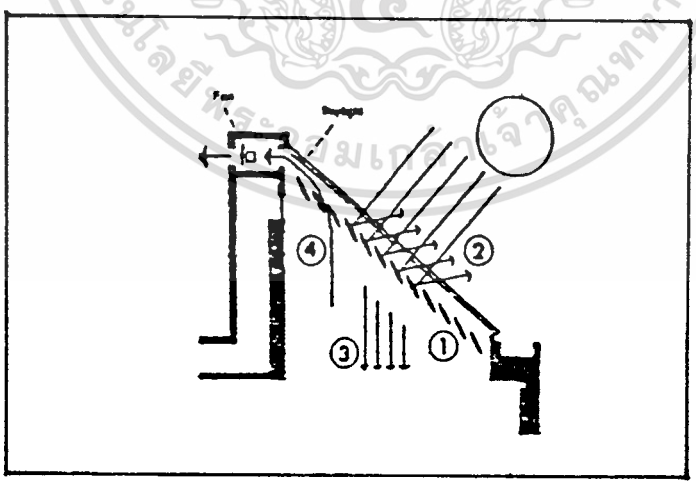


รูปที่ 2.2 กลางคืนในฤดูหนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางวันในฤดูร้อนที่มีแดด ตัวอาคารได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องไม่ให้แสงอาทิตย์ส่องเข้ามาโดยตรง เพราะจะทำให้อุณหภูมิในตัวอาคารสูงเกินไป

1. บานเกล็ดปิดเล็กน้อย
2. บานเกล็ดจะสะท้อนแสงอาทิตย์ที่ส่องโดยตรงออกไป
3. แสงอาทิตย์ที่เข้ามาในลักษณะเฉียง สามารถส่องเข้ามาในตัวอาคารได้
4. อากาศร้อนภายในตัวอาคาร จะรวมตัวกันอยู่ใต้แผ่นกระจกใส ซึ่งเป็นเหมือนที่รวมความร้อน จากนั้น เครื่องระบายความร้อนจะถ่ายเทอากาศร้อนนี้ออกไปจากตัวอาคาร



รูปที่ 2.3 กลางวันในฤดูร้อนที่มีแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร Norstar [1]

อาคาร Norstar ตั้งอยู่ในเมืองบัฟฟาโล มลรัฐนิวยอร์ค สหรัฐอเมริกา อาคารนี้ได้รับการออกแบบ ให้ใช้พลังงานน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของการใช้พลังงานในอาคารสูงขนาดเท่ากัน คือ 20.438 ลบ.ม. ทั้งนี้ เนื่องจากสถานที่ตั้ง และวัสดุที่ใช้ในการสร้างอาคาร ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติ นอกจากนี้ ลักษณะของอาคาร ที่มีความยาวถึง 24.4 เมตร และกว้างเพียง 4.5 เมตร ทำให้แสงอาทิตย์ส่องเข้าไปในตัวอาคารอย่างทั่วถึง ประการที่สำคัญ คือตัวอาคารหักเป็นมุม ทำให้อาคารด้านหนึ่งหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และอีกด้านหนึ่งหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

จากลักษณะที่ตั้งของอาคารนี้ จึงมั่นใจได้ว่า ในอนาคต อาคารอื่นๆที่จะสร้างต่อไปไม่อาจบังแสงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามาในอาคารนี้ได้ ที่ชั้นพลาซ่า และสองชั้นแรกของอาคารนี้ เป็นเรือนกระจกที่มีลักษณะคล้ายห้องโถงกลางในบ้านชาวโรมัน เพดานเป็นแผ่นกระจกใสรับแสง ยาว 41 เมตร และที่แผ่น กระจกยังติดตั้ง phase change solar collector เพื่อปรับอุณหภูมิของห้องไม่ให้ร้อน หรือหนาวจน เกินไป collector นี้ใช้หลักการเดียวกันกับ passive solar trombe wall กล่าวคือ ใช้สารละลายเกลือ แคลเซียม ซึ่งมีจุดหลอมเหลวที่ 27C เมื่อสารละลายนี้เปลี่ยนสถานะ จากของเหลวเป็นของแข็ง กลับไป กลับมา ก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้น ในฤดูที่ต้องการความร้อน collector จะดูดกลืนความร้อนของแสงอาทิตย์ ให้ความอบอุ่นกับอาคารในระบบถ่ายเทอากาศ ส่วนฤดูที่ต้องการความเย็นนั้นกระบวนการก็จะกลับกันคือพลังงานแสง อาทิตย์ที่ได้รับมากเกินไปจะถูกระบายออกเป็นอากาศเสีย นอกจากนี้ ด้าน หน้าทั้ง 2 ข้างของตัวอาคาร ยังมีลักษณะต่างกันเล็กน้อย เพื่อให้รับแสงสว่างได้มากที่สุดและดูดกลืนความร้อนน้อยที่สุด โดยด้านหน้าของตัวอาคารทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้หน้าต่าง 2 ชั้น ส่วนบนของหน้าต่างนี้ประมาณ 25% เป็นกระจกใส เพื่อให้รับแสงได้มาก แต่ส่วนที่เหลือทาสีคล้ำเพื่อสัดปริมาณความร้อน ส่วนหน้าต่างด้านหน้าของอาคารทิศตะวันตกเฉียงใต้นั้นตรงข้ามกับหน้าต่างด้านตะวันออกเฉียงเหนือ คือ ส่วนบนของหน้าต่างประมาณ 75% เป็นกระจกสีคล้ำเพื่อลดความร้อนของแสงอาทิตย์ ที่อาจได้รับในฤดูร้อน ส่วนอีก 25% ตอนล่างของหน้าต่างเป็นกระจกใส ระบบไฟฟ้าในตัวอาคารใช้ ระบบฟลูออเรสเซนต์รูปโค้ง ที่มีประสิทธิภาพสูง และใช้ fiber optic sensor ในการปรับสภาพแสงในอาคาร ให้มีระดับเหมาะสมทั้งวัน

1.อำพรรณ , การประหยัดพลังงานในอาคาร, ข่าวช่าง , (ปีที่ 13 ฉบับที่ 156, เมษายน 2528), หน้าที่ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารในประเทศ

อาคารเชลล์

อาคารสำนักงานใหญ่ของ บริษัท เชลล์ ประเทศไทย สูง 10 ชั้น ตั้งอยู่ในกรุงเทพฯ จากรายงานข้อคิดเห็นในการออกแบบด้านการใช้พลังงาน ของบริษัท สถาปนิกสุเมธ ชุมสาย จำกัด มีดังนี้ [1]

การพิจารณาประเภทของพลังงาน ที่ใช้ภายในอาคารสำนักงาน ของบริษัท เชลล์ ประเทศไทย จำกัด ได้พิจารณาถึงต้นกำเนิดของประเภทพลังงาน และการใช้งาน (energy end used) การศึกษาได้กระทำควบคู่ไปกับการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมอื่นของตัวอาคาร เป็นขั้นตอนแรก เมื่อได้ตัวอาคารครบตามความต้องการของบริษัทฯแล้ว ขั้นที่สองได้ทำการวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการใช้พลังงานภายในอาคาร และสรุปเป็นข้อเสนอแนะที่จะประหยัดพลังงาน และองค์ประกอบที่มีผลน้อย หรือมีความจำเป็นก็ได้ กล่าวสรุปเป็นสัดส่วนของพลังงานที่ใช้ตามมาตรฐาน ที่ยังไม่มีมาตรการประหยัด การวิเคราะห์ปริมาณพลังงานที่ใช้ในอาคาร ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. แยกประเภทพลังงานออกเป็นหลักใหญ่ๆ ตามคุณลักษณะการใช้งาน ได้แก่ พลังงานความร้อน, แสงสว่าง, ไฟฟ้า และอื่นๆ

2. จัดรูปของพลังงานตามปริมาณความต้องการภายในอาคาร และจากสิ่งแวดล้อม ไว้ตามลำดับ คือ ความร้อน, แสงสว่าง, ไฟฟ้า ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับความจำเป็นของอุปกรณ์ภายในสำนักงาน

3. จากข้อมูลเบื้องต้นในข้อ 1 และ 2 ได้นำไปใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยคำนึงถึงการตั้งรูปแบบของอาคาร, การออกแบบแผงกันแดด และการเลือกใช้วัสดุ ซึ่งจะต้องควบคู่ไปกับวิศวกรรมโครงสร้าง, ระบบปรับอากาศ และไฟฟ้า

4. วิเคราะห์ปริมาณพลังงานความร้อนในอาคาร โดยเน้นมาตรฐานสุขสบายภายในอาคาร ทั้งอุณหภูมิ และระดับความชื้น รองจากพลังงานความร้อน ได้พิจารณาถึงพลังงานด้านส่องสว่าง ดังนั้นในการออกแบบ จึงได้เน้นมาตรการประหยัด 2 ประการคือ

4.1 ด้านพลังงานความร้อน (ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศของตัวอาคารถึง 90%)

- ทำการแบ่ง zone ของตัวอาคาร และทำการเตรียมการใช้เครื่องควบคุม (Control Instrument) ให้ใช้เครื่องปรับอากาศตามพฤติกรรม และเวลาการใช้อาคาร ซึ่งคาดว่า จะสามารถประหยัดพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศได้ประมาณ 15 - 20 %

- สำหรับพื้นที่ส่วนสำนักงาน กำหนดการกั้นห้องให้มีส่วนสูงไม่เกิน 2.00 เมตร เพื่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศได้ทั่วถึง

- กรุวัสดุผิวอาคารภายนอกด้วยกระเบื้องขาว เพื่อให้เกิดการสะท้อนแสง และความร้อน เป็นการช่วยลดพลังงานที่ต้องสูญเสียไปในการปรับอากาศ

- ในทางปฏิบัติ เสนอให้มีการเพิ่มอุณหภูมิสุขสบาย (Comfort Temperature) ภายในชั้น 1 - 2 ในฤดูหนาว ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้อีก 3 - 5 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด

1.สมาคมสถาปนิกสยาม, อาคารสำนักงานใหญ่เชลล์, อาษา. (ปีที่ 12, ฉบับที่ 1 เมษายน 2529.) หน้าที่ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเปิดช่องเปิดแบบ Through Ventilation จะช่วยให้การทำงานในสำนักงาน เป็นไปได้ตามปกติ เมื่อเกิดการขัดข้องขึ้นจากเครื่องจักรกล

ในการออกแบบระบบระบายอากาศ และระบบปรับอากาศได้กระทำไปพร้อมกันเพื่อควบคุมอัตราการถ่ายเทอากาศได้อย่างเที่ยงตรงตลอดเวลาทำงานซึ่งเมื่อหมดเวลาทำงานก็จะลดลงจนแทบไม่มีการถ่ายเทอากาศเลย การลดขนาดเครื่องปรับอากาศ ก็อาศัยผลจากธรรมชาติด้วย นอกจากจะรับช่องหน้าต่างให้ลึกเข้ามาดังที่กล่าวแล้ว ยังออกแบบตัวอาคารให้สะท้อนความร้อนออกไป โดยปูกระเบื้องขนาด 8 นิ้ว สีขาวบนผนังด้านนอก การคำนวณชี้ให้เห็นว่า ถ้ามีแสงแดด 100% ตกกระทบอาคาร ต้องใช้พลังงานประมาณ 16% ไปทำความเย็นในอาคารนั้นเพื่อไม่ให้รู้สึกร้อน เมื่อใช้กระเบื้องสีขาวปูภายนอกแล้วความร้อนจะสะท้อนออกไปได้ถึง40% ซึ่งอาจลดลงเหลือ 20% ในฤดูแล้ง เพราะมีฝุ่นผงเกาะตามกระเบื้องทำให้สะท้อนความร้อนได้น้อยลง อย่างไรก็ตาม เมื่อคิดตามตัวเลขนี้ ก็ปรากฏผลว่า สามารถประหยัดพลังงาน สำหรับอาคารทั้งหลังได้ระหว่าง13.2%ถึง16.4% และต่อมาเมื่อทางบริษัทเชลล์ส่งแบบและข้อมูลไปให้สำนักงานของเชลล์ในฝรั่งเศสคำนวณและตรวจสอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งตั้งโปรแกรมเกี่ยวกับพลังงานไว้โดยเฉพาะก็ได้รับคำตอบส่วนใหญ่ใกล้เคียงกัน

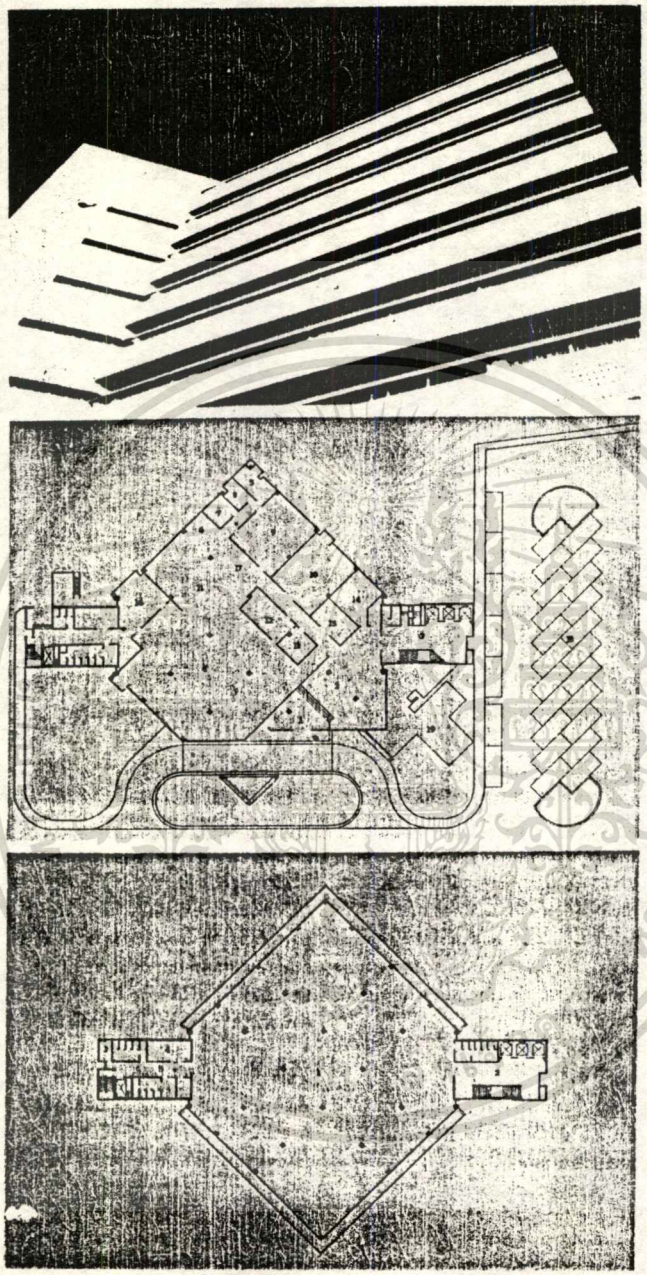
4.2 ด้านพลังงานแสงสว่าง มีผลต่อบรรยากาศของตัวอาคาร ประมาณ 10 %

- โดยการเปิดช่องเปิด เพื่อรับแสงธรรมชาติอย่างเต็มที่ สามารถลดการใช้พลังงานจากไฟฟ้าสำหรับพื้นที่โดยรอบช่องเปิด

- การใช้ Exposed lighting ทำให้สามารถใช้พลังงานแสงสว่างได้อย่างเต็มที่ และสามารถลดการสูญเสียพลังงาน ทั้งในด้านระบบปรับอากาศ และการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3 อาคารสำนักงานใหญ่เชลล์



แปลนชั้นล่าง

1. โถงทางเข้า
2. โถงพักคอย
3. โถงลิฟท์
4. ห้องอาหาร
5. ทำงาน
6. อบรม 1
7. อบรม 2
8. อบรม 3
9. อบรม 4
10. บิลเลียด
11. ประชุม
12. ห้องอาหาร 1
13. ห้องอาหาร 2
14. คลีนิค
15. ห้องสมุด
16. ครัว
17. พักผ่อน
18. ที่จอดรถ
19. บ่อน้ำ

แปลนชั้นที่ 2 - ชั้นที่ 8

1. ส่วนทำงาน
2. โถงลิฟท์
3. เตรียมอาหาร
4. ห้องเครื่อง

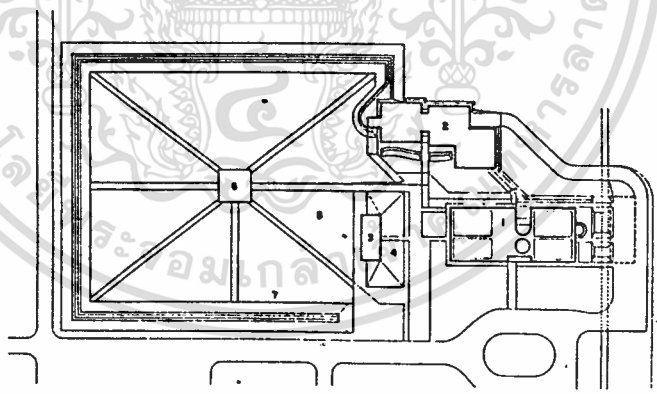
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AIT Energy Technology Building [1]

นอกจากจะออกแบบอาคารเชลล์ดังกล่าวแล้ว บริษัท สถาปนิกสุเมธ ชุมสาย ยังได้ออกแบบอาคาร AIT Energy Technology Building ให้กับ Asian Institute of Technology อีกด้วย อาคารดังกล่าวเป็นอาคารเรียน และห้องทดลอง สูงสองชั้น มีเนื้อที่ 1,870 ตารางเมตร

แนวความคิดในการออกแบบ คือ ให้เป็นอาคารที่แสดงถึงวิธีการประหยัดพลังงาน และวิธีใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อระบบปรับอากาศ ในประเด็นนี้ จึงได้วางผังให้อาคารหนีแดดให้มากที่สุด และออกแบบโดยไม่ให้แสงอาทิตย์ส่องเข้าไปในอาคารตลอดระยะเวลาทำงาน โดยให้ทางยาวของอาคารหันไปตามทิศตะวันออก-ตะวันตก และช่องเปิดตรงด้านปลายอาคารนี้ มีเกล็ดอลูมิเนียมปรับมุม สำหรับบังแดดได้เต็มที่ บริเวณหลังคาซึ่งเป็นที่ติดตั้งแผ่นรับแสงอาทิตย์ ที่เป็นรูปสามเหลี่ยมเห็นเด่นชัด ซึ่งแต่เดิมนั้นได้ออกแบบให้มีระบบปรับอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระบบสำรอง แต่เมื่อได้คำนวณแล้ว ปรากฏว่าอาคารนี้สามารถประหยัดพลังงานและกันความร้อนออกไปได้มากเสียจนแผ่นรับแสงอาทิตย์ ซึ่งกำลังจะติดตั้งบนพื้นที่หลังคาที่มีอยู่อย่างจำกัดสามารถผลิตพลังงานได้พอสำหรับระบบปรับอากาศของอาคารทั้งหลังในกรณีที่มีแสงอาทิตย์ไม่พอเช่นเมื่อมีเมฆก็มีระบบปรับอากาศรวมปกติของAIT ซึ่งเป็นท่อน้ำเย็นเดินมาจากเครื่องจ่ายกลาง (Central Unit) เพื่อทำงานแทนได้

ผิวอาคารภายนอกฉาบหินล้างสีขาว เพื่อสะท้อนแสง และลดการดูดซับความร้อน และเพื่อให้ประหยัดพลังงาน และกันความร้อนยิ่งขึ้น ผนังภายในส่วนใหญ่เป็นตู้เก็บของและชั้นหนังสือเป็นฉนวนกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ ภายใต้หลังคามีฉนวนเป็นใยแก้วโดยตลอด



รูปที่4.อาคารAITENERGYTECHNOLOGYBUILDING

1.อำพรรณ, การประหยัดพลังงานในอาคาร, ข่าวช่าง ,(ปีที่ 13 ฉบับที่ 156, เมษายน 2528), หน้าที่29 - 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อาคารฝึกบินจำลอง และสำนักงาน การบินไทย

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เนื่องจาก บริษัท การบินไทย จำกัด มีความประสงค์จะทำการก่อสร้างอาคาร Simulator & Office Building ซึ่งเป็นอาคารติดตั้งเครื่องช่วยฝึกบิน (Flight Simulator) และสำนักงาน ณ ที่ดิน ของ บริษัท การบินไทย จำกัด เลขที่ 89 ถนน วิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตบางเขน กรุงเทพมหานครฯ โดยมีรายละเอียดโครงการโดยสังเขป ดังนี้

1. สถานที่ก่อสร้าง ณ ด้านทิศใต้อาคารสำนักงานใหญ่ 22 ชั้น บริษัท การบินไทย จำกัด เลขที่ 89 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตบางเขน กรุงเทพมหานครฯ บนพื้นที่ประมาณ 4 ไร่

2. ลักษณะของงาน

2.1 อาคารสูงคอนกรีตเสริมเหล็ก ชั้น Basement เป็นที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรกล (Mechanical Room) พื้นที่มีขนาดเหมาะสมกับงาน, ระบบประกอบอาคาร และ Flight Simulators ชั้น Ground Floor สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องฝึกบินจำลอง (Flight Simulators) ประมาณ 4-5 เครื่อง ลักษณะโครงสร้างเป็น Long Span Structure ความสูงโดยเฉลี่ยของ Ground Floor ประมาณ 8-10 เมตร ชั้น Typical Floor สำหรับ Office and Staff's Facilities โดยทั่วไป ตามเกณฑ์มาตรฐาน

2.2เป็นอาคารจอดรถคอนกรีตเสริมเหล็กมีปริมาณการจอดรถเพียงพอกับปริมาณพื้นที่สำนักงาน ที่ออกแบบตามเทศบัญญัติของกรุงเทพมหานคร

2.3 งานระบบประกอบภายในอาคาร ประกอบด้วยระบบดังต่อไปนี้

- ระบบไฟฟ้ากำลัง (Hight Power System) และระบบไฟฟ้าสำรอง (Back-Up Generator)
- ระบบเครื่องปรับอากาศ (Air Condition System) แบบ Central Chiller, Water Cool
- ระบบระบายอากาศ (Ventilation System) ประกอบด้วย Exhaust และ Fresh Air Supply
- ระบบลิฟท์ (Elevator)
- ระบบน้ำเย็น (Chilled Water) สำหรับระบายความร้อนให้กับ HPU ของ Simulators
- ระบบเครื่องกล และสุขาภิบาล (Mechanical & Sanitaly System) สำหรับรองรับการใช้งาน ของ Flight Simulators และสำนักงานทั่วไป
- ระบบน้ำดื่ม (Water Treatment System) ภายในอาคาร เป็นระบบกรอง และฆ่าเชื้อ
- ระบบกำจัดน้ำเสีย (Waste Water Treatment System)
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และสื่อสาร ภายในสำนักงาน (Low Power Supply and Communication) ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้าสำนักงาน, สายโทรศัพท์ภายใน, ระบบ Intercom และระบบเสียงตามสาย
- ระบบรักษาความปลอดภัย (Safety and Fire Protection System) ประกอบด้วย ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้อัตโนมัติ (Smoke, Heat Detector), ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วย Halon 1301, ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยน้ำ(Water Sprinkler System), ตู้ดับเพลิง (FireHoseCabinet),ระบบหนีไฟและฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการพื้นที่ใช้สอย

ตารางที่ 1.1 พื้นที่ที่ต้องการของกองเครื่องฝึกบินจำลอง ชั้นที่ 1

องค์ประกอบ	พื้นที่(ตร.ม.)	จำนวน	รวมพื้นที่(ตร.ม.)
1.1 SIMULATOR HALLS	15.00X15.00	8.00	1800.00
1.2 MDB. &UPS.	3.00X10.00	8.00	240.00
1.3 HPU. & A/C.	7.00X10.00	8.00	560.00
1.4 HEAVY EQUIPMENT	6.00X11.00	1.00	66.00
1.5MECHANICAL WORKSHOP	6.00X15.00	1.00	90.00
1.6 HYDRAULIC WORKSHOP	6.00X7.00	1.00	42.00
1.7 PACKING ROOM	6.00X6.00	1.00	36.00
1.8 MECHANICAL & OIL STORE	6.00X13.00	1.00	78.00
1.9 LIFT 2 TONS (L)	2.00X3.00	1.00	6.00
1.10 TOILET	34.00	1.00	34.00
1.11 LOCKER	5.00X10.00	1.00	50.00
1.12 SPORT ROOM	20.00X10.00	1.00	200.00
1.13 WALKWAY SIM. HALL	3.00X60.00	2.00	360.00
1.14 WALKWAY	2.00X30.00	5.00	300.00
1.15 WALKWAY	2.00X56.00	2.00	224.00
รวมพื้นที่ ชั้นที่ 1			4086.00

ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 พื้นที่ที่ต้องการของกองเครื่องฝึกบินจำลอง ชั้นที่ 2

องค์ประกอบ	พื้นที่(ตร.ม.)	จำนวน	รวมพื้นที่(ตร.ม.)
2.1 SIMULATOR HALLS	15.00X15.00	8.00	1800.00
2.2 PILOT LIVING ROOM	10.00X30.00	1.00	300.00
2.3 COMPUTER ROOM	8.00X12.00	8.00	672.00
2.4 COMPUTER WORKSHOP	6.00X10.00	1.00	60.00
2.5 INTERFACE WORKSHOP	6.00X10.00	1.00	60.00
2.6 INSTRUMENT WORKSHOP	6.00X10.00	1.00	60.00
2.7 POWER SUPPLY WORKSHOP	6.00X10.00	1.00	60.00
2.8 CONTROL ROOM	4.00X10.00	1.00	40.00
2.9 BRIEFING ROOM	3.00X10.00	1.00	30.00
2.10 VISUAL WORKSHOP	7.00X10.00	1.00	70.00
2.11 ELECTRONIC WORKSHOP	10.00X10.00	1.00	100.00
2.12 COFFEE ROOM	4.00X10.00	1.00	40.00
2.13 ELECTRONIC STORE & OFFICE	22.00X10.00	1.00	220.00
2.14 TOILET	34.00	1.00	34.00
2.15 LIFT 2 TONS	2.00X3.00	1.00	6.00
2.16 WALKWAY SIM.HALLS	3.00X60.00	2.00	360.00
2.17WALKWAY	2.00X60.00	2.00	240.00
2.18 WALKWAY	104.00	1.00	104.00
2.19 WALKWAY	104.00	1.00	104.00
รวมพื้นที่ ชั้นที่ 2			4360.00

ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.3 พื้นที่ที่ต้องการของกองเครื่องฝึกบินจำลอง ชั้นที่ 3

องค์ประกอบ	พื้นที่(ตร.ม.)	จำนวน	รวมพื้นที่(ตร.ม.)
3.1 LIVING ROOM	30.00X10.00	1.00	300.00
3.2 BRIEFING ROOM	15.00X30.00	1.00	450.00
3.3 AUDITORIUM	13.00X20.00	1.00	260.00
3.4 PILOT LOCKER ROOM	10.00X13.00	1.00	130.00
3.5 WALKWAY	2.00X30.00	1.00	60.00
3.6 BRIEFING ROOM	4.00X10.00	1.00	40.00
3.7 TOILET	4.00X10.00	1.00	40.00
3.8 PROJECT & RESEARCH DEVELOPMENT TRAINING ROOM #2,3 & FIELD ENGINEER OFFICE	18.00X10.00	1.00	180.00
รวมพื้นที่ ชั้นที่ 3			**1460.00**

ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.4 พื้นที่ที่ต้องการของกองเครื่องฝึกบินจำลอง ชั้นที่ 4

องค์ประกอบ	พื้นที่(ตร.ม.)	จำนวน	รวมพื้นที่(ตร.ม.)
4.1 OF OFFICE	4.50x4.00	1.00	18.00
4.2 OF-B OFFICE	3.50x4.00	1.00	14.00
4.3 OF-D OFFICE	3.50x4.00	1.00	14.00
4.4 OF-E OFFICE	3.50x4.00	1.00	14.00
4.5 ADMIN. ENGINEER OFFICE			
DRAFTING&SIMULATING PROJECT ROOM	3.00x4.00	15.00	180.00
4.6 OF-X,MICRO COMPUTER			
&OFFICE AUTOMATION ROOM	13.00x14.00	1.00	182.00
4.7 LIBRARY	10.00x15.00	1.00	150.00
4.8 DOCUMENTATION AND MEDIA			
SOFTWARE ROOM	10.00x12.00	1.00	120.00
4.9 TRAINING ROOM #1	8.00x10.00	1.00	80.00
4.10 LIVING ROOM	6.00x12.00	1.00	72.00
4.11 MEETING ROOM #12	5.00x12.00	2.00	120.00
4.12 TOILETS	34.00	1.00	34.00
4.13 ENGINEER OFFICE			
&FUTURE EXPANSION	558.00	1.00	558.00
4.14 SHIFT REST OVERNIGHT	4.00x9.00	2.00	72.00
4.15 CLEANNING EQUIPMENT ROOM	3.00x4.00	1.00	12.00
4.16 COFFEE ROOM	4.00X10.00	1.00	40.00
4.17 GARDENING	26.00X10.00	1.00	260.00
4.18WALKWAY	2.00X23.00	1.00	46.00
4.19 WALKWAY	2.00X12.00	2.00	48.00
4.20 WALKWAY	2.00X18.00	1.00	36.00
4.21 LOUNGE	10.00X30.00	1.00	300.00
รวมพื้นที่ ชั้นที่ 4			2370.00
รวมพื้นที่ ส่วนอาคารฝึกบินจำลอง			12279.00

ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทางเทคนิค

1. ทางเดินเชื่อมระหว่างตึกใหม่ และตึกเก่า กว้าง 2.5 เมตร สามารถรับน้ำหนักอุปกรณ์ ขนาด 1 ตันได้ พร้อมหลังคาคลุมตลอด

2. ความหนาของพื้น Simulation Hall ให้สอดคล้องกับความต้องการของบริษัทผู้ผลิต

3. พื้น Simulation Hall ปูด้วยวัสดุที่แข็งแรง, เรียบ, ไม่ลื่น และสวยงาม สามารถทนต่อการรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิค และน้ำยาฟรีออน หรือสารเคมีชนิดอื่นได้อย่างดี และทำการยกระดับด้วย

4. Simulation Hall ต้องแยกห้องแต่ละตัวออกจากกัน และทำการติดตั้งผนังเก็บเสียงโดยมีประตูสำหรับติดต่อกัน 2 บาน

5. ผนัง Simulation Halll ใช้ Removeable Wall เพื่อเคลื่อนย้ายได้

6. กระจกทั้งหมด ใช้ Safety Glass

7. ใน Simulation Hall มี Platform Lift สำหรับอุปกรณ์หลัก จำนวน 4 ตัว

8. ติดตั้ง Crane ชนิดเคลื่อนที่ 2 แกน ในแต่ละ Simulation Hall, สำหรับยกอุปกรณ์ หนักๆ เช่น Visual Projector

9. ติดตั้งท่อปรับอากาศ, Cable Tray แบบฝังพื้น ใน Simulation Hall

10. ห้อง HPU ใช้ประตู 2 ชั้น ชนิดมีกระจก ผนังห้องบุอุปกรณ์กันเสียง

11. ห้องคอมพิวเตอร์ มีระบบ Air Standby Unit สำหรับควบคุมความชื้น

12. ใช้ระบบดับเพลิงชนิดก๊าซฮาลอน สำหรับห้องคอมพิวเตอร์, ห้องเอกสาร และห้องเก็บของ ส่วนของสำนักงาน ใช้ระบบดับเพลิงด้วยน้ำ

13. ติดตั้ง Exparable Power Outlet Utilities

14. ห้องคอมพิวเตอร์ และ Workshop ใช้พื้นห้องระบบ Raised Floor ชั้นล่างปูกระเบื้อง ยาง

15. Living Room และ Office ปูพรม ส่วน Storage ปูกระเบื้องยาง

16. ทุกห้องที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ จะต้องมีระบบระบายอากาศที่ดีพอ และสำหรับห้อง Work shop ต้องมีระบบระบายอากาศสำหรับสารตะกั่วด้วย

17. ที่ชั้นที่ 1 ทาด้วยสี Epoxy ทั้งหมด ยกเว้นที่ Simulation Hall

18. ในส่วนของสำนักงานบนชั้นที่ 4 ให้ใช้ผนังกระจกมากที่สุด และที่ Technician Office ที่ชั้น 3 ใช้ผนังกระจก เพื่อให้มองเห็น Simulation Hall ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อพิจารณาที่ใช้เพื่อการออกแบบ

อาคารสำนักงาน บริษัท การบินไทย จำกัด ที่จะจัดสร้างขึ้นใหม่นี้ จัดเป็นอาคาร สำนักงานสำหรับเจ้าของประเภท บริษัท จำกัด (Corporate Office) มีลักษณะการบริหารงานผ่านคณะ กรรมการบริษัท ซึ่งมีผู้ถือหุ้นเป็นผู้แต่งตั้งขึ้นรับผิดชอบตามข้อบังคับของบริษัทโดยมอบอำนาจให้กรรมการผู้อำนวยการใหญ่ เป็นผู้รับผิดชอบ และดำเนินงานให้เป็นไปตามระเบียบข้อบังคับ และนโยบายที่คณะกรรม การบริษัทกำหนด โดยมีรองผู้อำนวยการใหญ่ฝ่ายต่างๆ จัดดำเนินงานในสายงานหลักต่างๆ ของบริษัท

เนื่องจากการออกแบบอาคารสำนักงานใหม่แห่งนี้ยังไม่สามารถตกลงเรื่องการจัดหน่วยงานภายในได้เป็นที่แน่นอนจึงจำเป็นต้องจำลองการจัดการหน่วยงานต่างๆ ภายในอาคารสำนักงานจาก ข้อมูลอัตรากำลังพนักงาน บริษัทการบินไทย จำกัด ปี 2539 [1] และข้อมูลแสดงพื้นที่สำนักงานและจำนวนบุคลากรภายในอาคารสำนักงานใหญ่ ปี 2532 - 2533 เป็นเกณฑ์ ในการประมาณการจำนวน พนักงานในหน่วยงานต่างๆ ภายในอาคารสำนักงานแห่งใหม่นี้ การจัดหน่วยงานหลัก จัดแบ่งเป็น 7 ฝ่าย โดยแต่ละฝ่ายมีผู้อำนวยการฝ่ายเป็นผู้รับผิดชอบ, ควบคุม, อำนวยการ และดำเนินงาน ให้การปฏิบัติ ในฝ่ายเป็นไปตามแผนนโยบายและตามเป้าหมายของบริษัท โดยแบ่งได้ดังนี้

แผนผังแสดงการบริหารงาน บริษัทการบินไทย จำกัด

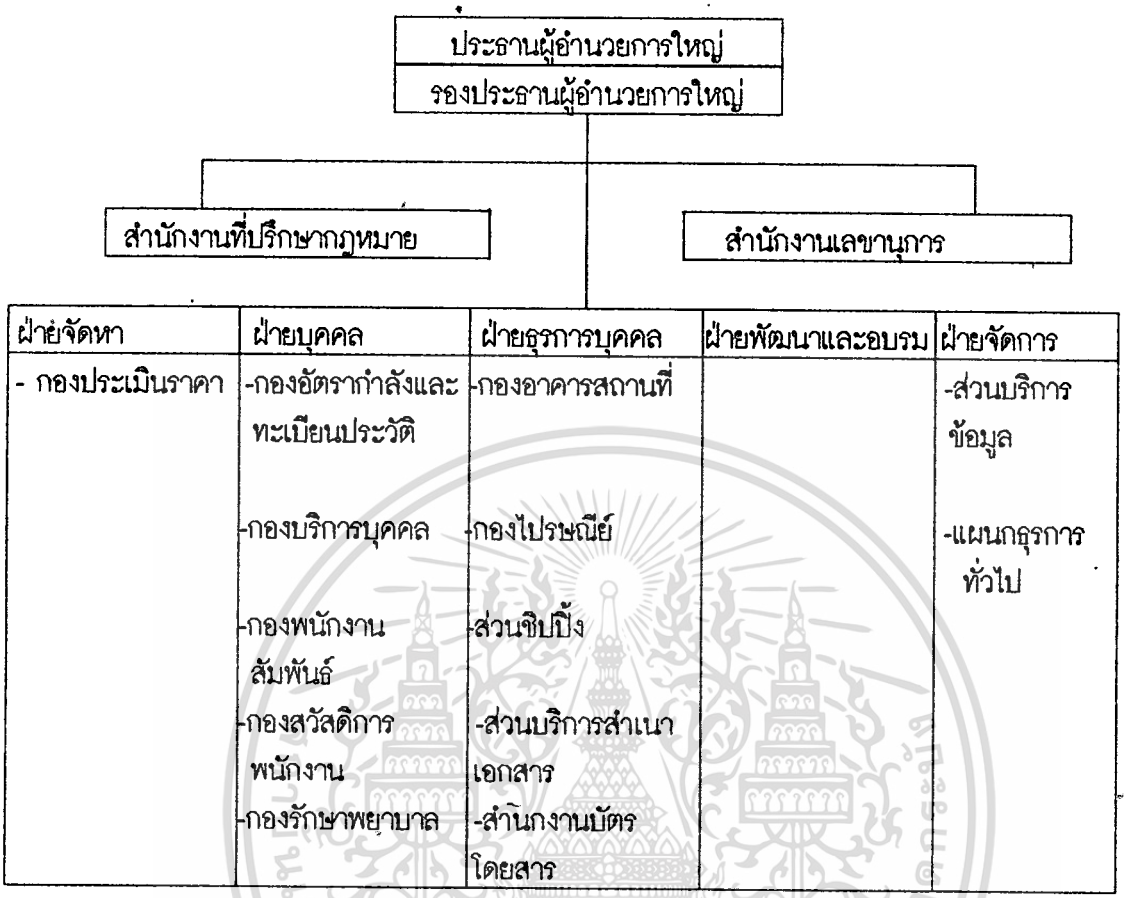
ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

---

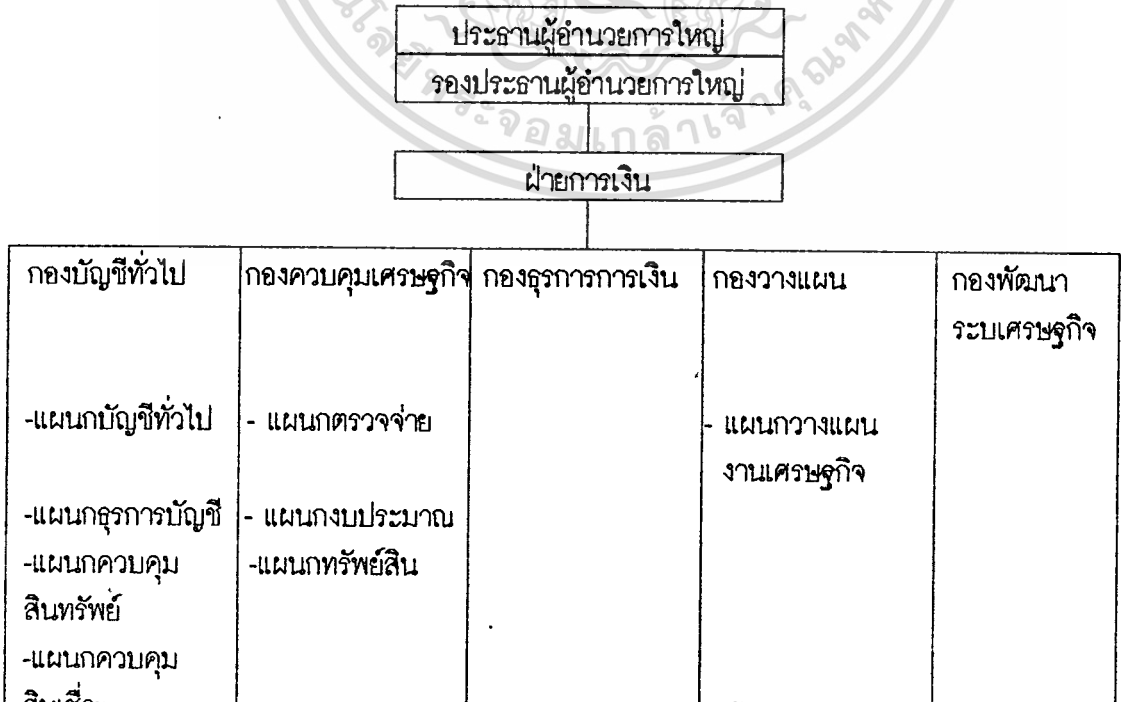
1. นายฐากูร กะรีวัต, (วิทยานิพนธ์ สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สจล. ปี พ.ศ. 2528) หน้า 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงการบริหารงานภายใน ฝ่ายขึ้นตรงต่อผู้อำนวยการใหญ่



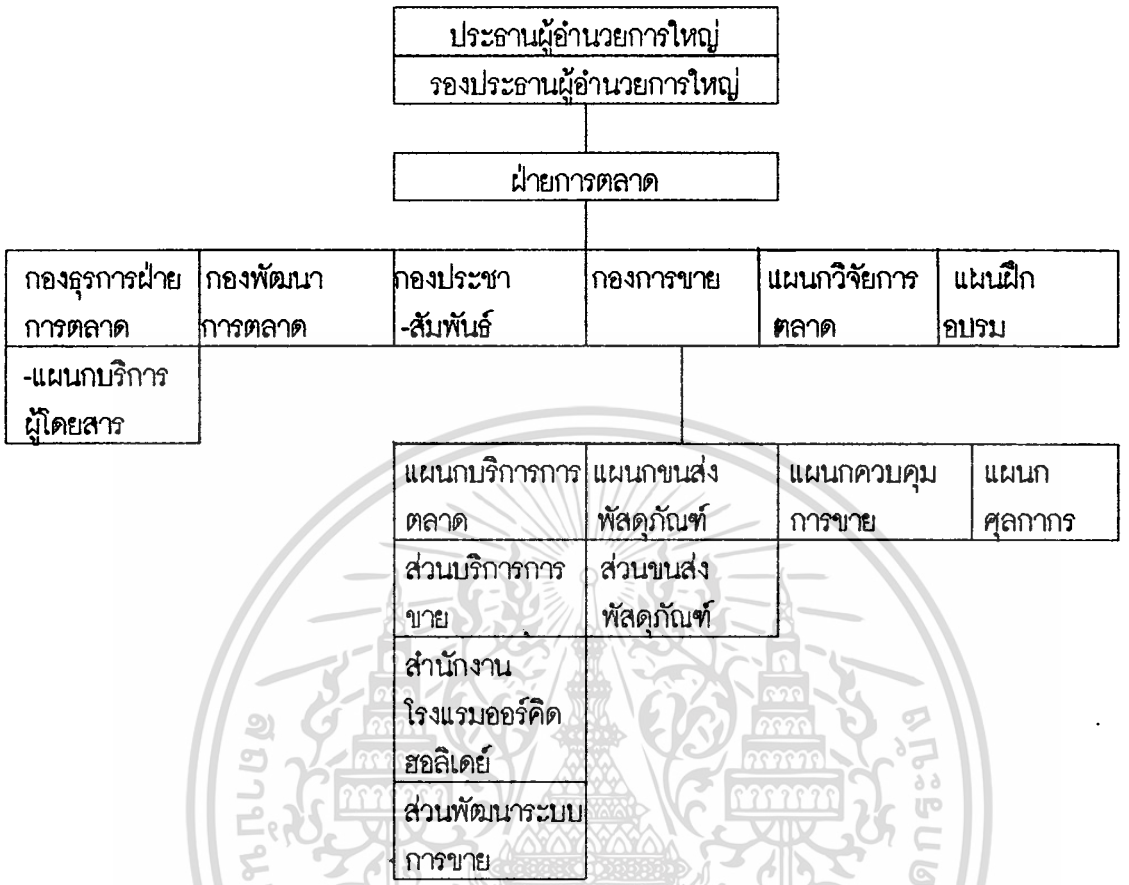
แผนผังแสดงการบริหารภายใน ฝ่ายการเงิน



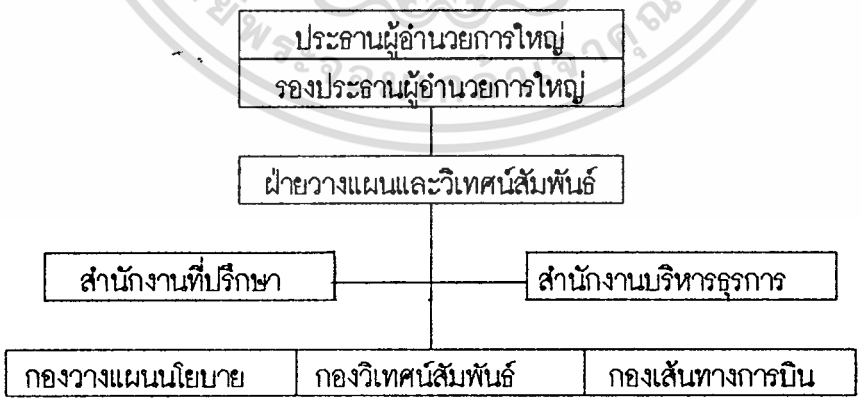
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

แผนผังแสดงการบริหารงานภายใน ฝ่ายการตลาด



แผนผังแสดงการบริหารงานภายใน ฝ่ายวางแผนและวิเทศน์สัมพันธ์



ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2. อัตรากำลังของพนักงาน บริษัท การบินไทย จำกัด (ปี 2539)

1. สำนักงาน

หน่วยงาน	จำนวนพนักงาน
1. สำนักงานประธานผู้อำนวยการ	18
2. สำนักงานรองประธานผู้อำนวยการ	6
3. สำนักงานที่ปรึกษาทางกฎหมาย	27
4. สำนกงานเลขานุการ	15
5. สำนักงานที่ปรึกษา	6
6. สำนักงานบริหารธุรการ	6
รวมจำนวนพนักงาน	78
เฉลี่ย	13

2. ฝ่าย

หน่วยงาน	จำนวนพนักงาน
1. ฝ่ายจัดหา	37
2. ฝ่ายบุคคล	9
3. ฝ่ายธุรการบุคคล	12
4. ฝ่ายพัฒนาและอบรม	33
5. ฝ่ายจัดการ	48
6. ฝ่ายวางแผนและวิเทศน์สัมพันธ์	6
7. ฝ่ายการเงิน	9
8. ฝ่ายการตลาด	12
9. ฝ่ายโภชนาการ	7
10. ฝ่ายปฏิบัติการบิน	6
11. ฝ่ายปฏิบัติการภาคพื้นดิน	6
12. ฝ่ายช่าง	6
รวมจำนวนพนักงาน	191

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ย	16

3. กอง

หน่วยงาน	จำนวนพนักงาน
1. กองประเมินราคา	33
2. กองอัตรากำลังและทะเบียนประวัติ	63
3. กองบริการบุคคล	36
4. กองพนักงานสัมพันธ์	30
5. กองสวัสดิการพนักงาน	33
6. กองรักษาพยาบาล	42
7. กองอาคารสถานที่	36
8. กองไปรษณีย์	96
9. กองธุรการทั่วไป	45
10. กองวางแผนนโยบาย	50
11. กองเส้นทางการบิน	49
12. กองวิเทศน์สัมพันธ์	30
13. กองบัญชีทั่วไป	24
14. กองควบคุมเศรษฐกิจ	10
15. กองธุรการการเงิน	24
16. กองวางแผนเศรษฐกิจ	9
17. กองพัฒนาระบบเศรษฐกิจ	42
18. กองธุรการฝ่ายการตลาด	99
19. กองพัฒนาการตลาด	48
20. กองประชาสัมพันธ์	27
21. กองการขาย	3
22. กองวิจัยการตลาด	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23. กองฝึกอบรม	48
รวมจำนวนพนักงาน	895
เฉลี่ย	39

4. แผนก

หน่วยงาน	จำนวนพนักงาน
1. แผนกบัญชีทั่วไป	117
2. แผนกธุรการบัญชี	123
3. แผนกควบคุมสินทรัพย์	45
4. แผนกควบคุมสินเชื่อ	54
5. แผนกตรวจจ่าย	42
6. แผนกงบประมาณ	42
7. แผนกทรัพย์สิน	45
8. แผนกวางแผนงานเศรษฐกิจ	15
9. แผนกบริการผู้โดยสาร	15
10. แผนกบริการการตลาด	6
11. แผนกขนส่งพัสดุภัณฑ์	27
12. แผนกควบคุมการขาย	24
13. แผนกศุลกากร	15
รวมจำนวนพนักงาน	570
เฉลี่ย	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ส่วน

หน่วยงาน	จำนวนพนักงาน
1. ส่วนชิปปิ้ง	21
2. ส่วนบริการสำเนาเอกสาร	6
3. สำนักงานบัตรโดยสาร	9
4. ส่วนบริการข้อมูล	27
5. ส่วนบริการการาย	21
6. สำนักงานโรแยลออร์คิดฮอลิเดย์	30
7. ส่วนพัฒนาระบบการขาย	18
8. ส่วนขนส่งพัสดุภัณฑ์	24
รวมจำนวนพนักงาน	156
เฉลี่ย	19.5

ตารางที่ 3. จำนวนพื้นที่ใช้งานของพนักงาน ในแต่ละตำแหน่ง ต่อคน

POSITION	AREA (SQ.M.)
1. VP.	120
2. DEPARTMENT DIRECTOR	28-30
3. DEPARTMENT MANAGER	12-16
4. DIVISION MANAGER	9.8-1.2
5. SP. SUPERVISOR	4-6
6. SUPERVISOR	3.5-4
7. GENERAL STAFF	2.25-3
8. EXECUTIVE SECRETARY	7

ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. แสดงพื้นที่สำนักงาน และจำนวนบุคลากร ภายในอาคารสำนักงานใหญ่ ปี1989/1990

ลำดับที่	อาคาร	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนบุคคลากร(คน)
1.	1	4,300	250
2.	2	6,000	350
3.	4	800	50
4.	5	800	70
5.	7	800	80
6.	ศูนย์ฝึก	5,800	320
7.	อาคาร X, Y, Z	24,700	1,400
8.	เกษมทรัพย์	2,600	80
รวมทั้งสิ้น		45,800	2,600

หมายเหตุ จากพื้นที่รวมทั้งสิ้น 45,800 ตร.ม. และจำนวนพนักงานทั้งสิ้น 2,600 คน จะได้พื้นที่ใช้งานต่อคน ประมาณ 17.5 ตร.ม./คน

ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

ตารางที่ 5. แสดงพื้นที่สำนักงาน และจำนวนบุคคลากร ภายในอาคารสำนักงานใหญ่

ลำดับที่	ปี	พื้นที่สำนักงาน (ตร.ม.)	จำนวนบุคคลากร (คน)	อัตราการเจริญเติบโต ของบุคคลากรต่อปี	พื้นที่ใช้งานต่อคน
1	1989/90	45,800	2,600		ประมาณ 17.5
2.	1992/93	61,600	3,544	ประมาณ 10.9 %	ประมาณ 17.5
3.	1997/98	104,037	5,945	ประมาณ 10.9 %	ประมาณ 17.5

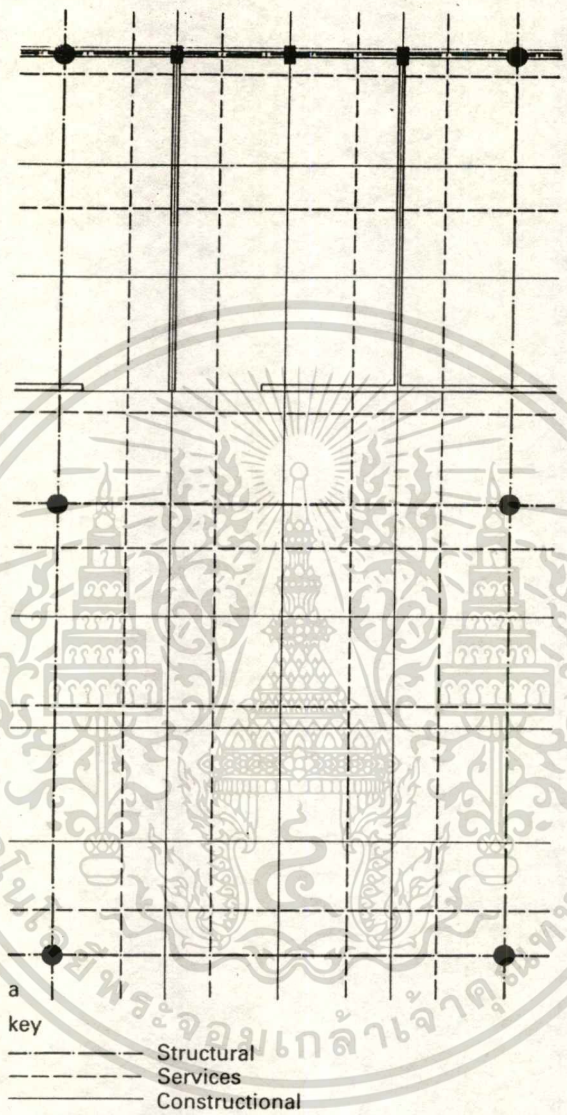
ที่มา บริษัท การบินไทย จำกัด

จากตารางสรุป แสดงพื้นที่สำนักงาน และจำนวนบุคลากร ภายในอาคารสำนักงานใหญ่ ของบริษัทพบว่าภายในบริษัทใช้อัตราพื้นที่เฉลี่ย17.5ตร.ม.ต่อพนักงาน1คนซึ่งทำให้ทราบว่า ในอาคารสำนักงานใหม่ พื้นที่ 22,000 ตร.ม. จะมีพนักงานประมาณ 1,260 คน (1,257.14 คน)

ในการออกแบบอาคารสำนักงานนั้น จำเป็นต้องกำหนดขนาดพิกัด (Modular) ของอาคาร, โครงสร้าง และงานระบบต่างๆ โดยให้สัมพันธ์กับการจัดพื้นที่ใช้งานของพนักงาน ในแต่ละตำแหน่งต่อคนของบริษัท เพื่อความประหยัด ทั้งในด้านพลังงาน และค่าก่อสร้าง จากการพิจารณา กำหนดให้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Modular Grid ภายในโครงการคือ 1.20 ม. x 0.60 ม. (ดูรูปประกอบ)



a. Example of integration of structural, service and constructional grids. Final selection of modules should be assessed against detailed knowledge of usage to ensure, for example, that the service grid suits possible furniture layouts and maintenance requirements.

รูปที่ 1 แสดง ระบบ Modular Grid ที่ใช้ในโครงการ..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดพื้นที่อาคารสำนักงานใหญ่แต่ละชั้น ถ้าสามารถจัดให้แต่ละฝ่ายทำงานอยู่ในชั้นเดียวกันได้ทั้งหมด ก็จะสะดวกในการบริหารงาน และการจัดองค์ประกอบเสริมต่างๆ แต่ต้องใช้พื้นที่ต่อชั้นเป็นปริมาณมากๆ เช่น ฝ่ายการเงิน มีพนักงานประมาณ 432 คน ใช้พื้นที่ต่อชั้นถึง 432 ม. x 17.5 ม. = 7,560 ตร.ม. หรือประมาณ 87 ม. x 87 ม. ทำให้เกิดปัญหาสิ้นเปลืองพลังงานในการติดต่อภายในฝ่าย

จากการพิจาณาอัตราเฉลี่ย ของจำนวนพนักงานในแต่ละส่วน จะพบว่า จำนวนพนักงานที่มากที่สุดโดยเฉลี่ย คือ 38 คน ใน 1 แผนก หรือ 1 กอง โดยในแต่ละชั้น ควรจัดให้มีจำนวนพนักงานภายในฝ่าย อย่างน้อย 2 หน่วยงานอยู่ในชั้นเดียวกัน ซึ่งก็คือ พนักงานประมาณ 76 คน ในแต่ละชั้น และใช้พื้นที่ประมาณ 76 x 17.5 ม. = 1,330 ตร.ม. ต่อชั้น โดยแบ่งออกเป็นฝ่ายต่างๆ ได้ดังนี้คือ

1. ฝ่ายขึ้นตรงประธาน จำนวน 6 ชั้น
2. ฝ่ายวางแผน และวิเทศน์สัมพันธ์ จำนวน 2 ชั้น
3. ฝ่ายการเงิน จำนวน 6 ชั้น
4. ฝ่ายการตลาด จำนวน 4 ชั้น

รวมเป็นอาคารสำนักงานประมาณ 17 ชั้น ใช้พื้นที่ประมาณ 22,610 ตร.ม.ในส่วนขององค์ประกอบ หลักในโครงการ อีกองค์ประกอบหนึ่ง คือส่วนอาคารฝึกบินจำลอง[1] ซึ่งจะประกอบไปด้วย

ส่วนการฝึกบินจำลอง Flight Simulator คือ อุปกรณ์ที่จำลองรูปร่างภายในห้องนักบิน, จำลองการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่องบิน, จำลองระบบภาพ ระบบเสียง ความเคลื่อนไหว ความรู้สึกทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นกับนักบิน ในสภาพการณ์ต่างๆ [1]

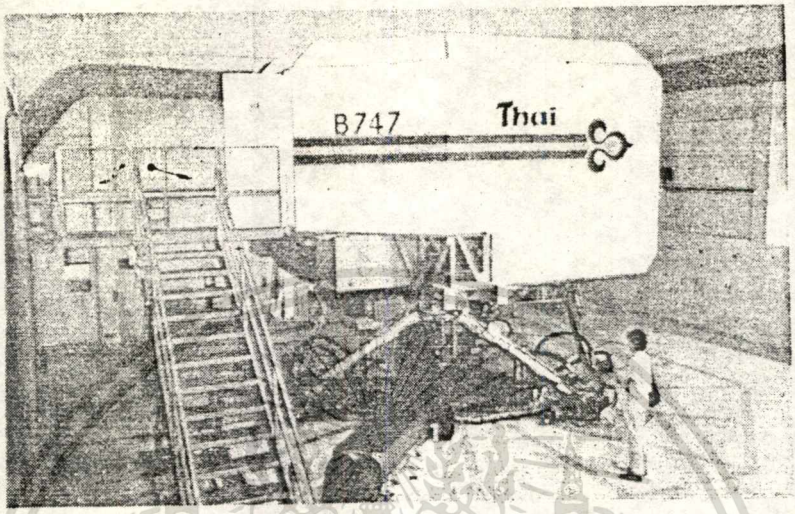
Flight Simulator สมัยใหม่ ประดิษฐ์ขึ้นโดย นายเอ็ดวิน เอ ลิงก์ ชาวอเมริกัน ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์ได้อย่างเหมือนจริง โดยมีระบบการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนของห้องนักบิน, ส่วนสร้างการเคลื่อนไหว, คอมพิวเตอร์สร้างภาพ และ คอมพิวเตอร์หลัก ในระหว่างการฝึก ครูผู้ฝึกจะเป็นผู้ควบคุมคอมพิวเตอร์หลัก (Host Computer) เพื่อสั่งงานให้ระบบต่างๆสร้างสถานการณ์จำลองขึ้น และยังต้องรับคำสั่งจากนักบินผู้ฝึก เพื่อทำการประมวลผล แล้วแสดงไปยังหน้าปัทม์ต่างๆ รวมทั้งสั่งงานระบบภาพ,เสียงและการเคลื่อนไหวให้สอดคล้องกับการแก้ไขสถานการณ์ของนักบินด้วยระบบภาพของSimulatorจะควบคุมโดย คอมพิวเตอร์สร้างภาพ (Computer Generated Image) โดยทำงานประสานกับคอมพิวเตอร์หลัก ซึ่งจะเกิดจากการ ศึกษาสภาพของสนามบินแต่ละแห่ง แล้วนำมาเขียนโปรแกรมเก็บไว้ โดย Simulator แต่ละเครื่องจะบรรจุโปรแกรม สนามบินอยู่ประมาณ20แห่ง

ระบบการเคลื่อนไหวจะควบคุมโดยคอมพิวเตอร์อีกตัวหนึ่งที่ทำงานประสานกับคอมพิวเตอร์หลักเช่นกัน โดย คอมพิวเตอร์ควบคุมการเคลื่อนไหว จะกำหนดให้ระบบไฮโดรลิคที่ขาทั้ง 4 ของ Simulator เคลื่อนไหวทั้งแนวขึ้น-ลงหน้า-หลังและโยกเอียงซ้าย-ขวาอย่างกลมกลืนกับภาพและเสียงช่วยให้เกิดความสมจริงขึ้นปัจจุบัน บริษัท การบินไทย จำกัด มี Simulator อยู่ 3 เครื่อง ราคาประมาณเครื่องละ 400 ล้านบาท โดยเป็น Simulator ของเครื่อง 747 หนึ่งเครื่อง และแอร์บัสสองเครื่อง ในเครื่องบิน บางแบบที่มีเครื่องน้อยก็ใช้วิธีเช่าชั่วโมงฝึกจากสายการบินอื่นๆที่มีเครื่องฝึกบินจำลองนี้เปิดโอกาสให้นักบินสามารถฝึกฝนตนเองได้ใน

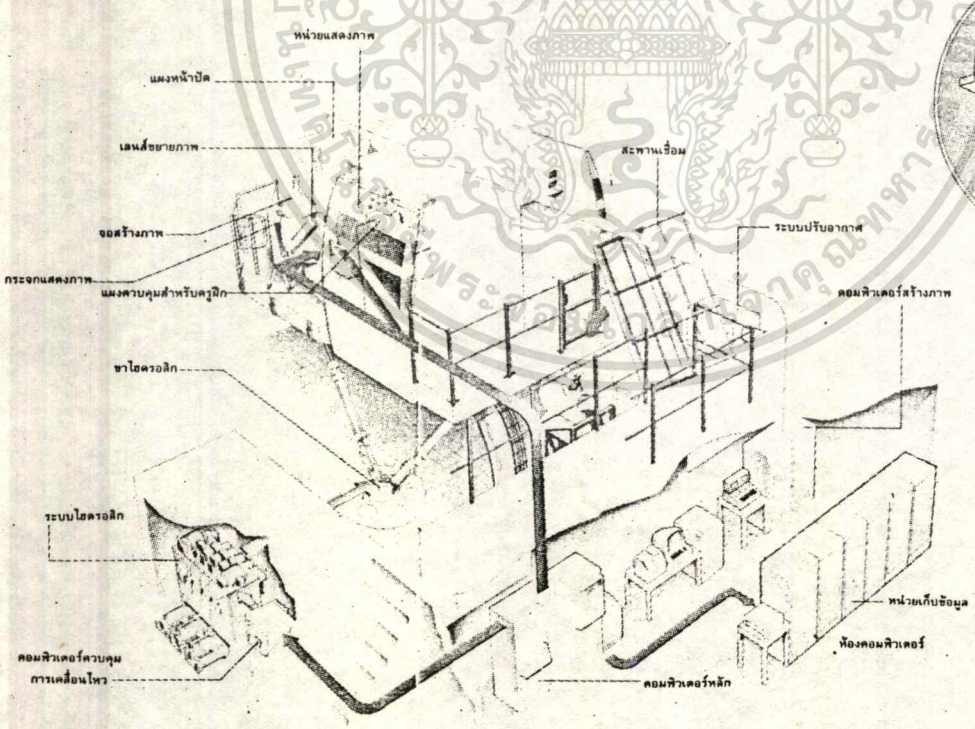
1.โพซิตรอน,Flight Simulator คอมพิวเตอร์ฝึกบิน,รู้รอบตัว, มีนาคม 2534,หน้า 47-56.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายสถานการณ์ซึ่งไม่มีโอกาสฝึกบนเครื่องจริงเช่น ฝึกการแก้ปัญหาเครื่องยนต์ไฟไหม้ เป็นต้น นอกจากจะลดความเสี่ยง ยังลดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างมาก เช่น เครื่องบิน 747 ใช้น้ำมันชั่วโมงละ 10 ตัน ในสภาพการบินปกติ และ ค่าแลนดิ้ง (Landing) ซึ่งต้องเสียให้การท่าอากาศยานอีก 18,000 - 20,000 บาท ในการฝึกบินแต่ละเที่ยว



ทิศทางการเคลื่อนไหวที่สร้างโดยระบบไฮดรอลิก ■



รูปที่ 2 แสดงอุปกรณ์ Flight Simulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครอยู่ในสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น (Hot Humid) ที่ละติจูด 13 องศา 44 ลิบดาเหนือ ลองติจูด 100 องศา 34 ลิบดาตะวันออก จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งหาค่าเฉลี่ย ต่างๆ ของกรุงเทพฯไว้ ระหว่างปี พ.ศ. 2504-2533 พบว่า อุณหภูมิโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 27.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ทั้งปีโดยเฉลี่ยเท่ากับ 77% ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 3.3 Knots โดยมี ทิศทางลมประจำ ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ 4เดือน ซึ่งเป็นลมมรสุมที่พัดเอาเมฆฝนมาทำให้เกิดฝนตกทั่วไประหว่างเดือนมิถุนายน -เดือนกันยายน, ทิศใต้ 4 เดือน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ -เดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน และมีลมมรสุม ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันออกระหว่างเดือนตุลาคม-มกราคม ระยะนี้อากาศจะค่อนข้างเย็นและแห้ง มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศน้อย

ตารางที่ 6. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ.2504 - 2533

สถานี กรุงเทพมหานคร

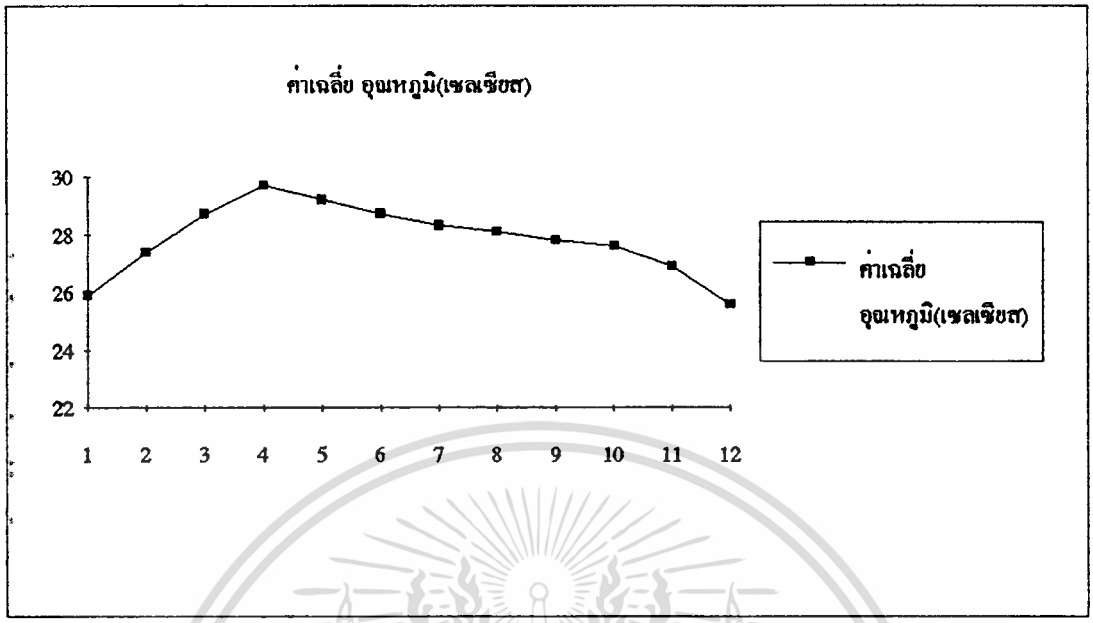
หมายเลข 48455

ละติจูด 103 องศา 55 ลิบดาเหนือ ลองกิจูด 100 องศา 34 ลิบดาตะวันออก

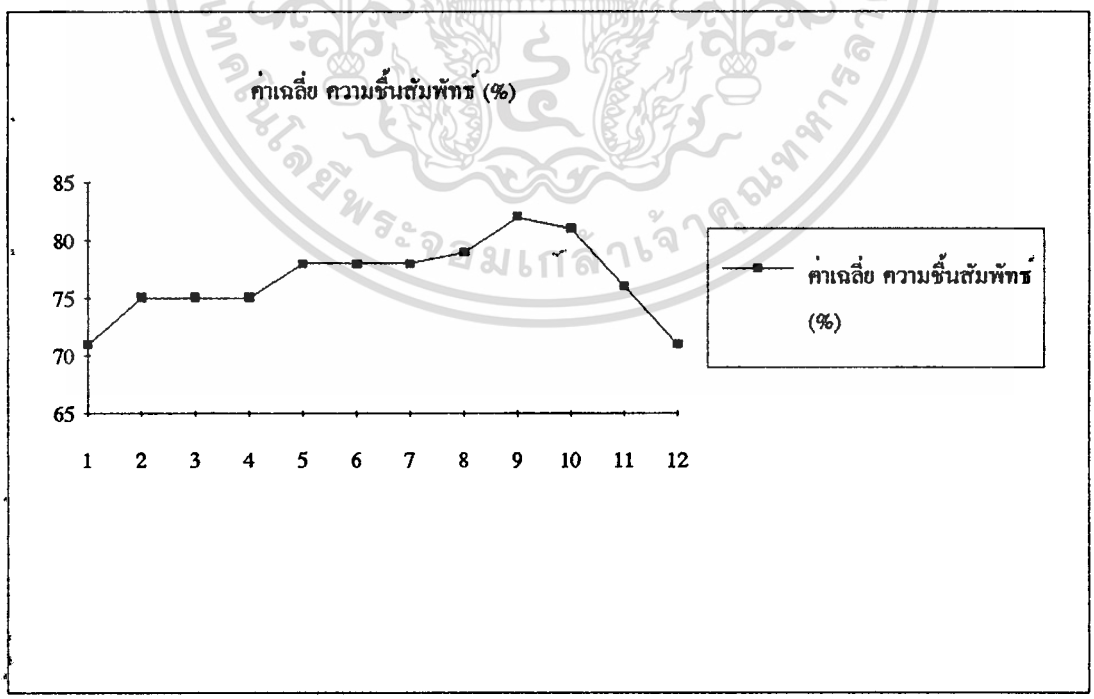
	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	ทั้งปี
ค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ(เซลเซียส)	25.9	27.4	28.7	29.7	29.2	28.7	28.3	28.1	27.8	27.6	26.9	25.6	27.8
ค่าเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	71	75	75	75	78	78	78	79	82	81	76	71	71
ค่าเฉลี่ยระยะเวลา ส่องสว่าง (ชม.)	272.5	249.9	269	256.7	216.4	178	171.8	160.3	154.9	198.1	234.2	262	2,624
ค่าเฉลี่ย แรงลม (น็อต)	2.5	3.9	4.8	4.4	3.6	3.8	3.6	3.6	2.4	2	2.2	2.4	3.3
ทิศทาง	E	S	S	S	S	SW	SW	SW	SW	NE	NE	NE	
จำนวนวัน													
แดดจ้า	19.2	16.5	16.6	10.8	3.7	1.3	1	0.8	1.2	2.5	6.4	13.4	93.4
มีหมอก	2.6	0.9	0.4	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0.3	0.7	5.1
ฟ้าร้อง	0.6	0.9	2.3	7.8	16.1	9.4	10.5	11.7	17.5	15.4	4	0.7	96.9
ลูกเห็บ	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0.6
ลมกระโชก	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1
ที่มา กรมอุตุนิยมวิทยา													

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในเขตกรุงเทพมหานครตลอดทั้งปี

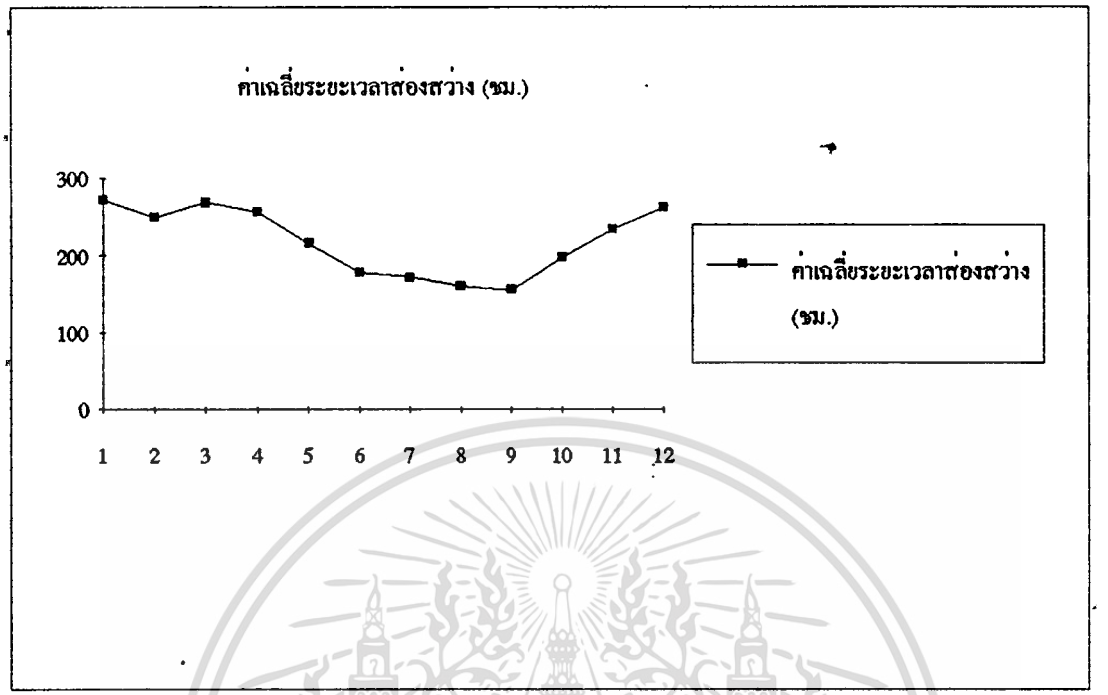


รูปที่ 3.2 แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเขตกรุงเทพมหานคร ตลอดทั้งปี

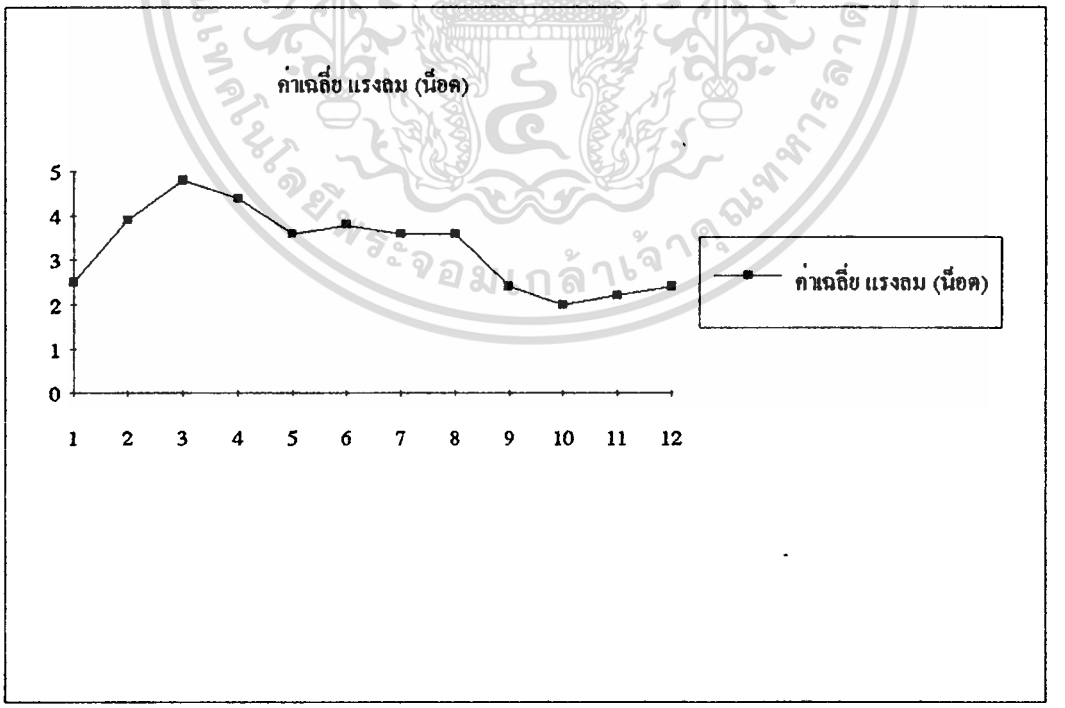


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 แสดงระยะเวลาส่องสว่างเฉลี่ยในเขตกรุงเทพมหานคร ตลอดทั้งปี



รูปที่ 3.4 แสดงความเร็วลมเฉลี่ยในเขตกรุงเทพมหานคร ตลอดทั้งปี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบสำคัญ ที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะความสบายในอาคาร ได้แก่ [1] อุณหภูมิของอากาศ, ความชื้น, อุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสีจากผนัง และเพดาน, การเคลื่อนไหวของอากาศ หรือกระ แสลม, ปริมาณโดยทั่วไปของแสงสว่าง และการกระจายของแสงสว่าง ภายใต้อาณาเขตของการมอง, การมองออกไปภายนอกอาคาร (Vista) เพื่อเห็นทัศนียภาพภายนอก เป็นต้น

จากการศึกษาพบว่า[2] คนไทยเพศชายและเพศหญิงจะรู้สึกมีความสุขสบายที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส และ 23.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หรือโดยเฉลี่ยแล้วสภาวะที่คนไทยรู้สึกสบายจะเป็น อุณหภูมิ 23.2องศาเซลเซียส ซึ่งค่าอุณหภูมิที่ได้นี้สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบระบบปรับอากาศเพื่อความสุขสบาย และเพื่อประหยัดพลังงานในอาคารได้

จากการศึกษาสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครฯ และเกณฑ์สภาวะความสบายภายในอาคาร เพื่อนำมาพิจารณาประกอบการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน พบว่าต้องพยายามลดอุณหภูมิหรือการถ่ายเทความร้อนให้กับอาคาร, การเลือกใช้วัสดุที่มีความต้านทานความร้อนได้ดี หรือลดการแผ่รังสีให้กับอาคารโดยป้องกันน้ำ และความชื้นได้ดี รวมทั้งการพิจารณาถึงลม และทิศทางของลมมาใช้ประกอบในการระบายความร้อนให้กับอาคาร เป็นต้น

1.ผศ.วิเชียรสุวรรณรัตน์ ภูมิอากาศวิทยาในการออกแบบสถาปัตยกรรม., (สจล, 2531) ,หน้า 39

2. Tawee Vechaphutti, "A Study of Thermal Comfort inThailand."วิศวกรรมสาร ฉบับ48 ปีวสท.,หน้า149.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงาน บริษัท การบินไทย จำกัด เพื่อการประหยัดพลังงาน

แนวความคิดในการออกแบบอาคาร

1. เนื่องจากเป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับการบิน จึงออกแบบสถาปัตยกรรมให้เกิดความรู้สึกเบา และลอยตัว โดยออกแบบให้มีการยื่นองค์ประกอบออกไปใน Space (Cantiliver), การใช้โครงสร้างช่วงกว้าง (Long Span), การออกแบบ Space ที่โล่ง และการใช้วัสดุที่มีผิวมันวาว เป็นต้น

2. จากแนวความคิดขององค์กรการบินไทย คือ ความสะดวกสบาย, ความปลอดภัยสูง และความทันสมัย นำมาปรับเป็นความคิดทางสถาปัตยกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับโครงการ โดยการออกแบบสถาปัตยกรรมที่คำนึงถึงความสะดวกสบายและความปลอดภัยสูง เช่น มีการแยกเส้นทางสัญจรที่เด่นชัดทั้งในทางราบ และทางดิ่ง, จัดองค์ประกอบของโครงการให้อำนวยความสะดวกสบาย และปลอดภัยแก่ ผู้ใช้อาคาร ทางด้านความทันสมัยนั้น คือ มีการใช้ระบบประกอบอาคารที่ทันสมัย เช่น ระบบควบคุม อัตโนมัติ (Building Automation System), การเลือกใช้วัสดุ และโครงสร้างที่ทันสมัย เป็นต้น

3. การออกแบบอาคารสำนักงานของกลุ่มธุรกิจขนาดใหญ่ มีแนวความคิดที่จะออกแบบอาคารสำนักงานที่ทำให้พนักงานเกิดความรู้สึกในการทำงานเพื่อจุดมุ่งหมายเดียวกันขององค์กร และ สนับสนุนให้เกิดการทำงานเป็นหมู่คณะ โดยการจัดองค์ประกอบให้มีการใช้พื้นที่ส่วนกลางร่วมกัน หรือการจัดส่วนทำงานล้อมรอบ Court กลาง ที่มีบรรยากาศช่วยในการพักผ่อน หรือการจัดให้มี Open Space เพื่อพนักงานจะสามารถมองเห็นการทำงาน และมีบรรยากาศของการทำงานร่วมกัน เป็นต้น

4. ต้องเป็นการออกแบบที่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นแนวความคิดที่สอดคล้องกับแนวโน้มของโลกในปัจจุบัน ที่จะช่วยกันรักษาสภาพแวดล้อม และลดการใช้พลังงานลง โดยการออกแบบอาคารที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และคำนึงถึงกรอบอาคาร (Building Envelope) ซึ่งจะช่วยในการประหยัดพลังงานให้กับอาคารเป็นอย่างดี

การออกแบบอาคาร เพื่อการประหยัดพลังงาน

การออกแบบอาคาร

1. เส้นทางเข้า และทางสัญจร (Access & Circulation)

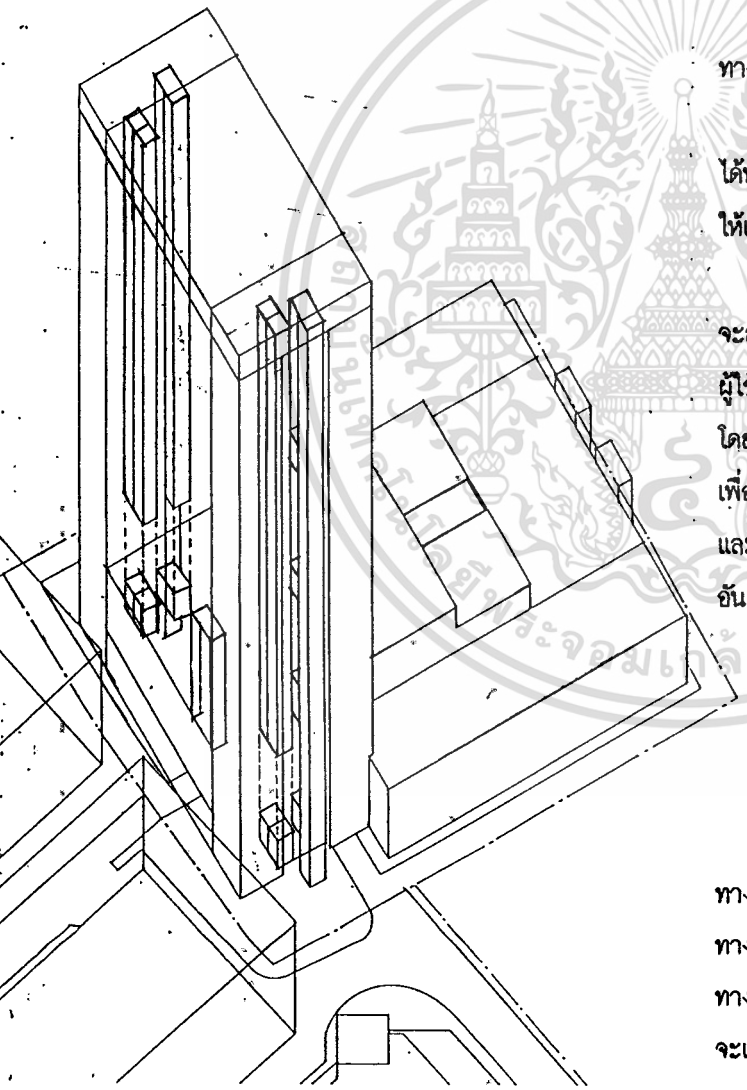
จากการพิจารณาสภาพแวดล้อม และสภาพที่ตั้งโครงการในปัจจุบัน จึงกำหนดทางเข้าหลักจากถนนภายในที่ตั้ง ทางด้านอาคารฝึกบินจำลองเดิม และให้มีถนนโดยรอบโครงการ ในลักษณะของการเดินรถทางเดียว เพื่อใช้ในการให้บริการกับอาคาร และมีทางออกเชื่อมต่อกับถนนในโครงการเดิมทางด้านอาคารคอมพิวเตอร์ การจัดให้มีถนน หรือที่ว่างรอบอาคาร ยังช่วยให้เกิดการไหลเวียนของลมรอบอาคารด้วย

ทางสัญจรภายนอกโครงการ แบ่งออกเป็น 2 เส้นทาง คือ ทางรถยนต์เป็นเส้นทางหลัก และทางสำหรับผู้เดินเท้าเป็นเส้นทางรอง โดยใช้เส้นทางแยกจากกัน การเชื่อมต่อกับโครงการเดิมจะเชื่อมต่อกันที่ชั้น 3 ของโครงการ เพื่อความสะดวกสบาย

ทางสัญจรภายในโครงการสำหรับผู้ใช้อาคาร แบ่งได้เป็น ทางสัญจรในทางราบ และทางดิ่ง สำหรับทางสัญจรในทางราบ ได้พยายามจัดให้มีเส้นทางที่ชัดเจนและสามารถใช้ประโยชน์ให้เป็นเสมือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Buffer Zone ให้องค์ประกอบอื่นๆ สำหรับทางสัญจรในทางดิ่ง จะสัมพันธ์กับกับเส้นทางสัญจรภายนอก ผู้ใช้โครงการสามารถใช้การสัญจรทางดิ่งได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงความปลอดภัย และความสะดวกรวดเร็วเป็นสำคัญ เพื่อช่วยประหยัดพลังงานที่ใช้ภายในอาคาร และยังช่วยลดภาระความร้อนของการปรับ อากาศอันเนื่องมาจากการถ่ายเทความร้อนของคน และอุปกรณ์ (ดูรูปประกอบ)



ทางสัญจรภายในโครงการสำหรับผู้ใช้อาคารแบ่งได้เป็น ทางสัญจรในทางราบ และทางดิ่ง

สำหรับทางสัญจรในทางราบ ได้พยายามจัดให้มีเส้นทางที่ชัดเจน และสามารถใช้ประโยชน์ให้เป็นเสมือน Buffer Zone ให้องค์ประกอบอื่นๆ

สำหรับทางสัญจรในทางดิ่ง จะสัมพันธ์กับกับเส้นทางสัญจรภายนอก ผู้ใช้โครงการสามารถใช้การสัญจรทางดิ่งได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงความปลอดภัย และความสะดวก รวดเร็วเป็นสำคัญ เพื่อช่วยประหยัดพลังงานที่ใช้ภายในอาคาร และยังช่วยลดภาระความร้อนของการปรับอากาศ อันเนื่องมาจากการถ่ายเทความร้อนของคน และอุปกรณ์

ทางสัญจรภายนอกโครงการ แบ่งออกเป็น 2 เส้นทาง คือ ทางรถยนต์เป็นเส้นทางหลักและทางสำหรับผู้เดินเท้าเป็นเส้นทางรอง โดยใช้เส้นทางแยกจากกันการเชื่อมต่อกับโครงการเดิมจะเชื่อมต่อกันที่ชั้น 3 ของโครงการ เพื่อความสะดวกสบาย

รูปที่ 1 แสดงเส้นทางสัญจรภายในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวางทิศทางอาคาร (Orientation)

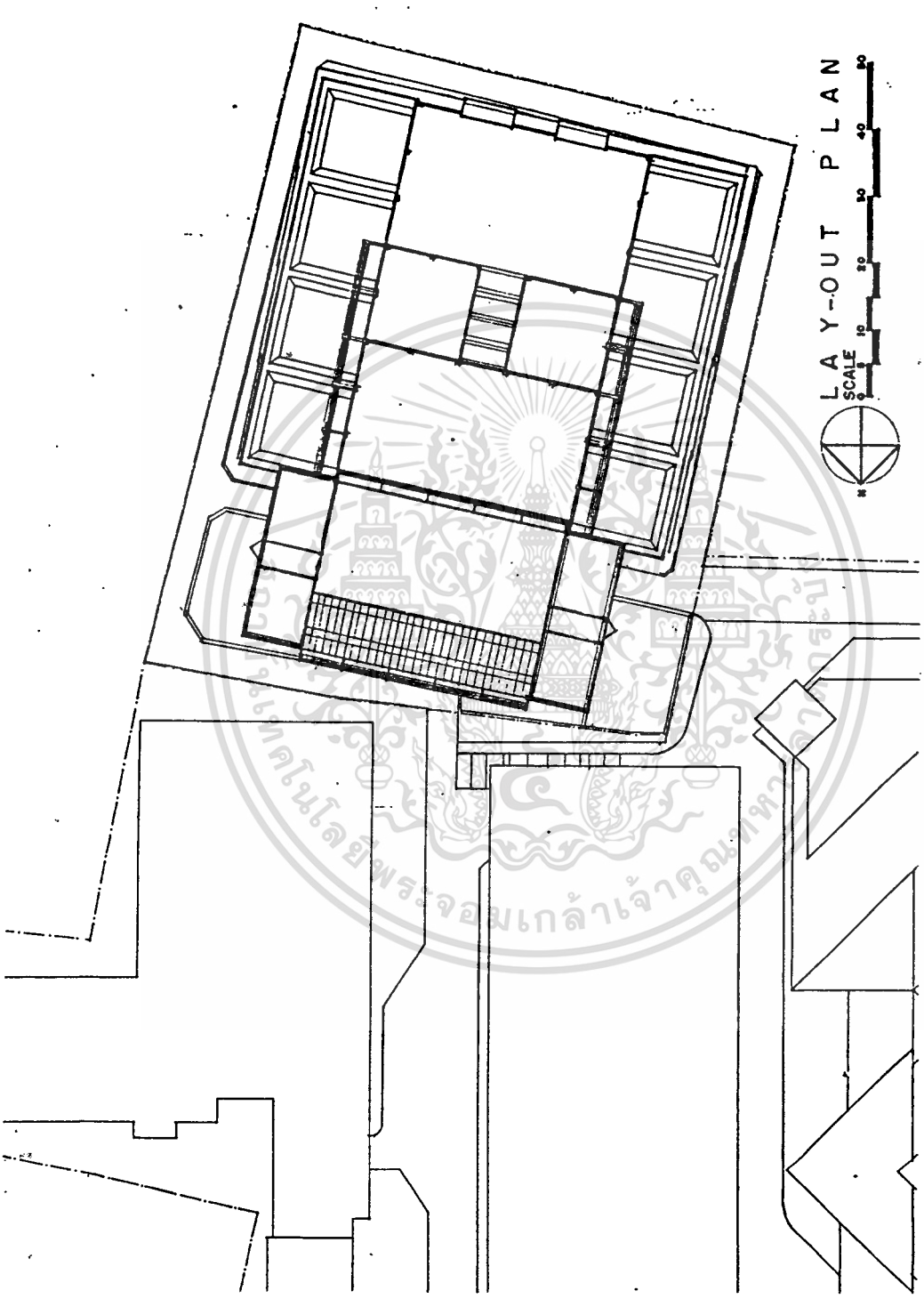
จากสภาพที่ตั้งโครงการ ซึ่งทิศเหนือติดต่อกับอาคารฝึกบินจำลองเดิมและทางสัญจรภายในโครงการหลัก ส่วนทิศตะวันตก, ทิศใต้ และทิศตะวันออก ติดกับที่ดินของเอกชน ซึ่งมีสภาพเป็นที่พักอาศัย 2 ชั้น อยู่กระจัดกระจายโดยรอบ การที่สภาพที่ตั้งโครงการ มีด้านยาวขนานกับทิศตะวันออก-ตะวันตก, รอบโครงการไม่มีอาคารสูง และพื้นที่โครงการที่ต้องการมีปริมาณมาก การออกแบบจึงต้องสัมพันธ์กับสภาพที่ตั้งโครงการ และคำนึงถึงการป้องกันการถ่ายเทความร้อนให้กับอาคารแต่อย่างไรก็ยังสามารถใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมโดยรอบ เนื่องจากอาคารส่วนใหญ่เป็นอาคาร 2 ชั้น การวางทิศทางอาคารให้สามารถใช้ประโยชน์จากทิศทางลมจะช่วยในการระบายความร้อนให้กับโครงการได้ประการหนึ่ง

เนื่องจากองค์ประกอบของโครงการ แบ่งแยกออกเป็น 2 ส่วนอย่างชัดเจน คือ ส่วนอาคารสูง (Office Tower) และส่วนอาคารเตี้ย (Simulation Hall) การจัดวางทิศทางอาคารให้เหมาะสมก็จะช่วยในการลดการถ่ายเทความร้อนให้กับอาคารได้ เช่น การวางอาคารสูงไว้ทางด้านทิศใต้เพื่อช่วยให้ร่มเงาแก่ อาคารเตี้ย ได้ สำหรับกรณีนี้ นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการเข้าถึงของโครงการทั้ง 2 องค์ประกอบ และเรื่องของความปลอดภัยเป็นหลัก ทำให้การจัดวางอาคารไม่สามารถทำได้อย่างที่ต้องการ แต่การจัดวางอาคารสูงไว้ทางด้านทิศเหนือ ก็จะช่วยให้เกิดลมพัดผ่านจากทางทิศใต้และนำมาใช้ประโยชน์ใน การระบายความร้อนให้กับอาคารได้ ประกอบกับการป้องกันความร้อนให้กับส่วนอาคารเตี้ย ทั้งในส่วน หลังคา และผนัง ก็จะทำให้แก้ปัญหานี้ไปได้

ในการจัดองค์ประกอบของโครงการ ได้พยายามจัดให้เกิด Buffer Space ในทางทิศตะวันตกและทิศตะวันออก โดยแบ่ง Main Core ออกเป็น 2 ด้าน และจัดองค์ประกอบ ที่ไม่ต้องการปรับอากาศมากไว้ส่วนนี้ เช่น บันไดหลัก, โถงลิฟท์, ห้องน้ำชาย-หญิง, ห้องเก็บของ และห้องเครื่อง เป็นต้น สำหรับ อาคารสูง ส่วนอาคารเตี้ย ได้จัดห้อง Simulation Hall ไว้ทางทิศตะวันตก และทิศตะวันออก เพื่อให้เป็น Buffer Space ให้กับส่วนทำงาน และส่วนที่สำคัญขององค์กร ส่วนทาง ด้านทิศเหนือ และทิศใต้ จะจัดให้มี การใช้ Day Lighting เพื่อช่วยลดพลังงานแสงสว่างลงบางส่วน แต่ก็ต้องคำนึงถึงการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 แสดงการวางทิศทางอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รูปทรงและสัดส่วนของคาร (Form & Shape)

จากการวางทิศทางอาคารดังกล่าว และพื้นที่ของโครงการทำให้รูปทรงของอาคารสำนักงาน (Office Tower) ที่ได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหันด้านแคบสู่ทิศตะวันตกและทิศตะวันออก และ หันด้านยาวสู่ทิศเหนือ และทิศใต้ ซึ่งจัดเป็นรูปทรงที่ เหมาะสมแบบหนึ่ง สำหรับการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน[1]

"อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีสัดส่วนความกว้างยาวที่เหมาะสมจะประหยัดพลังงานมากกว่า"

รูปทรงของอาคารฝึกบินจำลองที่ปรากฏ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของอาคารที่มีความสูงเท่ากับความสูงของห้อง Simulation Hall และส่วนที่อยู่สูงกว่า ซึ่งค่อนข้างจะเป็นปัญหาในการออกแบบ ซึ่งจะกล่าวต่อไป สำหรับส่วนของอาคารส่วนแรก มีรูปทรงของอาคารเปรียบเสมือนรูปสี่เหลี่ยม จัตุรัส เนื่องจากมีส่วนที่เกี่ยวเนื่องกัน (Inter Lock) กับอาคารสูง ซึ่งเป็นรูปทรงที่มีความประหยัด เพราะมีเส้นรอบรูปน้อยกว่ารูปสี่เหลี่ยมอย่างอื่นๆ[2]

"เส้นรอบรูปน้อยที่สุด ช่วยประหยัดค่าก่อสร้างผนังได้มาก อาคารค่อนข้างหนาจะได้เปรียบมีความคล่องตัวในการจัดครุภัณฑ์ แต่จากทิศทางการแผ่รังสี จะมีปัญหา ด้านพลังงาน"

อีกส่วนหนึ่ง คือ ส่วนที่อยู่สูงกว่านั้น เนื่องจากการจัดห้อง Simulation Hall เป็น Buffer Spaceซึ่งต้องใช้โครงสร้างช่วงกว้าง(Long Span)ทำให้การจัดวางส่วนใช้สอยอื่นบนโครงสร้างนี้ไม่ประหยัดเท่าที่ควรจึงจำต้องวางรูปทรงของอาคารส่วนที่สูงกว่าขนานกับห้องทำให้รูปทรงที่ได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนานไปกับทิศตะวันตกและทิศตะวันออก การแก้ปัญหาในส่วนของอาคารฝึกบินจำลองจึงต้องพิจารณาเป็นพิเศษ

สำหรับสัดส่วนของอาคาร คือ พื้นที่ผิวต่อปริมาตร (S/V) ซึ่งจะมีผลในการพิจารณาการถ่ายเทความร้อนด้วยนั้น จากการศึกษาพบว่า มวลที่มีปริมาตรมาก จะมีคุณสมบัติของความเฉื่อยต่อสภาพความร้อนมากกว่าอาคารที่มีปริมาตรน้อยโดยมีรูปร่างอย่างเดียวกัน [3]

"เมื่อมีอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงมากระทบมวล มวลที่ใหญ่กว่าจะมีความกระทบกระเทือนน้อย เพราะมีพื้นที่ผิวเทียบกับมวลแล้วน้อยกว่ามาก"

อย่างไรก็ตามอาคารที่มีสัดส่วน(S/V)มากก็ยิ่งได้รับพลังงานและการแผ่รังสีความร้อนเพิ่มมากขึ้นเพราะการรับพลังงานของอาคารจะแปรผันตามพื้นที่ผิวของอาคารแต่จะแปรผกผันกับปริมาตรรวมของอาคาร ซึ่งเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$E \propto S \qquad (1)$$

$$E \propto 1 \qquad (2)$$
$$V$$

$$E \propto S \qquad (3)$$
$$V$$

1.รศ.ตรึงใจ บูรณสมภพ.การออกแบบอาคารเพื่อการช่วยประหยัดพลังงาน,(เอกสารประกอบการสัมนาการอนุรักษ์พลังงาน และเทคโนโลยีการก่อสร้างอาคาร, 2534), หน้า 6.

2. ผศ. สมสิทธิ์ นิตยะ, รูปร่าง ลักษณะอาคาร(BuildingEnvelope),(ภาควิชาสถาปัตยกรรม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย), หน้า 1 - 9 ..2.

3. เรื่องเดียวกัน, หน้า 1 - 14.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ E แทนพลังงานที่อาคารได้รับ

S แทนพื้นที่ผิว (Surface)ของอาคาร

V แทนปริมาตร (Volume) ของอาคาร

ซึ่งสัดส่วน ของอาคารสำนกงานสูง มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรเท่ากับ

S / V = 16,182.72 m2 / 91,609.06 m3 = 0.18

เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของอาคารสำนักงานใหญ่บริษัท การบินไทย จำกัด ซึ่งมีสัดส่วน S / V =13,904.069 m2/ 97,301.421 = 0.14พบว่าในส่วนของอาคารสำนักงานสูงมี แนวโน้มที่จะได้รับพลังงานความร้อนและการแผ่รังสีมากกว่าอาคารสำนักงานใหญ่อยู่เล็กน้อย

สัดส่วนอาคารฝึกบินจำลองส่วนแรก มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตร เท่ากับ

S / V = 4,432.32 m2 / 41,912.64 m3 = 0.01

สัดส่วนอาคารฝึกบินจำลองส่วนที่สอง มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตร เท่ากับ

S / V = 3,170.70 m2 / 7,589.38 m3 = 0.42

รวมสัดส่วนอาคารฝึกบินจำลองทั้งสองส่วน มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตร เท่ากับ

S / V = 7,603.02 m2 / 49,502.02 m3 = 0.15

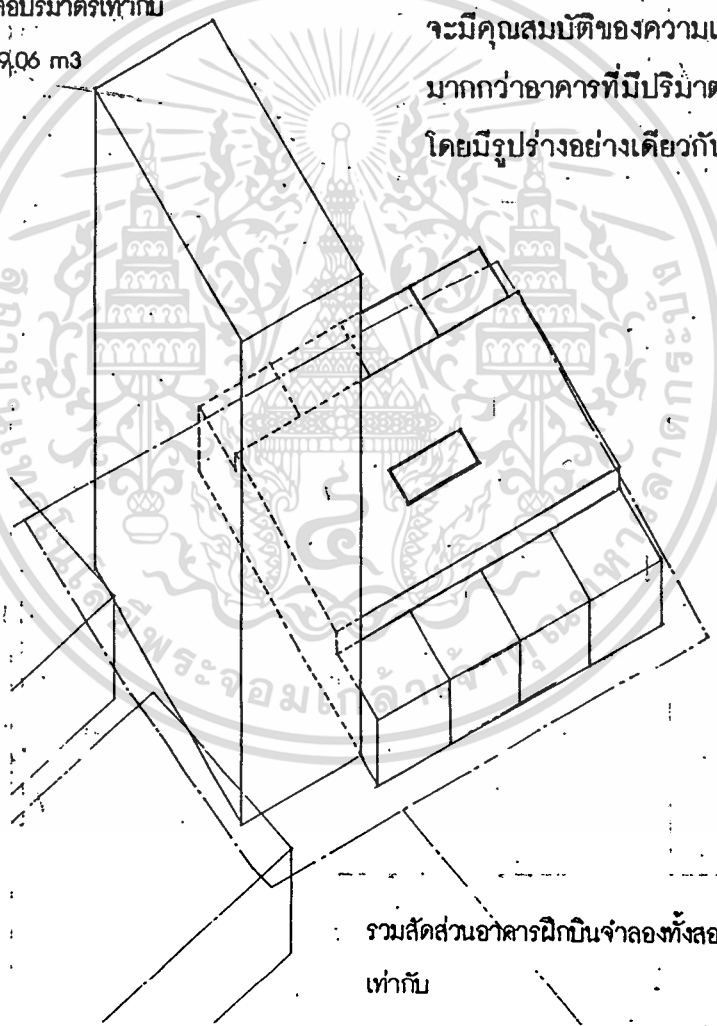
จากการวิเคราะห์เบื้องต้นจะพบว่ามีทั้งข้อได้เปรียบและเสียเปรียบจากรูปทรงและสัดส่วนของอาคารที่ทำการออกแบบ ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์เรื่องกรอบอาคาร (Building Envelop) ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วน ของอาคารสูง มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรเท่ากับ

S / V = 16,182.72 m2 / 91,609.06 m3

= 0.18 = 1 : 5.66



มวลที่มีปริมาตรมาก

จะมีคุณสมบัติของความเฉื่อยต่อสภาพความร้อน

มากกว่าอาคารที่มีปริมาตรน้อย

โดยมีรูปร่างอย่างเดียวกัน

รวมสัดส่วนอาคารฝึกบินจำลองทั้งสองส่วน มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตร

เท่ากับ

S / V = 7,603.02 m2 / 49,502.02 m3 = 0.15 = 1 : 6.51

รูปที่ 3 แสดงรูปทรง และสัดส่วนอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การออกแบบกรอบอาคาร (Building Envelop's Design)

เป้าหมายของการประหยัดพลังงานในอาคารก็คือ การประหยัดพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นหรือระบบปรับอากาศของอาคาร และประหยัดพลังงานที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในการใช้พลังงานในอาคาร ดังได้กล่าวแล้วว่า การจะประหยัดพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นให้กับอาคาร จำต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่ความร้อนเข้าสู่อาคารอันจะเพิ่มภาระในการทำความเย็นให้กับอาคารมากขึ้น นั่นคือ การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีการ[1] กล่าวคือ

1.การถ่ายเทความร้อนแบบการนำ (Heat Transfer By Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านตัวกลาง เช่น การถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง หรือกำแพง เป็นต้น

2. การถ่ายเทความร้อนแบบการพา (Heat Transfer By Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อน โดยความร้อนนั้นถูกพาไปโดยตัวกลาง เช่น ภายในอาคาร ความร้อนจะผ่านผนังเข้ามาโดยการนำ (Conduction) จากนั้นผิวผนังด้านในจะร้อนขึ้น ทำให้อากาศรอบๆกำแพงด้านในร้อนขึ้น และลอยตัวสูงขึ้น หมุนเวียนกับอากาศตรงบริเวณกลางห้อง ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า จะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนแบบการพา (Convection) ขึ้น

3. การถ่ายเทความร้อนแบบการแผ่รังสี (Heat Transfer By Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนที่ไม่ต้องผ่านตัวกลางใดๆ เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่องมายังโลก โดยผ่านสูญญากาศ ซึ่งความร้อนที่ได้รับ มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ เป็นต้น

การประหยัดพลังงานในการทำความเย็นให้กับอาคาร จึงเป็นความพยายามลดการถ่ายเทความร้อนที่ไหลเข้าสู่อาคารให้น้อยลง (Reduce Heat Gain) ด้วยปัจจัยทั้ง 3 ดังกล่าวข้างต้น เพราะการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น มีผลกระทบโดยตรงต่อกรอบอาคาร (Building Envelop) การออกแบบกรอบอาคารที่ดีจะช่วยลดการถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้ จากจุดมุ่งหมายที่จะลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารทั้ง 3 ประการ โดยมีเป้าหมายอยู่ที่การลดการนำความร้อน และการพาความร้อน เป็นสำคัญ

เนื่องจากการลดการแผ่รังสีกับกรอบอาคารกระทำได้ยาก สำหรับในโครงการนี้พื้นที่ผิวผนังของอาคารทั้งหมด มีปริมาณมากกว่าพื้นที่ผิวหลังคาของโครงการ คือ

ส่วนอาคารสำนักงาน มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวผนัง กับพื้นที่ผิวหลังคา เท่ากับ

14,837.04 / 1,345.68 = 11.02 = 1 : 0.09

ส่วนอาคารฝึกบิน มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวผนัง กับพื้นที่ผิวหลังคา เท่ากับ

3,793.68 / 3}809.34 = 0.99 = 1 : 1.004

เห็นได้ชัดว่า อาคารสำนักงานนั้น พื้นที่ผิวที่ควรคำนึงถึงการป้องกันการถ่ายเทความร้อนให้มาก ก็คือพื้นที่ผิวผนังนั่นเอง และอาคารฝึกบิน พื้นที่ผิวผนังกับพื้นที่ผิวหลังคา มีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันมาก การป้องกันจึงต้องพิจารณาเป็นอย่างมากทั้ง 2 ส่วน

---

1. รศ. ทวี เวชพฤติ. การใช้วัสดุกันความร้อน (Thermal Insulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ (Sun CHart) จะทำให้สามารถพิจารณาการป้องกันการถ่ายเทความร้อนให้กับอาคารได้ โดยแบ่งการพิจารณา เป็นส่วนของอาคารสำนักงาน (Office Tower) และอาคารฝึกบิน (Simulation Hall) ตามลำดับ

การศึกษาแผนทางโคจรดวงอาทิตย์ ในทางทิศเหนือ พบว่ามุม Profile ต่ำที่สุด คือประมาณ 55 องศา และมุม Bearing คือประมาณ 60 องศา ทางทิศตะวันออก ณ เวลา 8.00 น. ของวันที่ 22 มิถุนายน ส่วนมุม Bearing ทางทิศตะวันตก คือ มุมประมาณ 85 องศา ณ เวลาประมาณ 17.00 น. ของวันที่ 22 มิถุนายน เช่นกัน

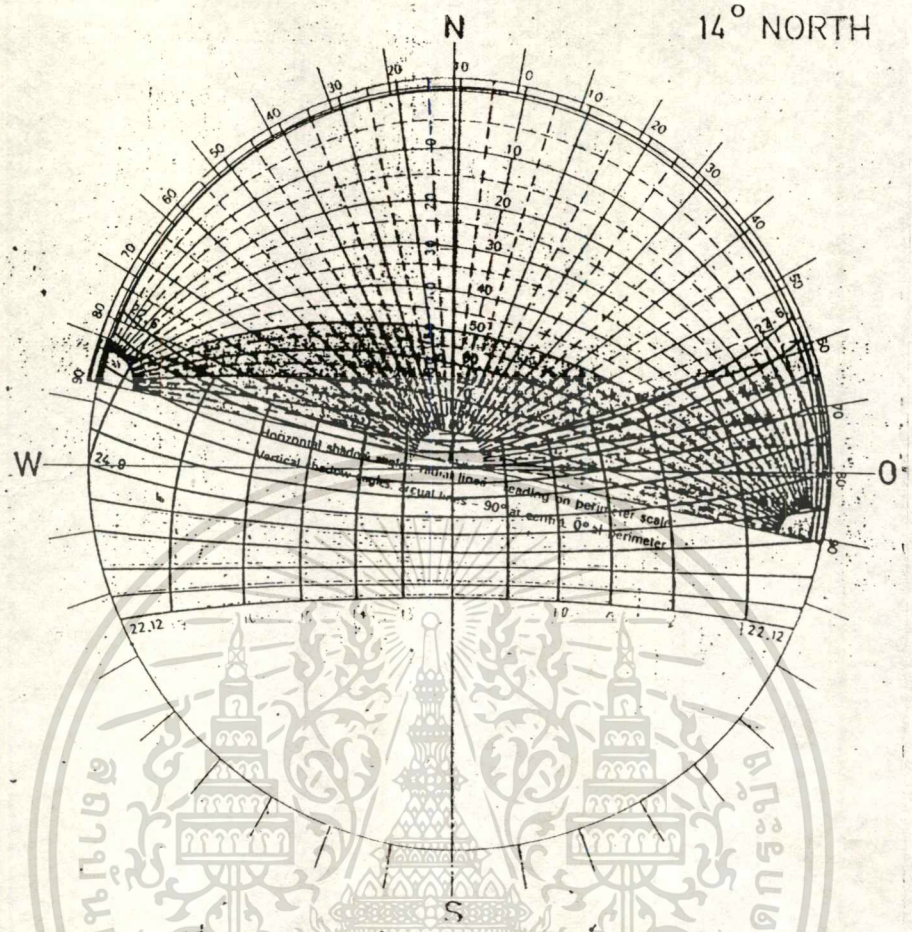
- ทางทิศตะวันตก พบว่ามุม Profile ต่ำสุด คือประมาณ 10 องศา และมุม Bearing ทางทิศใต้ เท่ากับ 40 องศาทางทิศใต้ ณ เวลาประมาณ 17.00 น. ของวันที่ 22 ธันวาคม แต่การ พิจารณามุม Profile ต่ำสุด ณ เวลา 17.00 น. อาจไม่เป็นการประหยัด และเป็นเวลาเลิกงานพอดี อาจ พิจารณาใช้มุม Profile ที่เวลา 16.00 น. แทน คือ ประมาณ 27.5 องศา และมุม Bearing ที่ 45 องศา ทางทิศใต้ ส่วนมุม Bearing ทางทิศเหนือ ที่เวลาประมาณ 16.00 น. ของวันที่ 22 มิถุนายน คือ ประมาณ 5 องศา ทางทิศเหนือ

- ทางทิศใต้ พบว่ามุม Profile ต่ำสุด ของเวลา 16.00 น. ณ. วันที่ 22 ธันวาคม คือ 27.5 องศาโดยประมาณ และมุม Bearing ทางทิศตะวันตก คือ มุมประมาณ 45 องศาทางทิศตะวันตก มุม Bearing ทางทิศตะวันออก คือ มุมประมาณ 70 องศา ทางทิศตะวันออก ณ. เวลาประมาณ 8.00 น. วันที่ 22 ธันวาคม

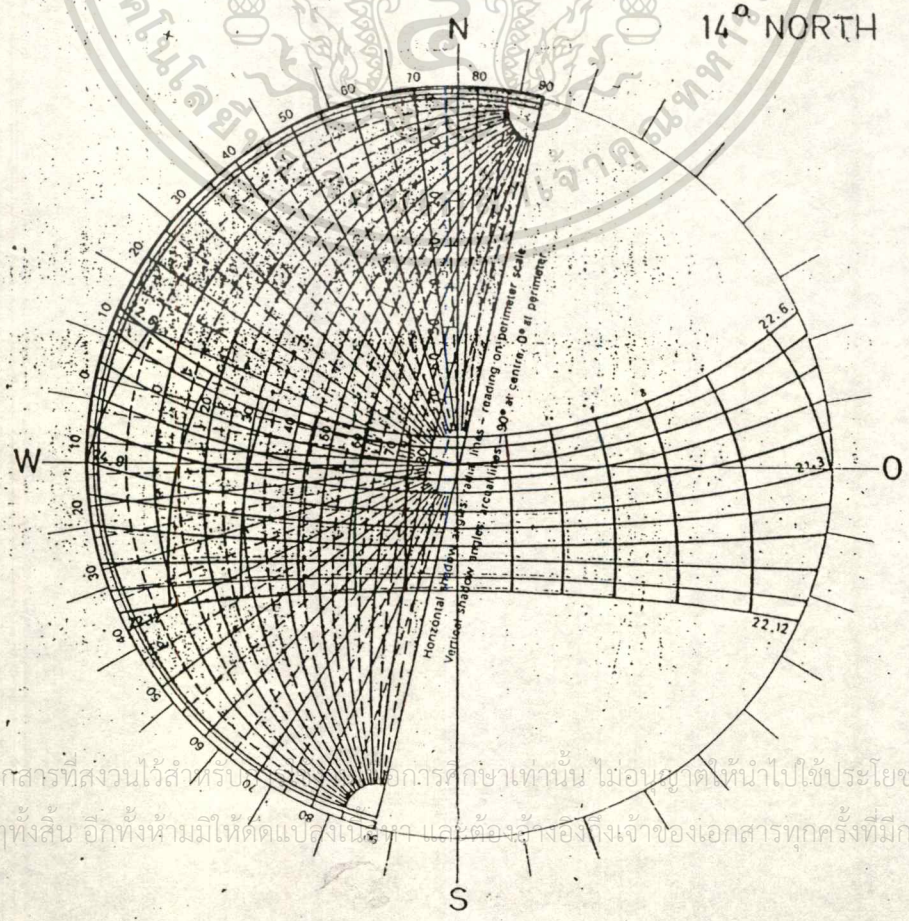
- ทิศตะวันออก มุม Profile ต่ำที่สุด เท่ากับ 22.5 องศาโดยประมาณ และมุม Bearing คือ ประมาณ 20 องศาทางทิศใต้ ของวันที่ 22 ธันวาคม เวลาประมาณ 8.00 น. ส่วนมุม Bearing ทางทิศเหนือ คือ ประมาณ 32.5 องศา ของวันที่ 22 มิถุนายน เวลาประมาณ 8.00 น. อาคารสำนักงาน (Office Tower) จากการวางทิศทางอาคารให้เกิด Buffer Zone ทางทิศตะวันตก และตะวันออก ทำให้ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนให้กับอาคารได้ส่วนหนึ่ง ส่วนที่จะต้องพิจารณาต่อไป คือส่วนทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 แสดงแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ ทางทิศเหนือ

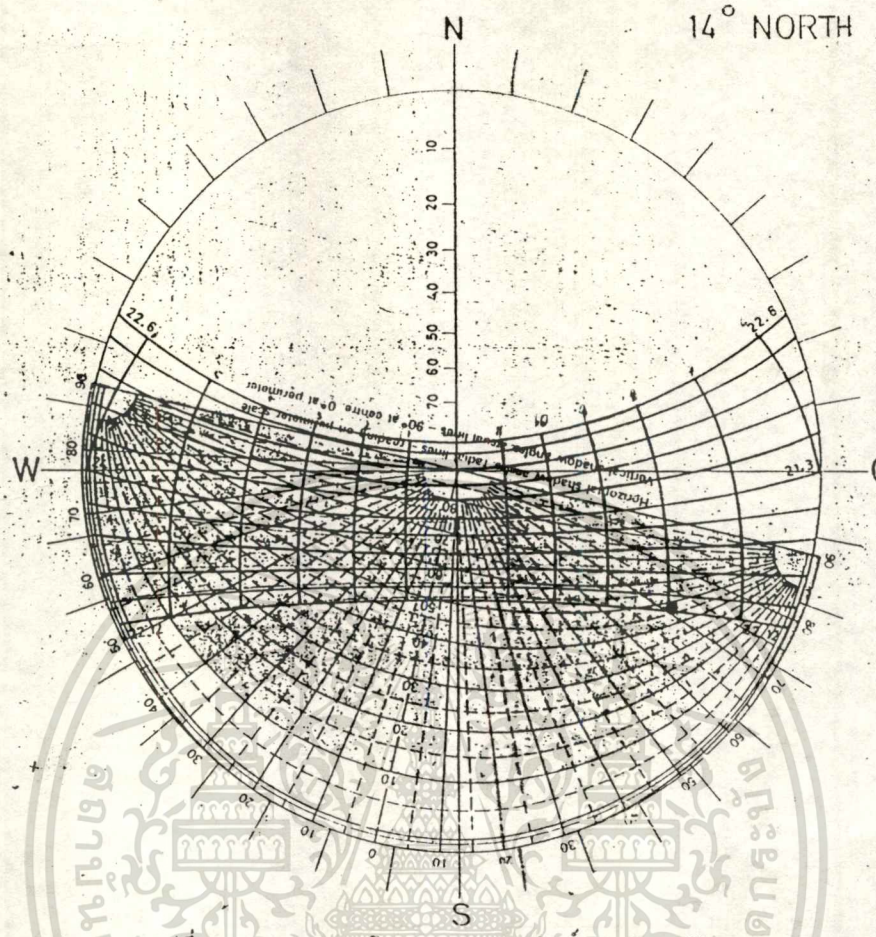


รูปที่ 5 แสดงแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ ทางทิศตะวันตก

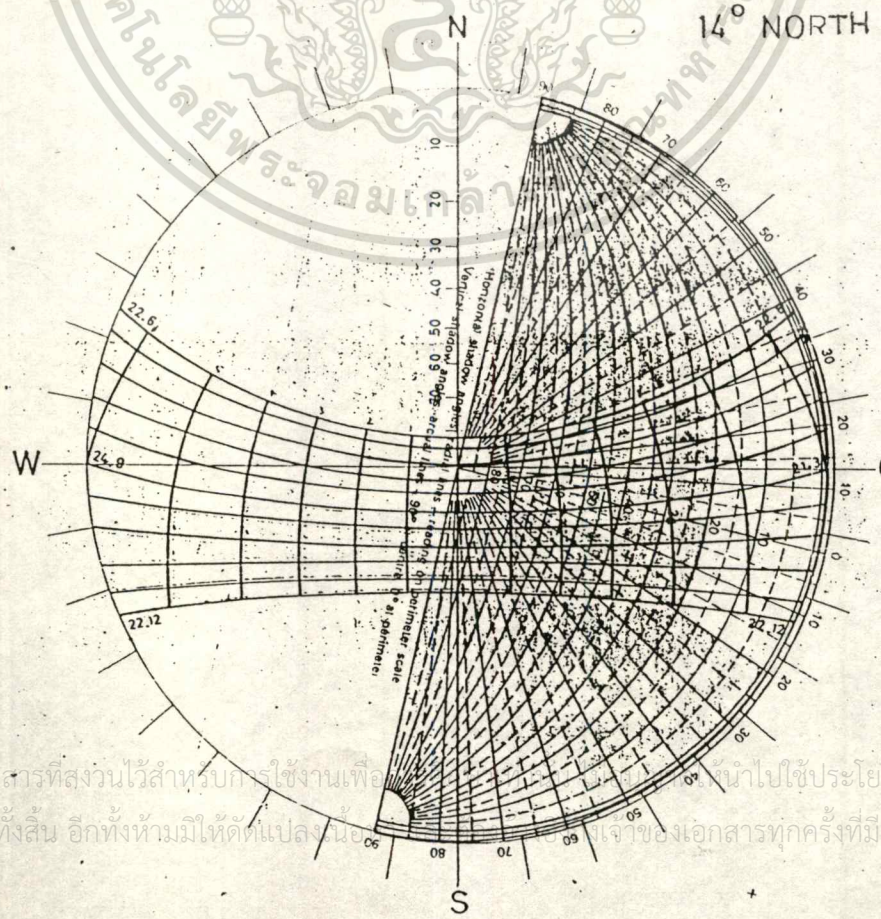


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6 แสดงแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ ทางทิศใต้



รูปที่ 7 แสดงแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ ทางทิศตะวันออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ส่วนอาคารสำนักงาน เมื่อศึกษาจากแผนทางโคจรดวงอาทิตย์แล้ว พบว่า ทางทิศเหนือ และทิศใต้ ต้องออกแบบที่กันแดดให้กับผนังอาคารทั้ง 2 ด้าน โดยพิจารณาทั้งในผังพื้น และรูปตัดของอาคาร จากมุม Bearing และมุม Profile ประกอบการใช้โครงสร้างที่เหมาะสม

ทางทิศเหนือของอาคารสำนักงาน เมื่อพิจารณามุม Profile เพื่อกำหนดความกว้างของที่กันแดด เห็นได้ว่า ที่กันแดดกว้าง 1.80 ม. ก็สามารถที่จะป้องกันแสงอาทิตย์ให้กับผนังอาคารส่วนทำงานได้แล้ว เนื่องจากเป็นมุม Profile ที่สูงพอสมควร ส่วนมุม Bearing นั้น เมื่อเราสามารถป้องกันแสงอาทิตย์ ในมุม Profile ได้แล้ว แสงอาทิตย์จากมุม Bearing ก็สามารถป้องกันได้เช่นกัน

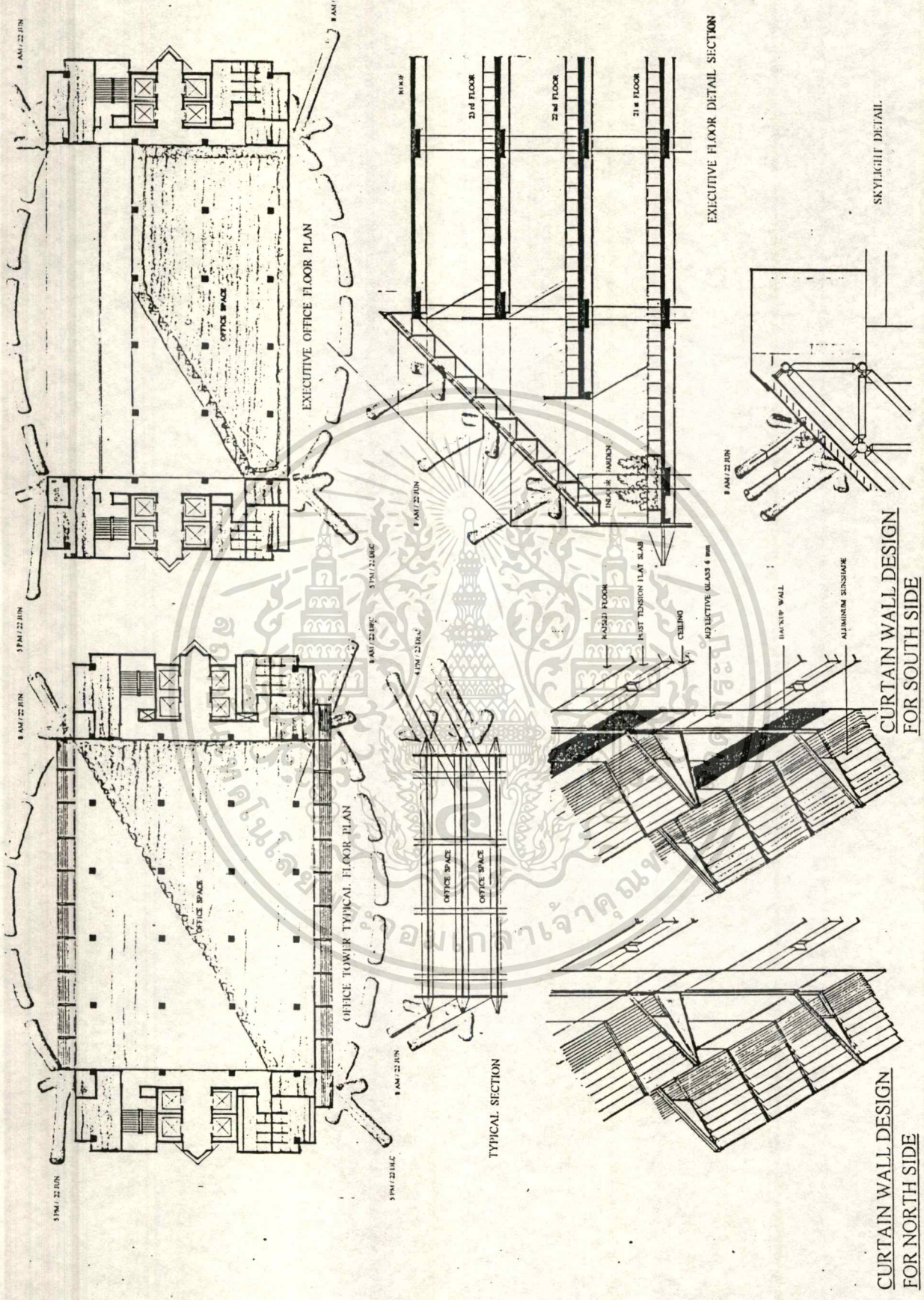
สำหรับผนังทางด้านทิศใต้ของอาคาร เนื่องจากมุม Profile ที่เกิดขึ้น เป็นมุมค่อนข้างต่ำ คือ ประมาณ 27.5 องศา การออกแบบที่กันแดดที่สามารถป้องกันแดดในมุม Profile จะต้องมีความยาวมาก ประมาณ 3 เมตร จึงจะป้องกันได้ ซึ่งในแง่ของโครงสร้างอาคารสูง การยื่นโครงสร้างออกไปมากๆ จะไม่เป็นการประหยัดค่าก่อสร้าง จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาการออกแบบด้วยวิธีอื่นประกอบกัน มุม Bearing ทางทิศใต้ที่เกิดขึ้น ถ้าสามารถป้องกันแสงอาทิตย์ที่ส่องลอดเข้ามาได้ ก็จะช่วยแก้ปัญหาของมุม Profile ได้[1]

" บางครั้ง การใช้มุมตัด (Profile Angle) อย่างเดียว จะได้ค่าองศาจำนวนน้อยมาก เช่น 5 หรือ 10 องศา ก็ไม่ควรใช้ เพราะไม่ประหยัด ควรใช้ค่าองศาของมุมตัด (Profile Angle) มากๆ แล้วใช้มุม Bearing ช่วย จะประหยัดได้มาก "

---

1. ผศ.สมสิทธิ์ นิตยะ, "การออกแบบสถาปัตยกรรมตามสภาพแวดล้อมในประเทศ" หัวข้อการป้องกันแสงแดด, โครงการอบรมทางวิชาการภาคฤดูร้อน 2525 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



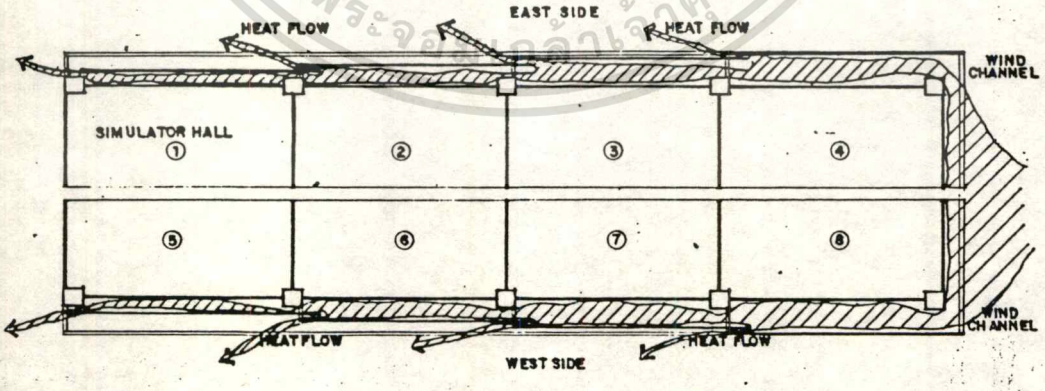
รูปที่ 8 แสดงการออกแบบที่กันแดด ป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารสำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารฝึกบินจำลอง (Simulator Hall)

การป้องกันการถ่ายเทความร้อนสำหรับอาคารนี้ มีองค์ประกอบที่ต้องให้ความสำคัญอยู่ 2 ส่วนใหญ่ๆ จากการวางทิศทางอาคารเบื้องต้น คือ

1. บริเวณห้องฝึกบินจำลอง (Simulator Hall) ซึ่งได้จัดวางให้เป็น Buffer Zone ให้แก่ส่วนทำงาน ตั้งแต่ชั้นที่ 1 - ชั้นที่ 3 ในทิศตะวันตก และตะวันออก แต่เนื่องจากองค์ประกอบส่วนนี้มีพื้นที่ผิวผนังที่ทึบตลอด ตามหน้าที่การใช้สอย การป้องกันจึงคำนึงถึงการป้องกันการแผ่รังสี อันจะทำให้เกิดการนำ และการพาความร้อนตามมา การป้องกันการแผ่รังสีความร้อน วิธีหนึ่งคือ การเลือกใช้วัสดุที่มีผิวเป็นมันเงา หรือวัสดุที่มีการสะท้อนรังสีความร้อนได้ดี ซึ่งจะนำมาประกอบเป็นผนังภายนอกของห้องฝึกบินจำลอง แต่อย่างไรก็ดี เนื่องจากพื้นที่ผิวผนังของห้อง นี้ เป็นด้านที่ต้องปะทะกับทิศตะวันตก และตะวันออกโดยตรง จึงได้ทำการออกแบบเป็นผนัง 2 ชั้น เพื่อป้องกันการนำ และการพาความร้อนได้ดีขึ้น โดยเมื่อผนังชั้นแรกลดการแผ่รังสีความร้อนได้ส่วนหนึ่งแล้ว แต่ความร้อนบางส่วนที่เกิดขึ้น จะทำให้เกิดการนำ และการพาความร้อนผ่านผนังชั้นแรก สู่ช่องว่างระหว่างผนัง ถ้าสามารถระบายความร้อนตรงนี้ออกไปได้ ก็จะทำให้ผนังชั้นในซึ่งเป็นห้องปรับอากาศ ลดภาระการทำความเย็นลง เนื่องจากลดการถ่ายเทความร้อน ที่เกิดจากการแผ่รังสี, การนำ และการพาความร้อนไปได้มาก การออกแบบผนัง 2 ชั้นของห้องฝึกบินจำลอง จึงเป็นลักษณะของผนังดักลมที่มีผิวผนังด้านนอกเป็นวัสดุสะท้อนรังสีความร้อนที่ดี และสามารถระบายความร้อนตรงช่องว่างระหว่างผนังได้ดี เนื่องจากการออกแบบให้ช่องทางลมเข้าใหญ่ และทางออกเล็กลงเรื่อยๆ

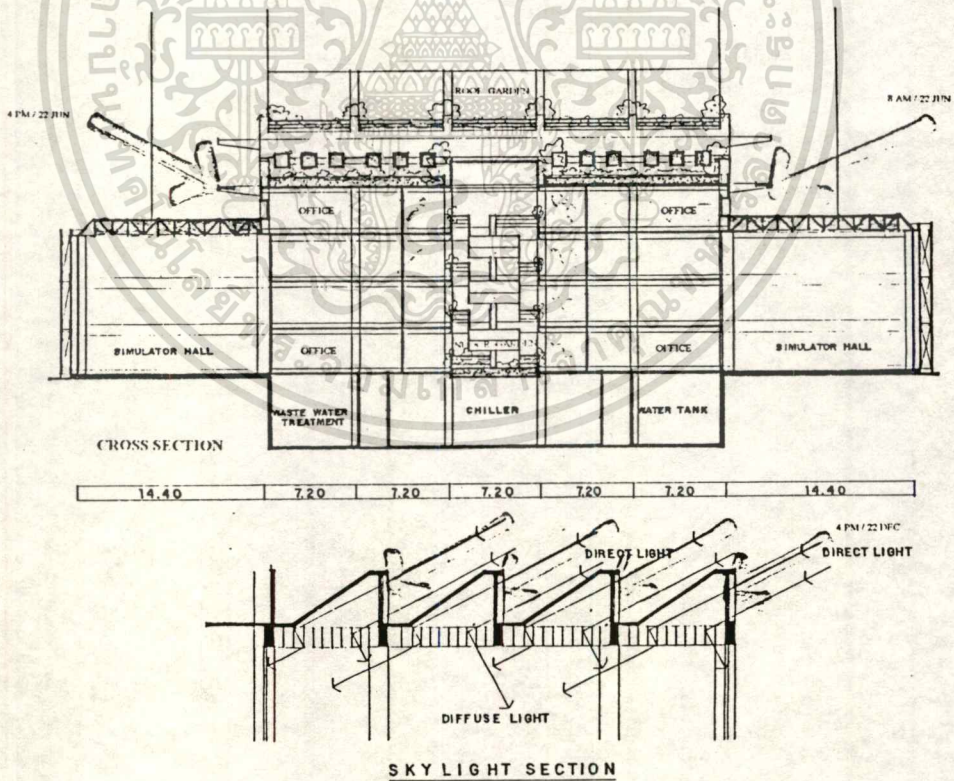


WIND FLOW PATTERN PLAN

รูปที่ 9 แสดงการออกแบบผนัง 2 ชั้น ของห้องฝึกบินจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บริเวณส่วนทำงานในชั้นที่ 4 - 5 เนื่องจากเป็นพื้นที่ทำงานเป็นส่วนใหญ่ การจะออกแบบให้ผนังด้านทิศตะวันตก และตะวันออกเป็นผนังทึบโดยตลอดนั้นไม่เหมาะสม เนื่องจากจะทำให้ผู้ใช้สอยอาคารเกิดความอึดอัดได้ จึงพยายามจัดองค์ประกอบที่มีการใช้สอยไม่บ่อยครั้ง หรือเป็นห้องเครื่อง, ห้องเก็บของ ไว้ทางทิศตะวันตก และตะวันออก เพื่อให้เกิด Buffer Zone กับส่วนทำงานภายในขึ้น หลังจากนั้นจึงลดการถ่ายเทความร้อนให้กับอาคาร โดยการออกแบบที่กันแดด และเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม การออกแบบที่กันแดดทางทิศตะวันตก ใช้มุม Profile ประมาณ 27.5 องศา ดังได้กล่าวแล้ว จึงออกแบบที่กันแดดให้มีความกว้างประมาณ 3.60 ม. (ครึ่งหนึ่งของช่วงกว้างเสา) โดยมีส่วนที่เป็นระแนงกันแดดให้กับหน้าต่างอาคาร อยู่ที่บริเวณปลายสุด กว้างประมาณ 1.20 ม. ที่กันแดดในทิศตะวันออก เลือกใช้มุม Profile ที่ 22.5 องศา ซึ่งเป็นมุมค่อนข้างต่ำ จึงออกแบบที่กันแดดให้เหมือนกับทิศตะวันตก เพื่อให้เกิดความกลมกลืนกันทั้งอาคาร โดยใช้มุม Bearing และการออกแบบหน้าต่างที่เว้าเข้าไปในผนัง ช่วยป้องกันอีกส่วนหนึ่ง สำหรับการป้องกันการถ่ายเทความร้อนให้กับพื้นที่ผิวหลังคาของอาคารฝึกบินจำลองนั้น ก็มีความสำคัญเช่นกัน เนื่องจากอัตราส่วนของพื้นที่ผนัง และหลังคาใกล้เคียงกันมาก ซึ่งในส่วนของหลังคาห้องฝึกบินจำลอง การเลือกใช้วัสดุหลังคาต้องสอดคล้องกับลักษณะโครงสร้างช่วงกว้างที่ใช้ และเป็นวัสดุที่สะท้อนรังสีความร้อนได้ดี อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงการใช้ฉนวนกันความร้อนภายในหลังคาประกอบด้วย



รูปที่ 10 แสดงการออกแบบป้องกันการถ่ายเทความร้อน ของอาคารฝึกบินจำลอง ชั้นที่ 4-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังคาของส่วนปฏิบัติงานนั้น ได้ออกแบบให้เป็นสวนบนดาดฟ้า (Roof Garden) โดยใช้ดินที่มีค่าการหน่วงความร้อน (Time Lag) ที่ดีมากอย่างหนึ่ง คือ ประมาณ 3 เดือน [1] ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนให้หลังคาอาคาร และยังสามารถใช้ประโยชน์จากการดูแลรักษาต้นไม้, สนามหญ้า โดยการติดตั้ง Sprinkler รดน้ำในบริเวณนี้ เพื่อช่วยเปลี่ยนความร้อนที่รู้สึกได้เป็นความร้อนแฝง โดยมีเอกสารบันทึกไว้ว่าสามารถลดอุณหภูมิของอากาศได้ในปริมาณเท่ากับ 1,000 BTUS ต่อน้ำจำนวน 1 ปอนด์ที่ระเหยไปในอากาศ [2] ประกอบกับ กลุ่มพืชที่หนาแน่นสามารถทำให้อุณหภูมิของอากาศในร่มลดลงได้ 10-15 องศาฟาเรนไฮต์ต่ำกว่าอุณหภูมิทั่วไป (AmbientTemperature)[3] ซึ่งการวางทิศทางอาคารให้เกิดสวนบนดาดฟ้าทาง ทิศใต้จะช่วยให้อุณหภูมิของลมที่พัดเข้าปะทะอาคารลดลงได้เป็นอย่างดี

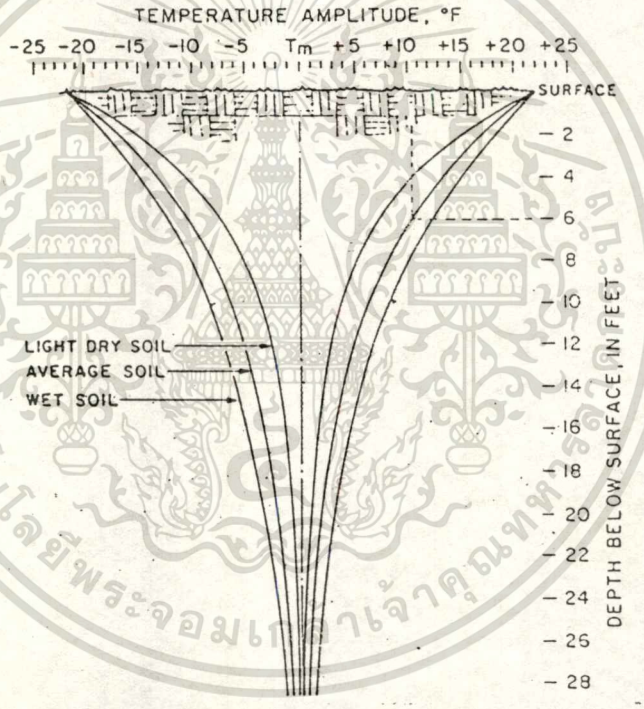


Figure 3. Damping curves plot the maximum temperature amplitude as a function of depth. Note that steady state · 1 F) occurs at about 17 feet for light. dry soil, 25 feet for average soil, below 30 feet for wet soil or rock.

รูปที่ 11 แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงกับความลึกของดิน

---

1. ผศ. สมสิทธิ์ นิตยะ, "การปรับเย็นในอาคาร", เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สจล., หน้า 112.

2. เรื่องเดียวกัน, หน้า 73.

3. เรื่องเดียวกัน, หน้า 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบกรอบอาคารอีกองค์ประกอบหนึ่ง คือ การเลือกใช้วัสดุกรอบอาคาร จากการออกแบบที่กันแดด โดยศึกษาจากแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์ดังกล่าวแล้ว ยังมีพื้นที่ผิวผนัง และหลังคาบางส่วน ที่จะต้องพิจารณาถึงการใช้วัสดุเป็นการเพิ่มเติม เพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อน แต่ควรพิจารณาถึงแนวความคิดในการออกแบบ, การประกอบติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง และราคาวัสดุประกอบไปด้วย

ส่วนของอาคารสำนักงาน (Office Tower) สำหรับผนังทางด้านทิศตะวันตก และตะวันออก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผนังทึบ วัสดุที่เลือกใช้ต้องป้องกัน หรือลดการแผ่รังสีความร้อนให้กับอาคาร จึงควรเป็นวัสดุที่มีผิวมันวาว, โทนสีขาว และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ต่ำผนัง ทางทิศเหนือ และใต้ของอาคาร เป็นผนังของส่วนทำงาน ซึ่งต้องคำนึงถึงผู้ใช้งานภายในอาคาร จะต้องไม่ให้เกิดความรู้สึกอึดอัดจากการใช้ผนังทึบมากเกินไป สำหรับผนังทิศเหนือ การออกแบบที่กันแดดที่มีความกว้าง 1.80 ม. ก็ช่วยป้องกันการถ่ายเทความร้อนแก่ผนังได้ แล้วจึงเลือกใช้วัสดุที่เป็นกระจกแบบผนังเบา (Curtain Wall) ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมกับอาคารสูงมากกว่าระบบอื่นๆ[4]

ผนังทิศใต้ของส่วนทำงานนั้น การออกแบบที่กันแดดไม่สามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ทั้งหมด ต้องพิจารณาใช้วัสดุอย่างอื่นนอกจากกระจก เพื่อลดพื้นที่ที่แสงแดดจะส่องเข้ามาถึงภายในลง โดยวัสดุที่ใช้จะต้องเป็นผนังเบาอย่างเดียวกัน เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง ซึ่งวัสดุที่ใช้ก็ต้องป้องกัน หรือลดการแผ่รังสีความร้อน และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ต่ำ เช่นกัน

วัสดุที่ใช้กับผนังอาคารฝึกบินจำลองนั้น ที่ผนังห้องฝึกบินจำลองมีการออกแบบเป็นผนัง 2 ชั้น ที่มีผนังภายนอกเป็นวัสดุผิวมันวาว หรือสีขาว และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ต่ำ ส่วนผิวผนังภายนอกของชั้นใน ก็ควรเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกัน

---

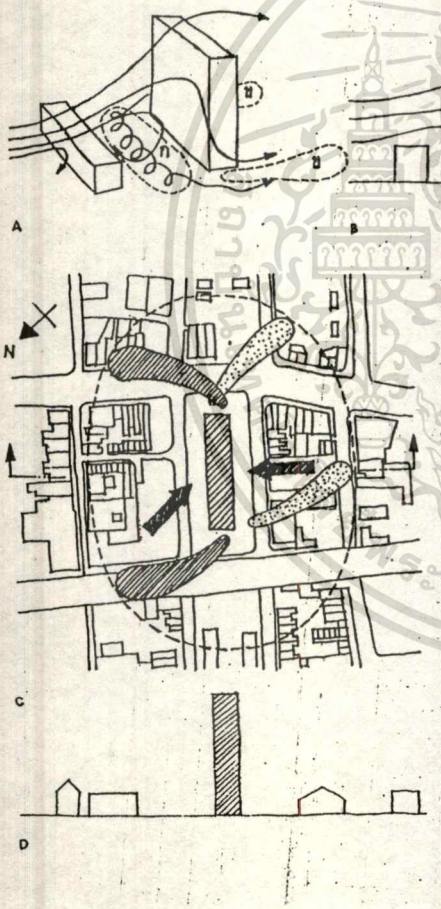
4. ผศ.สมสิทธิ์นิตยะ, เอกสารการอบรมทางวิชาการ เรื่อง การใช้ฉนวนความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของ ลมกับการระบายอากาศของอาคาร

จากการศึกษาความเร็วลมของกรุงเทพมหานคร พบว่ามีค่าเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 3.3 Knots (เมตร / วินาที) และพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้ ประมาณ 8 เดือน,ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 3 เดือน และทางทิศตะวันออก 1 เดือน

การวางทิศทางอาคารที่ออกแบบ ทำให้มีลมพัดผ่านจากอาคารฝึกบินจำลอง ไปยังอาคารสำนักงานเป็นส่วนใหญ่ โดยมีรูปแบบของลมที่เกิดขึ้นตามรูป ทั้งทิศใต้ และทิศเหนือ รูปแบบของลมที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดมีลมวนขึ้นที่บริเวณดาดฟ้าของอาคารฝึกบินจำลอง(ชั้นที่6)การออกแบบมีจุดมุ่งหมายให้ลมมีส่วนช่วยในการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นให้กับอาคาร ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบให้มีช่องโล่งเกิดขึ้นที่ชั้นดาดฟ้าของอาคารฝึกบินจำลอง เพื่อให้ลมวนที่เกิดขึ้นสามารถพัดผ่านไปได้ โดยลมที่พัดเข้าสู่อาคารนั้นถูกทำให้เย็นลงโดยผ่านสวนบนดาดฟ้าของอาคารฝึกบินจำลอง และจะไม่ทำให้เกิดลมแรงขึ้นที่บริเวณทางเท้า[1]



A. เมื่อลมปะทะอาคารสูง ลมจะถูกเปลี่ยนเส้นทาง และทำให้เกิดสภาพลมแรงบริเวณ "ก" และ "ข"

B. ถ้าอาคารสูงยกลอยจากพื้น บริเวณที่เป็นช่องนั้น (บริเวณ "ค") จะเป็นบริเวณที่มีลมแรงมาก

C. อาคารสูงทำมุมกลางอาคารเตี้ย มีบริเวณลมแรงระดับพื้นดิน รัศมีเท่าความสูงของอาคารสูงโดยประมาณ

D. แสดงรูปตัดของรูป C.

รูปที่ 12 แสดงสภาพการเคลื่อนไหวของลม รอบอาคารสูง

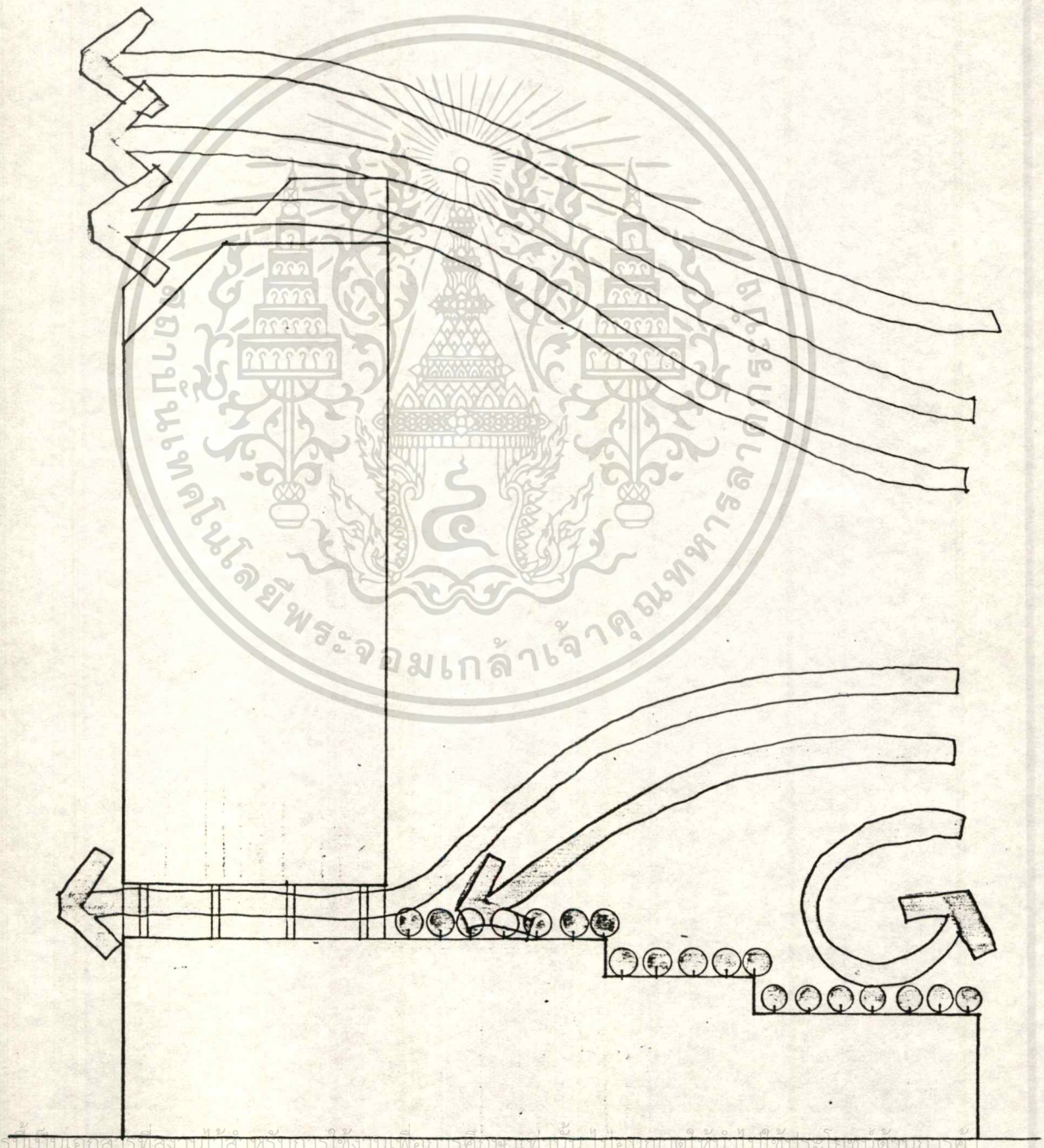
---

1. ผศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ. การออกแบบเพื่อความสะดวกสบาย และความปลอดภัยของผู้ใช้ในอาคารสูง และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม, (สจล, 2524), หน้า 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ยังจัดให้บริเวณนี้เป็นที่ตั้งของ Cooling Tower ในระบบปรับอากาศของอาคาร เพื่อลดระยะทางระหว่าง Chiller และ Cooling Tower ได้ อีกทั้งการทำงานของ Cooling Tower ก็จะช่วยให้มีลมผ่านบริเวณนี้มากขึ้น

สำหรับตัวอาคารฝึกบินจำลองเองนั้น เนื่องจากการออกแบบต้องการให้ลมช่วยระบายความร้อนให้กับผนังอาคาร ทั้งทางทิศตะวันตก และทิศตะวันออก จึงได้ทำการออกแบบผนัง 2 ชั้นดักลมขึ้น เพื่อให้ช่วยในการระบายความร้อนที่เกิดขึ้น โดยมีรูปแบบที่เกิดขึ้นดังรูป โดยที่ออกแบบให้เป็นผนังที่มีการยื่นออกไปด้านทิศใต้ เพื่อดักลมที่พัดผ่านผนังทิศใต้ของอาคาร และไหลเข้าสู่ช่องว่างผนัง ที่มีช่องกว้างด้านลมเข้ามากกว่าด้านลมออก เพื่อช่วยดึงให้ลมที่ไหลในช่องว่างนี้พัดผ่านได้เร็วขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่13.แสดงการแก้ปัญหาลมแรงจากอาคารสูง และนำมาใช้ระบายอากาศที่คาดฟ้าอาคารฝึกบินจำลอง

ระบบประกอบอาคาร

การประหยัดพลังงานในระบบประกอบอาคารนั้น จะพิจารณาที่ 2 ระบบเป็นสำคัญ คือระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งเป็นระบบที่ใช้พลังงานในอาคารมากกว่าระบบประกอบ อาคารอย่างอื่น

ระบบปรับอากาศ

การปรับอากาศภายในอาคารนั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อความสุขสบายและสุขภาพ โดยจะต้องทำงาน ให้บรรลุเป้าหมาย ดังนี้ [1]

1. ควบคุมอุณหภูมิของอากาศ ให้อยู่ที่ค่าที่ต้องการตลอดเวลา
2. ควบคุมความชื้นของอากาศ ให้อยู่ที่ค่าที่ต้องการตลอดเวลา
3. ควบคุมการเคลื่อนไหวของอากาศ ให้อยู่ที่ค่าที่ต้องการ
4. ควบคุมให้อากาศภายในสดชื่น โดยนำอากาศใหม่จากภายนอกเข้ามา ในปริมาณที่เหมาะสม
5. ควบคุมคุณภาพของอากาศ หรือความสะอาดของอากาศ โดยการเอาละออง, ฝุ่น และกลิ่นออกไป
6. ควบคุมเสียงจากระบบปรับอากาศเอง และจากแหล่งอื่น ไม่ให้รบกวนผู้อยู่ภายในอาคาร

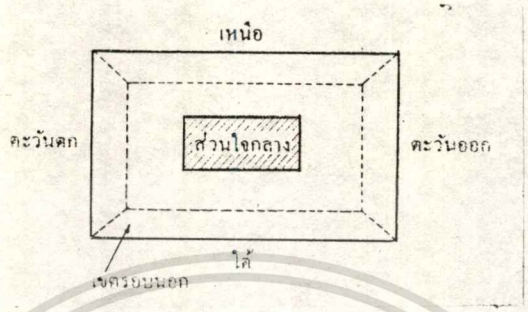
สำหรับระบบปรับอากาศที่ใช้ในโครงการ เป็นระบบปรับอากาศส่วนกลาง (Central Air Conditioning System) ในส่วนของสำนักงาน ที่มีระยะเวลาการทำงานที่เป็นเวลาแน่นอนตรงกัน คือ ระหว่างเวลา 8.00 น. - 17.00 น. และส่วนที่มีระยะเวลาการใช้งานไม่แน่นอน หรือมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างออกไป จะเป็นระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว (Unitaly Air Conditioner System) เช่น ห้องประชุม หรือห้องออกกำลังกาย เป็นต้น

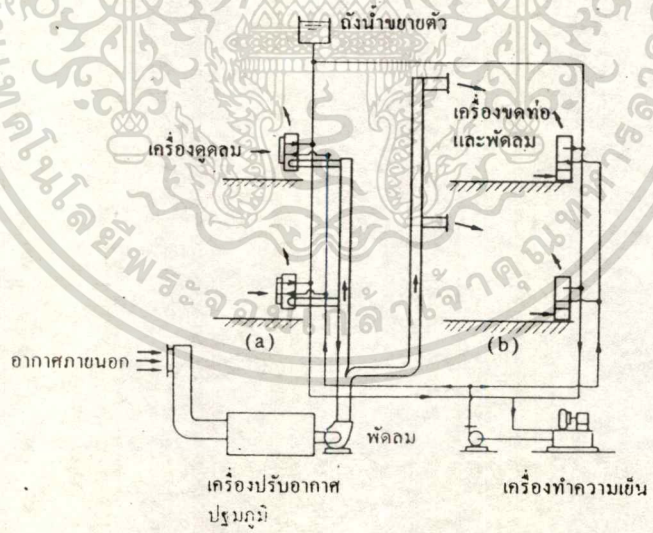
ระบบปรับอากาศส่วนกลางในโครงการ เป็นระบบน้ำ และอากาศ (Water - Air System) ชนิดเครื่องขดท่อ และพัดลม (Fan Coil Unit System) สำหรับเขตภายใน (Interior Zone) ใช้ระบบ ท่อลมเดียว ปริมาตรอากาศคงที่ (Constant Air Volume Single Duct System) แต่สำหรับเขตรอบนอก (Perimeter Zone) ซึ่งได้รับผลกระทบจากอากาศภายนอก ใช้ระบบท่อลมเดียว ปริมาตรเปลี่ยนแปลงได้ (Vav Single Duct System)

---

1. ดร.ไพบูลย์หังสพฤกษ์, ดร.เฮอิโซ ไซโต. การปรับอากาศ, (สำนักพิมพ์ดวงกมล, 2533), หน้า 343.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





(a) ระบบเครื่องดูดลม (induction unit system)

(b) ระบบเครื่องขดท่อและพัดลม (fan coil unit system)

รูปที่ 14. แสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ภายในโครงการ

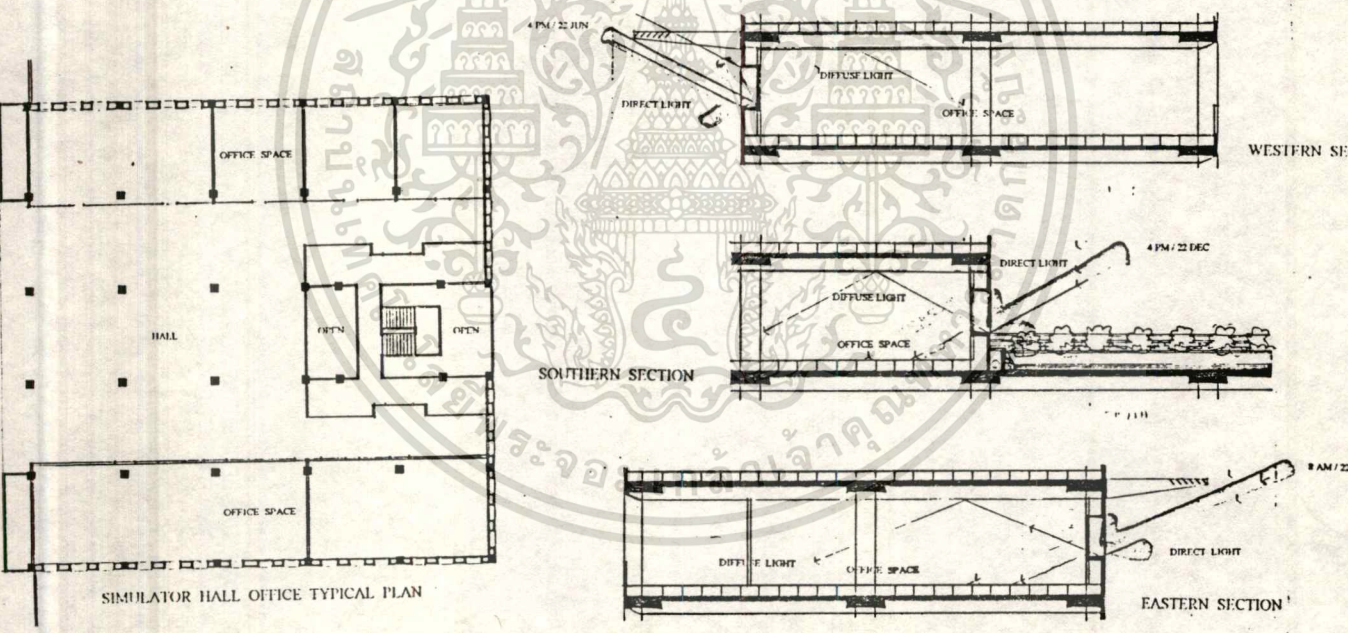
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

มีข้อพิจารณาในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างโดยมีหลักการสำคัญคือ ลดพลังงานแต่ไม่ลดคุณภาพของการส่องสว่าง [1] โดยวิธีดังนี้

1. ลดการใช้พลังงานลง และประหยัดเงิน
2. รักษาระดับความสว่าง ให้อยู่ในมาตรฐาน
3. มีคุณภาพสีของแสง ที่เหมาะกับการใช้งาน
4. ไม่เพิ่มมลภาวะ

ทางด้านการออกแบบ ได้พยายามใช้แสงธรรมชาติ (Daylight) เข้าช่วยในการให้แสงสว่างกับอาคาร โดยแสงธรรมชาติที่ใช้ เป็นแสงที่เกิดจากการสะท้อนของระแนงที่กันแดดที่ได้ออกแบบไว้ เข้าสู่ฝ้าเพดานภายในอาคารที่ทาสีขาว ซึ่งจะช่วยให้มีการกระจายแสงดีขึ้น ทั้งในส่วนของอาคารสำนักงาน และอาคารฝึกบินจำลอง



รูปที่ 15. แสดงการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร

1.ปกรณ์ปริมาสพร.การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง, (เอกสารสัมนาการอนุรักษ์พลังงานและเทคโนโลยีการก่อสร้างอาคาร, 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาสภาพแสงธรรมชาติของท้องฟ้ากรุงเทพฯ (ดูตารางประกอบ) พบว่าปริมาณชั่วโมงที่แสงกระจายภายนอกอาคาร (Exterior Diffuse Illumination) มีค่ามากกว่า 15,000 Lux. ขึ้นไป มีปริมาณเป็น 93.3% ของทั้งปี เมื่อเปรียบเทียบกับค่า 10,000 Lux. ที่ใช้เป็นมาตราฐาน ในการออกแบบแล้ว จะเห็นได้ว่า การนำแสงธรรมชาติของท้องฟ้ากรุงเทพฯ มาช่วยในการให้แสงสว่างกับอาคาร มีปริมาณมากพอที่จะใช้ได้ทั้งปี[1]

ตารางที่ 1. AVERAGE HOURLY EXTERIOR HORIZONTAL ILLUMINATION (LUX) FROM DIFFUSE RADIATION FOR MARCH, JUNE, SEPTEMBER AND DECEMBER.

TIME	MARCH	JUNE	SEPTEMBER	DECEMBER
8.00	17754	25816	23426	9392
9.00	24552	34214	30384	12655
10.00	27668	41396	35059	14980
11.00	29387	46672	37848	15464
12.00	27085	46630	38840	18010
13.00	24532	41990	36906	21209
14.00	22053	34133	29867	20184
15.00	19276	25944	23183	15925
16.00	13944	15988	15145	9718

---

1. Dr.Surapong Chirarattananon, PhD. Important Technologies To Improve Energy Efficiency In Buildings, เอกสารสัมนาการอนุรักษ์พลังงาน และเทคโนโลยีการก่อสร้างอาคาร,2534หน้าที่ 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโครงสร้างของอาคาร

จากการกำหนดองค์ประกอบใช้งานภายในโครงการทำให้เกิดการแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 2องค์ประกอบใหญ่ๆคือ ส่วนอาคารสำนักงาน และ ส่วนอาคารฝึกบินจำลอง ดังนั้นในส่วนของระบบโครงสร้างจึงแยกพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ

อาคารสำนักงาน

จากการกำหนดพื้นที่ใช้งานที่เกิดขึ้นทำให้ส่วนอาคารสำนักงานนี้มีความสูง 26 ชั้น การเลือกใช้ระบบโครงสร้างจึงต้องให้เหมาะสม และมีส่วนช่วยในการประหยัดพลังงานในอาคารด้วย โดยมีข้อพิจารณาคือ[1]

"ข้อพิจารณาในการเลือกระบบโครงสร้างต้องคำนึงถึง วัสดุก่อสร้าง,ความยากง่าย, ความรวดเร็วของการก่อสร้าง,น้ำหนักของโครงสร้าง,ตลอดจนความสามารถในการต้านแรงลม (และ/หรือแผ่นดินไหว)"

จากการศึกษาพบว่า[2] " โดยทั่วๆไประบบผนังแรงเฉือนควบคู่กับโครงข้อแข็งนี้เป็นระบบที่ประหยัด สำหรับอาคารสูง 10-40 ชั้น โดยประมาณ "

ระบบโครงสร้างที่เลือกใช้สำหรับอาคารสำนักงานจึงเลือกใช้โครงสร้างพื้นชนิดแผ่นพื้นไร้คาน Post-Tensioned Flat Plate ช่วงเสา 7.20 x 7.20 เมตรซึ่งสามารถลดคาน หรือ ระยะความสูงระหว่างชั้นของอาคารลงได้ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการก่อสร้างอาคารลงได้ และยังเป็นส่วนช่วยในการประหยัดพลังงานในอาคารได้ นอกจากนี้ในส่วนผนังรับแรงเฉือนที่ใช้กับปล่องลิฟท์สำหรับทางสัญจรในแนวดิ่ง ก็ยังสามารถใช้เป็น Buffer Zone ให้กับอาคารสำนักงานได้เป็นอย่างดี

อาคารฝึกบินจำลอง

เนื่องจากองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับส่วนนี้ คือ ส่วนของห้องเครื่องฝึกบิน ซึ่งจำเป็นต้องใช้โครงสร้างช่วงยาว (Long Span) ขนาด 14.40 x 14.40 เมตร จึงเลือกใช้โครง Truss สำหรับโครงหลังคาในส่วนนี้ สำหรับส่วนสำนักงานภายในอาคารฝึกบินจำลอง ก็ยังคงใช้โครงสร้างพื้นชนิดแผ่นพื้นไร้คาน Post-Tensioned Flat Plate Flat Slab ช่วงเสา 7.20 x 7.20 เมตร เหมือนกับในอาคารสำนักงานโดยมีการแยกโครงสร้างทั้งสองส่วนนี้ เนื่องจากปัญหาของน้ำหนักอาคารเพื่อป้องกันการทรุดตัว ของอาคารที่ไม่เท่ากัน

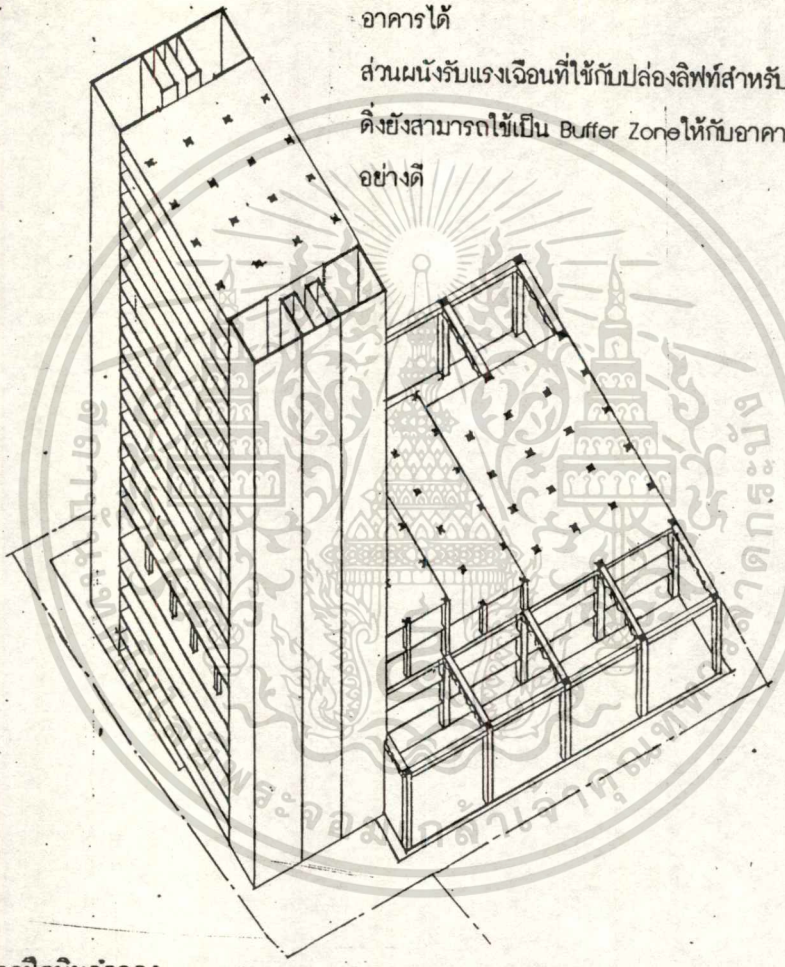
---

1. ดร.ปณิธาณ ลักคุณะประสิทธิ์, " อาคารสูง- ระบบโครงสร้างและข้อพิจารณาในการออกแบบ", วิศวกรรมสาร ฉบับ 48 ปีวสท.,หน้า 57.

2. เรื่องเดียวกัน.,หน้า 58.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 16 ระบบโครงสร้างของอาคาร



อาคารสำนักงาน

ใช้โครงสร้างพื้นชนิดแผ่นพื้นไร้คานPost-Tensioned Flat Plate ช่วงเสา7.20x7.20เมตรซึ่งสามารถลดคานหรือระยะความสูงระหว่างชั้นของอาคารลง ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการก่อสร้างอาคารและยังเป็นส่วนช่วยในการประหยัดพลังงานในอาคารได้

ส่วนผนังรับแรงเฉือนที่ใช้กับปล่องลิฟท์สำหรับทางสัญจรในแนวดิ่งยังสามารถใช้เป็น Buffer Zoneให้กับอาคารสำนักงานได้เป็นอย่างดี

อาคารฝึกบินจำลอง

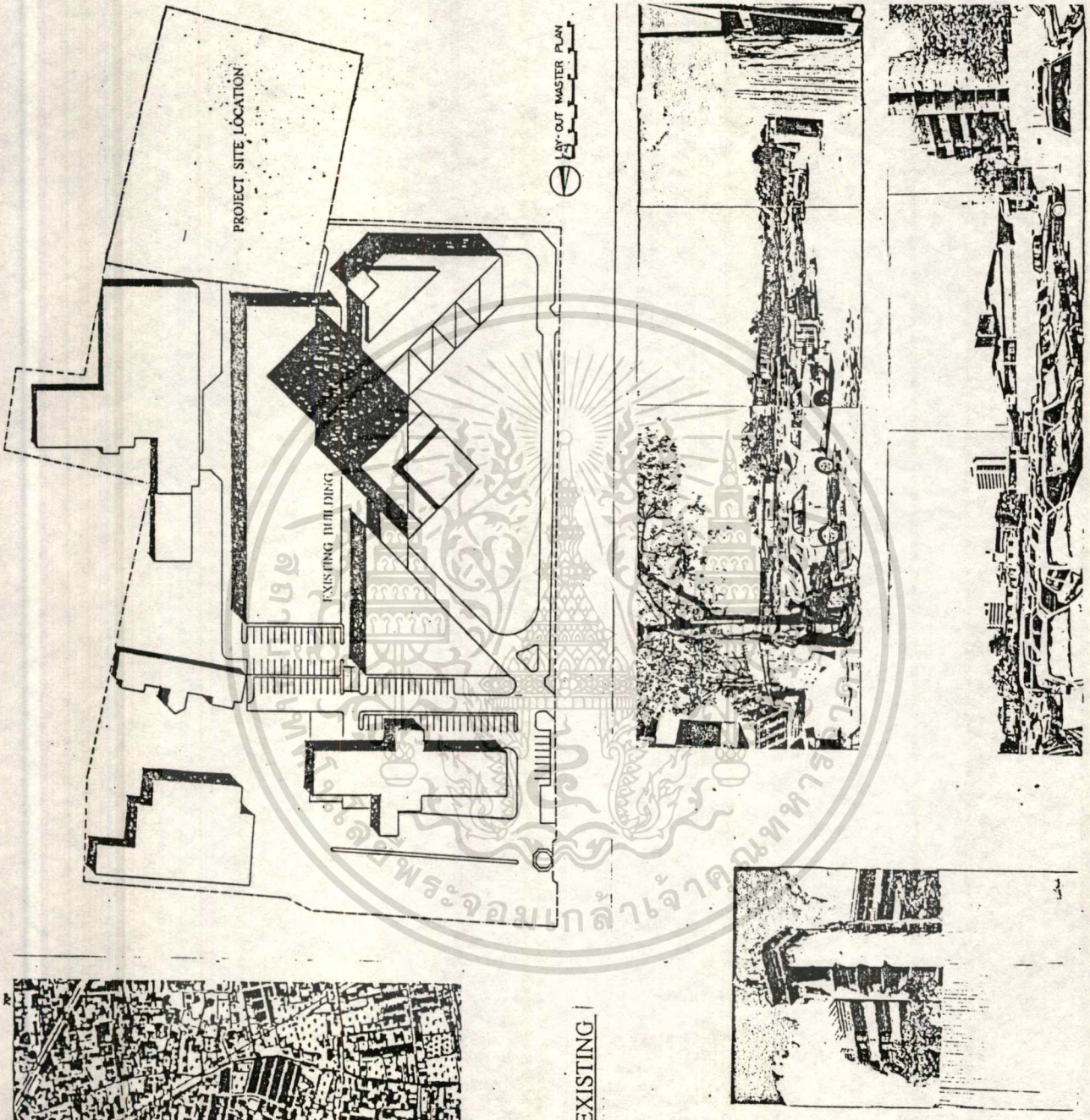
ส่วนของห้องเครื่องฝึกบิน ซึ่งจำเป็น ต้องใช้โครงสร้างช่วงยาว (Long Span) ขนาด 14.40 x 14.40 เมตรใช้โครง Truss สำหรับโครงหลังคาในส่วนนี้

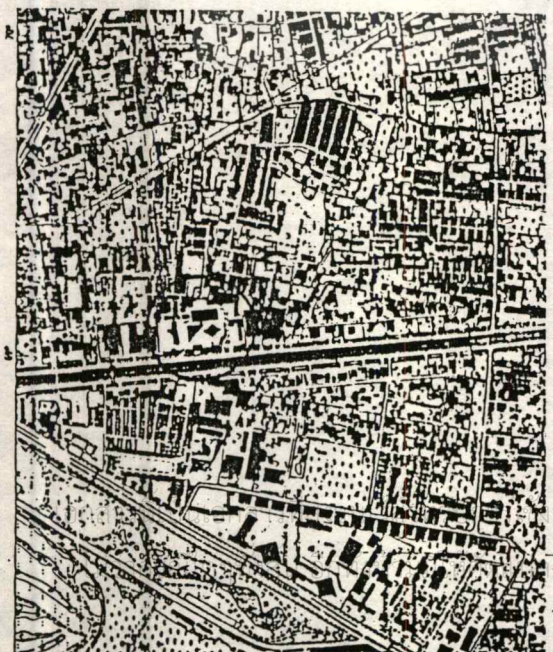
ส่วนสำนักงานภายในอาคารฝึกบินจำลอง ใช้โครงสร้างพื้นชนิดแผ่นพื้นไร้คาน Post-Tensioned Flat Plate Flat Slab ช่วงเสา 7.20 x 7.20 เมตรโดยมีการแยกโครงสร้างทั้งสองส่วนนี้เนื่องจากปัญหาของน้ำหนักอาคารเพื่อป้องกันการทรุดตัวของอาคารที่ไม่เท่ากัน

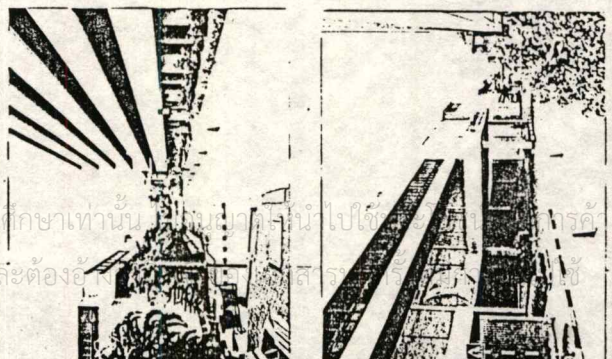
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการออกแบบอาคารฝึกบินจำลองและอาคารสำนักงาน บริษัท การบินไทย จำกัด

รูปที่17 สภาพพื้นที่และที่ตั้งโครงการ

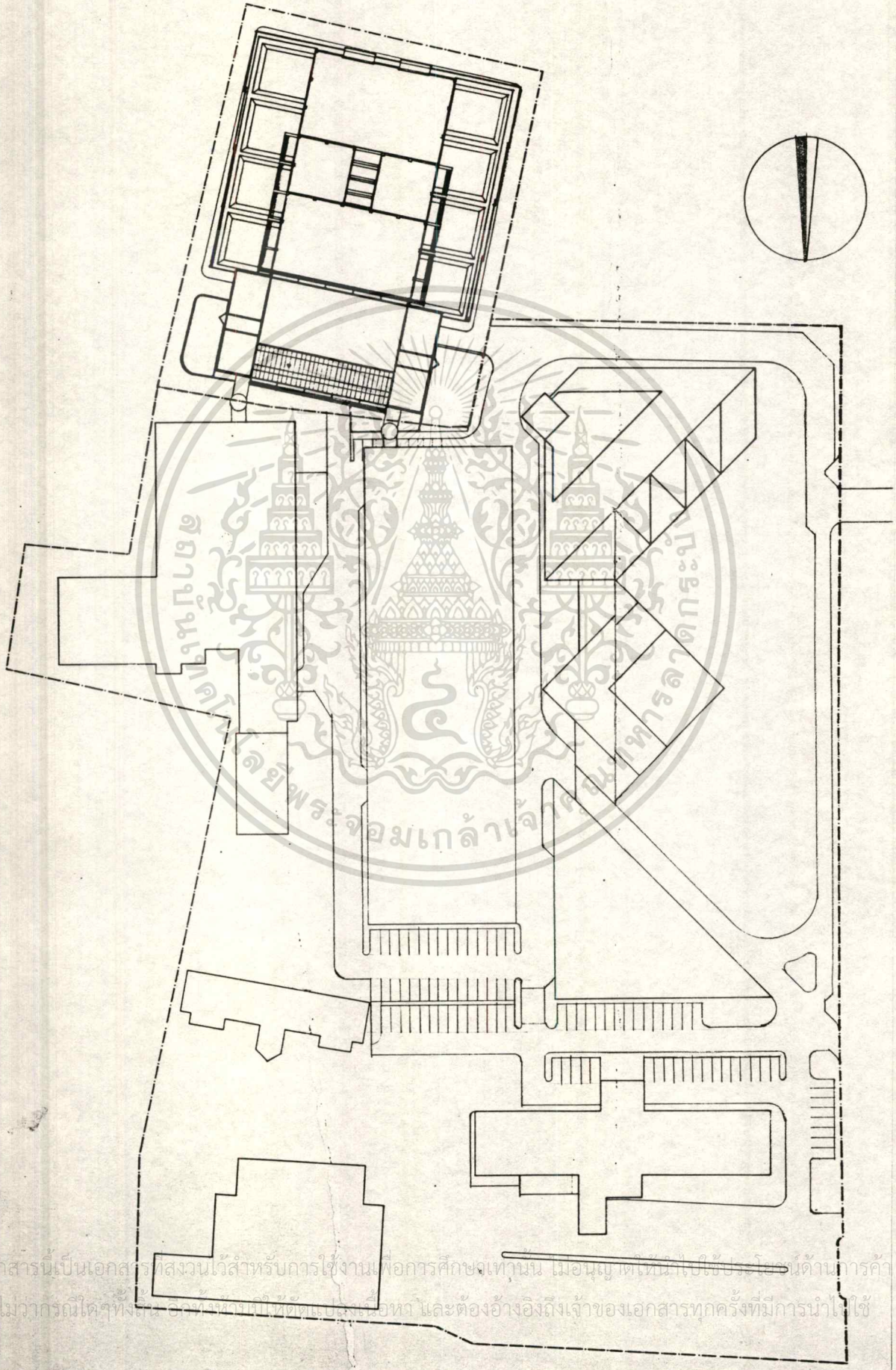






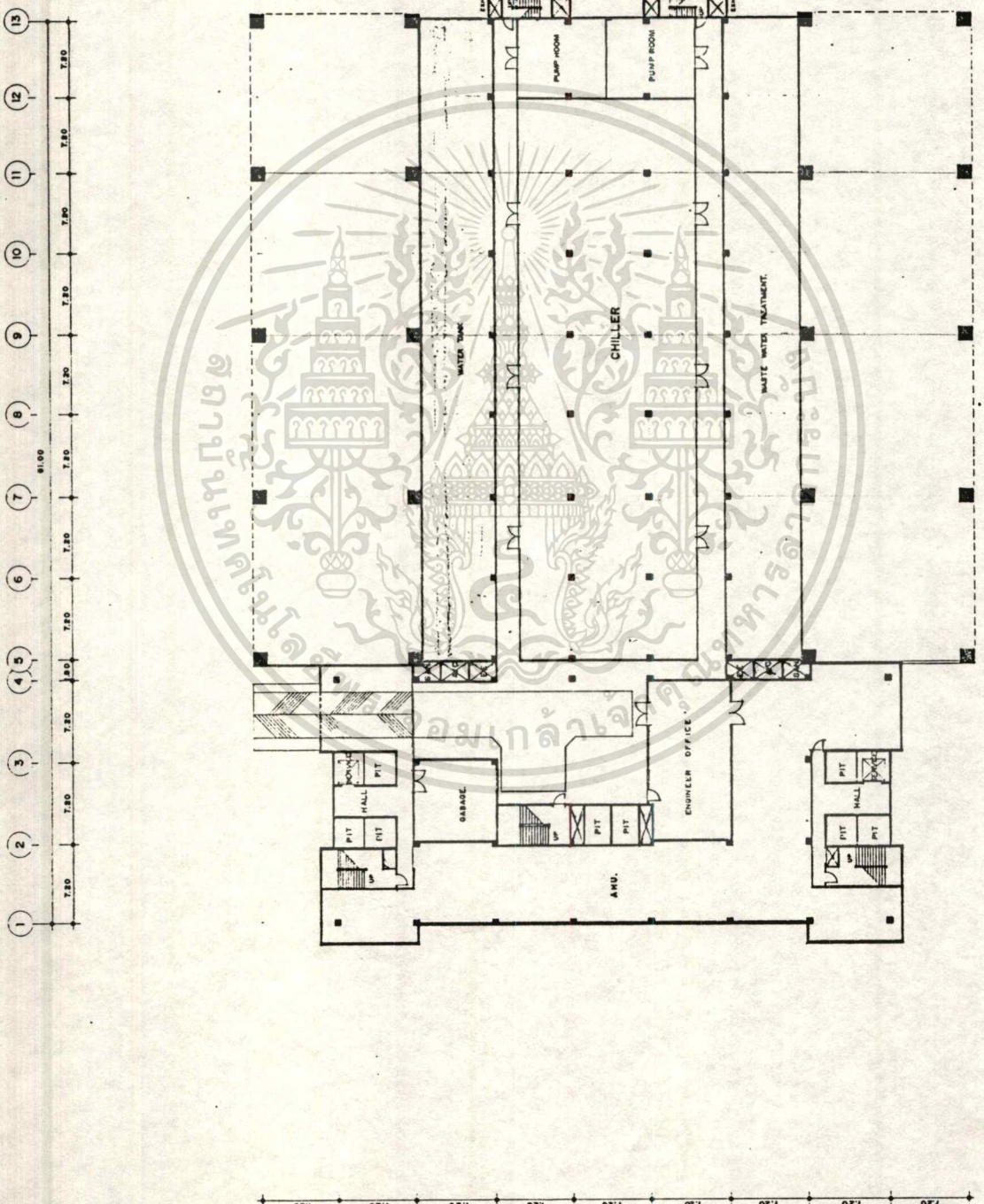
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 13.สภาพที่ตั้งโครงการและ ผังบริเวณของอาคารฝึกบินจำลอง และสำนักงาน



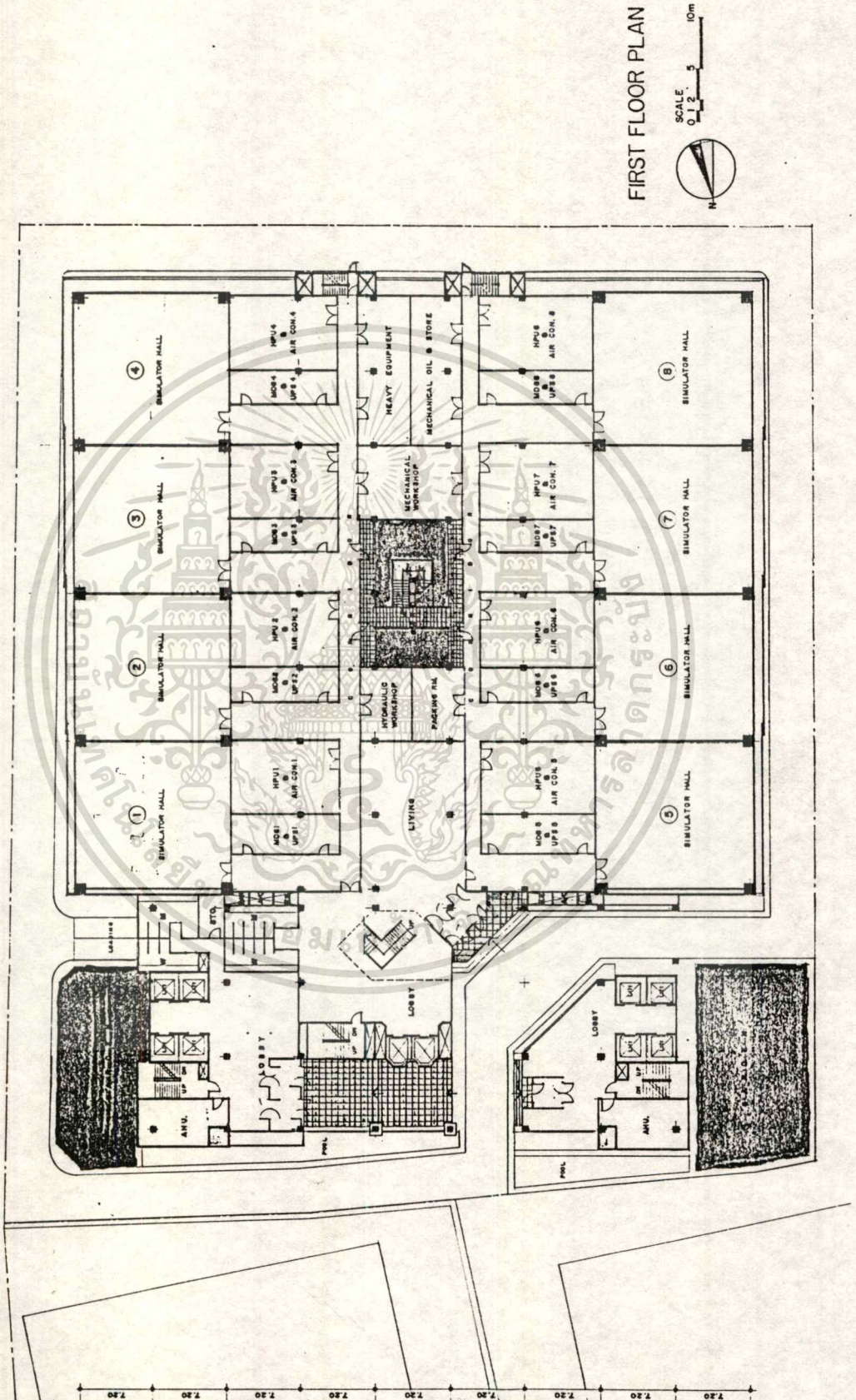
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 19. ผังพื้นชั้นใต้ดิน



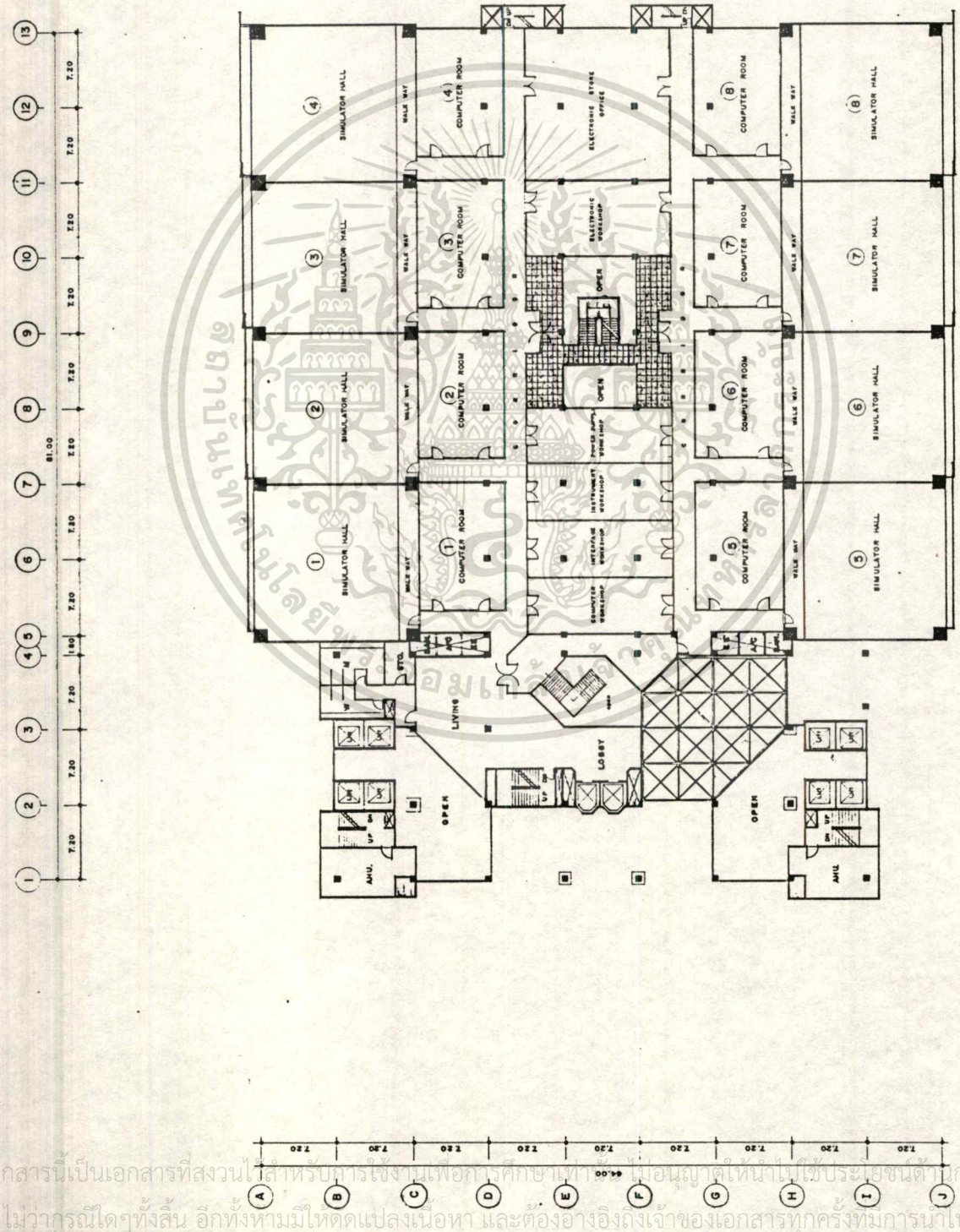
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 20. ผังพื้นชั้นที่ 1



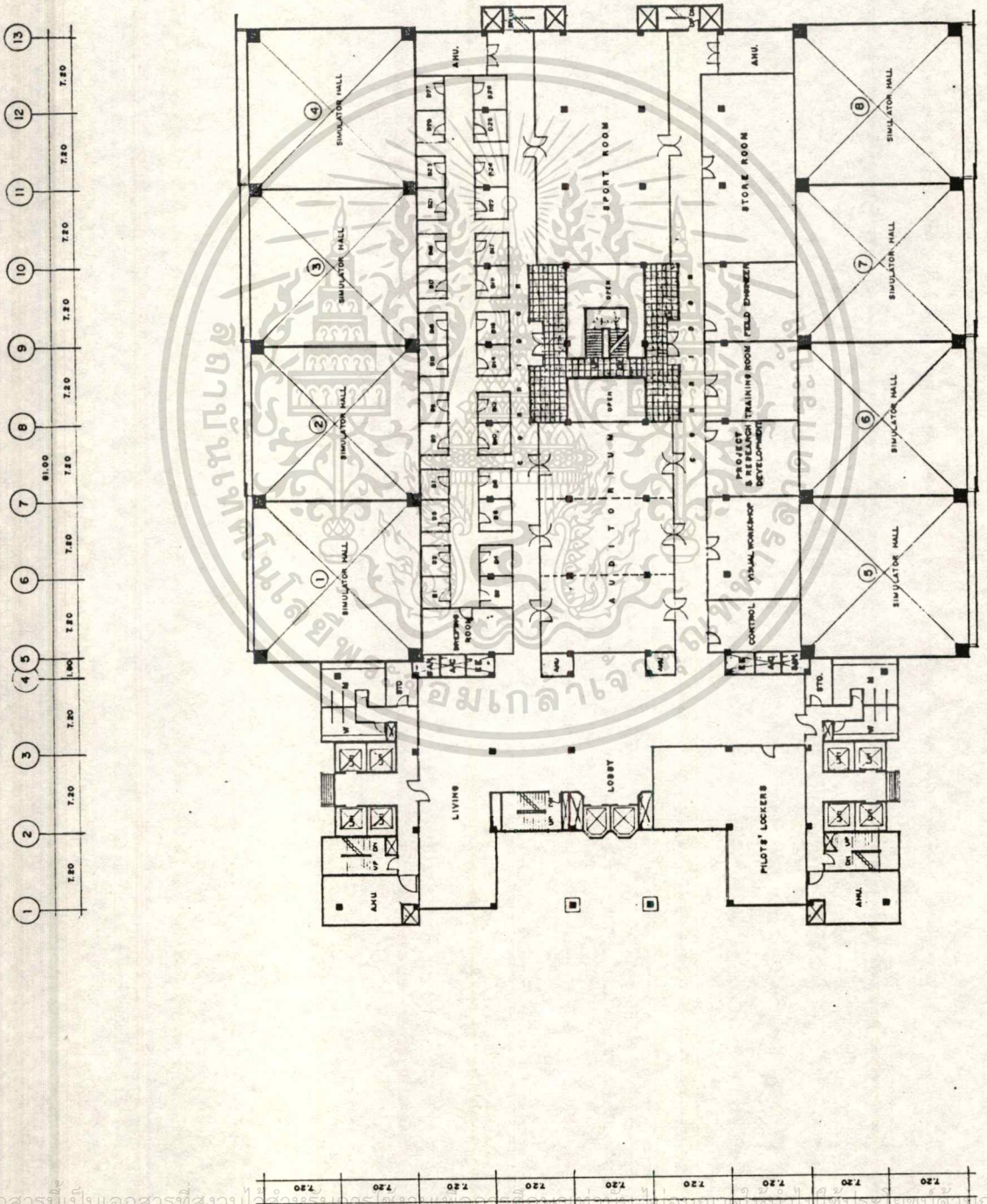
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 21. ผังพื้นชั้นที่ 2



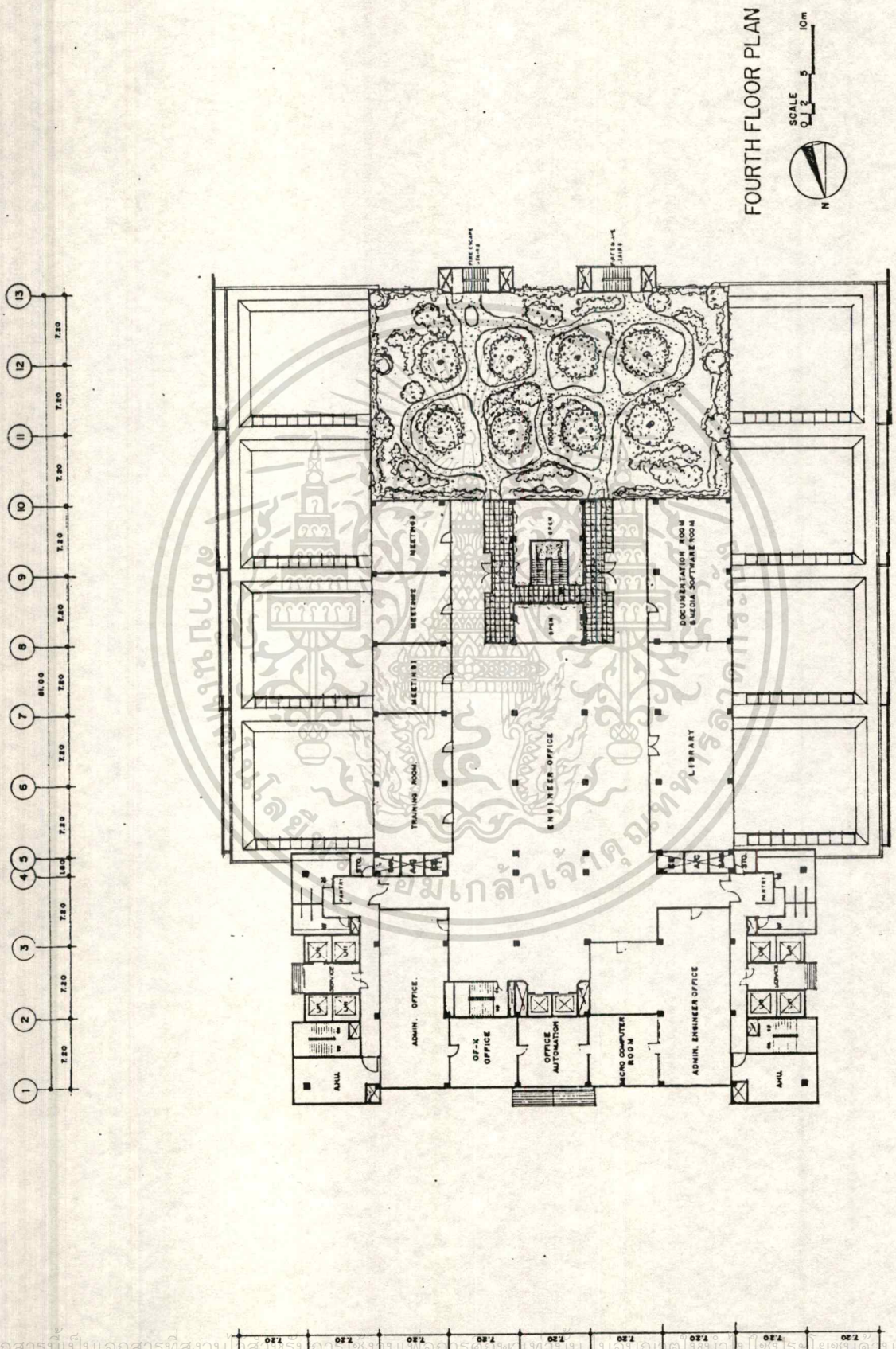
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 22. ผังพื้นชั้นที่ 3



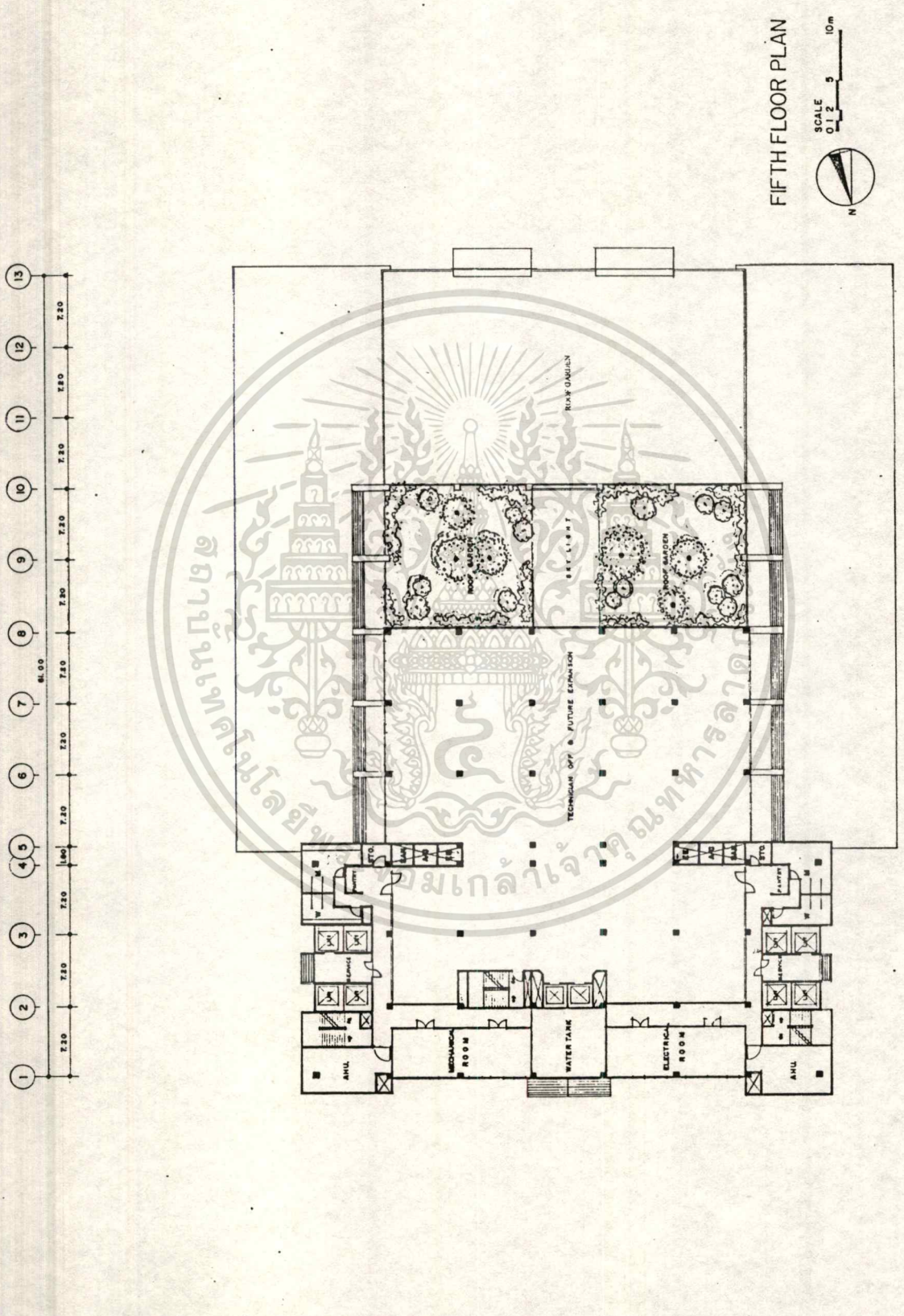
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 23. ผังพื้นชั้นที่ 4



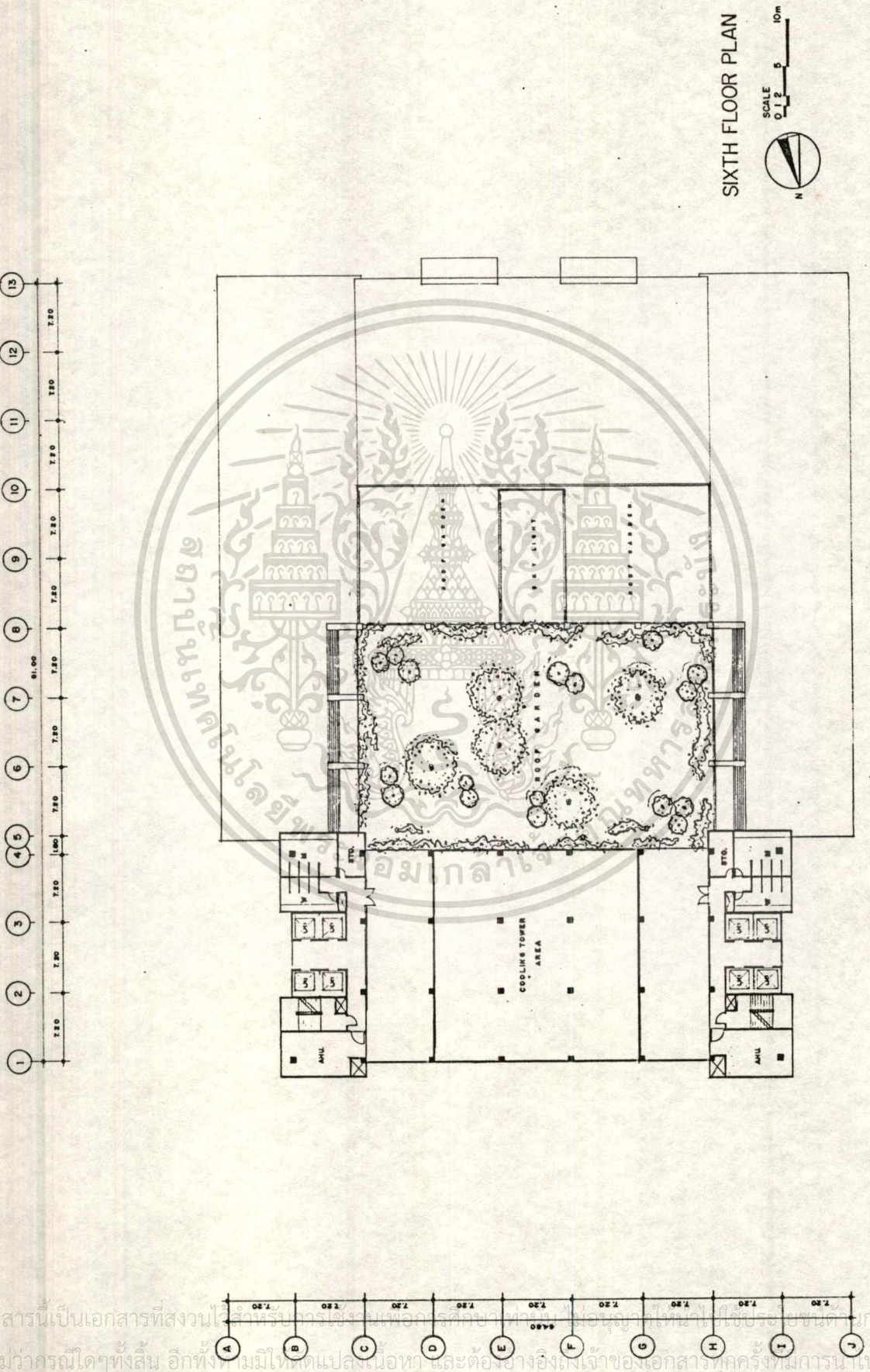
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 24. ผังพื้นชั้นที่ 5



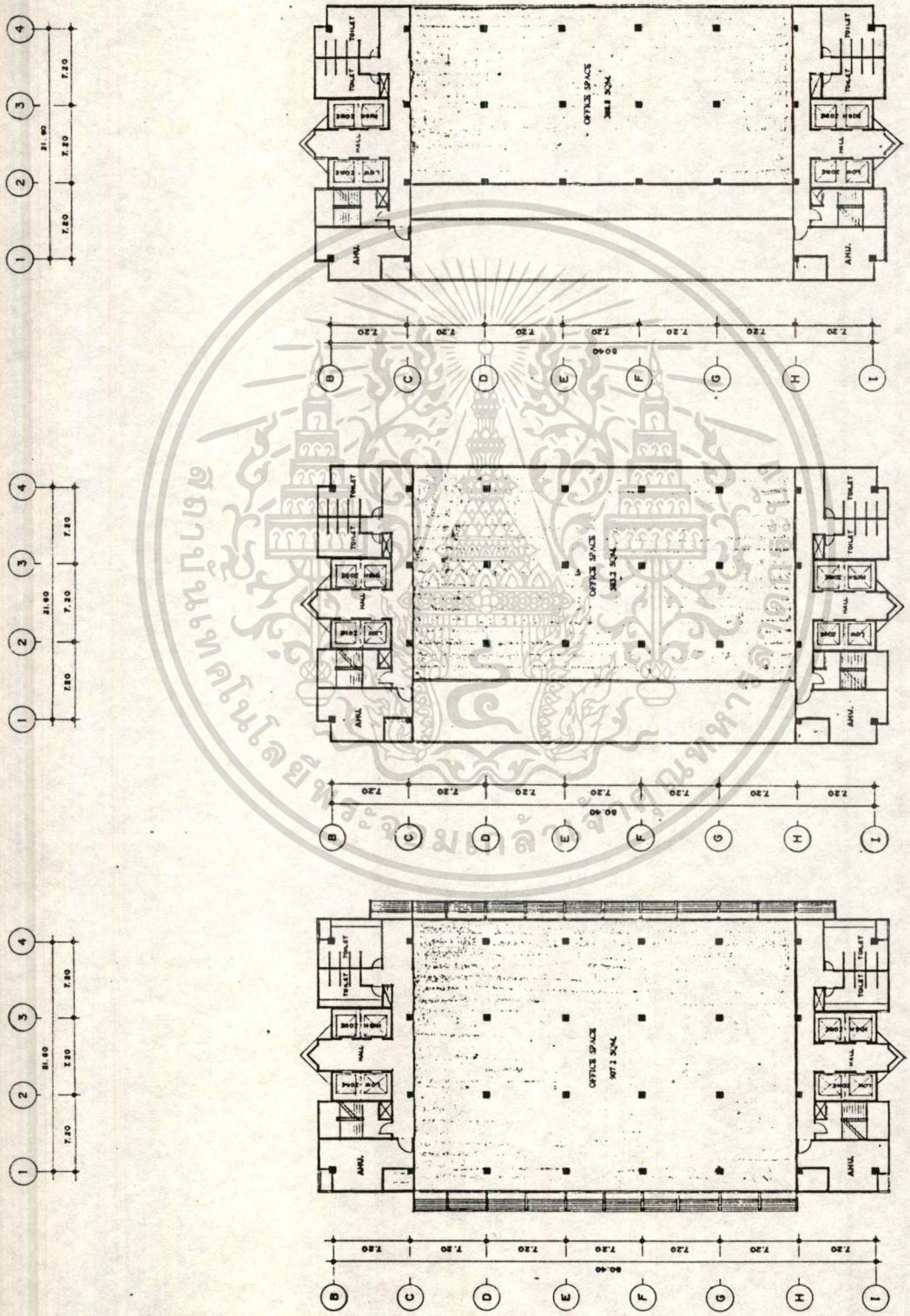
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 25. ผังพื้นชั้นที่ 6



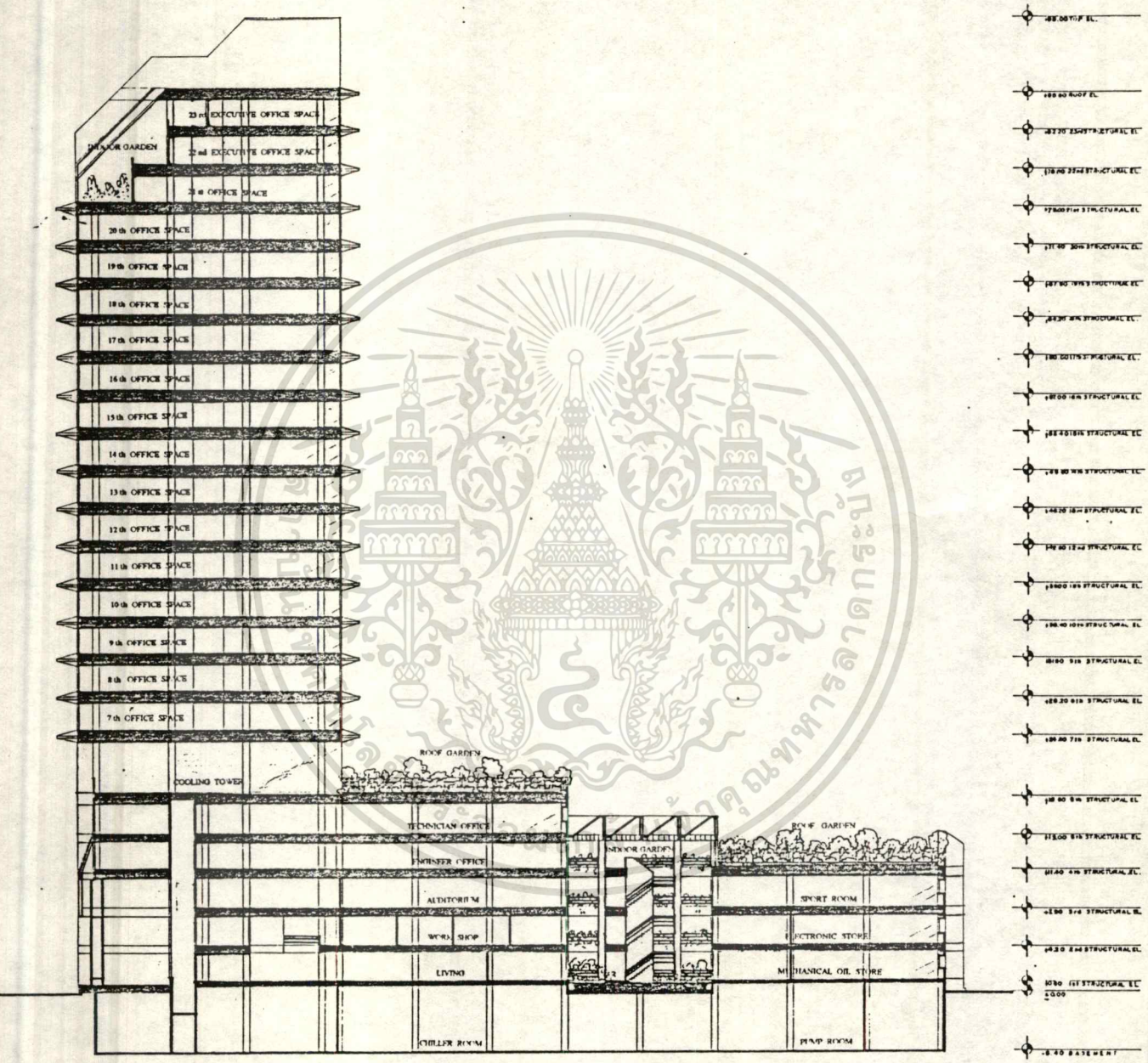
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 26. ผังพื้นชั้นที่ 7-21, ชั้นที่ 22 และชั้นที่ 23



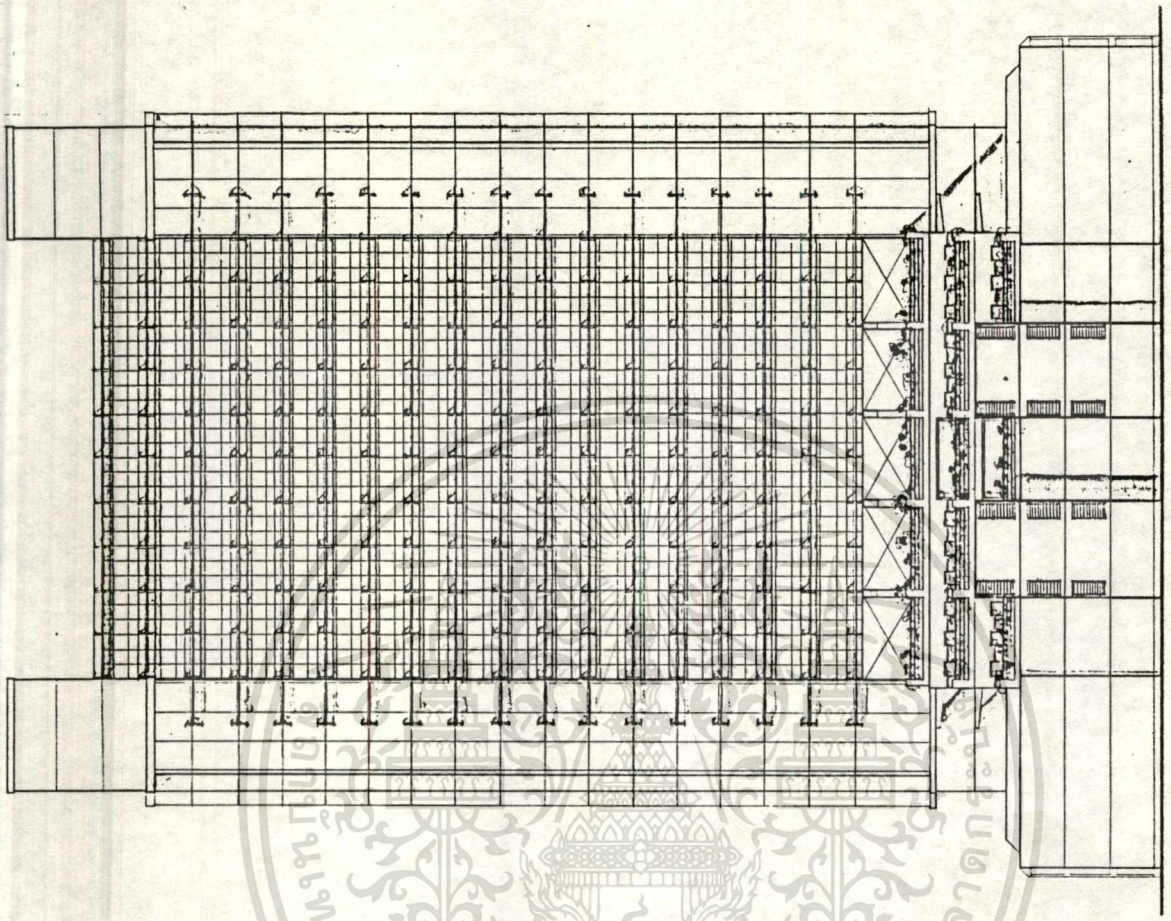
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

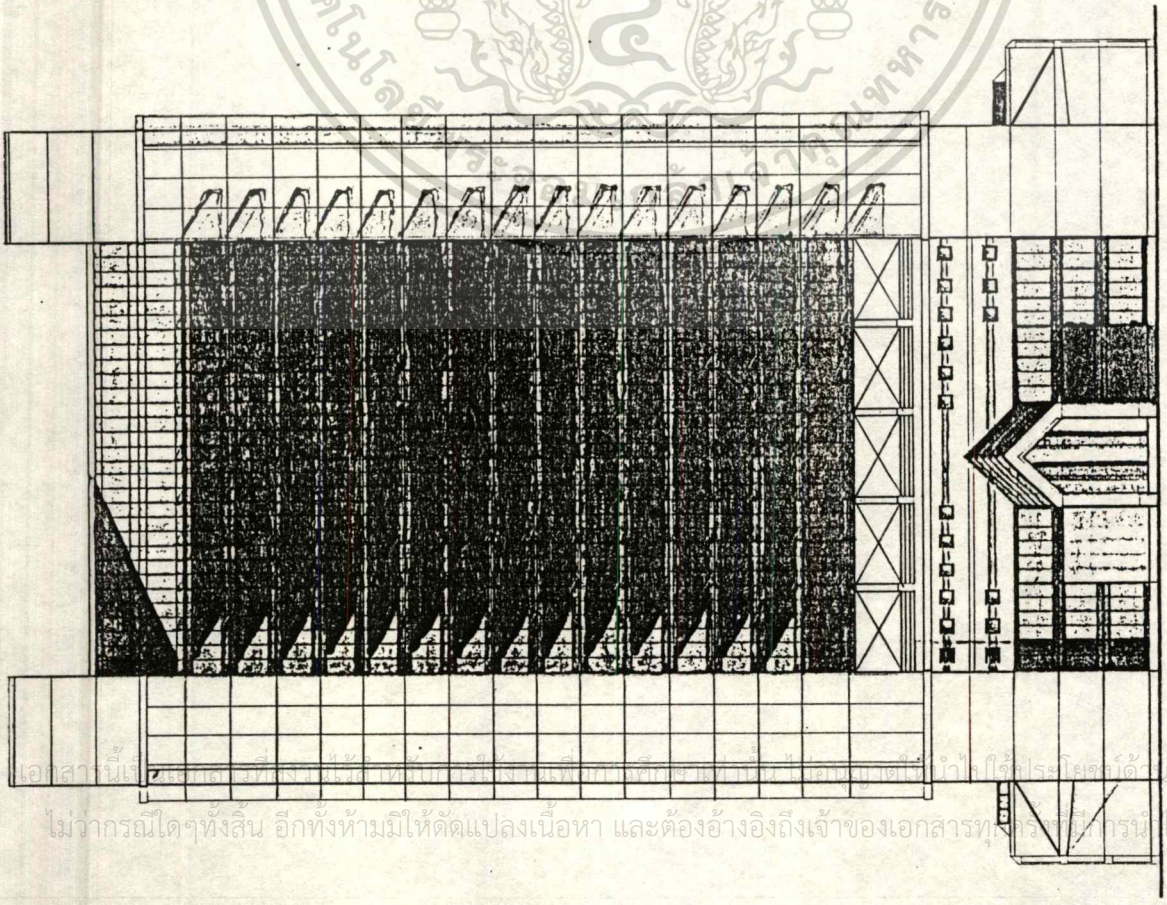
รูปที่ 27. รูปตัดตามยาวของอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

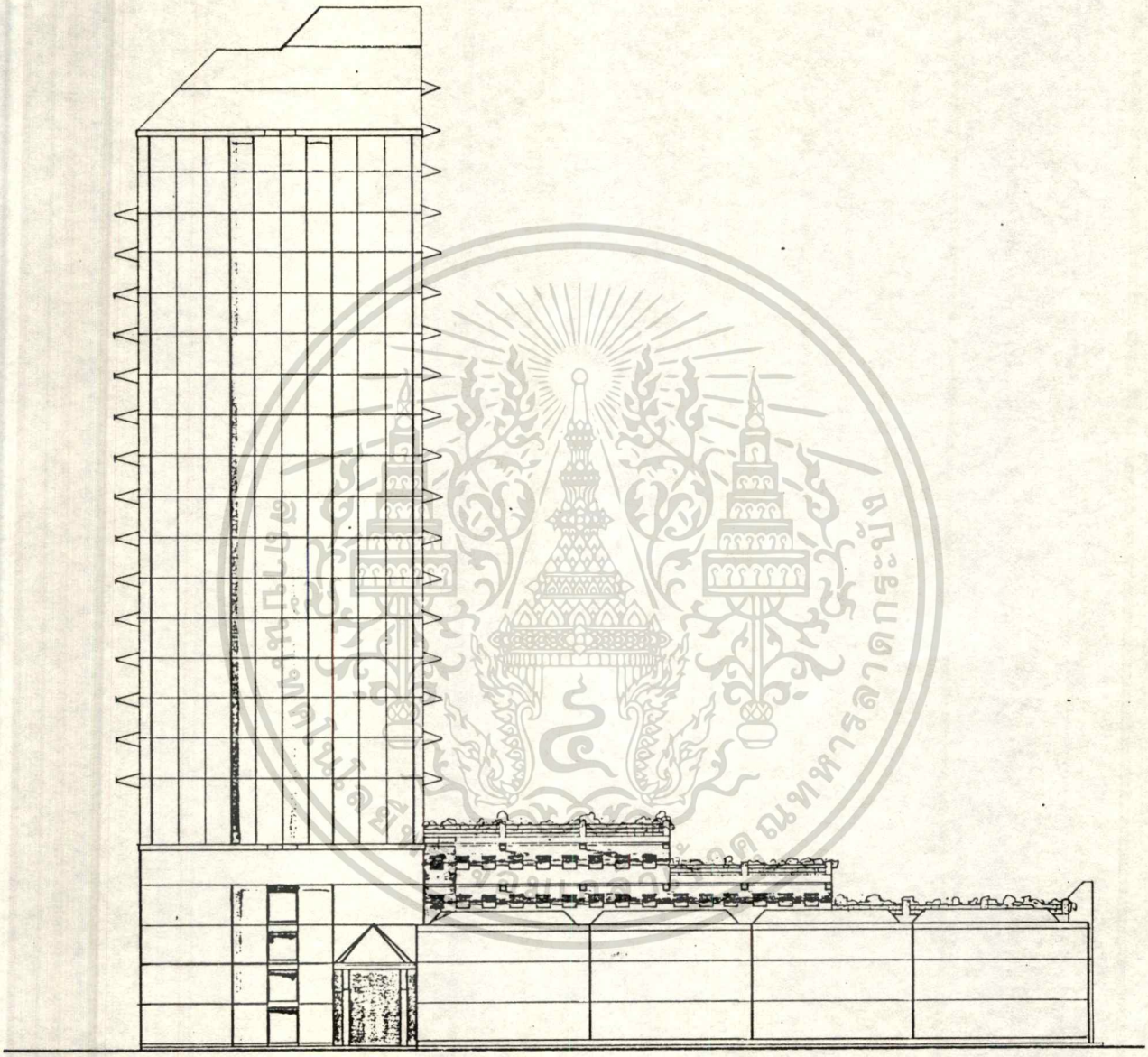
รูปที่ 28. รูปด้านทิศเหนือ และรูปด้านทิศใต้





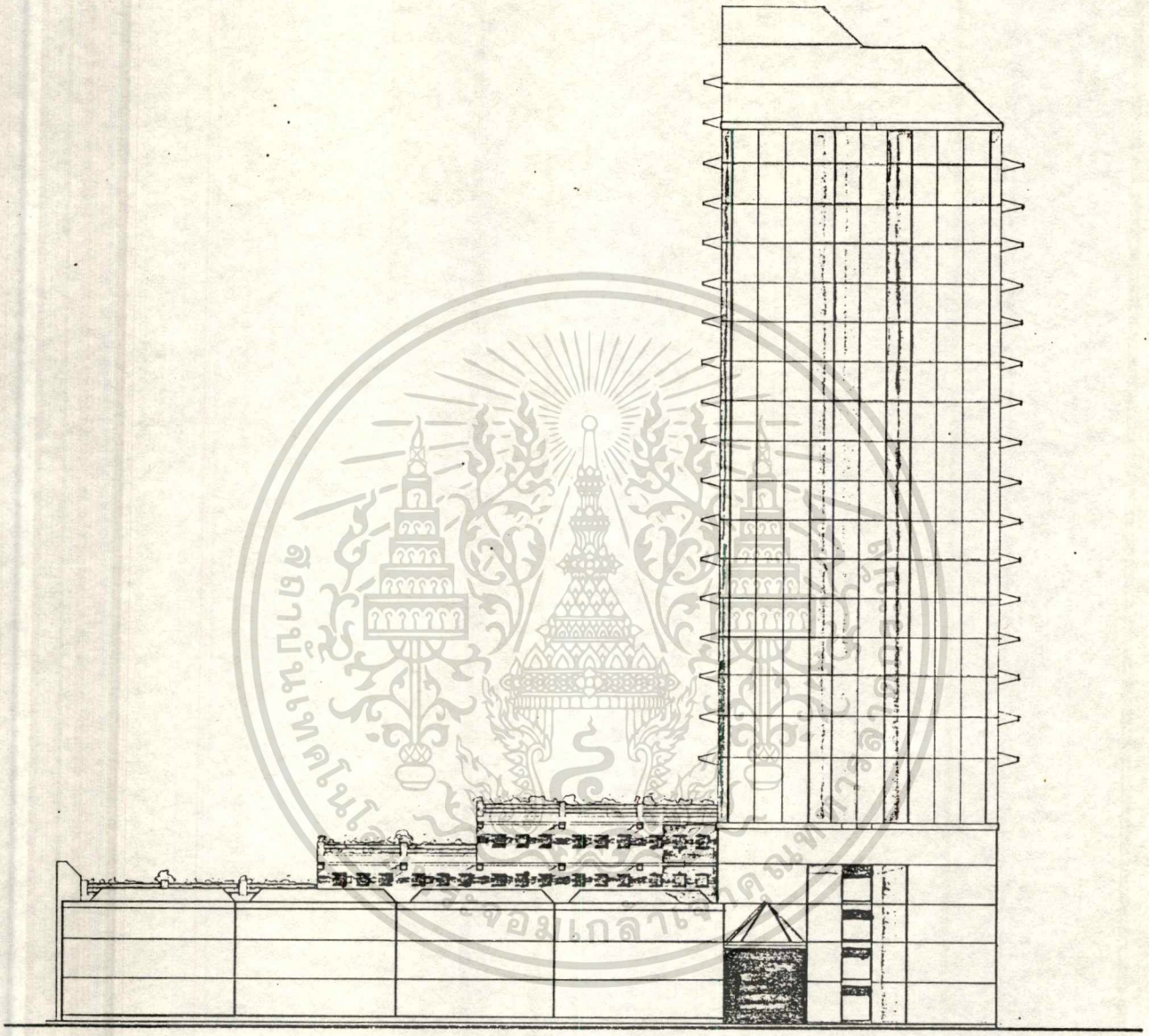
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 29. รูปด้านทิศตะวันตก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 30. รูปด้านทิศตะวันออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

การศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร

จากการออกแบบอาคารดังกล่าว จำเป็นต้องมีดัชนีบางอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์เรื่องการใช้พลังงานในอาคารที่ได้ทำการออกแบบไปแล้ว ซึ่งในบทที่ 2 ได้นำเสนอถึงดัชนี 2 แบบที่นำมาใช้ประกอบ การวิเคราะห์ คือการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV.) และ โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ภายใน อาคาร Aseam 2. (A Simplified Energy Analysis Method, Version 2.0) ซึ่งดัชนีทั้ง 2 นี้ มีความเป็นมาตรฐานและถูกใช้อย่างแพร่หลาย พอสมควรในการออกแบบพลังงานสำหรับอาคาร

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

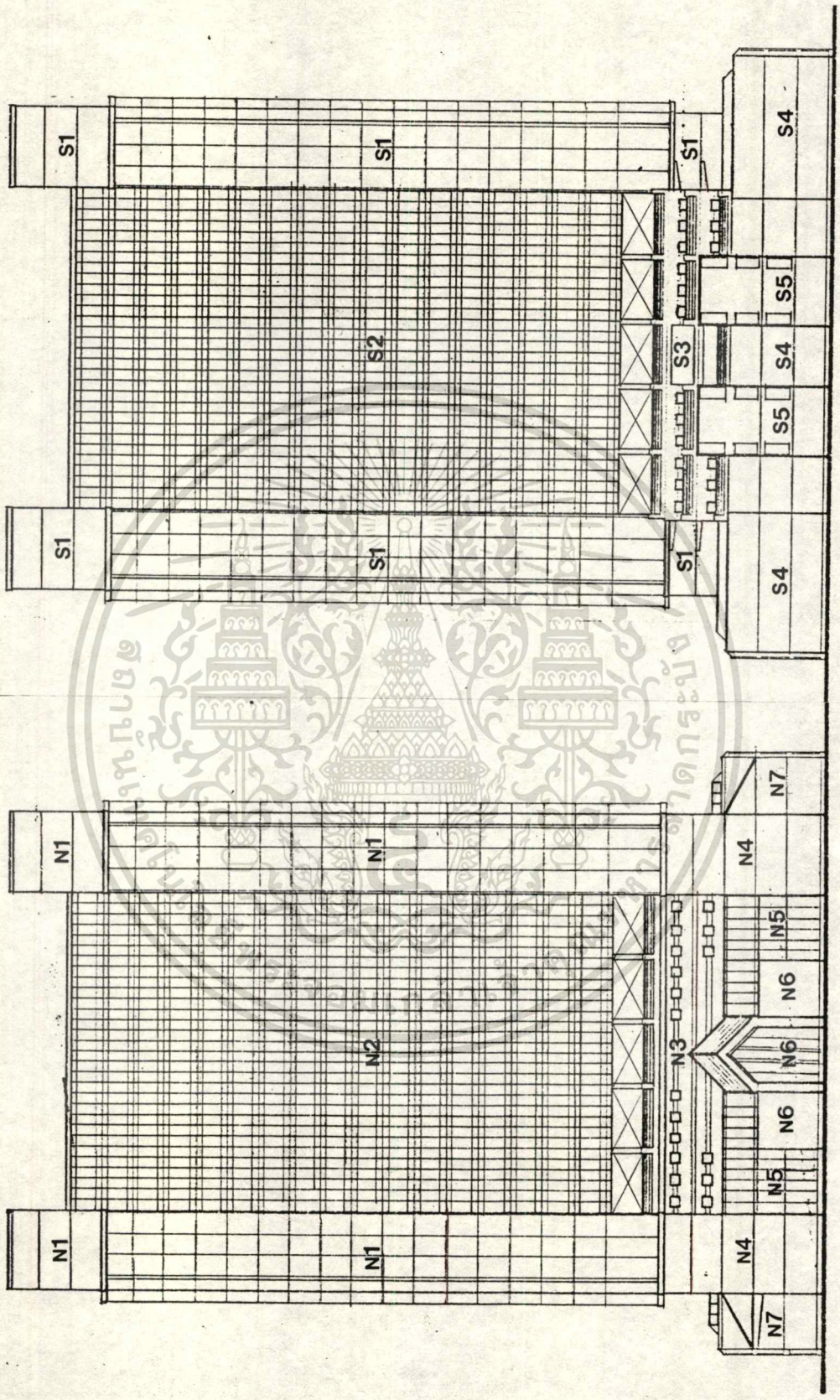
จากคำแนะนำและข้อกำหนดเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานในอาคารที่ปลูกสร้างใหม่ (ฉบับร่าง) โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการพลังงาน ในหมวดของรูปร่างลักษณะของอาคาร สำหรับผนังภายนอก ได้กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของผนังด้านนอกอาคาร จะต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ตร.ม. (ค่า OTTV. รวมของอาคาร คือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้วของค่า OTTV. ของผนังแต่ละด้าน) และค่าการถ่ายเทความร้อน รวมของหลังคา อาคาร (RTTV) จะต้องไม่เกิน 25 วัตต์/ตร.ม. (ค่านี้กำหนดใช้สำหรับทั้งกรณีไม่มีช่องรับแสงธรรมชาติและกรณีมีช่องรับแสงธรรมชาติแต่ไม่ใช้ แสงธรรมชาติช่วยในการส่องสว่าง)

การศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารที่ทำการออกแบบนี้ จะทำการคำนวณค่าตามขั้นตอนที่ทำการออกแบบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่มีการเปลี่ยนแปลง เกิดขึ้นตามขั้นตอนการออกแบบ ดังกล่าวแล้ว

การคำนวนค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารนี้เริ่มทำการคำนวณหลังจากที่ได้ทำการออกแบบเรื่องการวางทิศทางและรูปทรงของอาคาร ตามหลักการประหยัดพลังงานในการออกแบบ บื้องต้น ซึ่งจะสามารถคำนวณหาค่าเบื้องต้นได้ค่าหนึ่ง และเป็นการพิสูจน์สมมติฐานขั้นต้นถึงการ ประหยัดพลังงานโดยใช้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมเป็นค่าเปรียบเทียบ หลังจากนั้นจึงพิจารณาถึงการใช้ที่กันแดด, การลดพื้นที่กระจกและการเปลี่ยนแปลงวัสดุ เป็นต้น เพื่อแสดงให้เห็นถึง การปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารให้ได้ดีขึ้น แต่เนื่องจากการคำนวณค่านี้ในเบื้องต้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงวัสดุที่ใช้ประกอบด้วยโดยชนิดของวัสดุที่กำหนดขึ้นพิจารณาจากวัสดุที่มีใช้ในอาคารสำนักงานใหญ่การบินไทยปัจจุบันนี้ เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา รายละเอียดของการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม เป็นดังนี้

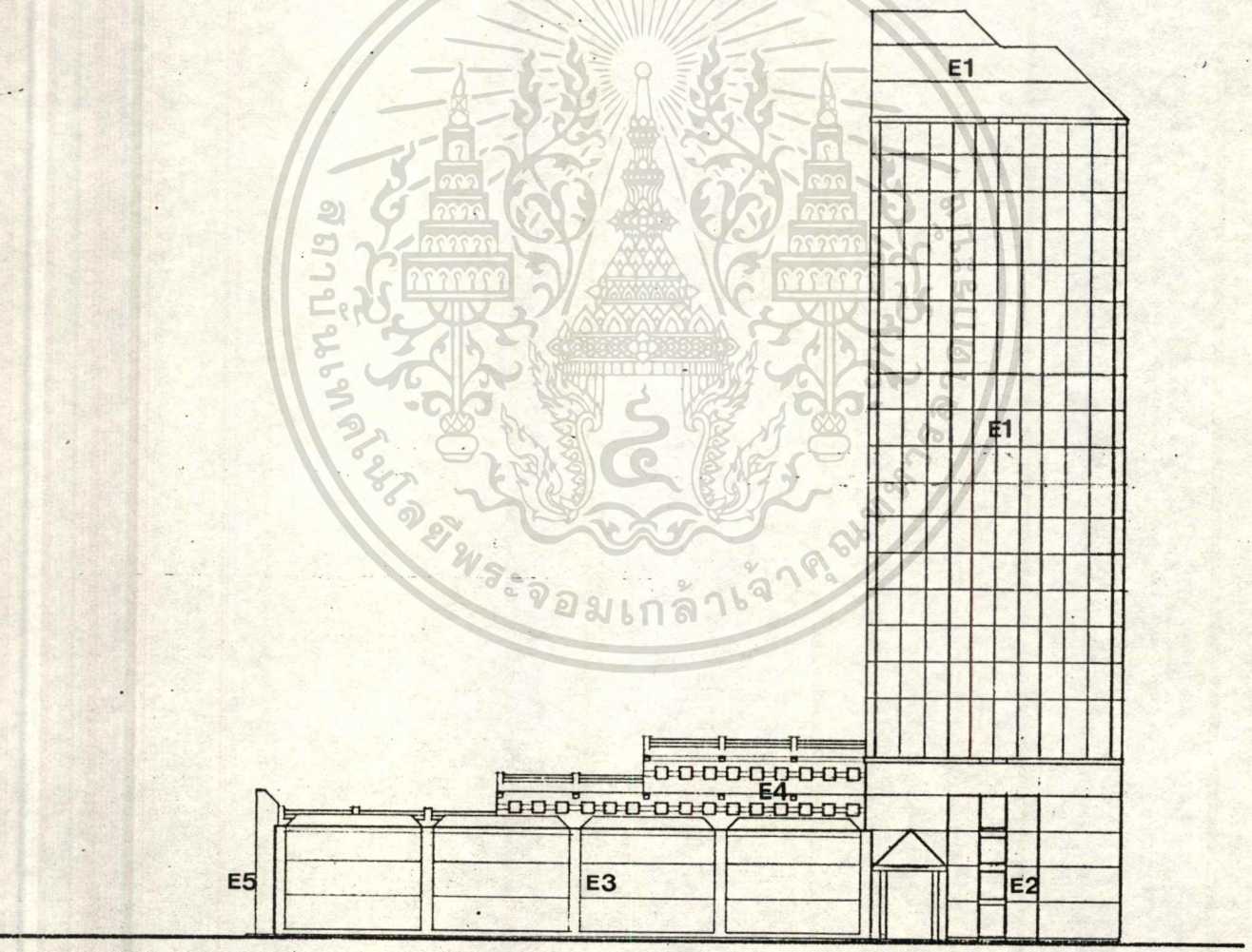
1. พิจารณาเปรียบเทียบกับวัสดุที่มีใช้อยู่กับวัสดุเดิม
2. พิจารณาถึงการลดพื้นที่กระจก หรือ การใช้Shading Device
3. พิจารณาวัสดุสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับอาคารสูง
4. พิจารณาวัสดุที่มีมวลเบา(Lightweight Mass) ซึ่ง เหมาะสมกับ สภาพภูมิอากาศร้อนชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



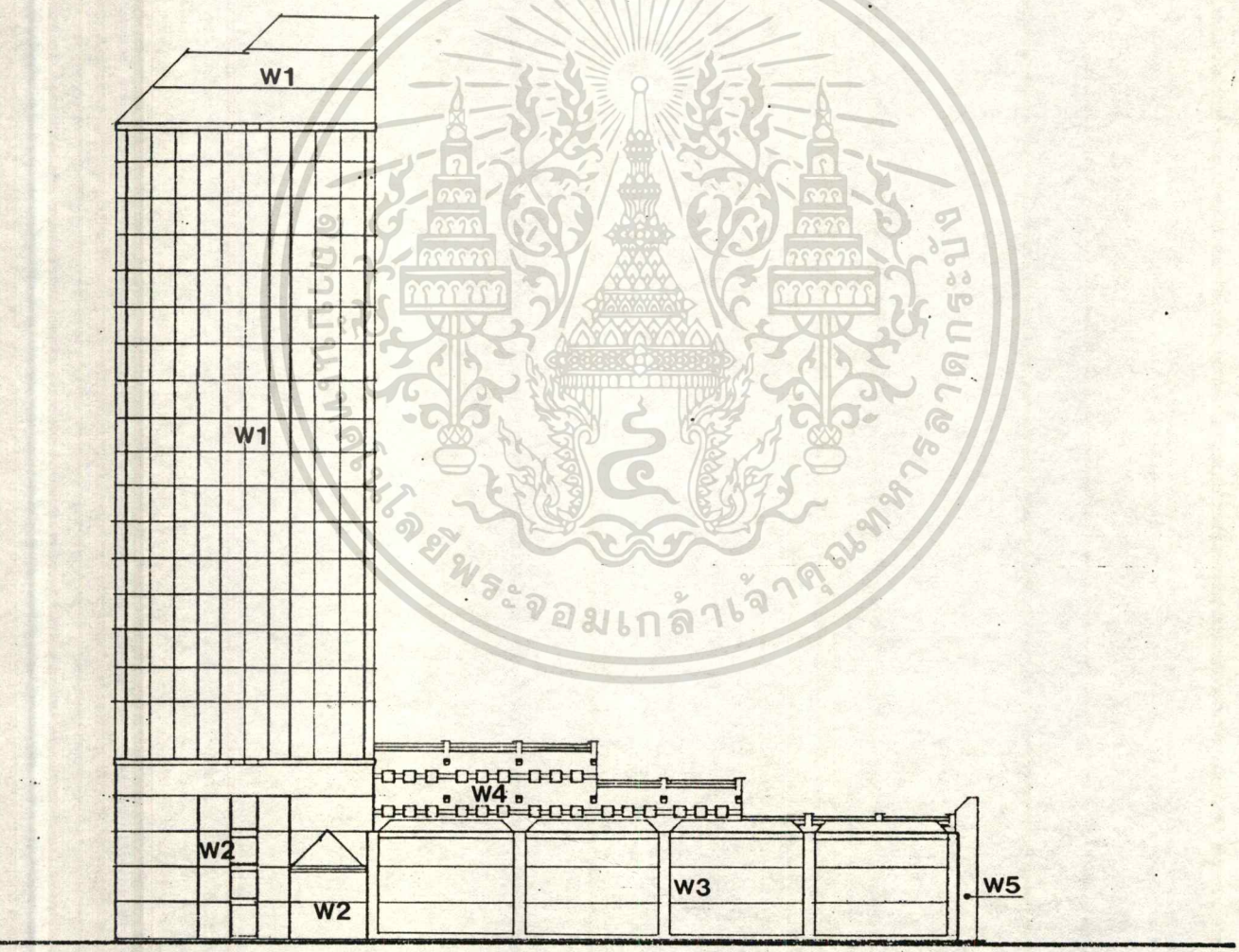
รูปที่1แสดงบริเวณต่างๆของพื้นที่ที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมทางทิศเหนือและทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงบริเวณต่างๆของพื้นที่ที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมทางทิศตะวันออก

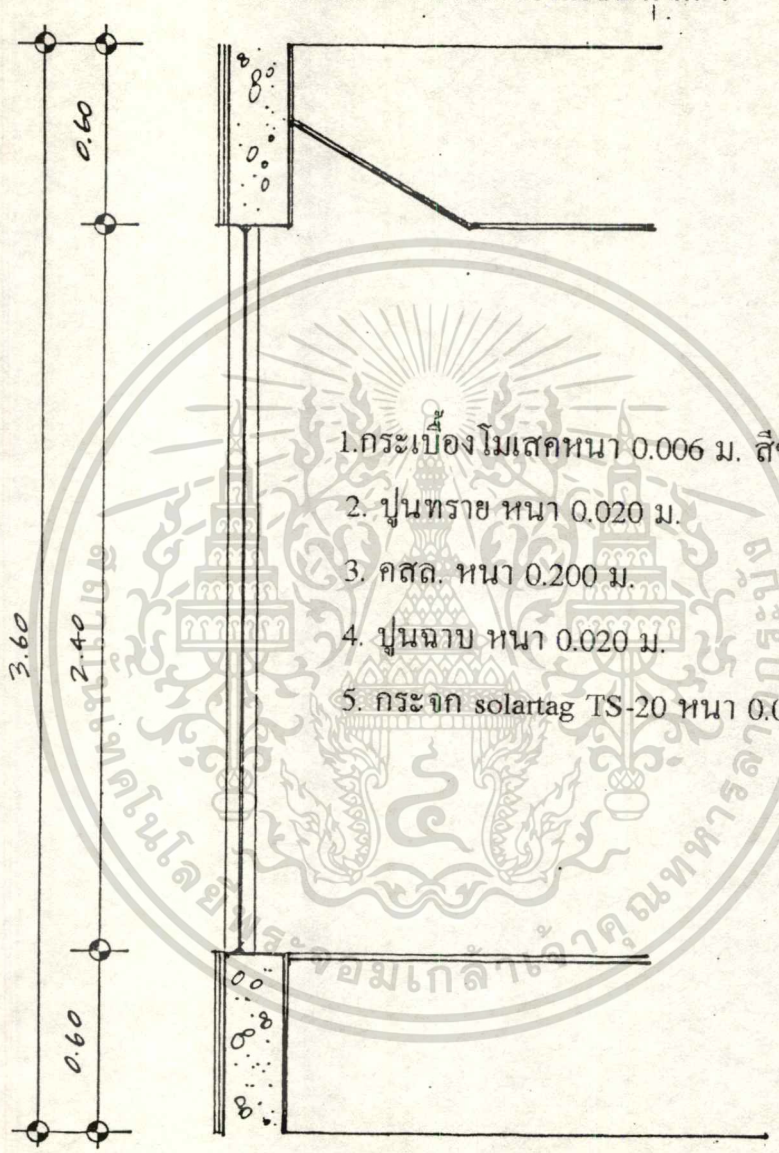
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3แสดงบริเวณต่างๆของพื้นที่ที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมทางทิศตะวันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนครั้งที่ 1



ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่ 1

33.10 W./Sq.m.

รูปที่ 4 รูปตัดผนังทางด้านทิศเหนือและทิศใต้สำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนครั้งที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1. รายละเอียดของวัสดุผนัง ทิศเหนือ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 1

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
N 1	ผนังทึบ 1387.04 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 77.76 ตร.ม. รวมพื้นที่ 1464.80 ตร.ม.	1.กระเบื้องโมเสคหนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก solartag TS-20 หนา 0.006 ม SC. 0.32
N 2	ผนังโปร่งแสง 2336.40 ตร.ม.	1. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม SC. 0.33
N 3	ผนังทึบ 228.98 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 25.92 ตร.ม. รวมพื้นที่ 254.90 ตร.ม.	1.กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจกSolartag TS-20 หนา 0.006 ม SC. 0.32
N 4	ผนังทึบ 324.00 ตร.ม.	1.กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
N 5	ผนังโปร่งแสง 259.20 ตร.ม.	1. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม. SC. 0.33
N 6	ผนังทึบ 125.30 ตร.ม.	1.กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
N 7	ผนังทึบ 143.60 ตร.ม.	1.กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

ตารางที่ 2. รายละเอียดวัสดุผนัง ทิศตะวันตก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 1

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
W 1	ผนังทึบ 2254.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
W 2	ผนังทึบ 356.58ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 43.20ตร.ม รวมพื้นที่ 401.80ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม SC. 0.32
W 3	ผนังทึบ 635.00 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
W 4	ผนังทึบ 172.84ตร.ม. ผนังโปร่งแสง34.56ตร.ม. รวมพื้นที่ 207.40ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.006 ม. SC. 0.32
W 5	ผนังทึบ 28.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

ตารางที่ 3. รายละเอียดวัสดุผนัง ทิศใต้ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 1

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
S 1	ผนังทึบ 1522.08ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 90.72ตร.ม. รวมพื้นที่ 1612.80ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจกSolartag Ts-20 หนา 0.006 ม. SC. 0.32
S 2	ผนังโปร่งแสง2208.96ตร.ม.	1. กระจก Solartag TS-20หนา 0.008 ม SC. 0.32
S 3	ผนังทึบ 259.58 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 25.92 ตร.ม. รวมพื้นที่ 285.50 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.006 ม SC. 0.32
S 4	ผนังทึบ 544.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
S 5	ผนังทึบ 224.60 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. รายละเอียดวัสดุผนัง ทิศตะวันออก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 1

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
E 1	ผนังทึบ 2254.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
E 2	ผนังทึบ 358.60 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง43.20ตร.ม. รวมพื้นที่ 401.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม. SC. 0.32
E 3	ผนังทึบ 635.0 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
E 4	ผนังทึบ 172.84 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง34.56ตร.ม. รวมพื้นที่ 207.40ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20หนา 0.006 ม. SC. 0.32
E 5	ผนังทึบ 28.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางรายละเอียดวัสดุที่ใช้ในการคำนวณครั้งแรก และการคำนวณด้วยโปรแกรม OTTV CALCULATION ได้ค่า OTTV. เท่ากับ 33.1 w/sq.m. ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าการออกแบบที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมตามหลักการดังกล่าวข้างต้น ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เมื่อเทียบกับค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร สำนักงานใหญ่ บริษัท การบินไทย จำกัด ในปัจจุบัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 48.98 w/sq.m. [1]

หลังจากนั้นจึงได้ทำการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมอีกครั้งหนึ่งโดยคำนึงถึงอุปกรณ์ Shading Device ที่ได้ทำการออกแบบไว้สำหรับอาคารสำนักงานโดยกำหนดให้ใช้วัสดุผนังอย่างเดียวกับการคำนวณครั้งแรก เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารระหว่างอาคารที่ไม่มีการใช้ Shading Device กับอาคารที่มีการใช้อุปกรณ์ Shading Device

ผลจากการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารครั้งที่ 2ได้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมเท่ากับ 32.8 w/sq.m.[2] แสดงให้เห็นว่าการใช้อุปกรณ์ Shading Device สำหรับอาคารที่ได้ทำการออกแบบช่วยให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารลดลงได้

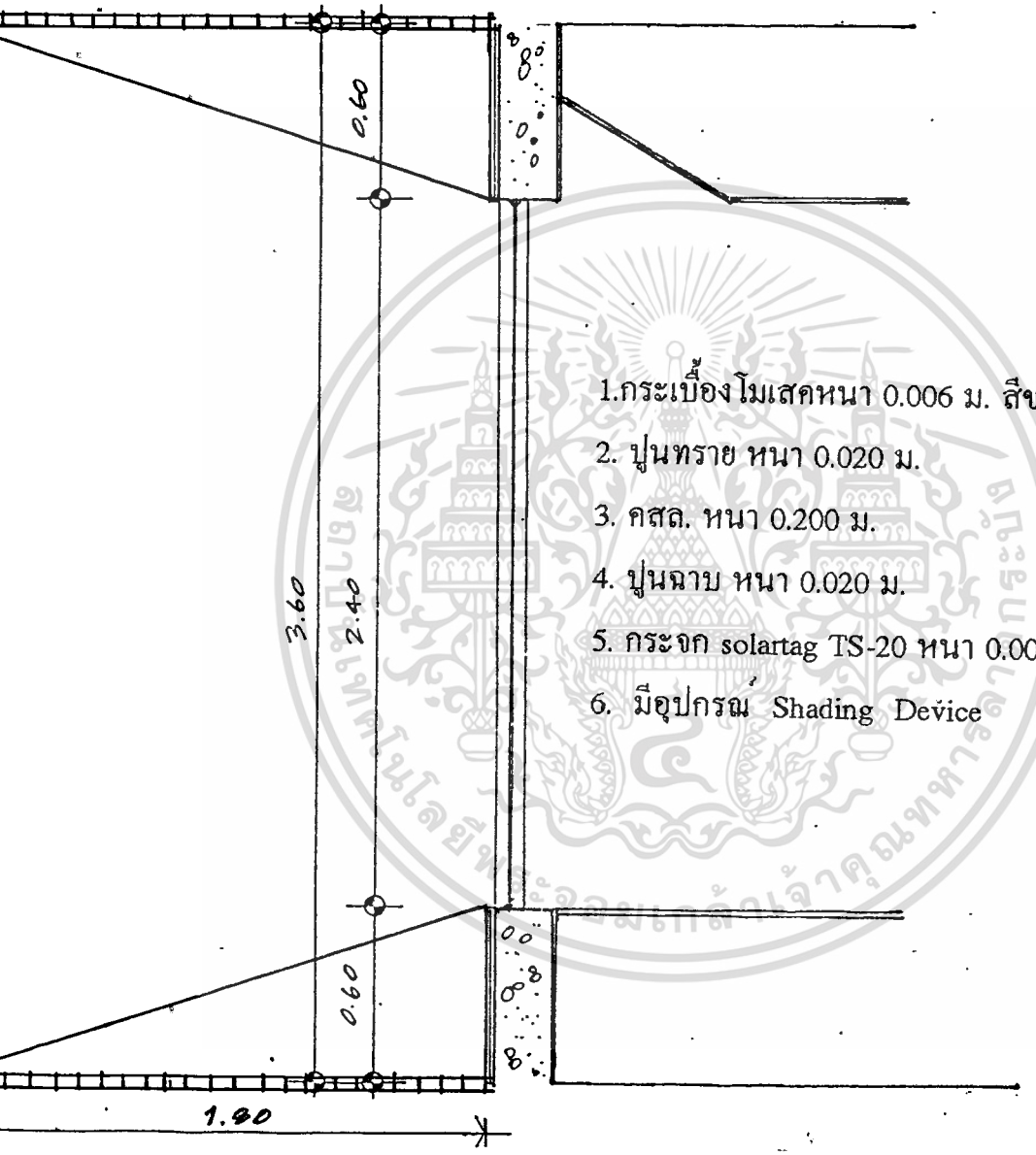
ขั้นตอนต่อมาคือการพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างวัสดุที่ใช้อยู่เดิมคือ ผนังก่ออิฐฉาบปูนบุกระเบื้องเคลือบ และผนังกระจกCurtain Wall สูงจากพื้นถึงฝ้าเพดานมาใช้วัสดุสำเร็จรูป ตามหลักการประหยัดพลังงานและยังช่วยประหยัดเวลาในการก่อสร้างโดย ใช้ผนังคสล.สำเร็จรูปหนา 0.10 ม.บุกระเบื้องเคลือบแทนที่ผนังกระจกบางส่วนตามที่ได้ทำการออกแบบผนังสำหรับอาคารสำนักงานไว้ โดยเฉพาะทางด้านทิศเหนือและทิศใต้ นอกจากนี้ยังได้พิจารณาถึงการลดพื้นที่กระจกและการใช้ShadingDeviceที่ได้ทำการออกแบบขึ้นเช่นเดียวกับการคำนวณครั้งที่2ส่วนผนังทางทิศตะวันออกและตะวันตกคงเป็นผนังคสล.หนา0.20ม.บุกระเบื้องเคลือบเช่นเดิม เพื่อทำการเปรียบเทียบผลจากการ เปลี่ยนแปลงวัสดุ และลดพื้นที่กระจก โดยที่อุปกรณ์ Shading Device เป็นตัวคงที่ มีรายละเอียด วัสดุที่ทำการคำนวณ ดังนี้

---

1. SUPALAK PUKDEE, AN INVESTIGATION INTO THE OTTV OF A COMMERCIAL BUILDING.,SPECIAL STUDY (ASIAN INSTITUE OF TECHNOLOGY, DIVISION OF ENERGY TECHNOGY. ,SEPTEMBER., 1989.), P. 30.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนครั้งที่ 2



1.กระเบื้องโมเสคหนา 0.006 ม. สีขาว

2. ปูนทราย หนา 0.020 ม.

3. คสล. หนา 0.200 ม.

4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

5. กระจก solartag TS-20 หนา 0.006 ม SC. 0.32

6. มีอุปกรณ์ Shading Device

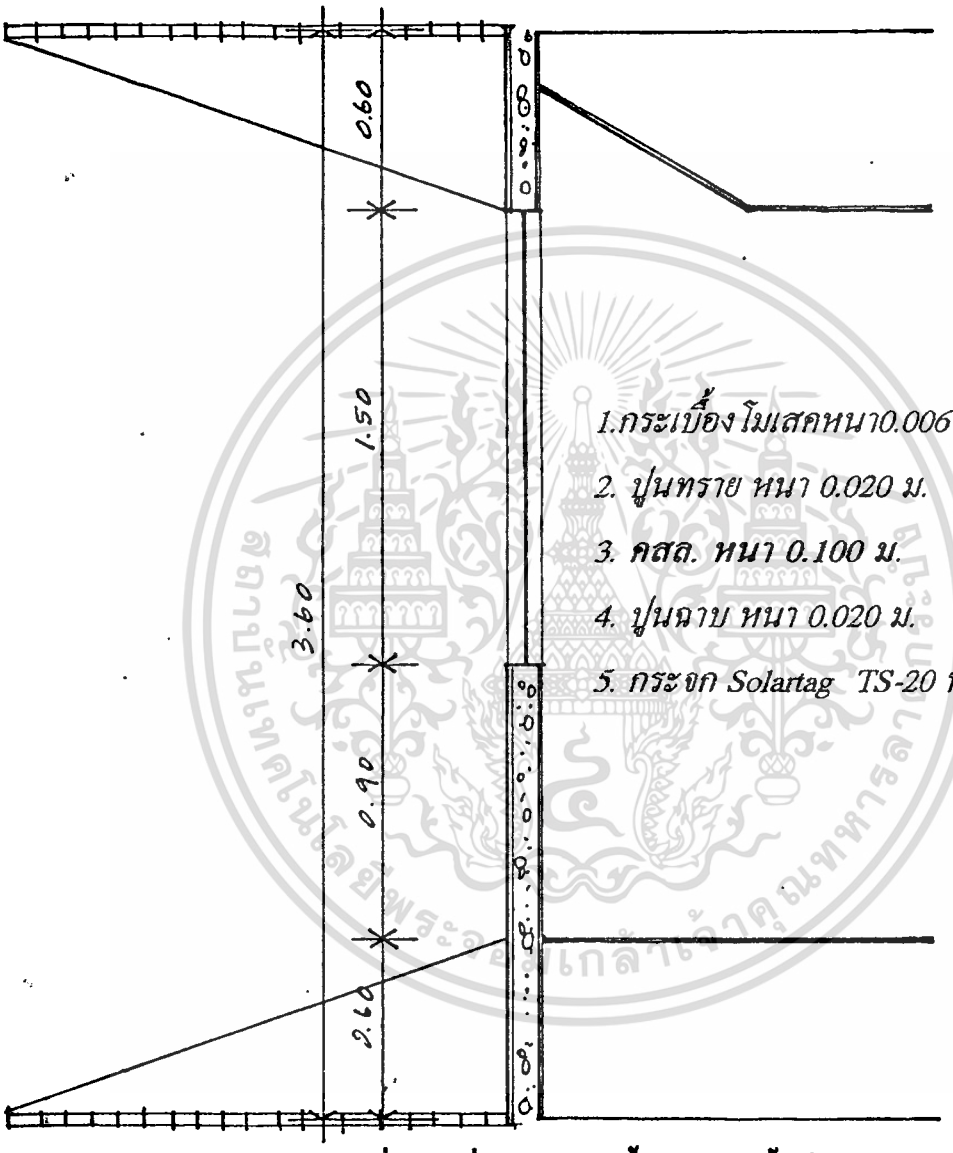
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่ 2

32.8 W./Sq.m.

รูปที่ 6 รูปตัดผนังทางด้านทิศเหนือและทิศใต้สำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนครั้งที่ 3



ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่ 3

30.3 W./Sq.m.

รูปที่ 6 รูปตัดผนังทางด้านทิศเหนือและทิศใต้สำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนครั้งที่3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5. รายละเอียดวัสดุผนังทางทิศเหนือ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 3

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
N 1	ผนังทึบ 1387.04 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 77.76 ตร.ม. รวมพื้นที่ 1464.84 ตร.ม.	1.กระเบื้องโมเสคหนา0.006 ม.สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.006 ม SC. 0.32
N 2	*ผนังทึบ 892.08 ตร.ม.* *ผนังโปร่งแสง1444.32ตร.ม.* *รวมพื้นที่ 2336.40 ตร.ม.*	*1.กระเบื้องโมเสคหนา0.006 ม.สีขาว* *2. ปูนทราย หนา 0.020 ม.* *3. คสล. หนา 0.100 ม.* *4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.* *5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม.SC. 0.33*
N 3	ผนังทึบ 228.98 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 25.92 ตร.ม. รวมพื้นที่ 254.90 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.006 ม.SC. 0.32
N 4	ผนังทึบ 324.00 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
N 5	ผนังโปร่งแสง 25.92 ตร.ม.	1. กระจก Solartag_ TS-20 หนา 0.008 ม.SC. 0.33
N 6	ผนังทึบ 125.3 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N 7	ผนังทึบ 143.64 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

ตารางที่ 6. รายละเอียดวัสดุผนังทิศตะวันตก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 3

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
W 1	ผนังทึบ 2254.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
W 2	ผนังทึบ 358.60 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 43.20 ตร.ม .รวมพื้นที่ 401.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม.SC. 0.33
W 3	ผนังทึบ 635.00 ตร.ม.	1. กระเบื้อง โมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
W 4	ผนังทึบ 172.84 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 34.56ตร.ม. รวมพื้นที่ 207.40 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.006 ม.SC. 0.32
W 5	ผนังทึบ 28.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

ตารางที่ 7. รายละเอียดวัสดุผนังทิศใต้ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 3

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
S 1	ผนังทึบ 1522.08 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง90.72ตร.ม. รวมพื้นที่1612.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจกSolartag TS-20หนา 0.006 ม.SC. 0.32
S 2	*ผนังทึบ 1306.26 ตร.ม.* *ผนังโปร่งแสง902.70 ตร.ม.* *รวมพื้นที่ 2208.96 ตร.ม.*	*1.กระเบื้องโมเสค หนา0.006 ม.สีขาว* *2. ปูนทราย หนา 0.020 ม.* ***3. คสล. หนา 0.100 ม.*** *4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.* *5. กระจก Solartag TS-20หนา 0.008 ม SC. 0.33*
S 3	ผนังทึบ 250.94 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง34.56 ตร.ม. รวมพื้นที่ 285.50 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag Ts-20 หนา 0.006 ม. SC. 0.32
S 4	ผนังทึบ 544.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
S 5	ผนังทึบ 224.60 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

ตารางที่ 8. รายละเอียดวัสดุผนังทิศตะวันออก สำหรับการคำนวณ OTTV ครั้งที่ 3

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
E 1	ผนังทึบ 2254.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
E 2	ผนังทึบ 358.60 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง43.20ตร.ม. รวมพื้นที่ 401.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม. SC. 0.33
E 3	ผนังทึบ 635.0 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
E 4	ผนังทึบ 172.84 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง34.56ตร.ม. รวมพื้นที่ 207.40 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจกSolartag TS-20หนา 0.006 ม. SC. 0.32
E 5	ผนังทึบ 28.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

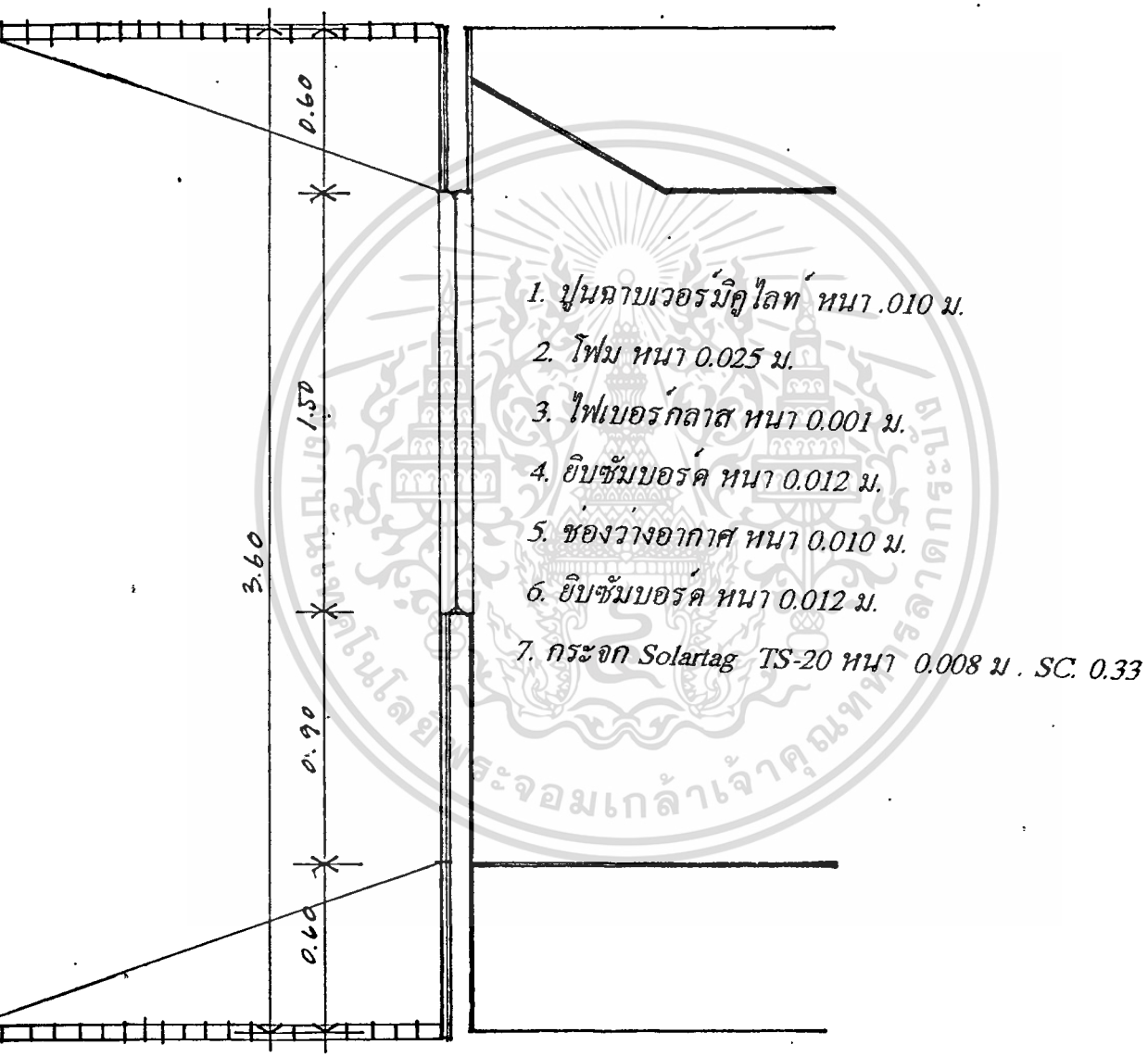
		สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

จากการคำนวณครั้งที่ 3 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV.) มีค่าเท่ากับ 30.3 w/sq.m. ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อนที่แตกต่างกัน,การลดพื้นที่กระจกและการใช้ Shading Device จะช่วยให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารลดลง

ต่อเมื่อได้ทำการเปลี่ยนแปลงวัสดุ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (k) ต่ำ ยิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงกรรมวิธีการก่อสร้างที่สามารถทดแทนกระจกในระบบผนัง Curtain Wall จึงได้เลือกใช้วัสดุผนัง Armour Wall ของบริษัท ไทยยิปซัม จำกัด เป็นตัวอย่างในการคำนวณค่า OTTV. ครั้งที่ 4 เพื่อใช้เป็นตัวแทนของวัสดุที่มีมวลต่ำ(Lightweight Mass) รวมถึงพิจาณาลดพื้นที่กระจกเพื่อลดพื้นที่ที่มีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารลงและการใช้ Shading Device เช่นเดียวกับการคำนวณครั้งที่2 เพื่อเป็นการเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ ระหว่าง ผนังคสล.สำเร็จรูป หนา 0.10 ม. กับ ผนังที่มีมวลต่ำ ดังตารางแสดงรายละเอียด วัสดุที่ใช้ในการคำนวณ ครั้งที่ 4 ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนครั้งที่ 4



ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่ 4

24.7 W./Sq.m.

รูปที่ 7 รูปตัดผนังทางด้านทิศเหนือและทิศใต้สำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนครั้งที่4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 รายละเอียดวัสดุผนังทิศเหนือ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 4

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
N 1	ผนังทึบ 1387.04 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 77.76 ตร.ม. รวมพื้นที่ 1464.80 ตร.ม.	1.กระเบื้องโมเสคหนา 0.006 ม.สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20หนา 0.006 ม SC. 0.32
N 2	*ผนังทึบ 892.08ตร.ม.* *ผนังโปร่งแสง1444.32ตร.ม.* *รวมพื้นที่ 2336.40 ตร.ม.*	*1. ปูนฉาบเวอร์มิคูไลท์ หนา .010 ม.* *2. โฟม หนา 0.025 ม.* *3. ไฟเบอร์กลาส หนา 0.001 ม.* *4. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.012 ม.* *5. ช่องว่างอากาศ หนา 0.010 ม.* *6. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.012 ม.* *7. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม . SC. 0.32*
N 3	ผนังทึบ 228.98 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 25.92 ตร.ม. รวมพื้นที่ 254.90 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.006 ม.SC. 0.32
N 4	ผนังทึบ 324.00 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
N 5	ผนังโปร่งแสง 259.2 ตร.ม.	1. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม. SC. 0.32
N 6	ผนังทึบ 125.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
N 7	ผนังทึบ 143.60 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

ตารางที่ 10 รายละเอียดวัสดุผนังทิศตะวันตก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 4

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
W 1	ผนังทึบ 2254.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
W 2	ผนังทึบ 358.60 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง 43.2 ตร.ม. รวมพื้นที่ 401.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.008 ม.SC. 0.33
W 3	ผนังทึบ 635.00 ตร.ม.	1. กระเบื้อง โมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
W 4	ผนังทึบ 172.84 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง34.56ตร.ม. รวมพื้นที่ 207.40 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		0.006 ม.SC. 0.32
W 5	ผนังทึบ 28.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

ตารางที่ 11 รายละเอียดวัสดุผนังทิศใต้ สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 4

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
S 1	ผนังทึบ 1522.08 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง90.72ตร.ม. รวมพื้นที่ 1612.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.006 ม. SC. 0.32
S 2	*ผนังทึบ 1306.26 ตร.ม.* *ผนังโปร่งแสง902.70ตร.ม* *รวมพื้นที่ 208.96 ตร.ม.*	*1. ปูนฉาบเวอร์มิคูไลท์ หนา 0.010 ม.* *2. โฟม หนา 0.025 ม.* *3. ไฟเบอร์กลาส หนา 0.001 ม.* *4. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.012 ม.* *5. ช่องว่างอากาศ 0.010 ม.* *6. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.012 ม.* *7. กระจก Solartag_ TS-20 หนา 0.008 ม.SC. 0.33*
S 3	ผนังทึบ 250.94 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง34.56ตร.ม. รวมพื้นที่ 285.50 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.006 ม. SC. 0.32
S 4	ผนังทึบ 544.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
S 5	ผนังทึบ 224.60 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

ตารางที่ 12 รายละเอียดวัสดุผนังทิศตะวันออก สำหรับการคำนวณค่า OTTV ครั้งที่ 4

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
E 1	ผนังทึบ 2254.30 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
E 2	ผนังทึบ 358.60 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง43.20ตร.ม. รวมพื้นที่ 401.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20หนา 0.008 ม. SC. 0.33
E 3	ผนังทึบ 635.0 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.
E 4	ผนังทึบ 172.84 ตร.ม. ผนังโปร่งแสง34.56ตร.ม. รวมพื้นที่ 207.40 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม. 5. กระจก Solartag TS-20 หนา 0.006ม.SC. 0.32
E 5	ผนังทึบ 28.80 ตร.ม.	1. กระเบื้องโมเสค หนา 0.006 ม. สีขาว 2. ปูนทราย หนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

จากรายละเอียดวัสดุดังกล่าวข้างต้น นำมาคำนวณค่า OTTVพบว่ามีค่าลดลงเหลือเพียง 24.7 w/sq.m.เท่านั้นแสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารลงก็คือ การเลือกใช้วัสดุอาคารที่มีมวลเบาซึ่งประกอบจากวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่างๆกันมาประกอบกัน ซึ่งช่วยให้ค่าการต้านทานความร้อนรวมของวัสดุลดลงและมีความสะดวกในการติดตั้งเนื่องจากเป็นวัสดุสำเร็จรูป นอกจากการลดพื้นที่ที่มีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารลง หรือการลดพื้นที่กระจกลงนั่นเอง ส่วนการใช้อุปกรณ์ Shading Device ที่ได้ทำการออกแบบ ช่วยลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารลงได้เล็กน้อย

ตารางที่ 13แสดงการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมจากการคำนวณ

ครั้งที่	รายละเอียดวัสดุที่ใช้ในการคำนวณ	ค่าOTTVที่ได้ (Watt/Squaremeter)
1	ผนังก่ออิฐบุกระเบื้องเคลือบ ,ผนัง Curtain Wallกระจก Solartag TS-20 ,ไม่มี Shading device	33.1
2	ผนังก่ออิฐบุกระเบื้องเคลือบ ,ผนัง Curtain Wallกระจก Solartag TS-20 ,มี Shading device	32.8
3	ผนังก่ออิฐบุกระเบื้องเคลือบ,ผนัง คสล. หนา 0.10 ม.บุกระเบื้องเคลือบลดพื้นที่กระจก Solartag TS-20 ,มี Shading Device	303
4	ผนังก่ออิฐบุกระเบื้องเคลือบ,ผนังTG-ArmourWall หนา 0.10 ม. ลดพื้นที่กระจก Solartag TS-20 ,มี Shading Device	24.7

จะเห็นได้ว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารทั้งหมดต่ำกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้คือ 45 วัตต์ต่อตารางเมตร โดย วัสดุผนังมีมีมวลต่ำเช่นผนังTG Armour Wallและการใช้อุปกรณ์ Shading Device จะช่วยให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารลดต่ำลงได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากพิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารแล้วจะเป็นการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อน รวมของหลังคา (RTTV.) ตามมาตรฐานของกรมส่งเสริมพลังงาน ที่กำหนดค่าไว้ต้องไม่เกิน 25 w/sq.m. รายละเอียดของวัสดุที่ใช้ในการคำนวณมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 14 รายละเอียดวัสดุหลังคา ที่ใช้ในการคำนวณค่าRTTV.ครั้งที่ 1

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
Sim . roof	หลังคาทึบ 1624.30 ตร.ม.	1.หลังคาเหล็กชุบอลูมิไนซ์ หนา 0.001 ม. สีเงิน 2.โฟม หนา 0.05 ม.
Roof Garden	หลังคาทึบ 2185.0 ตร.ม.	1. คสล. หนา 0.200 ม. 2. ช่องอากาศหนา 0.030 ม. 3. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.009 ม.
Top roof	หลังคาทึบ 266.40 ตร.ม.	1. คสล. หนา 0.200 ม. 2. ช่องอากาศหนา 0.030 ม. 3. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.009 ม.
Office roof	หลังคาทึบ 637.20 ตร.ม.	1. คสล. หนา 0.200 ม. 2. ช่องอากาศหนา 0.030 ม. 3. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.009 ม.
Exec-roof	หลังคาโปร่งแสง382.32ตร.ม.	*1.กระจก Solartag (Silver blue)* *TS-20 หนา 0.010 ม Sc.0.33*
Off-op	หลังคาทึบ 275.40 ตร.ม.	1. กระเบื้อง หนา 0.006 ม. 2. ปูนทรายหนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

ค่า RTTV.ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 13.2w/sq.m.ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้อยู่แล้ว แต่เมื่อพิจารณาถึงการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารตามที่ได้ทำการออกแบบจึงพิจารณาการจัดสวนบนดาดฟ้าของอาคารในส่วนที่เป็นอาคารสำนักงาน โดยใช้ดินร่วนความชื้น14% หนา 0.60 ม. ในการจัดสวนดาดฟ้าแทนหลังคา คสล. เพื่อเปรียบเทียบค่า RTTV. ที่ได้จากการจัดสวนดาดฟ้า รายละเอียดของวัสดุที่ใช้มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 รายละเอียดวัสดุหลังคาที่ใช้ในการคำนวณค่าRTTV.ครั้งที่2

หมายเลขวัสดุ	พื้นที่	รายละเอียดวัสดุ
Sim . roof	หลังคาทึบ 1624.30 ตร.ม.	1.หลังคาเหล็กชุบอลูมิไนซ์ หนา 0.001 ม. สีเงิน 2.โฟม หนา 0.05 ม.
Roof Garden	หลังคาทึบ 2185.0 ตร.ม.	1.ดินร่วน ความชื้น 14 % หนา 0.60 ม. 2. คสล. หนา 0.200 ม. 3. ช่องอากาศหนา 0.030 ม. 4. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.009 ม.
Top roof	หลังคาทึบ 266.40 ตร.ม.	1.ดินร่วน ความชื้น 14 % หนา 0.60 ม. 2. คสล. หนา 0.200 ม. 3. ช่องอากาศหนา 0.030 ม. 4. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.009 ม.
Office roof	หลังคาทึบ 637.20 ตร.ม.	1.ดินร่วน ความชื้น 14 % หนา 0.60 ม. 2. คสล. หนา 0.200 ม. 3. ช่องอากาศหนา 0.030 ม. 4. ยิบซัมบอร์ด หนา 0.009 ม.
Exec-roof	*หลังคาโปร่งแสง382.32ตร.ม.*	***1.กระจก Solartag (Silver blue) TS-20 หนา 0.010 ม. Sc.0.33***
Off-op	หลังคาทึบ 275.40 ตร.ม.	1. กระเบื้อง หนา 0.006 ม. 2. ปูนทรายหนา 0.020 ม. 3. คสล. หนา 0.200 ม. 4. ปูนฉาบ หนา 0.020 ม.

การคำนวณครั้งที่2 ค่าที่ได้มีค่าเท่ากับ9.7w/sq.m.แสดงให้เห็นว่าการออกแบบให้มีสวนดาดฟ้าช่วยให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคามีค่าลดลงได้ส่วนหนึ่ง

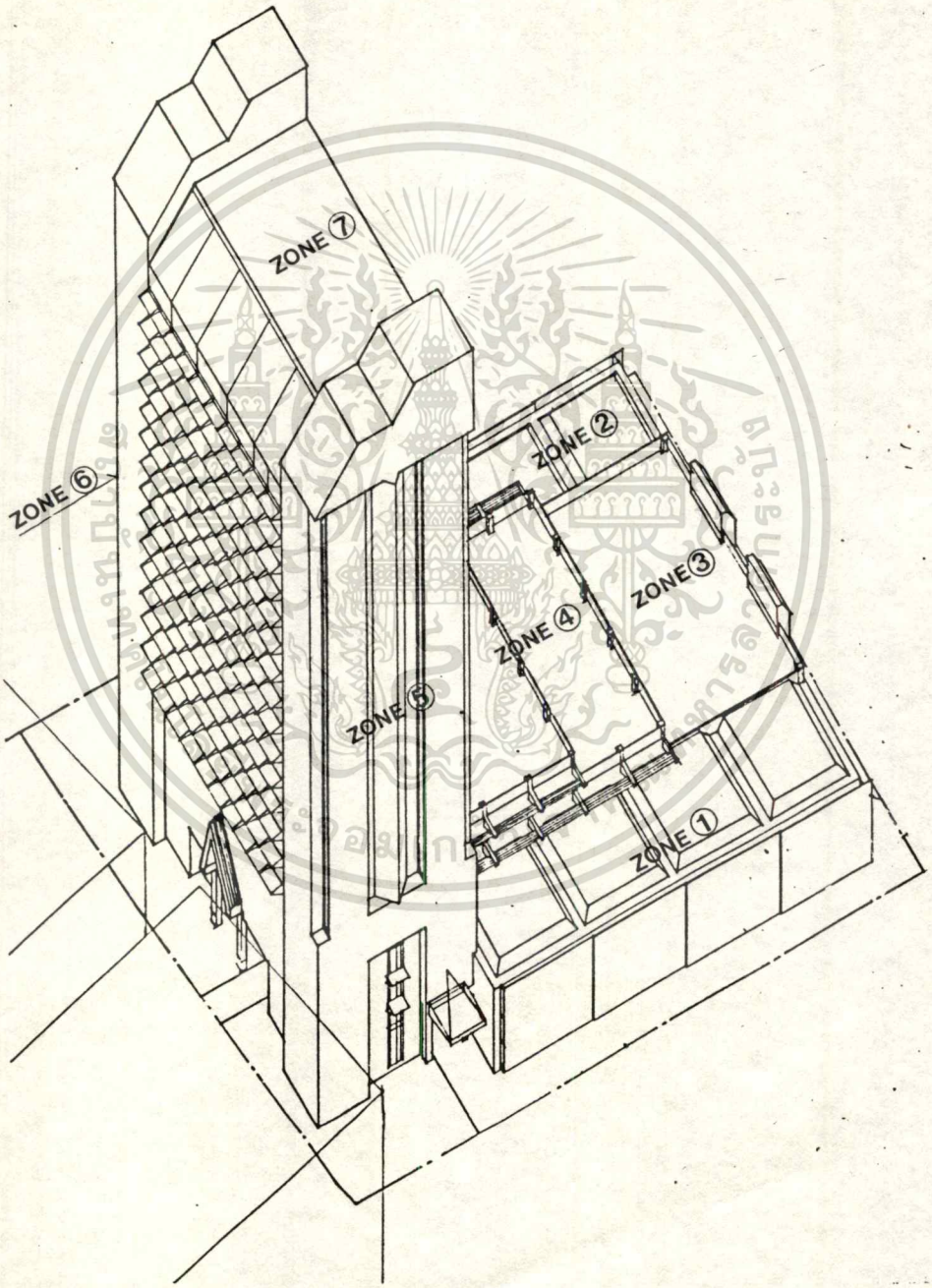
จากการคำนวณทั้งหมดพบว่า ปัจจัยที่สำคัญในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารและหลังคาลงก็คือ

1. การลดพื้นที่กระจก
2. การเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อนสูง
3. การเลือกใช้กระจกที่มีค่า Sc.ต่ำ
4. การใช้อุปกรณ์ Shading Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆ

สำหรับการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของทั้งอาคารโดยโปรแกรม ASEAM2 ซึ่งจะให้ค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงาน ก่อนการคำนวณต้องทำการแบ่ง อาคารออกเป็น zone ต่างๆ ที่มีการใช้ระบบประกอบอาคารที่เหมือนกันและโปรแกรมนี้จะทำการคำนวณในส่วนพื้นที่ที่มีการใช้ระบบปรับอากาศเท่านั้น เมื่อได้ทดลองทำการคำนวณตามค่าการถ่ายเทความร้อน รวมของอาคารครั้งที่1 แล้วพบว่าให้ค่าการใช้พลังงาน ไฟฟ้าในระบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

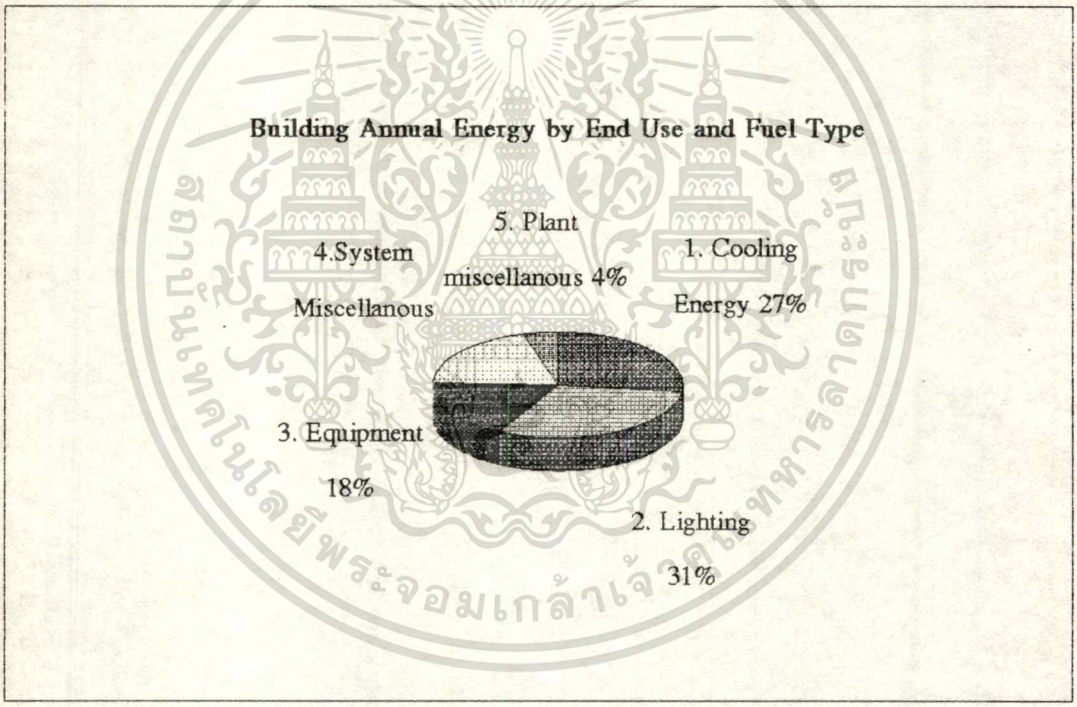


รูปที่ 8 แสดง การแบ่งZone ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารโดยโปรแกรม ASEAM 2 (Version 2.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่16การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงานตลอดทั้งปี ครั้งที่ 1

TYPE	ELECTRIC (K.W.H.)
1. Cooling Energy	1,580,398.00
2. Lighting	1,786,874.00
3. Equipment	1,056,456.00
4.System Miscellanous	1,151,700.00
5. plant miscellanous	246,142.00
Consumption Totals	**5,821,569.00**



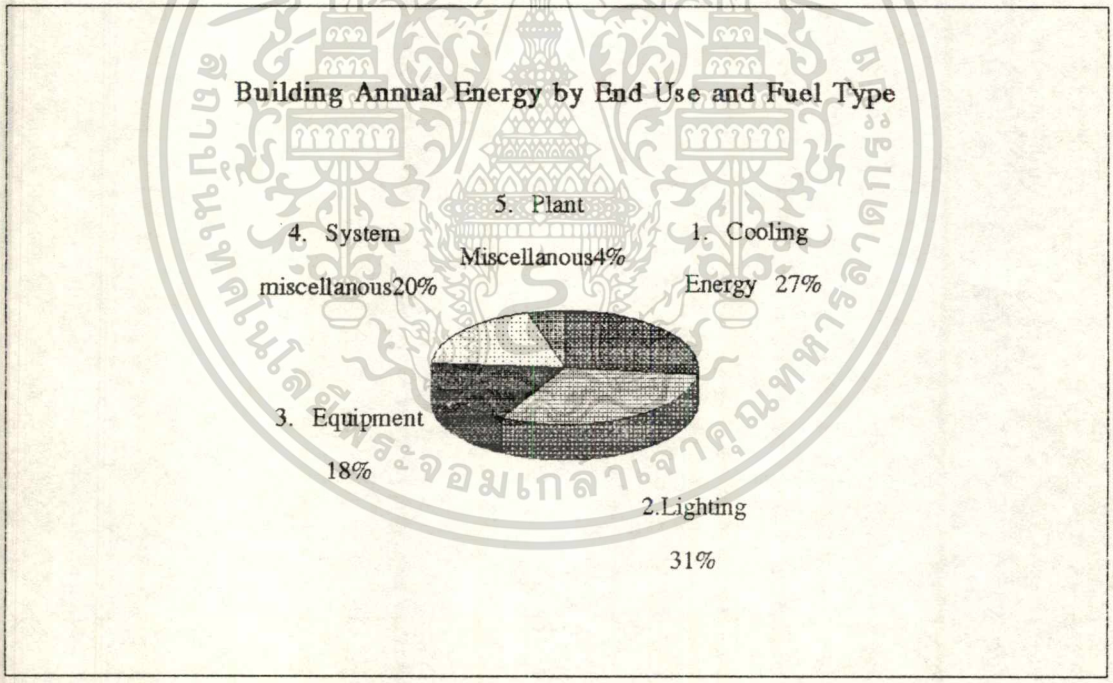
จากการคำนวณพบว่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนการปรับอากาศให้กับอาคารมีค่าเท่ากับ 27 % เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบต่างๆและมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 5,821,569.00 K.W.H. เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอารสำนักงานใหญ่จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่กองอาคารสถานที่ เมื่อปี พ.ศ. 2532 พบว่ามีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งปีเท่ากับ 6,937,200 K.W.H.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นจึงได้ทำการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆตามการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่2โดยให้ข้อมูลของงานระบบต่างๆเป็นค่าคงที่เปลี่ยนแปลงแต่เฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผนังภายนอกเท่านั้น

ตารางที่ 17 การใช้พลังงานในระบบต่างๆของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงานตลอดทั้งปี ครั้งที่ 2

TYPE	ELECTRIC (K.W.H.)
1. Cooling Energy	1,555,470.00
2.Lighting	1,786,784.00
3. Equipment	1,056,456.00
4. System miscellanous	1,128,621.00
5. Plant Miscellanous	243,772.00
Consumption Totals	**5,771,463.00**



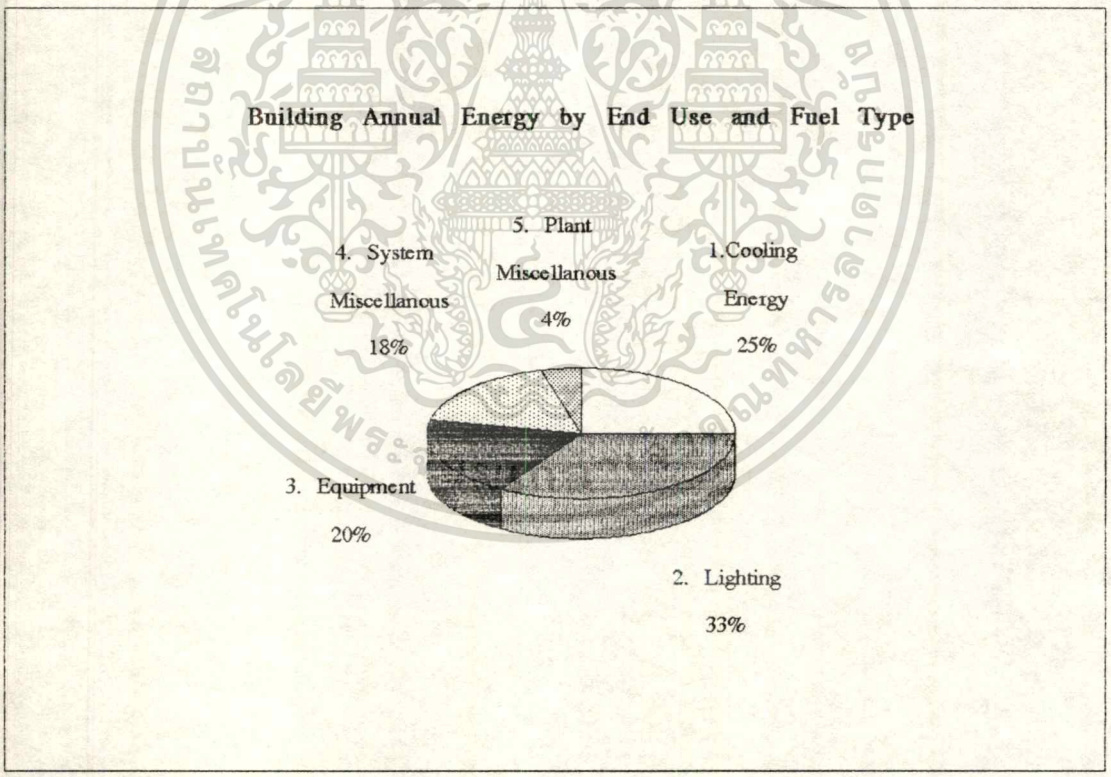
จากการคำนวณครั้งที่ 2 พบว่า อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของการปรับอากาศยังคงเท่ากับ 27 % รวมถึงระบบต่างๆที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานคงเดิม แต่ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมภายในอาคารมีค่าลดต่ำลงคือ 5,771,463.00 K.W.H.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ทำการปรับปรุงวัสดุต่างๆตามค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารครั้งที่ 3 แล้วจึงได้ทำการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารตลอดทั้งปี เป็นครั้งที่ 3 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 18 การใช้พลังงานในระบบต่างๆของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงานตลอดทั้งปี ครั้งที่ 3

TYPE	ELECTRIC (K.W.H.)
1.Cooling Energy	1,348,929.00
2. Lighting	1,786,874.00
3. Equipment	1,056,456.00
4. System Miscellanous	941,142.00
5. Plant Miscellanous	214,465.00
Consumption Totals	5,347,867.00



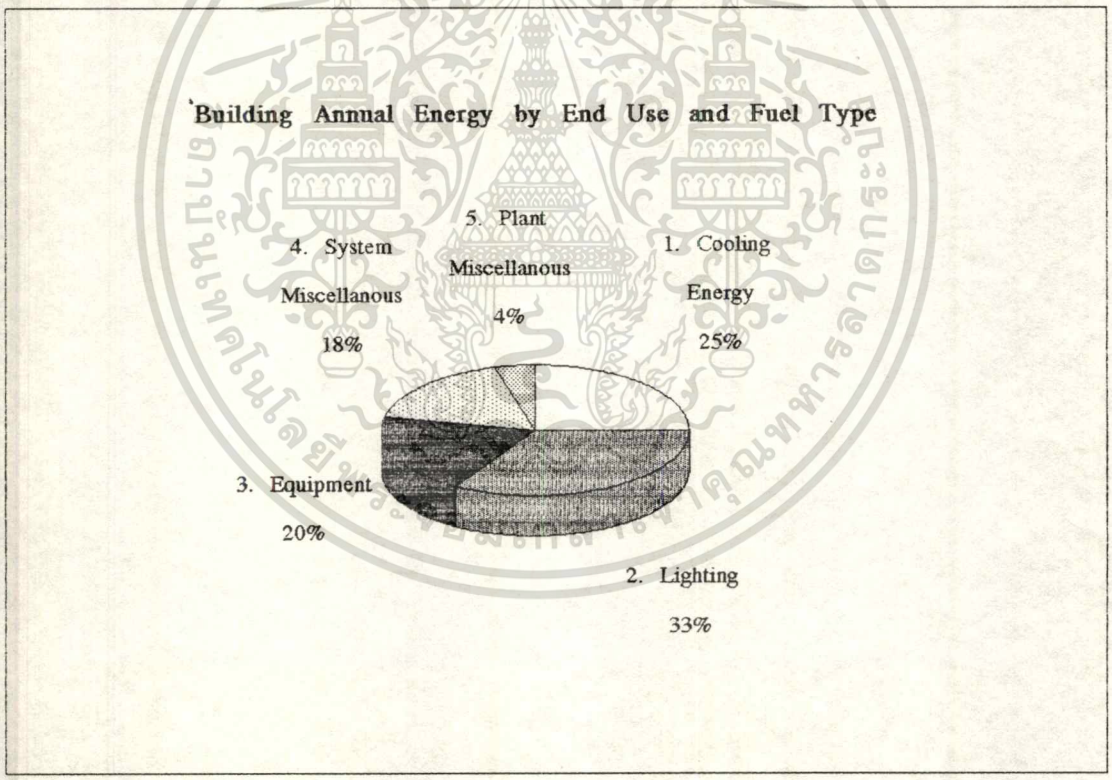
เมื่อได้ทำการคำนวณครั้งที่ 3 ตามค่าการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารเมื่อได้ทำการลดพื้นที่กระจกโดยใช้ผนังคสล.สำเร็จรูป พบว่าอัตราส่วนพลังงานไฟฟ้าในส่วนการปรับอากาศลดลงเหลือ 25% และค่าพลังงานไฟฟ้ารวมของระบบต่างๆก็มีค่าลดลงด้วย คือ 5,347,867.00K.W.H.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารตลอดทั้งปีครั้งสุดท้ายได้ทำการปรับปรุงวัสดุต่างๆตามการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 19 การใช้พลังงานในระบบต่างๆของอาคารฝึกบินจำลองและสำนักงานตลอดทั้งปี ครั้งที่ 4

TYPE	ELECTRIC(K.W.H.)
1. Cooling Energy	1,345,313.00
2. Lighting	1,786,874.00
3. Equipment	1,056,456.00
4. System Miscellanous	937,820.00
5. Plant Miscellanous	213,954.00
Consumption Totals	**5,340,418.00**



จากการคำนวณครั้งที่4อัตราส่วนการใช้พลังงานในระบบต่างๆยังคงเดิมส่วนค่าพลังงานไฟฟ้ารวมของระบบต่างๆมีค่าลดลงอีก คือ 5,340,418.00 K.W.H.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้เห็นว่า การใช้อุปกรณ์ShadingDeviceมีผลทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมของระบบต่างๆ ลดลงแต่ไม่ทำให้อัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงต่อเมื่อได้ทำการลดพื้นที่กระจกของอาคารลงจึงมีผลทำให้อัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างมีการเปลี่ยนแปลงลดลงรวมถึงค่าพลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารด้วย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร ตามที่ได้ทำการศึกษาข้างต้น

ตารางที่20 สรุปอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีจากการคำนวณโดยโปรแกรมASEAM2

ครั้งที่	พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆ (K.W.H.)					พลังงานไฟฟ้ารวมตลอดทั้งปี (K.W.H.)
	Cooling Energy	Lighting	Equipment	System Miscellanous	Plant Miscellanous	
1	1,580,398	1,786,874	1,056,456	1,151,700	246,142	5,821,569
2	1,555,470	1,786,784	1,056,456	1,128,621	243,722	5,771,463
3	1,348,929	1,786,874	1,056,456	941,142	214,465	5,347,867
4	1,345,313	1,786,874	1,056,456	937,820	213,954	5,340,418

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

จากการออกแบบโครงการอาคารฝึกบินจำลอง และ สำนักงานของ บริษัท การบินไทย จำกัด ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบกับการคำนวณการประหยัดพลังงานภายในอาคาร โดยใช้ดัชนีที่ได้กำหนดขึ้นคือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV) และโปรแกรม ASEAM2ทำให้พอสรุปได้ถึงการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานในกรุงเทพมหานคร ดังนี้ คือ

1. เส้นทางเข้า และทางสัญจร(Access&Circulation)ให้มีถนนโดยรอบโครงการช่วยให้เกิดการไหลเวียนของลมรอบๆอาคาร

2. การวางทิศทางอาคาร (Orientation) การวางทิศทางอาคารให้สามารถใช้ประโยชน์จากทิศทางลมจะช่วยในการระบายความร้อนให้กับโครงการได้การจัดวางอาคารสูงไว้ทางด้านทิศเหนือจะช่วยให้เกิดลมพัดผ่านจากทางทิศใต้ และนำมาใช้ประโยชน์ในการระบายความร้อนให้กับอาคาร ควรจัดให้ เกิด Buffer Space ในทางทิศตะวันตก - ตะวันออก ส่วนทางด้านทิศเหนือ และทิศใต้จะจัดให้ มีการ ใช้ Day Lightingเพื่อช่วยลดพลังงานแสงสว่างลง

จากการศึกษาความเร็วลมของกรุงเทพมหานคร พบว่ามีค่าเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 3.3 Knots (ม./s) และพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้ประมาณ 8 เดือนทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 3 เดือนและทิศตะวันออก1 เดือน การวางทิศทางอาคารที่ออกแบบทำให้มีลมพัดผ่านจากอาคารฝึกบินจำลองไปยังอาคารสำนักงาน เป็นส่วนใหญ่ รูปแบบของลมที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดมีลมวนขึ้นที่บริเวณดาดฟ้าของอาคารฝึกบินจำลอง(ชั้น6)

การออกแบบมีจุดมุ่งหมาย ให้ลมมีส่วนช่วยในการระบายความร้อนที่เกิดขึ้น ให้กับอาคาร ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบให้มีช่องโล่งเกิดขึ้นที่ชั้นดาดฟ้าของอาคารฝึกบินจำลองเพื่อให้ลมวนที่เกิดขึ้นสามารถพัดผ่านไปได้ โดยลมที่พัดเข้าสู่อาคารนั้นถูกทำให้เย็นลง โดยผ่านสวนบนดาดฟ้าของอาคารฝึกบินจำลองและจะไม่ทำให้เกิดลมแรงขึ้นที่บริเวณทางเท้า นอกจากนี้ยังจัดให้บริเวณนี้เป็นที่ตั้งของ Cooling Tower ในระบบ ปรับอากาศของอาคาร เพื่อลดระยะทางระหว่าง Chiller และ Cooling Tower ได้ อีกทั้ง การทำงานของ Cooling Tower ก็จะช่วยให้มีลมผ่านบริเวณนี้มากขึ้น

สำหรับตัวอาคารฝึกบินจำลองเองนั้น เนื่องจากการออกแบบต้องการให้ลมช่วยระบายความร้อนให้กับผนังอาคาร ทั้งในทางทิศตะวันตก - ตะวันออก จึงได้ทำการออกแบบผนัง2ชั้นดักลมขึ้น เพื่อให้ช่วยในการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นโดยมีรูปแบบที่เกิดขึ้นแป็นผนังที่มีการยื่นผนังออกไปที่ด้านทิศใต้ เพื่อดักลมที่พัด ผ่านผนังทิศใต้ของอาคาร และไหลเข้าสู่ช่องว่างผนังที่มีช่องกว้างด้านลมเข้ามากกว่าทางด้านลมออกเพื่อช่วยดึงให้ลมที่ไหลในช่องว่างนี้พัดผ่านได้เร็วขึ้น

3. รูปทรงและสัดส่วนของอาคาร (Form & Shape)จากการวางทิศทางอาคารดังกล่าว และพื้นที่ของโครงการ ทำให้รูปทรงของอาคารสำนักงาน (Office Tower) ที่ได้ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหันด้านแคบสู่ทิศตะวันตก -ตะวันออก และหันด้านยาวสู่ทิศเหนือ-ใต้ซึ่งจัดเป็นรูปทรงที่เหมาะสมส่วนหนึ่ง

สำหรับการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานรูปทรงของอาคารฝึกบินจำลองที่ปรากฏแบ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกมีรูปทรงของอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งเป็นรูปทรงที่มีความประหยัดเพราะมีเส้นรอบรูปน้อยกว่ารูปสี่เหลี่ยมอย่างอื่น และส่วนที่อยู่สูงกว่านั้น จำต้องวางรูปทรงของอาคารส่วนที่สูงกว่าขนานกับห้องทำให้รูปทรงที่ได้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนานไปกับทิศตะวันตก-ตะวันออก การแก้ปัญหาส่วนของอาคารฝึกบินจำลอง ต้องพิจารณาเป็นพิเศษ

4. การออกแบบกรอบอาคาร (Building Envelope's Design) เป้าหมายของการประหยัดพลังงานในอาคาร ก็คือ การประหยัดพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นหรือระบบปรับอากาศของอาคาร และ ประหยัดพลังงานที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การประหยัดพลังงานในการทำความเย็นให้กับอาคารจึงพยายามลดการถ่ายเทความร้อนที่ไหลเข้าสู่อาคารให้น้อยลง (Reduce Heat Gain)

การศึกษาแผนทางโคจรของดวงอาทิตย์(Sun Chart)จะทำให้สามารถพิจารณาการป้องกันการถ่ายเทความร้อนให้กับอาคารได้

สำหรับการป้องกันการถ่ายเทความร้อนให้กับพื้นที่ผิวหลังคาของอาคารฝึกบินจำลองนั้น ในส่วนของหลังคาส่วนปฏิบัติงานได้ออกแบบให้เป็นสวนบนดาดฟ้า(Roof Garden)โดยใช้ดินที่มีค่าการหน่วงความร้อน (Time Lag) ที่ดีมาก และยังสามารถใช้ประโยชน์จากการดูแลรักษาต้นไม้และสนามหญ้า โดยการติดตั้ง Sprinkler รดน้ำในบริเวณนี้ เพื่อช่วยเปลี่ยนความร้อนที่รู้สึกได้เป็นความร้อนแฝง การวางทิศทางอาคาร ให้เกิดสวนบนดาดฟ้าทางทิศใต้ จะช่วยให้อุณหภูมิของลมที่พัดเข้าปะทะอาคารลดลง ได้อย่างดี

การเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารผนังทึบ วัสดุที่เลือกใช้ต้องป้องกันหรือลดการแผ่รังสีความร้อนให้กับอาคาร จึงควรเป็นวัสดุที่มีผิวมันวาว, โทนสีขาว และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ต่ำ วัสดุที่ใช้กับผนังอาคารฝึกบินจำลองนั้น ที่ผนังห้องฝึกบินจำลองมีการออกแบบเป็นผนัง 2 ชั้น ที่ผนังภายนอก เป็นวัสดุผิวมันวาว หรือสีขาว และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ต่ำ

การออกแบบโครงการตามสมมุติฐาน ที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม และกรอบอาคาร รวมถึงการเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารที่เหมาะสม ประกอบกับการคำนวนเกี่ยวกับมาตรฐานเชิงอุณหภาพของกรอบอาคารที่กำหนดขึ้นสำหรับประเทศไทย โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคาของอาคารมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด คือ 33.1W./sqm และ13.2 W./sqm เมื่อได้ทำการออกแบบโครงการตามหลักการประหยัดพลังงานในอาคารเบื้องต้น และเมื่อได้ออกแบบกรอบอาคาร และเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นแล้ว พบว่าดัชนีดังกล่าวมีค่าลดต่ำลงมากยิ่งขึ้น คือ 24.7 W./sqm และ9.7 W./sqm ตามลำดับ ซึ่งมีตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าโครงการที่ได้ออกแบบตามสมมุติฐานข้างต้น มีการประหยัดพลังงานที่ใช้ในอาคารได้จริง เมื่อได้ทำการคำนวณโดยโปรแกรมASEAM2 ตามขั้นตอนการศึกษาดังกล่าวข้างต้น

ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบอาคารสำนักงานประหยัดพลังงานในกรุงเทพมหานครมีข้อเสนอแนะดังนี้

1.สถาปนิกควรให้ความสำคัญกับการออกแบบอาคารที่มีความเหมาะสมกับ สภาพแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น เพราะจะสามารถช่วยให้อาคารเกิดการประหยัดพลังงานได้

2. สถาปนิกควรคำนึงอยู่เสมอว่า สถาปนิกเป็นผู้กำหนดการใช้พลังงานภายในอาคาร

3.ในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานสถาปนิกควรจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับดัชนีที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน

4.ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารและของหลังคา ตามข้อกำหนด ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานนั้น ค่าต่างๆของวัสดุที่กำหนดให้ยังไม่กว้างขวางเท่าที่ควร ทำให้การคำนวณบางครั้ง ต้องใช้ค่าของวัสดุที่ใกล้เคียงกันแทน

5. โปรแกรม OTTV Calcultion.ที่ใช้ มีส่วนช่วยในการพิจารณาเปรียบเทียบวัสดุที่จะนำมาใช้กับอาคารได้อย่างรวดเร็ว แต่ยังมีข้อจำกัดอยู่บางประการเช่นการกำหนดชนิดและจำนวนชั้นของวัสดุที่ใช้

6.สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมน่าจะมีส่วนช่วยในการกำหนดค่าคงที่ต่างๆของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้เป็นมาตรฐาน และสามารถตรวจค้นได้โดยง่าย

7.การคำนวณโดยโปรแกรม ASEAM 2 ผู้ใช้ควรจะต้องมีความรู้ทางด้านงานระบบประกอบอาคาร เป็นอย่างดีเนื่องจากโปรแกรมมีการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับระบบประกอบอาคารต่างๆอยู่มาก

8. ค่าคงที่ต่างๆของโปรแกรมASEAM2 ที่ได้กำหนดให้ตามคู่มือยังใช้ได้ยากและไม่กว้างขวางเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บรรณานุกรม

1. จรวย บุณยุบล และคณะ, พลังงาน, ศูนย์วิจัย และอบรมพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ดร.ไพบูลย์ หังสพฤกษ์,ดร.เฮอิโซ ไซโต, "การปรับอากาศ",สำนักพิมพ์ดวงกมล,2533

3. ผศ.วิเชียร สุวรรณรัตน์,ฟิสิกส์อากาศวิทยาในการออกแบบสถาปัตยกรรม,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง, 2531

4. ผศ.ธีรมนไวโรจนกิจ,"การออกแบบเพื่อความสะดวกสบายและความปลอดภัยของผู้ใช้ในอาคารสูงและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง, 2524.

5. ผศ.สมสิทธิ นิตยะ, "รูปร่างลักษณะอาคาร (Building Envelop.)",ภาควิชา สถาปัตยกรรม, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

6. ผศ.สมสิทธิ นิตยะ,"การออกแบบสถาปัตยกรรมตามสภาพแวดล้อมในประเทศ",หัวข้อการป้องกันแสงแดด,โครงการอบรมทางวิชาการภาคฤดูร้อน 2525,คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

7. ผศ.สมสิทธิ นิตยะ, "การปรับเย็นในอาคาร",เอกสารประกอบการสอน ภาควิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน, คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ , บัณฑิตวิทยาลัย,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

8. ผศ.สมสิทธิ นิตยะ, "เอกสารการอบรมทางวิชาการเรื่องการใช้ฉนวนความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ", คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

9. รศ. ทวี เวชพฤฒิ,"การใช้วัสดุกันความร้อน" (Thermal Insulation.).

10. รศ. ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบอาคารเพื่อการช่วยประหยัดพลังงาน,เอกสารประกอบการ สัมนา "การอนุรักษ์พลังงานและเทคโนโลยีการก่อสร้างอาคาร",2534

11.ดร.ปณิชาณ ลักคุณะประสิทธิ์," อาคารสูง-ระบบโครงสร้างและข้อพิจารณาในการออกแบบ", วิศวกรรมสาร ฉบับ 48 ปี วสท. เทคโนโลยีอาคารสูง

12. กูสกานา กูบาฮา, การประเมินการใช้พลังงานในอาคาร โดยใช้ ASEAM 2(ASEAM 2 Calculation) คณะพลังงาน และวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

13. ปกรณ์ ปริมาสพร,"การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง", เอกสารสัมนาการอนุรักษ์พลังงานและเทคโนโลยีการก่อสร้างอาคาร,2534.

14. คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, "รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในอาคารธุรกิจ ",เสนอต่อ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน ,ตุลาคม 2535.

15. พัฒนะ รักความสุข, การทำบัญชีพลังงาน และการประเมินความร้อนเข้าสู่อาคารโรงแรมขนาดใหญ่, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2530

16. นายฐากูร กะรีวัต, วิทยานิพนธ์ สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง, 2528

17. อำพรรณ โอตระกูล, การประหยัดพลังงานในอาคาร, ข่าวช่าง, ปีที่ 13, ฉบับที่ 156, เมษายน, 2528

18. สมาคมสถาปนิกสยาม, อาษา, ปีที่ 12, ฉบับที่ 11, เมษายน, 2529

19. โพชิตรอน, Flight Simulator คอมพิวเตอร์ฝึกบิน, รู้รอบตัว,ปีที่ 6 ,ฉบับที่ 62 ,มีนาคม 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. Dr. Surapong Chirarattananon.,Phd.,Important Technologies To Improve Energy Efficiency In Building. เอกสารประกอบการสัมนาการอนุรักษ์พลังงานและเทคโนโลยีการก่อสร้าง อาคาร,2534.

21. Bailey, Stephen ;," OFFICES.", Butterworth Architecture. 1990.

22. Sydney A.Baggs , " Underground Architecture" ,Architecture Australia ,December 1977/ January 1978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แสดงค่าคงที่ต่างๆและค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารจากการคำนวณ

ตารางที่1แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น kg/m^3	ค่า k W/m.c
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส	1408	0.317
2	แผ่นกันไฟแอสเบสทอส	720	0.108
3	วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลท์(แผ่นแอสฟัลท์มุงหลังคา)	2,240	1.226
4	สารเหนียวๆ เช่น แอสฟัลท์และน้ำมันดิน		1.298
5	อิฐ		
	(a) แห้ง	1,760	0.807
	(b) ความชื้น 6 %	1,872	1.211
	(c) ผนังอิฐทั่วๆไป		1.154
6	คอนกรีต	2,400	1.442
7	คอนกรีตน้ำหนักเบา		
	ความชื้น 3%	64	0.144
	ความชื้น 3%	960	0.303
	ความชื้น 3%	1,120	0.346
	ความชื้น 3%	1,280	0.476
8	แผ่นไม้ก็อก	144	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์	264	0.052
10	ไฟเบอร์กลาส (ดูใยแก้วและใยแร่)		
11	แผ่นกระจก	2,512	1.053
12	ใยแก้ว,สานเป็ฯแผ่นหรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	32	0.035
13	แผ่นปูนยิบซัม	880	0.17
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด		
	(a) มาตรฐาน	1,024	0.216
	(b) ปานกลาง	640	0.123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น kg/m^3	ค่า k W/m°c
15	โลหะ		
	(a) โลหะผสมของอลูมิเนียม,แบบธรรมดา	2,672	211
	(b) ทองแดง,แบบที่มีตามท้องตลาด	8,784	385
	(c) เหล็กกล้า	7,840	47.6
16	ใยแร่,อัดแน่นเป็นแผ่น	32-104	0.035-0.032
17	ปูนฉาบ		
	(a) ยิบซัม	1,216	0.37
	(b) น้ำหนักเบา	300	0.063
	น้ำหนักขนาดกลาง	1,104	0.274
	(c) เพอร์ไลท์	616	0.115
	(d) ทราย/ซิเมนต์	1,568	0.533
	(e) เวอร์มิคูไลท์	640-960	0.202-0.303
18	โพลีสไตรีน,เบ็งขยายตัว	16	0.035
19	โพลียูริเทน,โฟม	24	0.024
20	วัสดุทำพื้นPVC	1,360	0.173
21	ดินอัดหลวม(ร่วนซุย)ความชื้น 14%	1,200	0.375
22	หิน		
	หินทราย	2,000	1.298
	แกรนิต	2,640	2,927
	หินอ่อน	2,640	1.298
23	กระเบื้อง,หลังคา	1,890	0.836
24	ไม้		
	ไม้เนื้ออ่อน	608	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	720	0.138
	ไม้อัด	528	0.138
25	เวอร์มิคูไลท์ แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	80-112	0.065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น kg/m^3	ค่า k W/m°c
26	ไม้อัดชิพบอร์ด	800	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นราบ	400	0.086

ตารางที่ 2 ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (m2 oC/W)
ก. กรณีของผนังอาคาร	
ก.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน (R1)	
ก.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.12
ก.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299
ก.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก (Ro)	
(ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง)	0.044
ข. กรณีของหลังคา	
ข.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของหลังคา (R1)	
ข.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธ์การแผ่รังสีสูง	
ข.1.1.1 หลังคาราบ	0.162
ข.1.1.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5o กับแนวระดับ	0.148
ข.1.1.3 หลังคาเอียงทำมุม 45o กับแนวระดับ	0.133
ข.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	
ข.1.2.1 หลังคาราบ	0.801
ข.1.2.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5oกับแนวระดับ	0.595
ข.1.2.3 หลังคาเอียงทำมุม 45o	0.595

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของผิววัสดุ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (m2 oC/W)
กับแนวระดับ ข.1.2.3 หลังคาเอียงทำมุม 45o กับแนวระดับ	0.391
ข.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของหลังคา (Ro) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูงและเอียงทำมุมใดๆ)	0.055

หมายเหตุ

(1)ผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำใช้กับกรณีที่ผิวผนังหรือหลังคาเป็นผิวสะท้อนแสงเช่น ผนังหรือหลังคาที่มีการติดแผ่นอลูมิเนียม,กระจกสะท้อนแสงเป็นต้น สำหรับกรณีทั่วไปถือเป็นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ

(2)กรณีที่หลังคาทำมุมเอียงระหว่าง 0o ถึง 22.5o ให้คำนวณเฉลี่ยแทรกค่า (interpolation) ระหว่างค่าที่ 0o ถึง 22.5o

(3)กรณีที่หลังคาทำมุมเอียงระหว่าง 22.5o ถึง 45o ให้คำนวณเฉลี่ยแทรกค่า ระหว่างค่าที่ 22.5o ถึง 45o

(4)กรณีที่หลังคาทำมุมมากกว่า 45o กำหนดให้ใช้ค่าที่ 45o ได้โดยตรง

ตารางที่ 3 ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา

ชนิดของช่องว่างอากาศ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (m2 oC/W)		
	5 มม.	20 มม.	100 มม.
ก. กรณีช่องว่างอากาศในผนัง			
ก.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.11	0.148	0.16
ก.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.25	0.578	0.606
ข. กรณีช่องว่างอากาศในหลังคา			
ข.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง			
ข.1.1 ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.11	0.148	0.174
ข.1.2 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5o กับแนวระดับ	0.11	0.148	0.165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1.3 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45o กับแนวระดับ	0.11	0.148	0.158
ข.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ			
ข.2.1 ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.25	0.572	1.423
ข.2.2 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5o กับแนวระดับ	0.25	0.571	1.095
ข.2.3 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45o กับแนวระดับ	0.25	0.572	0.768
ค. กรณีช่องว่างอากาศในเพดาน			
ค.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง		0.46	
ค.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ		1.36	

หมายเหตุ

(1)ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำใช้กับกรณีที่ผิวด้านใดด้านหนึ่ง หรือทุกด้านในช่องว่างอากาศเป็นผิวสะท้อนแสงชนกรณีที่มีการติดแผ่นอลูมิเนียมในช่องว่างอากาศ สำหรับในกรณีทั่วไปให้ถือว่า ช่องว่างอากาศมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง

(2)กรณีที่ช่องว่างอากาศเอียงทำมุมระหว่าง0oถึง22.5oให้คำนวณเฉลี่ยแทรกค่า ระหว่างค่าที่ 0oถึง22.5o

(3)กรณีที่ช่องว่างอากาศเอียงทำมุมระหว่าง 22.5oถึง45oให้คำนวณเฉลี่ยแทรกค่าระหว่างค่าที่ 22.5oถึง45o

(4)กรณีที่ช่องว่างอากาศเอียงทำมุมมากกว่า 45oกำหนดให้ใช้ค่าที่ 45o โดยตรง

(5)กรณีที่ความหนาของช่องว่างอากาศมีค่าระหว่าง0-5มม.ให้คำนวณเฉลี่ยแทรกค่าระหว่างค่าที่ความหนา 0 มม. กับ 5 มม. โดยกำหนดให้ค่า Ra ที่ 0 มม. มีค่าเท่ากับ 0

(6)กรณีที่ความหนาของช่องว่างอากาศมีค่าระหว่าง5 - 20 มม. และ 20-100มม. ให้คำนวณเฉลี่ยแทรกค่าระหว่างค่าที่ความหนา 5 มม. กับ 20 มม. และ20มม.กับ100มม.ตามลำดับ

(7) กรณีที่ความหนาของช่องว่างอากาศมีค่ามากกว่า 100 มม. กำหนดให้ใช้ค่าที่ความหนา100 มม. โดยตรง

สัมประสิทธิ์การบังแดด (SC)

2.1 สังกัปเบื้องต้น

สูตรการคำนวณค่าOTTVต้องอาศัยค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ซึ่งก็คือค่าเฉลี่ยรายปีของฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ทะลุผ่านกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตาม ในกรณีทั่วไปหน้าต่าง ของอาคารอาจประกอบด้วยกระจกที่มีความหนาไม่เท่ากับ3มิลลิเมตร และอาจมีการติดตั้ง อุปกรณ์ บังแดดด้วยดังนั้นการคำนวณ ฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ทะลุผ่านหน้าต่างจำเป็นต้องมีตัวประกอบเพื่อปรับให้สอดคล้องกับผลดังกล่าวตัวประกอบที่ใช้ปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวเรียกว่า สัมประสิทธิ์การบังแดด ซึ่ง กำหนดว่าคือ

"อัตราส่วนของฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ทะลุผ่านระบบหน้าต่างซึ่งอาจประกอบด้วยกระจกและอุปกรณ์บังแดด ต่อฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ทะลุผ่านกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร ที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดดใดๆ"

ในระบบหน้าต่างซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระจกและส่วนที่เป็นอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

สัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกเอง(SC1)และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด ภายนอกอาคาร(SC2)

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของระบบหน้าต่างจะสามารถคำนวณได้จากสมการ ต่อไปนี้

$$SC = (SC1)(SC2) \quad \text{----------(3)}$$

2.2สัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก สามารถใช้ค่าที่กำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตเมื่อมีการประเมิน ตามวิธีมาตรฐานที่แสงตกกระทบทำมุม 45 กับแนวตั้งฉากกับกระจก

5.2 ผนังด้านนอก (กรณีไม่ใช้แสงธรรมชาติช่วงส่องสว่าง)

5.2.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของผนังด้านนอกอาคารจะต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ม2 ค่า OTTV รวมของอาคารคือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้วของค่า OTTVi ของผนังแต่ละด้าน

5.2.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTVi)

สำหรับผนังแต่ละด้านที่หันสู่ทิศทางต่างกันคำนวณ ได้จากสมการ (5-1)

$$OTTVi = (Uw)(1 - WWR)(TDeg) + (SC)(WWR)(SF) + (Uf)(WWR)(T) \quad \text{----------(5-1)}$$

โดยที่

OTTVi = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่ i ที่พิจารณา (วัตต์/ม2)

Uw = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (วัตต์/ม2-oซ)

WWR = อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างปละหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านใน

TDeg = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์(solarfactor)ซึ่งก็คือค่าของผลจากฟลักส์รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนหน้าต่าง (วัตต์/ม2)

Uf = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก (หรือผนังโปร่งแสง) (วัตต์/ม2)

T = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคารสำหรับประเทศไทย ค่านี้คือ 5 oซ.

5.2.3ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม(OTTV)สำหรับอาคารคือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้วของค่าOTTVi ของผนังแต่ละด้าน และคำนวณได้จากสมการ (5-2)

$$OTTV = \frac{(Ao1\ (OTTV1) + (Ao2)(OTTV2) + \cdots + (Aoi)(OTTVi)}{Ao1 + Ao2 + \cdots + Aoi} \quad \text{------(5-2)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

Aoi = พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่ i (ม2) ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบ และพื้นที่หน้าต่าง

OTTVi=ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่iซึ่งคำนวณได้จากสมการ(5-1)

5.2.4 ควรใช้กระจกที่ให้ค่าการส่งผ่านแสงไม่ต่ำกว่า0125และไม่ควรใช้กระจกสะท้อนแสงที่อาจสะท้อนรังสีอาทิตย์สู่อาคารอื่น

5.2.5ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าค่านี้คือผลต่างของอุณหภูมิระหว่างผนังภายนอกและภายในอาคารที่ก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังผลต่างของอุณหภูมินี้รวมผลจากการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ที่ผิวของผนังและอิทธิพลของอุณหภูมิภายนอกอาคารมวลของวัสดุผนัง คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อน และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์มีผลต่อลักษณะ และค่าฟลักส์ความร้อนที่ถ่ายเท ผ่านผนังนั้น ค่าฟลักส์ความร้อนดังกล่าวสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$q = (Uw)(TDeg) \quad (วัตต์/ม2)$$

ตารางที่ 5-1 แสดงค่า TDeg สำหรับผนังที่มีความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่างๆ กัน

ตารางที่ 5-1 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า

มวลของผนัง กก/ม2	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ()				
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
	<0-0.2>	<0.2-0.4>	<0.4-0.6>	<0.6-0.8>	<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 5-2 แสดงรายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ประเภทผิววัสดุที่ใช้ทำผนังด้านนอก	วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก
1. วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง a<0.2	-ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดีบุก - แผ่นอลูมิเนียม -แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอลูมิเนียม -แผ่นสะท้อนแสงทำด้วย อลูมิเนียม ขัดมัน	-สีสะท้อนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วัสดุที่มีผิวสีอ่อน 0.2<a<0.4	- อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว - เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว - ผิววัสดุที่เป็นกรวด	- แลคเกอร์สีขาว - สีเงิน - สีขาวเป็นเงา
3. วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง 0.4< a< 0.6	- วัสดุที่ทาสีอลูมิเนียม - หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว - อิฐสีเหลืองอ่อน - หินอ่อนสีขาว - กรวดล้าง	- สีเขียวอ่อน - สีน้ำเงินปานกลาง - สีเหลืองปานกลาง - สีส้มปานกลาง - สีเขียวปานกลาง
4. วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม 0.6<a< 0.8	- คอนกรีตไม่ทาสี - ไม้ผิวเรียบ - แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส - หินล้างสีเทา	- สีแดง - สีน้ำเงิน - สีเทาอ่อน - สีสนิมแก่ปานกลาง
5. วัสดุที่มีผิวสีเข้ม 0.8< a <1.0	- วัสดุที่ลาดผิวด้วยยางมะตอย - วัสดุมุงหลังคาสีเขียว - หินชนวนสีเทาแกมน้ำเงิน - อิฐสีแดง - อิฐแสตฟฟอร์ดสีน้ำเงิน - คอนกรีตสีดำ	- สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ - สีน้ำตาลแก่ - สีโอลีฟเข้ม - สีดำ - แลคเกอร์สีน้ำเงินแก่ - สีเทาแก่ - แลคเกอร์สีดำ - สีดำธรรมดา - สีดำเรียบมาก

α หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

5.2.6 ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์

คือค่าของผลจากฟลักส์รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนหน้าต่าง ค่านี้ได้จากผลการวัดรังสีอาทิตย์ระยะยาวทั้งรังสีตรงและรังสีกระจายและได้จัดทำไว้สำหรับผนังในทิศต่างๆ ค่าเฉลี่ยของค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังแนวตั้งในทิศต่างๆ คือ

SF = 160 วัตต์/ม2

ตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังมุมเอียงในทิศต่างๆ มีค่าไม่เท่ากันและคำนวณ ได้จาก

SF = (160) (CF) วัตต์/ม2

โดยที่ CF=ค่าตัวประกอบแก้(correctionfactor)สำหรับผนังมุมเอียงหนึ่งๆ ในทิศหนึ่งๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งหาได้จากตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 ค่าตัวประกอบแก้

ทิศ มุมเอียง	เหนือ	ตะวันออก เฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออก เฉียงใต้	ใต้	ตะวันตก เฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตก เฉียงเหนือ
70o	1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.60	1.48	1.22
75o	0.96	1.14	1.42	1.52	1.50	1.48	1.388	1.12
80o	0.87	1.05	1.32	1.4	1.37	1.37	1.28	1.02
85o	0.78	0.96	1.22	1.29	1.24	1.25	1.17	0.93
90o	0.7	0.87	1.12	1.17	1.11	1.13	1.03	0.84

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่1

THE OTTV OF thesis1 BUILDING 10-30-1994

AZIMUTH ANGLE = -90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
E1	2254.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	54103.2
E2	401.8	2.4	14.0	43.2	2.9	5.0	179.0	0.330	16678.7
E3	635.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	15240.0
E4	207.4	2.7	14.0	34.6	2.9	5.0	179.0	0.320	10323.3
E5	28.8	2.4	10.0	-	-	-	-	-	691.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 26.9 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 0

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
S1	1612.8	2.4	14.0	90.7	2.9	5.0	178.2	0.320	60677.3
S2	-	-	-	2209.0	2.4	5.0	178.2	0.330	156410.5
S3	285.5	2.7	12.0	34.6	2.9	5.0	178.2	0.320	11724.9
S4	544.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	13063.2
S5	224.6	2.4	10.0	-	-	-	-	-	5390.4

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 49.4 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 42.0 W/sq m (15% reduction)

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AZIMUTH ANGLE = 90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
W1	2254.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	54103.2
W2	401.8	2.4	14.0	43.2	2.9	5.0	171.5	0.330	16571.8
W3	635.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	15240.0
W4	207.4	2.7	14.0	34.6	2.9	5.0	171.5	0.320	10240.3
W5	28.8	2.4	10.0	-	-	-	-	-	691.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 26.9 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 180

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
N1	1464.8	2.4	10.0	77.8	2.9	5.0	111.3	0.320	39054.2
N2	-	-	-	2336.4	2.9	5.0	111.3	0.330	119691.4
N3	254.9	2.7	12.0	25.9	2.9	5.0	111.3	0.320	9556.8
N4	324.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	7776.0
N5	-	-	-	259.2	2.9	5.0	111.3	0.330	13278.6
N6	125.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	3007.2
N7	143.6	2.4	10.0	-	-	-	-	-	3446.4

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 39.1 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 33.2 W/sq m (15% reduction)

****

OTTV OF THIS BUILDING IS 33.1 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่2

THE OTTV OF thesisa BUILDING 10-30-1994

AZIMUTH ANGLE = -90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
E1	2254.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	54103.2
E2	401.8	2.4	14.0	43.2	2.9	5.0	179.0	0.308	16507.8
E3	635.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	15240.0
E4	207.4	2.7	14.0	34.6	2.9	5.0	179.0	0.259	9947.4
E5	28.8	2.4	10.0	-	-	-	-	-	691.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 26.8 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 0

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
S1	1612.8	2.4	14.0	90.7	2.9	5.0	178.2	0.320	60677.3
S2	-	-	-	2209.0	2.8	5.0	178.2	0.317	155789.8
S3	285.5	2.7	12.0	34.6	2.9	5.0	178.2	0.260	11355.0
S4	544.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	13063.2
S5	224.6	2.4	10.0	-	-	-	-	-	5390.4

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 49.2 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 41.9 W/sq m (15% reduction)

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AZIMUTH ANGLE = 90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
W1	2254.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	54103.2
W2	401.8	2.4	14.0	43.2	2.9	5.0	171.5	0.309	16418.4
W3	635.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	15240.0
W4	207.4	2.7	14.0	34.6	2.9	5.0	171.5	0.266	9922.2
W5	28.8	2.4	10.0	-	-	-	-	-	691.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 26.7 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 180

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
N1	1464.8	2.4	10.0	77.8	2.9	5.0	111.3	0.320	39054.2
N2	-	-	-	2336.4	2.8	5.0	111.3	0.319	115740.8
N3	254.9	2.7	12.0	25.9	2.9	5.0	111.3	0.305	9512.9
N4	324.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	7776.0
N5	-	-	-	259.2	2.9	5.0	111.3	0.320	12990.1
N6	125.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	3007.2
N7	143.6	2.4	10.0	-	-	-	-	-	3446.4

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 38.2 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 32.5 W/sq m (15% reduction)

****

OTTV OF THIS BUILDING IS 32.8 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่3

THE OTTV OF thesis4 BUILDING 10-30-1994

AZIMUTH ANGLE = -90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
E1	2254.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	54103.2
E2	401.8	2.4	14.0	43.2	2.9	5.0	179.0	0.317	16582.0
E3	635.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	15240.0
E4	207.4	2.7	14.0	34.6	2.9	5.0	179.0	0.259	9947.4
E5	28.8	2.4	10.0	-	-	-	-	-	691.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 26.8 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 0

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
S1	1612.8	2.4	14.0	90.7	2.9	5.0	178.2	0.320	60677.3
S2	2209.0	2.4	14.0	902.7	5.8	5.0	178.2	0.211	134374.6
S3	285.5	2.7	12.0	34.6	2.9	5.0	178.2	0.260	11355.0
S4	544.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	13063.2
S5	224.6	2.4	10.0	-	-	-	-	-	5390.4

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 38.1 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 32.4 W/sq m (15% reduction)

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AZIMUTH ANGLE = 90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
W1	2254.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	54103.2
W2	401.8	2.4	14.0	43.2	2.9	5.0	171.5	0.319	16489.5
W3	635.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	15240.0
W4	207.4	2.7	14.0	34.6	2.9	5.0	171.5	0.266	9922.2
W5	28.8	2.4	10.0	-	-	-	-	-	691.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 26.8 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 180

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
N1	1464.8	2.4	10.0	77.8	2.9	5.0	111.3	0.320	39054.2
N2	2336.4	2.4	14.0	1444.3	5.8	5.0	111.3	0.311	170397.3
N3	254.9	2.4	14.0	25.9	2.8	5.0	111.3	0.305	9805.9
N4	324.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	7776.0
N5	-	-	-	259.2	2.9	5.0	111.3	0.330	13278.6
N6	125.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	3007.2
N7	143.6	2.4	10.0	-	-	-	-	-	3446.4

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 38.2 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 32.5 W/sq m (15% reduction)

****

OTTV OF THIS BUILDING IS 30.3 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่2

THE OTTV OF thesis2 BUILDING 10-30-1994

AZIMUTH ANGLE = -90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
E1	2254.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	54103.2
E2	401.8	2.4	14.0	43.2	2.9	5.0	179.0	0.317	16582.0
E3	635.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	15240.0
E4	207.4	2.7	14.0	34.6	2.9	5.0	179.0	0.259	9947.4
E5	28.8	2.4	10.0	-	-	-	-	-	691.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 26.8 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 0

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
S1	1612.8	2.4	14.0	90.7	2.9	5.0	178.2	0.320	60677.3
S2	2209.0	0.1	14.0	902.7	5.8	5.0	178.2	0.211	63244.8
S3	285.5	2.7	12.0	34.6	2.9	5.0	178.2	0.260	11355.0
S4	544.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	13063.2
S5	224.6	2.4	10.0	-	-	-	-	-	5390.4

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 26.0 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 22.1 W/sq m (15% reduction)

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AZIMUTH ANGLE = 90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
W1	2254.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	54103.2
W2	401.8	2.4	14.0	43.2	2.9	5.0	171.5	0.319	16489.5
W3	635.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	15240.0
W4	207.4	2.7	14.0	34.6	2.9	5.0	171.5	0.266	9922.2
W5	28.8	2.4	10.0	-	-	-	-	-	691.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 26.8 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 180

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
N1	1464.8	2.4	10.0	77.8	2.9	5.0	111.3	0.320	39054.2
N2	2336.4	0.6	14.0	1444.3	5.8	5.0	111.3	0.311	111520.0
N3	254.9	2.4	14.0	25.9	2.8	5.0	111.3	0.305	9805.9
N4	324.0	2.4	10.0	-	-	-	-	-	7776.0
N5	-	-	-	259.2	2.9	5.0	111.3	0.330	13278.6
N6	125.3	2.4	10.0	-	-	-	-	-	3007.2
N7	143.6	2.4	10.0	-	-	-	-	-	3446.4

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 29.1 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 24.7 W/sq m (15% reduction)

****

OTTV OF THIS BUILDING IS 24.7 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาครั้งที่ 1

THE RTTV OF thesis3r BUILDING 10-31-1994

AZIMUTH ANGLE = 180

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
sim.roof	1624.3	0.4	20.0	-	-	-	-	-	12994.4
roofgarden	2185.0	0.6	24.0	-	-	-	-	-	31464.0
toproof	266.4	0.6	24.0	-	-	-	-	-	3836.2
officeroof	637.2	0.6	24.0	-	-	-	-	-	9175.7
exec-roof	-	-	-	382.3	2.8	5.0	111.3	0.330	19393.7
off-op	275.4	2.4	10.0	-	-	-	-	-	6609.6

****

RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 15.5 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

RTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 13.2 W/sq-m (15% reduction)

****

RTTV OF THIS BUILDING IS 13.2 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมครั้งที่2

THE RTTV OF thesis4r BUILDING 10-31-1994

AZIMUTH ANGLE = 180

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
sim.roof	1624.3	0.4	20.0	-	-	-	-	-	12994.4
roofgarden	2185.0	0.3	24.0	-	-	-	-	-	15732.0
toproof	266.4	0.3	24.0	-	-	-	-	-	1918.1
officeroof	637.2	0.3	24.0	-	-	-	-	-	4587.8
exec-roof	-	-	-	382.3	2.8	5.0	111.3	0.330	19393.7
off-op	275.4	2.4	10.0	-	-	-	-	-	6609.6

****

RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 11.4 W/sq m

****

<<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>>

RTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 9.7 W/sq m (15% reduction)

****

RTTV OF THIS BUILDING IS 9.7 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณโปรแกรม ASEAM 2

DATA ECHO FOR LOADS INPUT FILE: THESIS.LID

BUILDING/PROJECT DATA

Building File Name	: THESIS
Building Name	: SIMULATOR HALL&OFFICE
Project Number	: 001
Building Address	: VIPAVADEE RD.
	: BANGKOK
	: THAILAND
Building Type	: OFFICE
Building gross floor area	: 458004 ft2
Building net conditioned area	: 411848 ft2
Number of zones	: 7
Building Location	
North latitude	: 13.44 deg
West longitude	: -100.3 deg
Time Zone Number	: 1
Daylight Savings Time	:
Typical Weekday Operating Schedule	
Occupancy start hour	: 08
Operating hours/day	: 8
Summer Thermostat Schedule	
Beginning month	: March
Ending month	: September
Typical Occupied Schedule	
Weekdays ..... from	: 800 to 1700
Saturdays ..... from	: 0 to 0
Sundays ..... from	: 0 to 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZONE DATA FOR ZONE 1 - WEST SIMULATOR HALL

Zone label : WEST SIMULATOR HALL

Zone function : SIMULATION

Zone area : 9600 ft2

Floor to ceiling height : 36 ft

Thermostat Set Point Temperatures

Summer occupied temperature : 78 deg F

Winter occupied temperature : 68 deg F

Winter unoccupied temperature : 55 deg F

LIGHTING DATA FOR ZONE 1 - WEST SIMULATOR HALL

	Ltg Func 1	Ltg Func 2	Ltg Func 3	Ltg Func 4
Function name :	SIMULATION CIRCULAT		NA	NA
Function area (ft2)	: 6720	2880		
Installed watts/ft2	: 1.5	0.5		
(times) Percent function area	: 70	30		
Daylighting analysis	: No	No		
Lighting system type	: FLUORESCEN	FLUORESCEN		
Percent light heat to space	: 80	80		
'A' Classification	: .55	.55		
'B' Classification	: C	C		
Diversity factors - occupied	: 100	100		
Diversity factors - unoccupied	: 20	20		
Monthly diversity table number	: 1	1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PEOPLE DATA FOR ZONE 1 - WEST SIMULATOR HALL

Square feet per person : 194

Sensible load per person : 230 BTUH per person

Latent load per person : 190 BTUH per person

Diversity factor - occupied : 100

Diversity factor - unoccupied : 10

Monthly diversity table number : 1

ELECTRIC EQUIPMENT DATA FOR ZONE 1 - WEST SIMULATOR HALL

	Type 1	Type 2
Electric equipment name :	SIMULATOR	MISC
Installed watts/ft2 :	23	0.5
(times) Percent of zone area :	50	10
Hooded :	No	No
Diversity factors - occupied :	100	100
Diversity factors - unoccupied :	10	10
Monthly diversity table number :	1	1

MISCELLANEOUS SENSIBLE LOAD DATA FOR ZONE 1 - WEST SIMULATOR HALL

	Type 1	Type 2:
Load source name	: SIMULATOR	MISC
Installed BTUH/ft2	: 0.23	0.13
Hooded	: No	No
Diversity factors - occupied	: 100	100
Diversity factors - unoccupied	: 10	10
Monthly diversity table number	: 1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL DATA FOR ZONE 1 - WEST SIMULATOR HALL

	Wall 1	Wall 2	Wall 3	Wall 4
Name	: CC	CC	CC	NA
Wall orientation	: North	West	South	
Area (ft2)	: 798	7056	1800	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.115	0.221	0.115	
Wall construction group	: B	C	B	
Color correction	: Light	Light	Light	Light

ROOF DATA FOR ZONE 1 - WEST SIMULATOR HALL

	Roof 1	Roof 2
Name	: SANKO	NA
Area (ft2)	: 9024	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.213	
Roof construction code	: 1	
Color correction	: Light	
Suspended ceiling plenum	: Yes	

INFILTRATION DATA FOR ZONE 1 - WEST SIMULATOR HALL

Occupied air change rate : .2 air changes per hour

Unoccupied air change rate : .5 air changes per hou

OPERATING USE PROFILE (DIVERSITY) DATA

		Occupied Period	Unoccupied Period	Month Sched Table # (1-4)
People	- Avg % of full occupancy	: 100	10	1
Lights				
SIMULATION	- Avg % of installed capacity	: 100	20	1
CIRCULAT	- Avg % of installed capacity	: 100	20	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NA - Avg % of installed capacity :

NA - Avg % of installed capacity :

Electric Equipment

SIMULATOR	- Avg % of installed capacity	: 100	10	1
MISC	- Avg % of installed capacity	: 100	10	1

Miscellaneous Sensible Loads

SIMULATOR	- Avg % of installed capacity	: 100	10	1
MISC	- Avg % of installed capacity	: 100	10	1

ZONE DATA FOR ZONE 2 - EAST SIMULATOR HALL

Zone label : EAST SIMULATOR HALL

Zone function : SIMULATION

Zone area : 9600 ft2

Floor to ceiling height : 36 ft

Thermostat Set Point Temperatures

Summer occupied temperature : 78 deg F

Winter occupied temperature : 68 deg F

Winter unoccupied temperature : 55 deg F

LIGHTING DATA FOR ZONE 2 - EAST SIMULATOR HALL

	Ltg Func 1	Ltg Func 2	Ltg Func 3	Ltg Func 4
Function name	: SIMULATION	CIRCULAT	NA	NA
Function area (ft2)	: 6720	2880		
Installed watts/ft2	: 1.5	0.5		
(times) Percent function area	: 70	30		
Daylighting analysis	: No	No		
Lighting system type	:FLUORESCEN	FLUORESCEN		
Percent light heat to space	: 80	80		
`A' Classification	: .55	.55		
`B' Classification	: C	C		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Diversity factors - occupied	: 100	100
Diversity factors - unoccupied	: 20	20
Monthly diversity table number	: 1	1

PEOPLE DATA FOR ZONE 2 - EAST SIMULATOR HALL

Square feet per person	: 194
Sensible load per person	: 230 BTUH per person
Latent load per person	: 190 BTUH per person
Diversity factor - occupied	: 100
Diversity factor - unoccupied	: 10
Monthly diversity table number	: 1

ELECTRIC EQUIPMENT DATA FOR ZONE 2 - EAST SIMULATOR HALL

	Type 1	Type 2
Electric equipment name	: SIMULATOR	MISC
Installed watts/ft2	: 23	0.5
(times) Percent of zone area	: 50	10
Hooded	: No	No
Diversity factors - occupied	: 100	100
Diversity factors - unoccupied	: 10	10
Monthly diversity table number	: 1	1

MISCELLANEOUS SENSIBLE LOAD DATA FOR ZONE 2 - EAST SIMULATOR HALL

	Type 1	Type 2:
Load source name	: SIMULATOR	MISC
Installed BTUH/ft2	: 0.23	0.13
Hooded	: No	No
Diversity factors - occupied	: 100	100
Diversity factors - unoccupied	: 10	10
Monthly diversity table number	: 1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL DATA FOR ZONE 2 - EAST SIMULATOR HALL

	Wall 1	Wall 2	Wall 3	Wall 4
Name	: CC	CC	CC	NA
Wall orientation	: North	East	South	
Area (ft2)	: 798	7056	1800	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.115	0.221	0.115	
Wall construction group	: B	C	B	
Color correction	: Light	Light	Light	Light

ROOF DATA FOR ZONE 2 - EAST SIMULATOR HALL

	Roof 1	Roof 2
Name	: SANKO	NA
Area (ft2)	: 9024	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.213	
Roof construction code	: 1	
Color correction	: Light	
Suspended ceiling plenum	: Yes	

INFILTRATION DATA FOR ZONE 2 - EAST SIMULATOR HALL

Occupied air change rate : .2 air changes per hour

Unoccupied air change rate : .5 air changes per hour

OPERATING USE PROFILE (DIVERSITY) DATA

		Occupied Period	Unoccupied Period	Month Sched Table # (1-4)
People	- Avg % of full occupancy	: 100	10	1
Lights				
SIMULATION	- Avg % of installed capacity:	100	20	1
CIRCULAT	- Avg % of installed capacity :	100	20	1
NA	- Avg % of installed capacity :			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NA - Avg % of installed capacity :

Electric Equipment

SIMULATOR - Avg % of installed capacity: 100 10 1

MISC - Avg % of installed capacity : 100 10 1

Miscellaneous Sensible Loads

SIMULATOR - Avg % of installed capacity: 100 10 1

MISC - Avg % of installed capacity : 100 10 1

ZONE DATA FOR ZONE 3 - SIM.OFFICE 1-3

Zone label : SIM.OFFICE 1-3

Zone function : OFFICE

Zone area : 157416 ft2

Floor to ceiling height : 9 ft

Thermostat Set Point Temperatures

Summer occupied temperature : 78 deg F

Winter occupied temperature : 68 deg F

Winter unoccupied temperature : 55 deg F

LIGHTING DATA FOR ZONE 3 - SIM.OFFICE 1-3

	Ltg Func 1	Ltg Func 2	Ltg Func 3	Ltg Func 4
Function name	: WORK	CIRCULAT	SERVICE	AUDITORIUM
Function area (ft2)	: 35712	21188	8712	5760
Installed watts/ft2	: 1.5	1.4	0.5	1.9
(times) Percent function area :				
Total installed watts	: 53568	29663.2	4356	10944
Daylighting analysis	: No	No	No	No

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lighting system type	: FLUOR	FLUOR	FLUOR	FLUOR
Percent light heat to space	: 80	80	80	80
`A' Classification	: .65	.65	.65	.65
`B' Classification	: C	C	C	C
Diversity factors - occupied	: 100	100	100	50
Diversity factors - unoccupied	: 20	20	20	10
Monthly diversity table number	: 1	1	1	1

PEOPLE DATA FOR ZONE 3 - SIM.OFFICE 1-3

Number of people in zone : 194

Sensible load per person : 230 BTUH per person

Latent load per person : 190 BTUH per person

Diversity factor - occupied : 100

Diversity factor - unoccupied : 10

Monthly diversity table number : 1

ELECTRIC EQUIPMENT DATA FOR ZONE 3 - SIM.OFFICE 1-3

	Type 1	Type 2
Electric equipment name	: MISC	NA
Installed watts/ft2	: 0.5	
(times) Percent of zone area	: 70	
Hooded	: No	No

Diversity factors - occupied : 100

Diversity factors - unoccupied : 10

Monthly diversity table number : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL DATA FOR ZONE 3 - SIM.OFFICE 1-3

	Wall 1	Wall 2	Wall 3	Wall 4
Name	: CC	CC	CC	CC
Wall orientation	: North	South	West	East
Area (ft2)	: 3552	4248	2448	2448
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.174	0.174	0.174	0.174
Wall construction group	: C	C	C	C
Color correction	: Light	Light	Light	Light

ROOF DATA FOR ZONE 3 - SIM.OFFICE 1-3

	Roof 1	Roof 2
Name	: ROOFGARDEN	NA
Area (ft2)	: 8744	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.106	
Roof construction code	: 11	
Color correction	: Light	
Suspended ceiling plenum	: Yes	

DOOR (EXTERNAL) DATA FOR ZONE 3 - SIM.OFFICE 1-3

	Type 1	Type 2
Name	: MAIN ENT	NA
Area (ft2)	: 126	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.48	
Crack length (lin ft)	: 57	
Leakage coefficient	: 2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INFILTRATION DATA FOR ZONE 3 - SIM.OFFICE 1-3

Occupied air change rate : .2 air changes per hou

Unoccupied air change rate : .5 air changes per hour

OPERATING USE PROFILE (DIVERSITY) DATA

		Occupied Period	Unoccupied Period	Month Sched Table # (1-4)
People	- Avg % of full occupancy :	100	10	1
Lights				
WORK	- Avg % of installed capacity :	100	20	1
CIRCULAT	- Avg % of installed capacity :	100	20	1
SERVICE	- Avg % of installed capacity :	100	20	1
AUDITORIUM	- Avg % of installed capacity :	50	10	1

Electric Equipment

MISC - Avg % of installed capacity : 100 10 1

NA - Avg % of installed capacity :

Miscellaneous Sensible Loads

NA - Avg % of installed capacity :

NA - Avg % of installed capacity :

ZONE DATA FOR ZONE 4 - SIM.HALL OFFICE 4-5

Zone label : SIM.HALL OFFICE 4-5

Zone function : OFFICE

Zone area : 51538 ft2

Floor to ceiling height : 9 ft

Thermostat Set Point Temperatures

Summer occupied temperature : 78 deg F

Winter occupied temperature : 68 deg F

Winter unoccupied temperature : 55 deg F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIGHTING DATA FOR ZONE 4 - SIM.HALL OFFICE 4-5

	Ltg Func 1	Ltg Func 2	Ltg Func 3	Ltg Func 4
Function name	: WORKING	CIRCULAT	SERVICE	NA
Function area (ft2)	: 33942	4388	6276	
Installed watts/ft2	: 1.5	1.4	0.5	
(times) Percent function area :				
Total installed watts	: 50913	6143.2	3138	
Daylighting analysis	: No	No	No	
Lighting system type	: FLUORESC	FLUORESC	FLUORESC	
Percent light heat to space	: 80	80	80	
`A' Classification	: .65	.65	.65	
`B' Classification	: C	C	C	
Diversity factors - occupied	: 100	100	100	
Diversity factors - unoccupied	: 20	20	20	
Monthly diversity table number	: 1	1	1	

PEOPLE DATA FOR ZONE 4 - SIM.HALL OFFICE 4-5

Number of people in zone	: 194
Sensible load per person	: 230 BTUH per person
Latent load per person	: 190 BTUH per person
Diversity factor - occupied	: 100
Diversity factor - unoccupied	: 10
Monthly diversity table number	: 1

ELECTRIC EQUIPMENT DATA FOR ZONE 4 - SIM.HALL OFFICE 4-5

	Type 1	Type 2
Electric equipment name	: MISC	NA
Installed watts/ft2	: 0.5	
(times) Percent of zone area	: 50	
Hooded	: No	No
Diversity factors - occupied	: 100	
Diversity factors - unoccupied	: 10	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Monthly diversity table number : 1

WALL DATA FOR ZONE 4 - SIM.HALL OFFICE 4-5

	all 1	Wall 2	Wall 3	Wall 4
Name	CC	CC	CC	CC
Wall orientation	North	West	South	East
Area (ft2)	4272	4320	4516	4320
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	0.174	0.174	0.174	0.174
Wall construction group	: C	C	C	C
Color correction	Light	Light	Light	Light

ROOF DATA FOR ZONE 4 - SIM.HALL OFFICE 4-5

	oof 1	Roof 2
Name	ROOFGARDEN	NA
Area (ft2)	20678	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	0.106	
Roof construction code	11	
Color correction	Light	
Suspended ceiling plenum	Yes	

WINDOW DATA FOR ZONE 4 - SIM.HALL OFFICE 4-5

	Window 1	Window 2	Window 3	Window 4
Name	: N	W	S	E
Window orientation	: North	West	South	East
Fenestration area (ft2)	: 288	344	288	344
Shading coefficient	: .42	.42	.42	.42
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: .97	.97	.97	.97
Space mass code	: Medium	Medium	Medium	Medium
Crack length (lin ft)	: 288	428	288	428
Leakage coefficient	: 1	1	1	1
Inputs Required for Shading				
Window shading model number	: 0	0	0	0
Percent window area	:			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DOOR (EXTERNAL) DATA FOR ZONE 4 - SIM.HALL OFFICE 4-5

	Type 1	Type 2
Name	: EXIT	NA
Area (ft2)	: 84	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.26	
Crack length (lin ft)	: 80	
Leakage coefficient	: 2	

INFILTRATION DATA FOR ZONE 4 - SIM.HALL OFFICE

Occupied air change rate : .2 air changes per hour

Unoccupied air change rate : .5 air changes per hour

OPERATING USE PROFILE (DIVERSITY) DATA

	Occupied Period	Unoccupied Period	Month Sched Table # (1-4)
People - Avg % of full occupancy	: 100	10	1
Lights			
WORKING - Avg % of installed capacity	: 100	20	1
CIRCULAT - Avg % of installed capacity	: 100	20	1
SERVICE - Avg % of installed capacity	: 100	20	1
NA - Avg % of installed capacity	:		
Electric Equipment			
MISC - Avg % of installed capacity	: 100	10	1
NA - Avg % of installed capacity	:		

Miscellaneous Sensible Loads

NA - Avg % of installed capacity :

NA - Avg % of installed capacity :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZONE DATA FOR ZONE 5 - WEST OFFICE CORE

Zone label : WEST OFFICE CORE

Zone function : BUFFERZONE

Zone area : 29457 ft2

Floor to ceiling height : 8 ft

Thermostat Set Point Temperatures

Summer occupied temperature : 78 deg F

Winter occupied temperature : 68 deg F

Winter unoccupied temperature : 55 deg F

LIGHTING DATA FOR ZONE 5 - WEST OFFICE CORE

	Ltg Func 1	Ltg Func 2	Ltg Func 3	Ltg Func 4
Function name	: CIRCULAT	SERVICE	NA	NA
Function area (ft2)	: 996	77918		
Installed watts/ft2	: 1.4	0.5		
(times) Percent function area :				
Total installed watts	: 1394.4	38959		
Daylighting analysis	: No	No		
Lighting system type	: FLUOR	FLUOR		
Percent light heat to space	: 80	80		
`A' Classification	: .65	.65		
`B' Classification	: C	C		
Diversity factors - occupied	: 100	100		
Diversity factors - unoccupied	: 20	20		
Monthly diversity table number	: 1	1		

PEOPLE DATA FOR ZONE 5 - WEST OFFICE CORE

Number of people in zone : 194

Sensible load per person : 230 BTUH per person

Latent load per person : 190 BTUH per person

Diversity factor - occupied : 100

Diversity factor - unoccupied : 10

Monthly diversity table number : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRIC EQUIPMENT DATA FOR ZONE 5 - WEST OFFICE CORE

	Type 1	Type 2
Electric equipment name	: MISC	NA
Installed watts/ft2	: 0.5	
(times) Percent of zone area	: 20	
Hooded	: No	No
Diversity factors - occupied	: 100	
Diversity factors - unoccupied	: 10	
Monthly diversity table number	: 1	

WALL DATA FOR ZONE 5 - WEST OFFICE CORE

	Wall 1	Wall 2	Wall 3	Wall 4
Name	: CC	CC	CC	NA
Wall orientation	: North	West	South	
Area (ft2)	: 8138	25048	8960	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.115	0.115	0.115	
Wall construction group	: B	B	B	
Color correction	: Light	Light	Light	Light

ROOF DATA FOR ZONE 5 - WEST OFFICE CORE

	Roof 1	Roof 2
Name	: TOP ROOF	NA
Area (ft2)	: 6000	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.200	
Roof construction code	: 9	
Color correction	: Light	
Suspended ceiling plenum	: Yes	

WINDOW DATA FOR ZONE 5 - WEST OFFICE CORE

	Window 1	Window 2	Window 3	Window 4
Name	: N	S	NA	NA
Window orientation	: North	South		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fenestration area (ft2)	: 864	880
Shading coefficient	: .42	.42
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.97	0.97
Space mass code	: Medium	Medium
Crack length (lin ft)	: 720	740
Leakage coefficient	: 1	1
Inputs Required for Shading		
Window shading model number	: 0	0
Percent window area	:	

INFILTRATION DATA FOR ZONE 5 - WEST OFFICE CORE

Occupied air change rate : .2 air changes per hour

Unoccupied air change rate : .5 air changes per hour

OPERATING USE PROFILE (DIVERSITY) DATA

		Occupied Period	Unoccupied Period	Month Sched Table # (1-4)
People	- Avg % of full occupancy :	100	10	1
Lights				
CIRCULAT	- Avg % of installed capacity :	100	20	1
SERVICE	- Avg % of installed capacity :	100	20	1
NA	- Avg % of installed capacity :			
NA	- Avg % of installed capacity :			
Electric Equipment				
MISC	- Avg % of installed capacity :	100	10	1
NA	- Avg % of installed capacity			
Miscellaneous Sensible Loads				
NA	- Avg % of installed capacity :			
NA	- Avg % of installed capacity :			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZONE DATA FOR ZONE 6 - EAST OFFICE CORE

Zone label : EAST OFFICE CORE

Zone function : BUFFERZONE

Zone area : 29457 ft2

Floor to ceiling height : 8 ft

Thermostat Set Point Temperatures

Summer occupied temperature : 78 deg F

Winter occupied temperature : 68 deg F

Winter unoccupied temperature : 55 deg F

LIGHTING DATA FOR ZONE 6 - EAST OFFICE CORE

	Ltg Func 1	Ltg Func 2	Ltg Func 3	Ltg Func 4
Function name :	CIRCULAT	SERVICE	NA	NA
Function area (ft2)	: 996	77918		
Installed watts/ft2	: 1.4	0.5		
(times) Percent function area :				
Total installed watts	: 1394.4	38959		
Daylighting analysis	: No	No		
Lighting system type	: FLUOR	FLUOR		
Percent light heat to space	: 80	80		
`A' Classification	: .65	.65		
`B' Classification	: C	C		
Diversity factors - occupied	: 100	100		
Diversity factors - unoccupied	: 20	20		
Monthly diversity table number	: 1	1		

PEOPLE DATA FOR ZONE 6 - EAST OFFICE CORE

Number of people in zone : 194

Sensible load per person : 230 BTUH per person

Latent load per person : 190 BTUH per person

Diversity factor - occupied : 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Diversity factor - unoccupied	: 10
Monthly diversity table number	: 1

ELECTRIC EQUIPMENT DATA FOR ZONE 6 - EAST OFFICE CORE

	Type 1	Type 2
Electric equipment name	: MISC	NA
Installed watts/ft2	: 0.5	
(times) Percent of zone area	: 20	
Hooded	: No	No
Diversity factors - occupied	: 100	
Diversity factors - unoccupied	: 10	
Monthly diversity table number	: 1	

WALL DATA FOR ZONE 6 - EAST OFFICE CORE

	Wall 1	Wall 2	Wall 3	Wall 4
Name	: CC	CC	CC	NA
Wall orientation	: North	East	South	
Area (ft2)	: 8138	25048	8960	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.115	0.115	0.115	
Wall construction group	: B	B	B	
Color correction	: Light	Light	Light	Light

ROOF DATA FOR ZONE 6 - EAST OFFICE CORE

	Roof 1	Roof 2
Name	: TOP ROOF	NA
Area (ft2)	: 6000	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.200	
Roof construction code	: 9	
Color correction	: Light	
Suspended ceiling plenum	: Yes	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WINDOW DATA FOR ZONE 6 - EAST OFFICE CORE

	Window 1	Window 2	Window 3	Window 4
Name	: N	S	NA	NA
Window orientation	: North	South		
Fenestration area (ft2)	: 864	880		
Shading coefficient	: .42	.42		
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.97	0.97		
Space mass code	: Medium	Medium		
Crack length (lin ft)	: 720	740		
Leakage coefficient	: 1	1		
Inputs Required for Shading				
Window shading model number	: 0	0		
Percent window area	:			

INFILTRATION DATA FOR ZONE 6 - EAST OFFICE CORE

Occupied air change rate : .2 air changes per hour

Unoccupied air change rate : .5 air changes per hour

OPERATING USE PROFILE (DIVERSITY) DATA

		Occupied Period	Unoccupied Period	Month Sched Table # (1-4)
People	- Avg % of full occupancy	: 100	10	1
Lights				
CIRCULAT	- Avg % of installed capacity	: 100	20	1
SERVICE	- Avg % of installed capacity	: 100	20	1
NA	- Avg % of installed capacity	:		
NA	- Avg % of installed capacity	:		
Electric Equipment				
MISC	- Avg % of installed capacity	: 100	10	1
NA	- Avg % of installed capacity	:		

Miscellaneous Sensible Loads

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NA - Avg % of installed capacity :

NA - Avg % of installed capacity :

ZONE DATA FOR ZONE 7 - OFFICE TOWER

Zone label : OFFICE TOWER

Zone function : WORKING

Zone area : 165600 ft2

Floor to ceiling height : 8 ft

Thermostat Set Point Temperatures

Summer occupied temperature : 78 deg F

Winter occupied temperature : 68 deg F

Winter unoccupied temperature : 55 deg F

LIGHTING DATA FOR ZONE 7 - OFFICE TOWER

	Ltg Func 1	Ltg Func 2	Ltg Func 3	Ltg Func 4
Function name	: WORKING	CIRCULAT	NA	NA
Function area (ft2)	: 115920	49680		
Installed watts/ft2	: 1.5	1.4		
(times) Percent function area :				
Total installed watts	: 173880	69552		
Daylighting analysis	: No	No		
Lighting system type	: FLUOR	FLUOR		
Percent light heat to space	: 80	80		
'A' Classification	: .65	.65		
'B' Classification	: C	C		
Diversity factors - occupied	: 100	100		
Diversity factors - unoccupied	20	20		
Monthly diversity table number	: 1	1		

PEOPLE DATA FOR ZONE 7 - OFFICE TOWER

Number of people in zone : 194

Sensible load per person : 230 BTUH per person

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Latent load per person : 190 BTUH per person

Diversity factor - occupied : 100

Diversity factor - unoccupied : 10

Monthly diversity table number : 1

ELECTRIC EQUIPMENT DATA FOR ZONE 7 - OFFICE TOWER

	Type 1	Type 2
Electric equipment name	: MISC	NA
Installed watts/ft2	: 0.5	
(times) Percent of zone area	: 70	
Hooded	: No	No
Diversity factors - occupied	: 100	
Diversity factors - unoccupied	: 10	
Monthly diversity table number	: 1	

ROOF DATA FOR ZONE 7 - OFFICE TOWER

	Roof 1	Roof 2
Name	: ROOF	NA
Area (ft2)	: 7080	
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.117	
Roof construction code	: 12	
Color correction	: Light	
Suspended ceiling plenum	:Yes	

WINDOW DATA FOR ZONE 7 - OFFICE TOWER

	Window 1	Window 2	Window 3	Window 4
Name	: solartag20	solartag20	NA	NA
Window orientation	: North	South		
Fenestration area (ft2)	: 25960	24544		
Shading coefficient	: .32	.32		
U-Factor (BTUH/ft2-deg F)	: 0.90	0.90		
Space mass code	: Light	Light		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Crack length (lin ft) : 4919 4182

Leakage coefficient : 1 1

Inputs Required for Shading

Window shading model number : 0 0

Percent window area :

INFILTRATION DATA FOR ZONE 7 - OFFICE TOWER

Occupied air change rate : .2 air changes per hour

Unoccupied air change rate : .5 air changes per hour

OPERATING USE PROFILE (DIVERSITY) DATA

		Occupied Period	Unoccupied Period	Month Sched Table # (1-4)
People	- Avg % of full occupancy :	100	10	1
Lights				
WORKING	- Avg % of installed capacity :	100	20	1
CIRCULAT	- Avg % of installed capacity :	100	20	1
NA	- Avg % of installed capacity :			
NA	- Avg % of installed capacity :			
Electric Equipment				
MISC	- Avg % of installed capacity :	100	10	1
NA	- Avg % of installed capacity :			
Miscellaneous Sensible Loads				
NA	- Avg % of installed capacity :			
NA	- Avg % of installed capacity :			

MONTHLY DIVERSITY FACTORS

	Mon Sch 1	Mon Sch 2	Mon Sch 3	Mon Sch 4
January :	100			
February :	100			
March :	100			

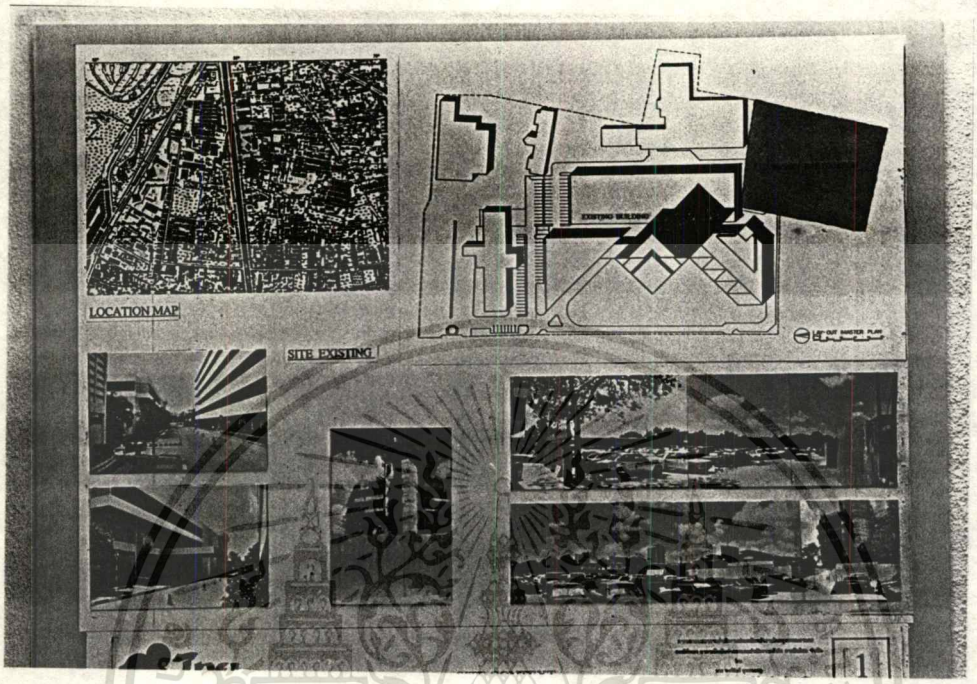
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

April	:	100
May	:	100
June	:	100
July	:	100
August	:	100
September	:	100
October	:	100
November	:	100
December	:	100

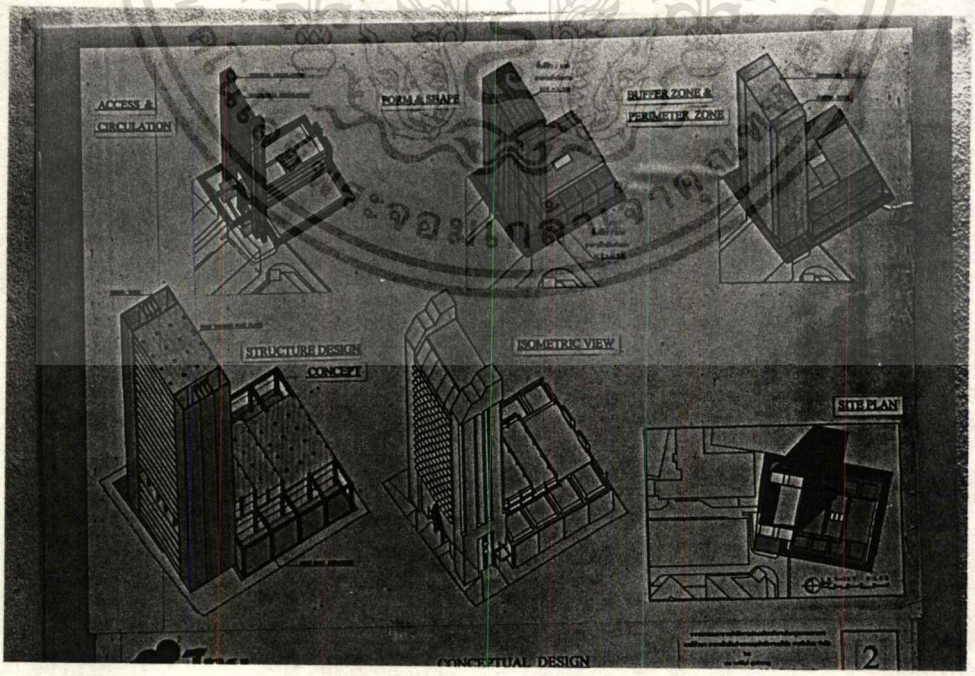
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

รูปถ่ายผลงานการออกแบบ.

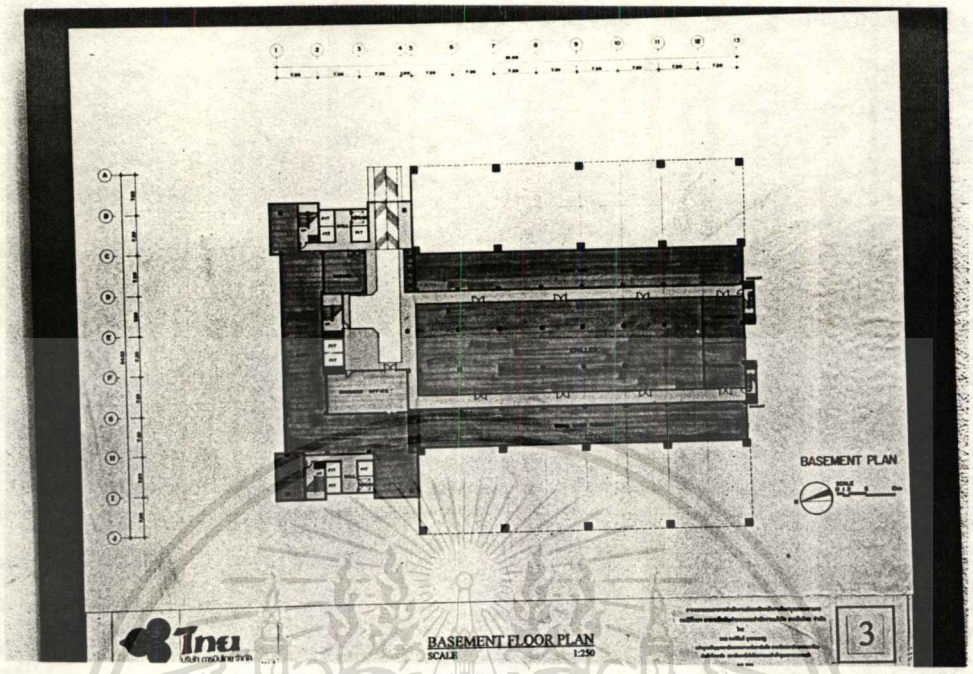


รูปที่ 1. Site Context

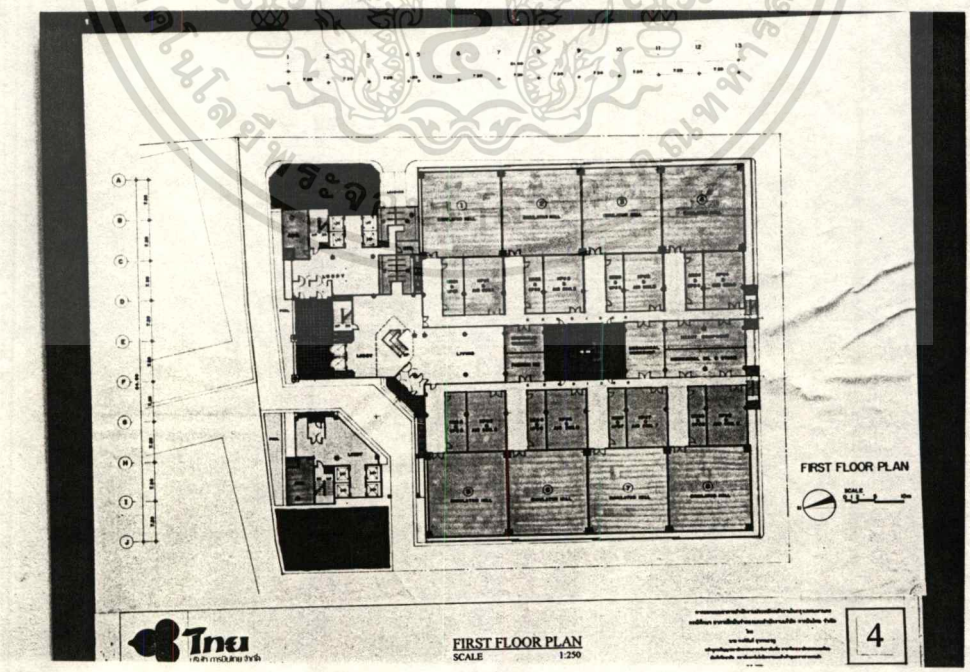


รูปที่ 2 Conceptual Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

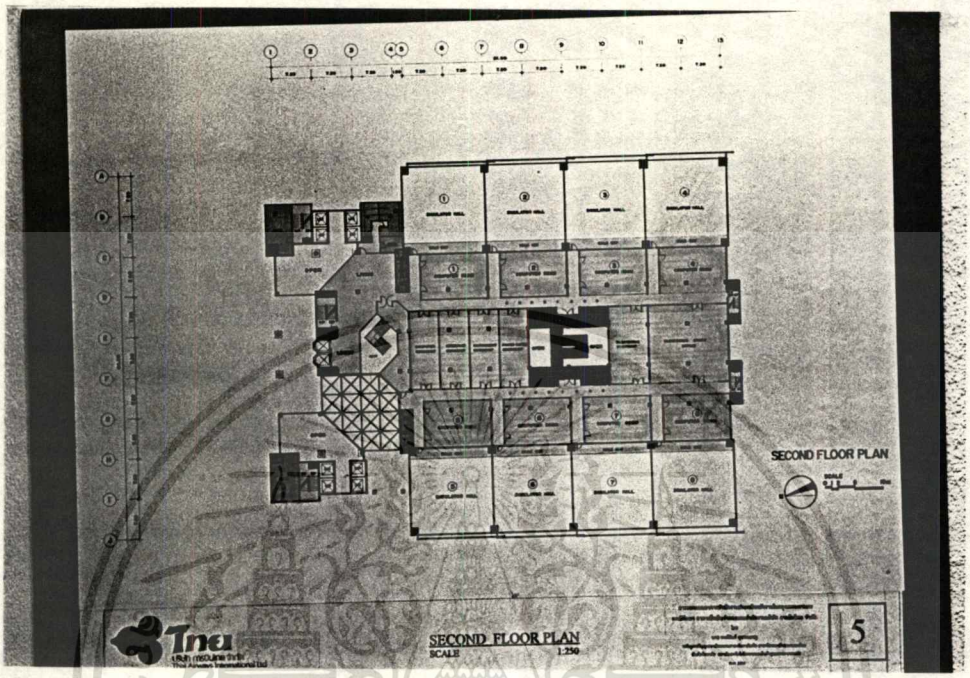


รูปที่ 3 Basement Floor Plan

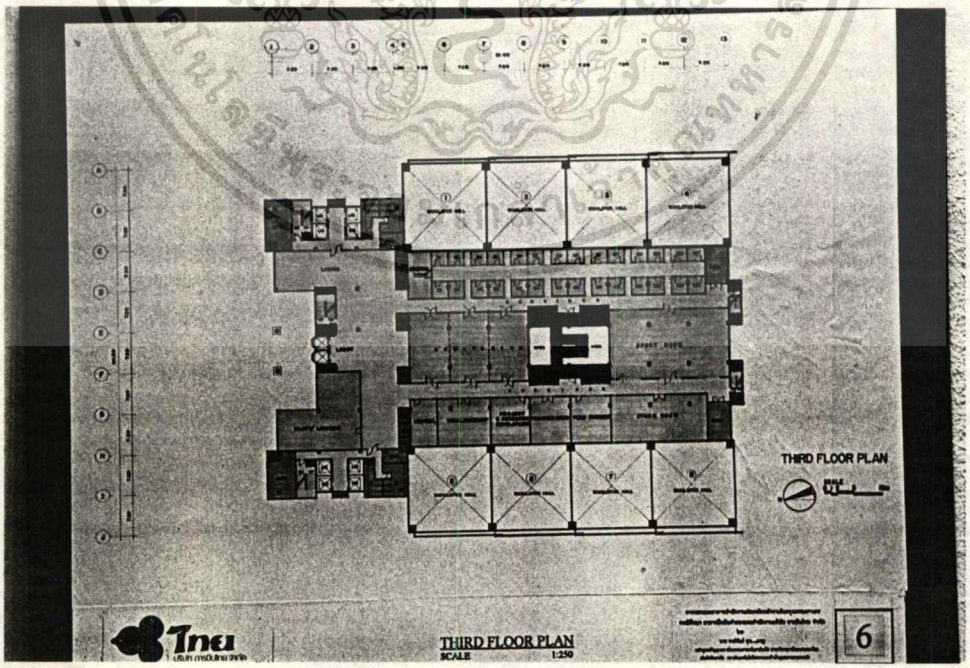


รูปที่ 4. First Floor PLan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

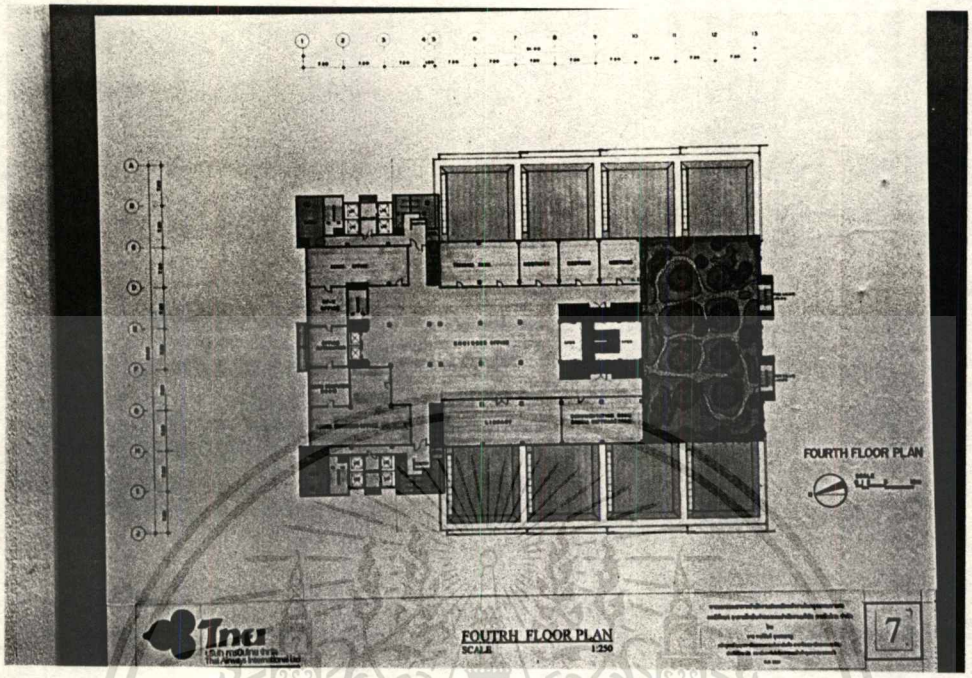


รูปที่ 5. Second Floor Plan

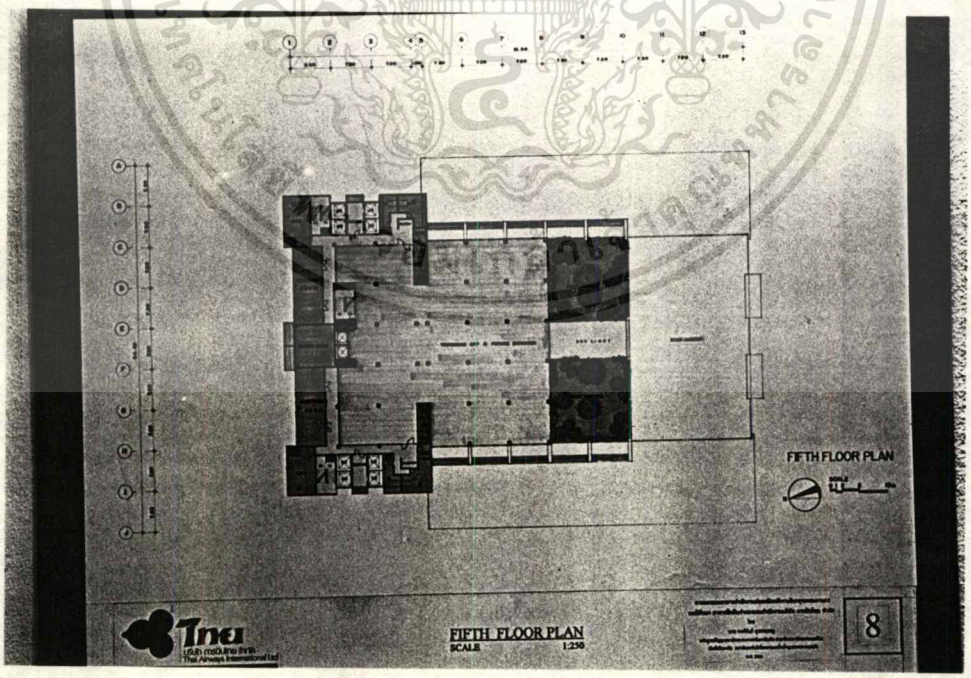


รูปที่ 6. Third Floor Plan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

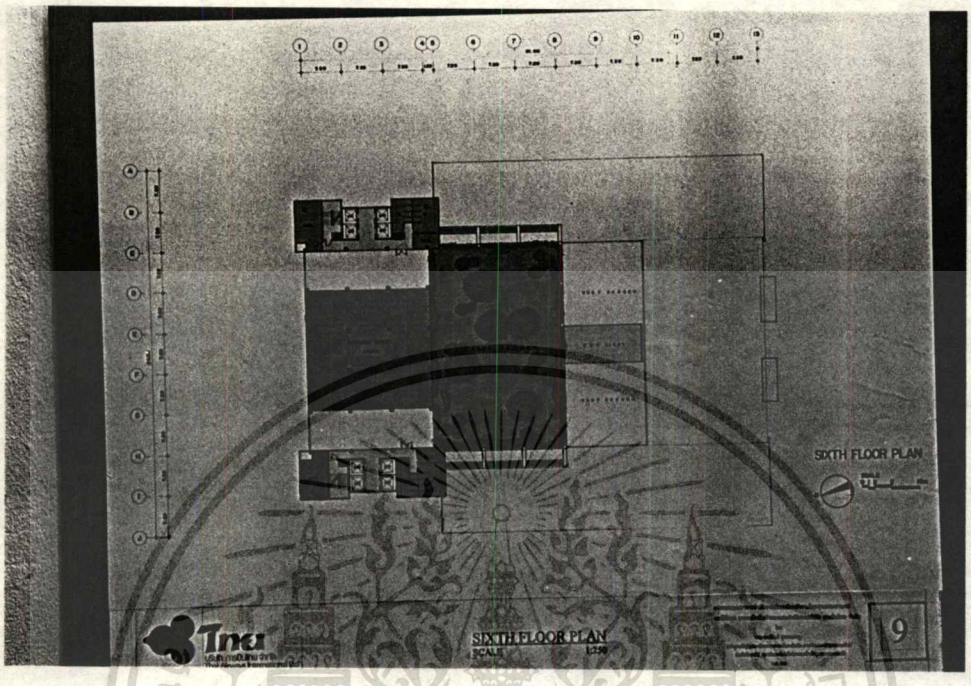


รูปที่ 7. Fourth Floor Plan

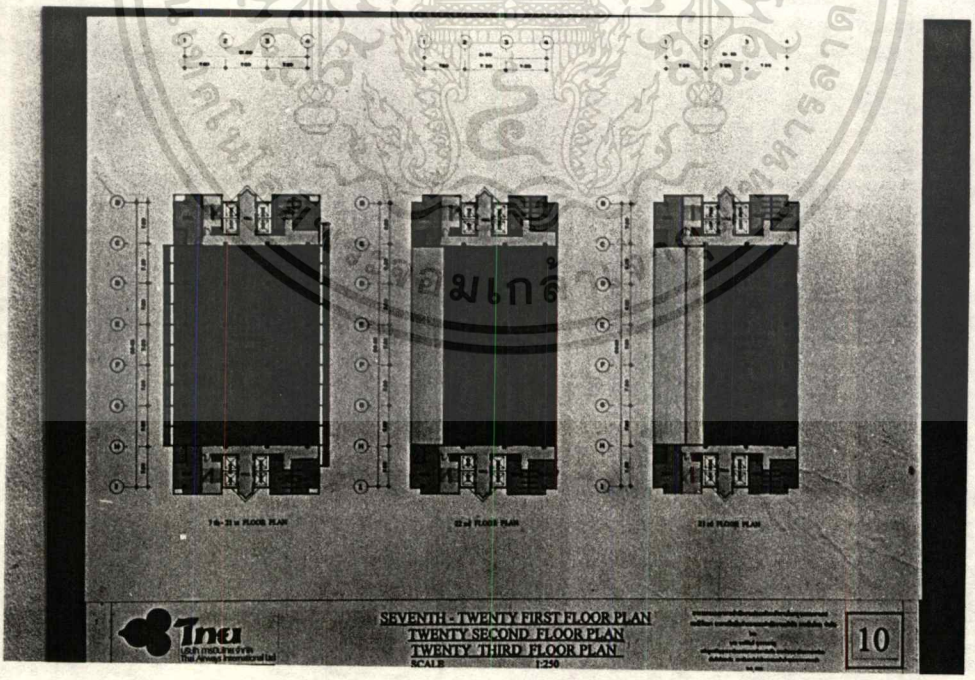


รูปที่ 8. Fifth Floor Plan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9. Sixth Floor Plan

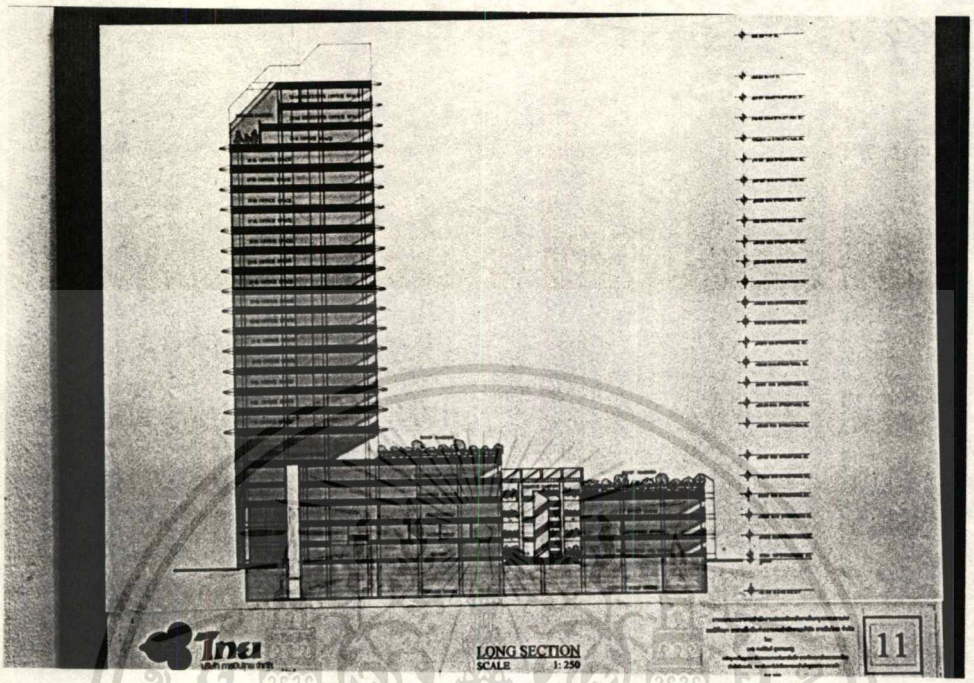


รูปที่ 10. Seventh-Twenty First Floor Plan

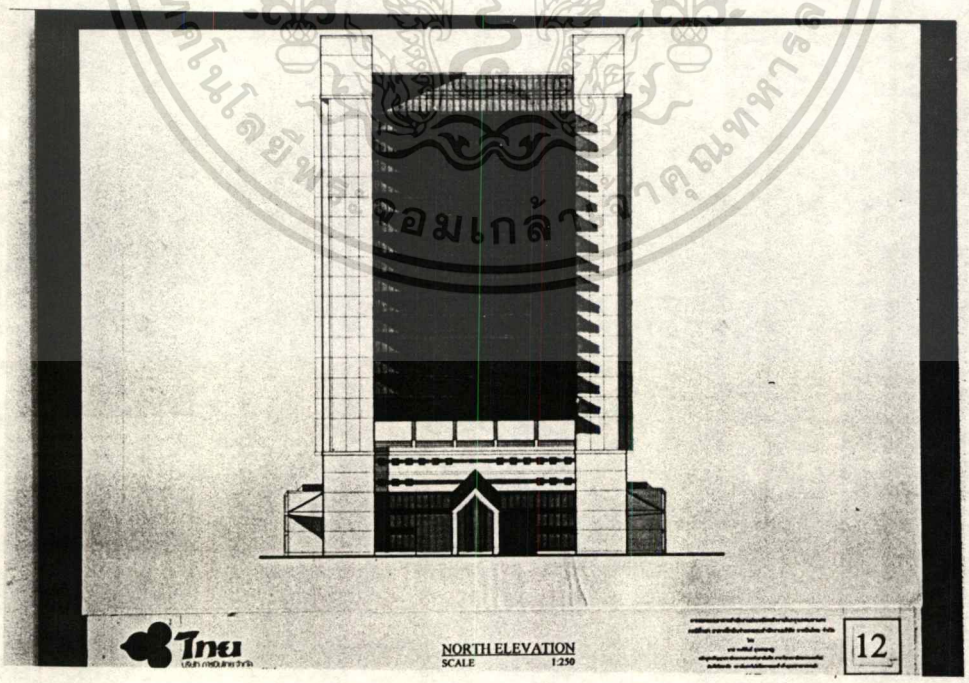
Twenty Second Floor Plan

Twenty Third Floor Plan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

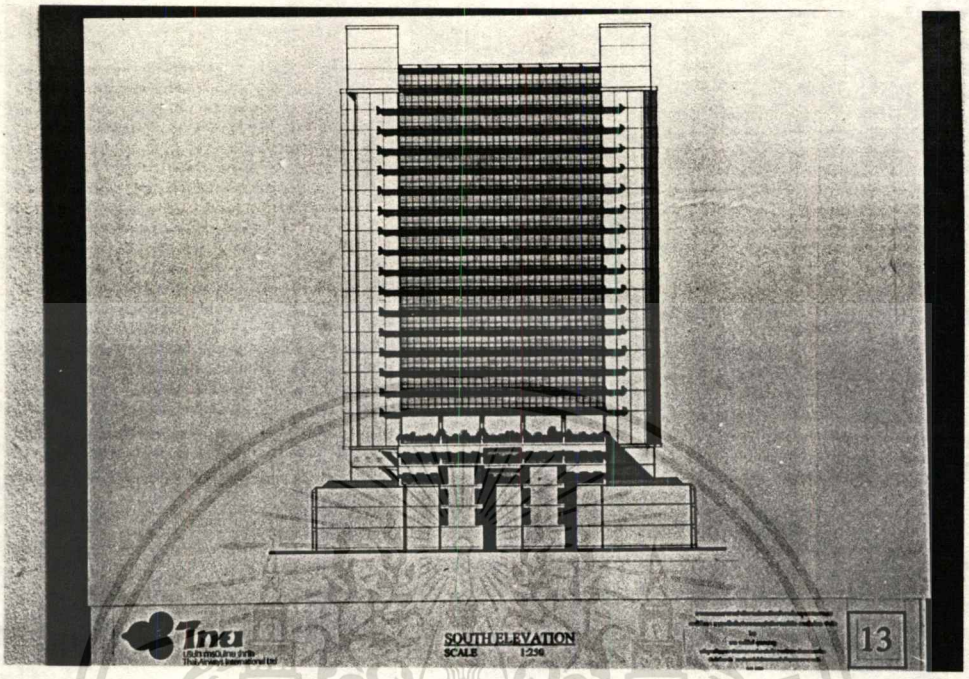


รูปที่ 11. Long Section

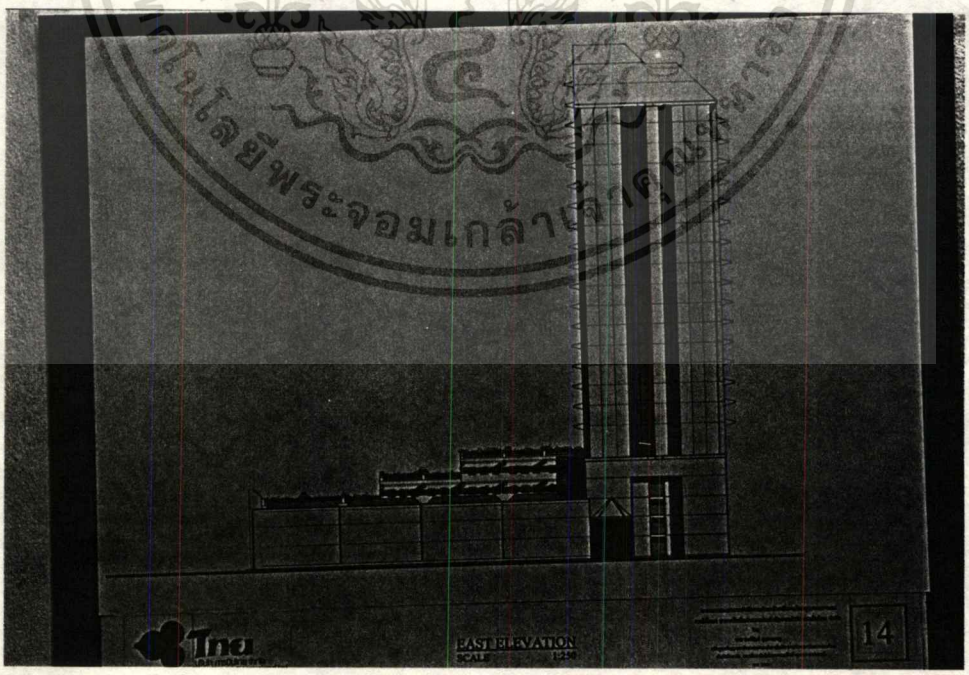


รูปที่ 12. North Elevation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

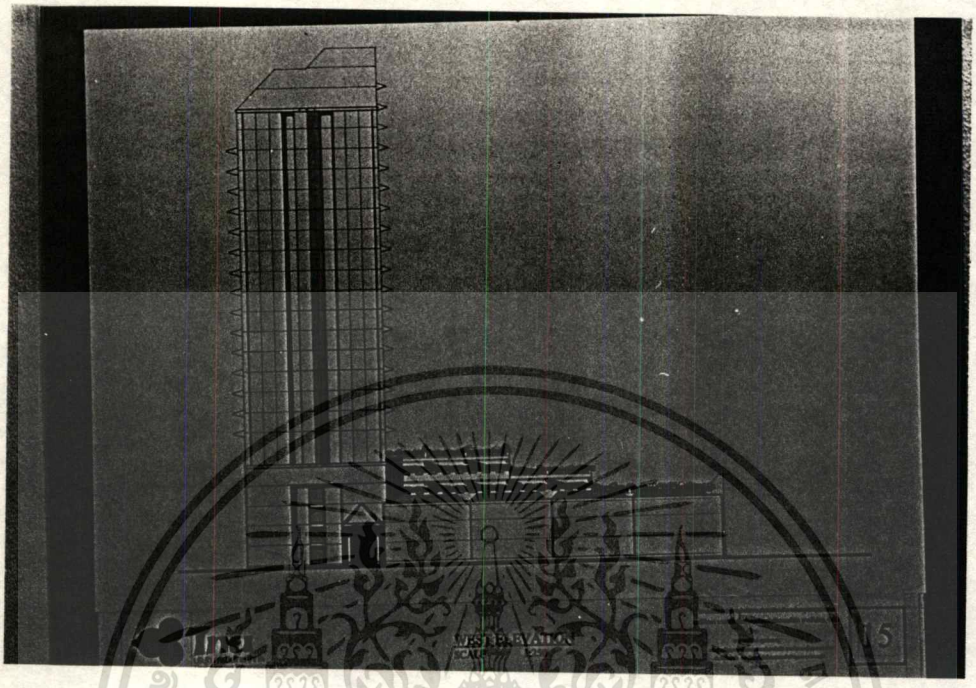


รูปที่ 13. South Elevation

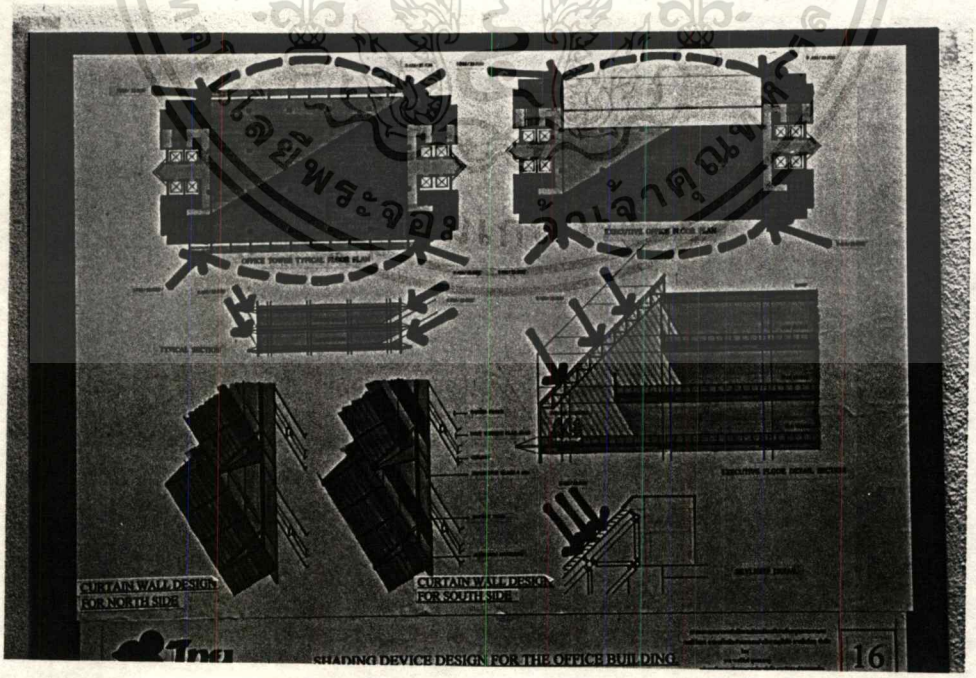


รูปที่ 14. East Elevation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

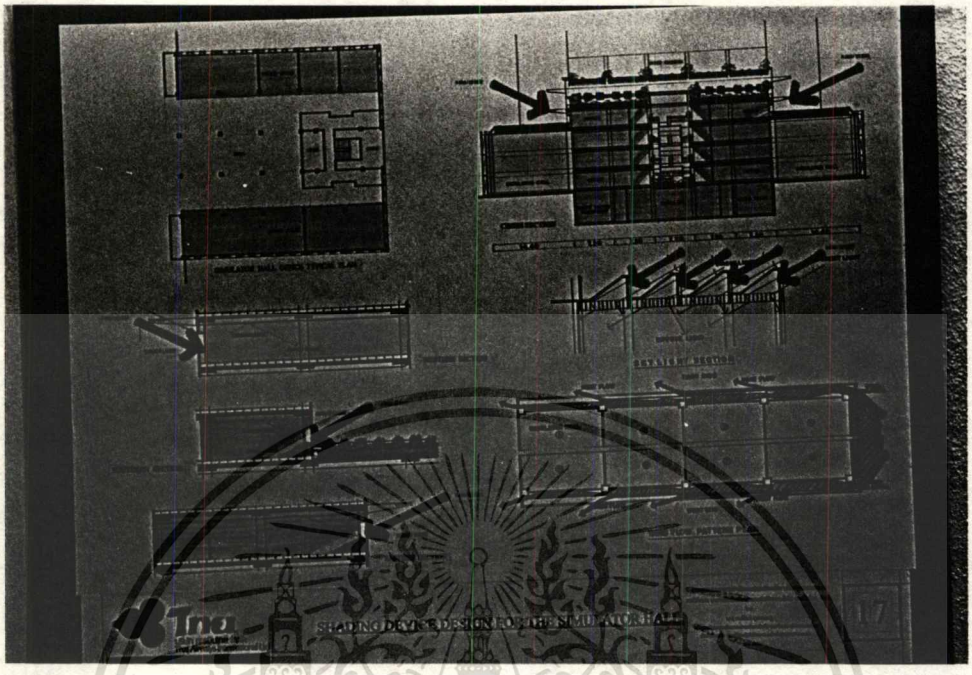


รูปที่ 15. West Elevation



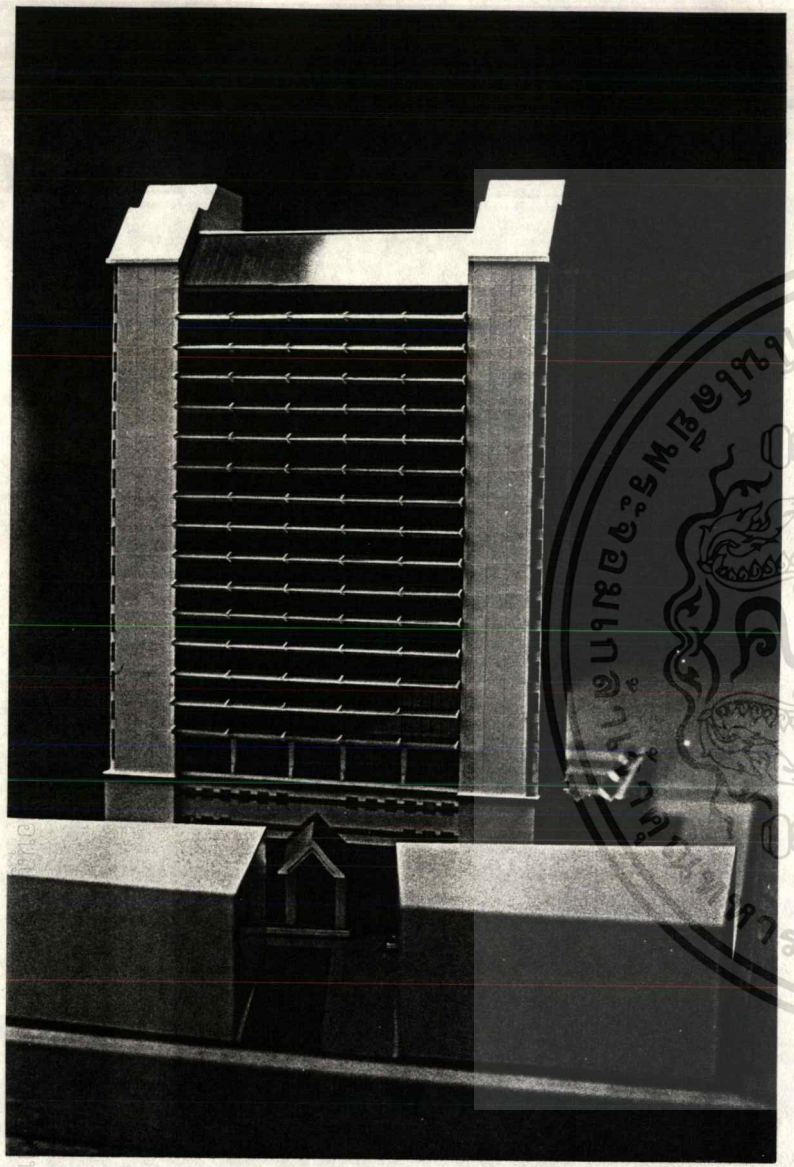
รูปที่ 16. Shading Device Design for The Office Building

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

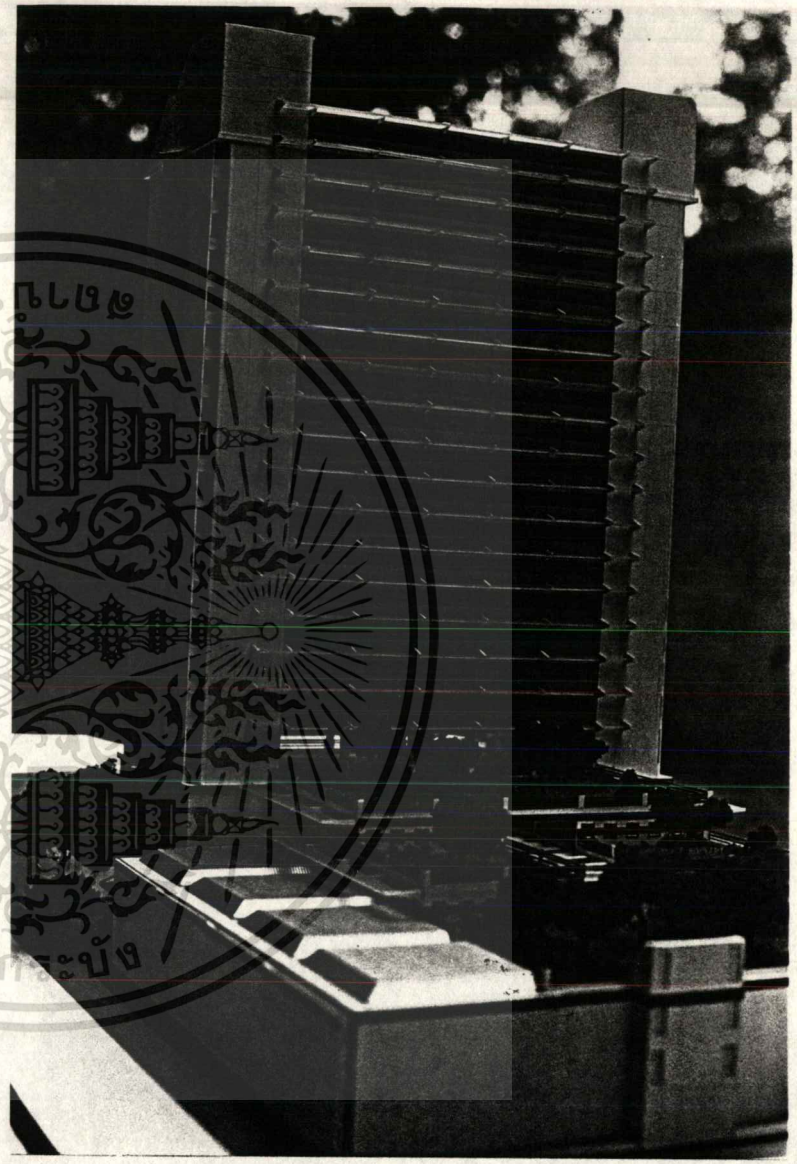


รูปที่ 17. Shading Device Design for The Simulator Hall

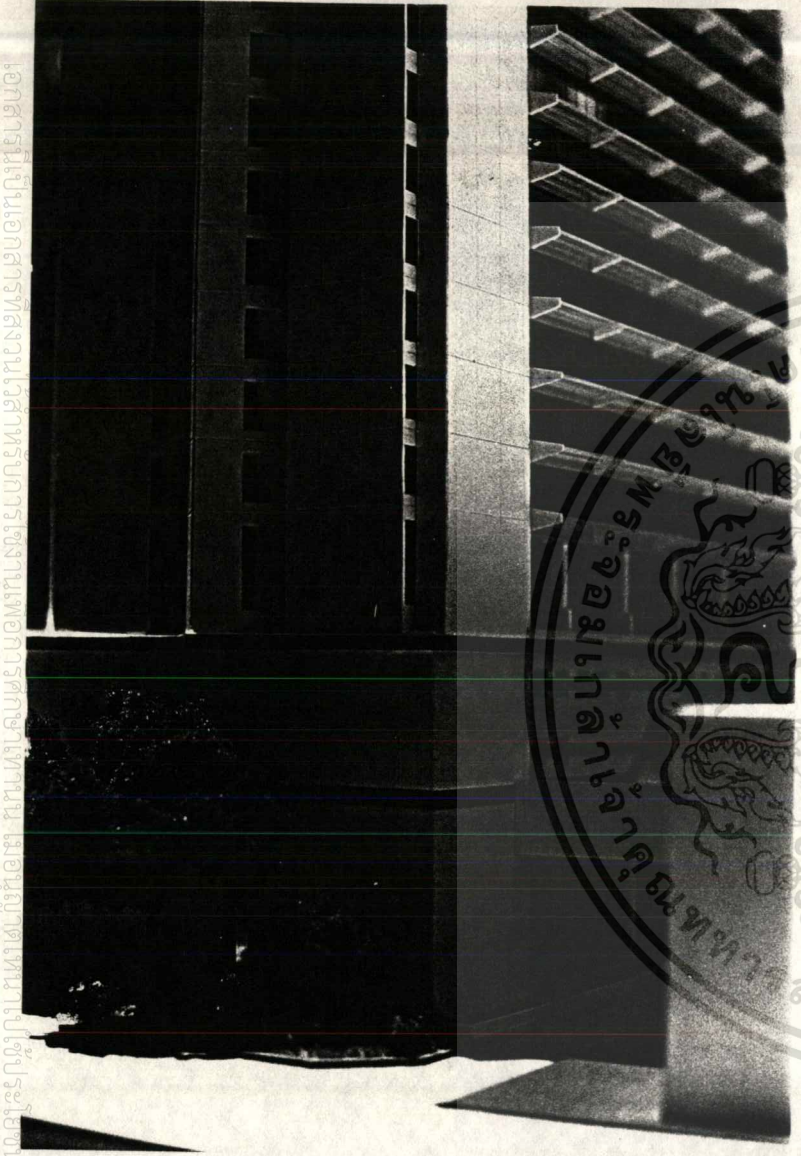
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18. หุ่นจำลอง อาคารทางทิศเหนือ

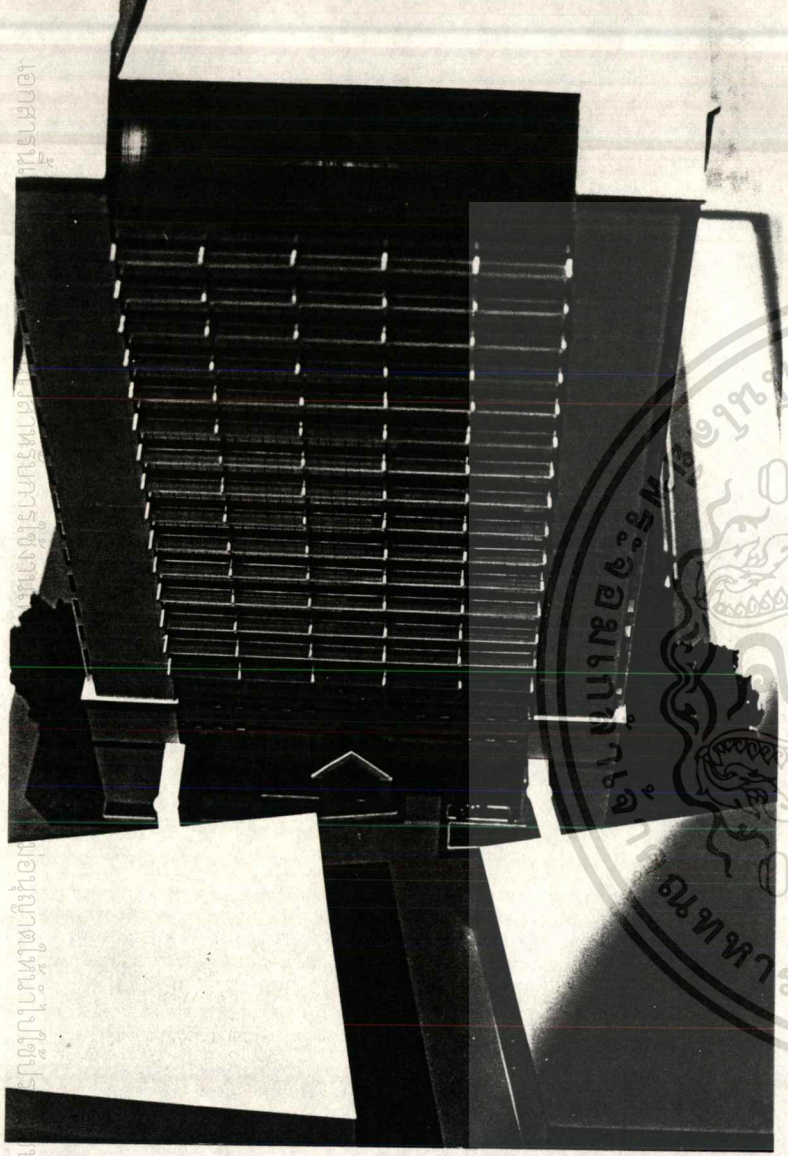


รูปที่ 19. หุ่นจำลองอาคารทางทิศ ใต้

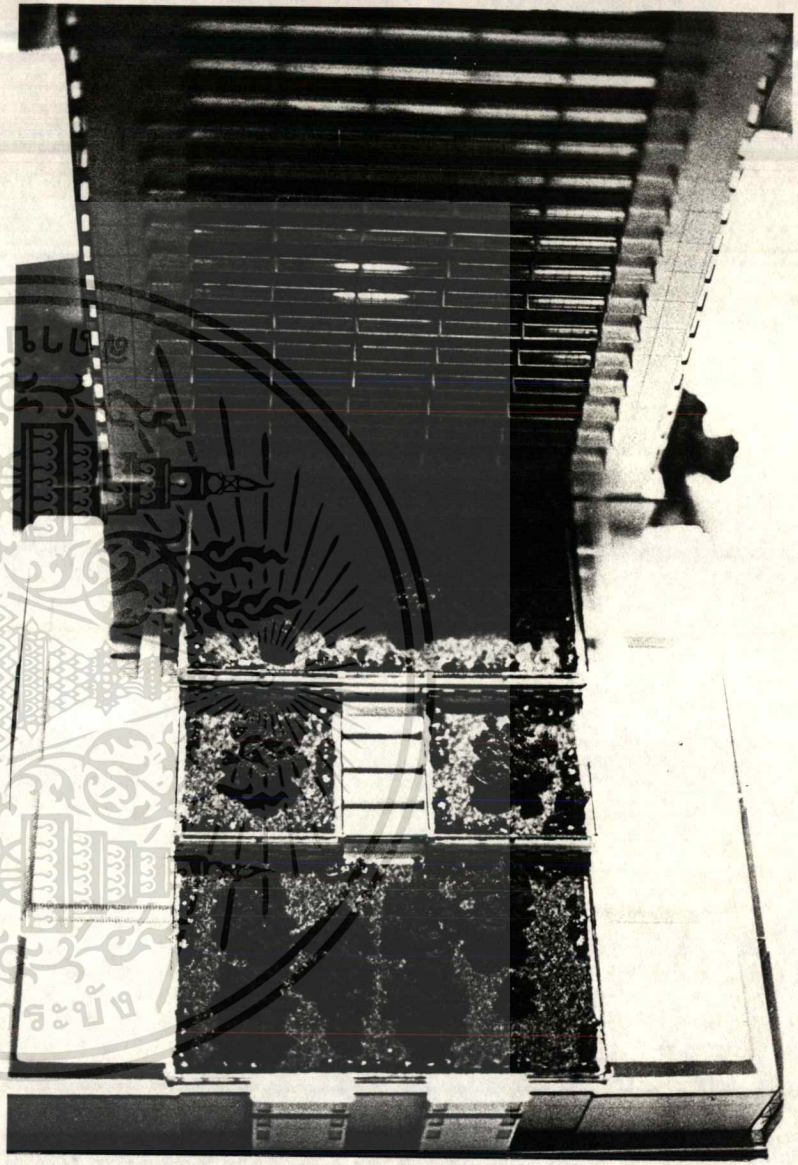


รูปที่ 20 หุ่นจำลองบริเวณทางเข้าอาคารทางทิศตะวันออก

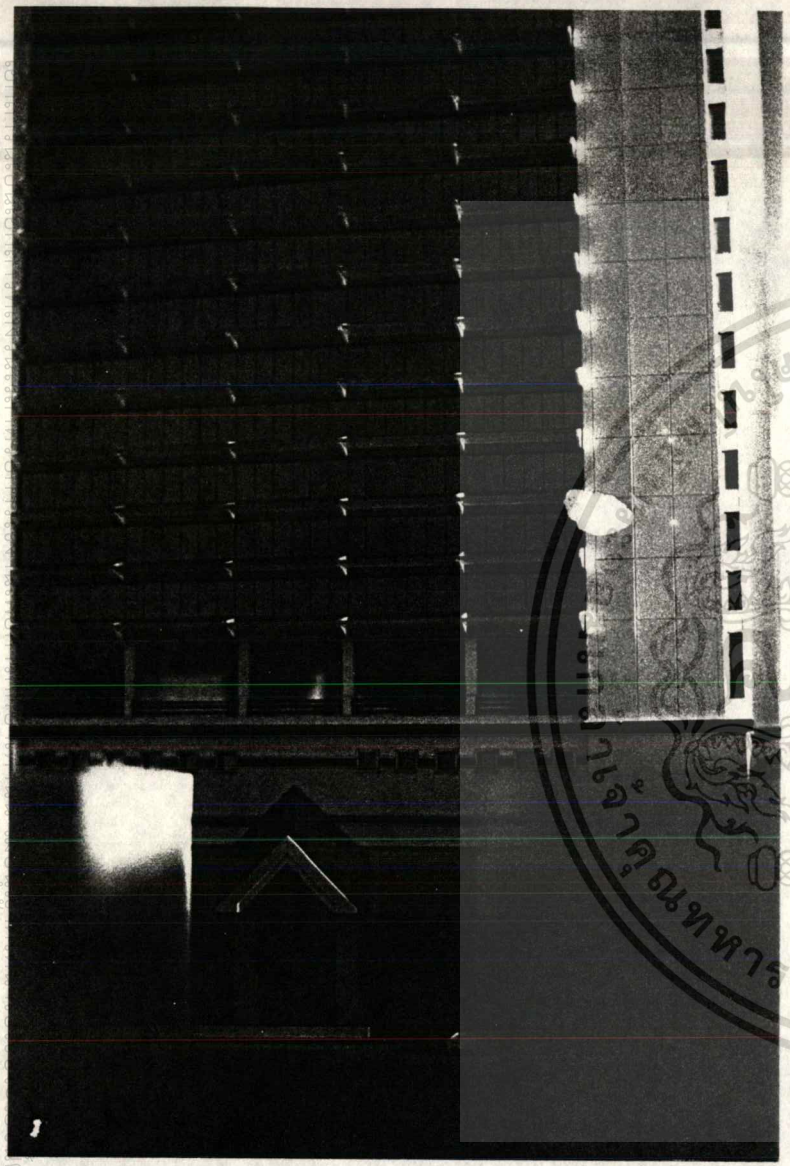
รูปที่ 21. หุ่นจำลองบริเวณทางเข้าอาคารทางทิศตะวันตก



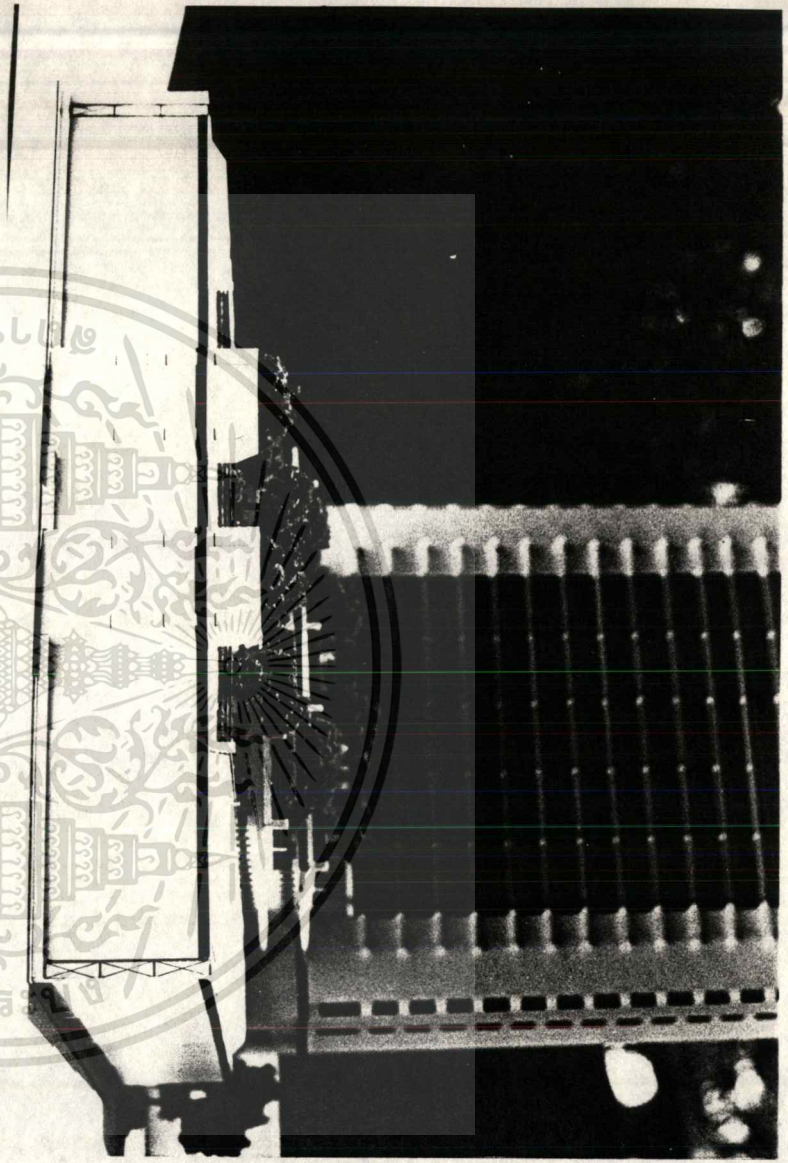
รูปที่ 22 หุ่นจำลองแสดงทางเข้าและการเชื่อมต่ออาคารใหม่และเก่า



รูปที่23 หุ่นจำลองบริเวณสวนดาดฟ้าอาคารสำนักงานฝึกบินจำลอง



รูปที่ 24. หุ่นจำลองแสดงบริเวณทางเข้าโครงการ



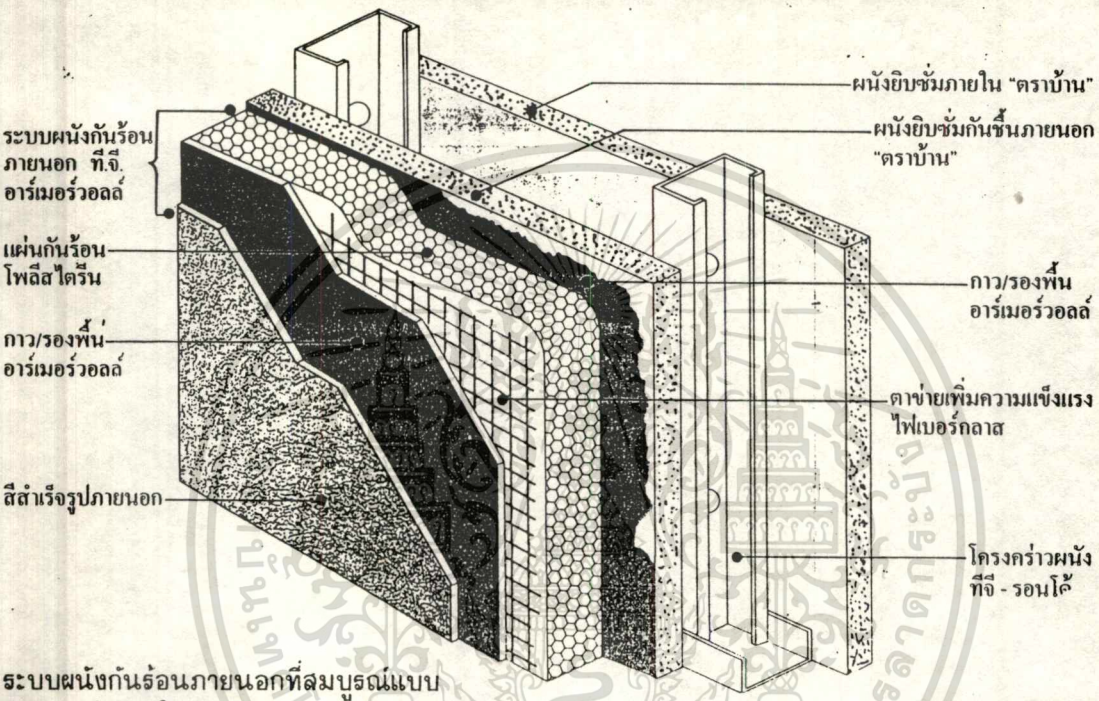
รูปที่ 25. หุ่นจำลองแสดงการออกแบบผนัง2ชั้นดักลมที่ผนังอาคาร

ภาคผนวก ง.

รายละเอียดวัสดุผนัง TG Armour Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที.จี.อาร์เมอร์วอลล์
ระบบผนังกันร้อนภายนอก



ระบบผนังกันร้อนภายนอกที่สมบูรณ์แบบนิยมแพร่หลายในอเมริกา

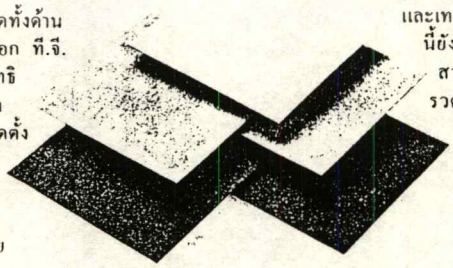
ที.จี.อาร์เมอร์วอลล์ คือเทคโนโลยีเพื่อสถาปัตยกรรมยุคใหม่ของระบบผนังกันร้อนภายนอก ซึ่งเป็นที่นิยมมากว่าหลายสิบปี ในยุโรปและอเมริกาจนก่อตั้งเป็นสมาคมผู้ผลิตระบบผนังกันร้อนภายนอก (Exterior Insulation Manufacturers Association) โดยมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมากกว่า 25% ต่อปี ที.จี.อาร์เมอร์วอลล์ ประกอบด้วยแผ่นกันร้อนโพลีสไตรีน ตาข่ายเพิ่มความแข็งแรงไฟเบอร์กลาส และสีสำเร็จรูปอครีลิคเรซิน ซึ่งสามารถเลือกได้ 21 สี และสร้างสรรค์เทกซ์เจอร์ได้ตามความพอใจ

เทคโนโลยีที่ให้ความประหยัดสุดยอด

งานสถาปัตยกรรมยุคใหม่ เป็นยุคที่ต้องประหยัดทั้งด้านเศรษฐกิจและพลังงาน ระบบผนังกันร้อนภายนอก ที.จี. อาร์เมอร์วอลล์ ช่วยแก้ปัญหานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะมีน้ำหนักเบา จึงช่วยประหยัดฐานราก ประหยัดทั้งเวลาการก่อสร้าง เพราะติดตั้งสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งการกันความร้อนจากภายนอกที่มีประสิทธิภาพสูง จึงสามารถลดค่าใช้จ่ายขนาดเครื่องปรับอากาศและประหยัดค่าไฟฟ้าได้อย่างคุ้มค่า ตลอดจนการบำรุงรักษาง่าย

แข็งแรง สวยงาม ทันสมัย อิสระในการออกแบบทั้งอาคารใหม่และการเปลี่ยนโฉมอาคารเก่า

ที.จี.อาร์เมอร์วอลล์ สามารถติดตั้งได้ทั้งบ้านพักอาศัย อาคารสำนักงาน ศูนย์การค้าหรืออาคารสูงทั่วไป ให้ความอิสระในการออกแบบได้ทุกสไตล์ แข็งแรงไม่แตกร้าว เพราะมีส่วนประกอบพื้นฐานซินเทติค 100% สวยทันสมัย มีสีและเทกซ์เจอร์ให้เลือกมากมาย นอกจากนี้ยังช่วยเนรมิตโฉมอาคารเก่า ให้แลดูสวยงามทันสมัย ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ไม่กระทบกระเทือนฐานรากหรือโครงสร้างเดิมอีกด้วย



ที.จี.อาร์เมอร์วอลล์
เทคโนโลยี.....เพื่อสถาปัตยกรรมยุคใหม่

ขอทราบรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

T.G. Armour Wall Co.,Ltd.
บริษัท ที.จี. อาร์เมอร์วอลล์ จำกัด 539/2 ถนนศรีอยุธยา พญาไท กทม. 10400 โทร 245-2177 แฟกซ์ 246-7631

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T.G. Armour Wall Co.,Ltd.
บริษัท ที.จี. อาร์เมอร์วอลล์ จำกัด

T.G. ARMOUR WALL : ระบบผนังกันร้อนภายนอก

ส่วนประกอบ

1. แผ่นกันร้อน POLYSTYRENE FOAM ความหนาแน่น 1 ปอนด์/ลบ.ฟ. เป็นวัสดุฉนวนกันร้อน มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ
2. FIBERGLASS MESH เป็นตาข่ายเสริมความแข็งแกร่งเพื่อป้องกันการแตกร้าวของผนัง
3. ADHESIVE BASE COAT ทำหน้าที่เป็นตัวยึดส่วนประกอบต่างๆ ในระบบ เกิดจากการผสมสารรองพื้นกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก
4. FINISH COAT เป็นสีสำเร็จรูป เกิดจากการสังเคราะห์สารพลาสเตอร์ (ACRYLICPOLYMER บริสุทธิ์ผสมกับทราย) มีให้เลือกถึง 21 สี

ขอบข่ายการใช้งาน

1. ใช้ประกอบกับระบบผนังทุกชนิด เช่น ผนังยิบซั่ม โครงคร่าวทีจี-รอนโด้ (ตามโบรชัวร์ที่แสดง), ผนังก่ออิฐที่ฉาบปูนแล้วหรือยังไม่ฉาบปูน เป็นต้น
2. ใช้ประกอบเป็นแผง ตกแต่งหน้าอาคาร, ร้านค้าใหม่ โดยมีส่วนประกอบเพิ่มเติม คือตัวโครงสร้างเหล็กเพื่อยึดติดกับโครงสร้างอาคารเดิม (ตัวโครงสร้างเหล็ก อาจใช้ ROLLBEAM ของ GENERAL ROLL FORM แทนได้ ขึ้นกับลักษณะงาน)
3. ใช้ทั้งระบบ ยกเว้น FINISH COAT โดยให้เจ้าของงานไปหาสีเอง
4. ใช้เฉพาะ FINISH COAT กับผนังอาคารเดิมที่ฉาบเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T.G. Armour Wall Co.,Ltd.
บริษัท ที.จี. อาร์เมอร์วอลล์ จำกัด

ความโดดเด่นที่เหนือกว่าของ *T.G.ARMOUR WALL*

1. ประหยัดพลังงาน เนื่องเพราะคุณสมบัติของ POLYSTYRENE FOAM ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำกว่าวัสดุผนังชนิดอื่น ดังตาราง

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ของการนำความร้อนของวัสดุชนิดต่างๆ	
วัสดุ	ค่า k = วัตต์/เมตร °ซ
POLYSTYRENE FOAM	0.031
ฉนวนใยแก้ว	0.035
ไม้อัด	0.123
แผ่นยิบซั่ม	0.191
กระเบื้องแผ่นเรียบ	0.288

ที่มา : คู่มือวิชาการของสถาบันวิศวกรรมความร้อน ความเย็น และระบบปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (ASHRAE HANDBOOK)

ทำให้สามารถประหยัดค่าขนาดเครื่องปรับอากาศ ในแง่การติดตั้งใหม่กว่า 40% และยังประหยัดค่าไฟฟ้าในแง่ของการที่มีเครื่องปรับอากาศอยู่แล้ว โดยที่หากใช้ระบบผนังกันร้อนภายนอก T.G. ARMOUR WALL ในห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศจะช่วยให้เครื่องปรับอากาศไม่ต้องทำงานหนัก (จำนวนชั่วโมงที่คอมเพรสเซอร์ทำงานจะน้อยกว่า) โดยที่การประหยัดค่าไฟฟ้านี้จะมีค่าไม่น้อยกว่า 40% อีกเช่นกัน

กล่าวโดยสรุป T.G.ARMOUR WALL ทำให้ที่อยู่อาศัยเย็นขึ้นและประหยัดค่าใช้จ่ายในแง่ของระบบปรับอากาศอีกด้วย

2. น้ำหนักเบา โดยมีน้ำหนักเพียง 30 กก.ต่อตร.ม.เท่านั้น ทำให้ช่วยประหยัดค่าก่อสร้างของฐานเสา คลอดจนระบบฐานรากของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T.G. Armour Wall Co.,Ltd.
บริษัท ที.จี. อาร์เมอร์วอลล์ จำกัด

นอกจากนี้ ความที่มีน้ำหนักเบาของระบบยังมีประโยชน์ในแง่ของการนำ T.G.ARMOUR WALL ไปใช้ในการต่อเติมส่วนของอาคารต่างๆ เช่น ตกแต่งแผงหน้าอาคารร้านค้า เป็นต้น โดยการนี้จะไม่กระทบกระเทือนต่อส่วนโครงสร้างเดิมของอาคาร

3. ออกแบบตกแต่งได้หลากหลาย ตามสไตล์และจินตนาการ เนื่องจากความสะดวกในการจัดรูปแบบของ POLYSTYRENE FOAM และยังสวยงามในความแปลกใหม่ หรูหราของสีสำเร็จรูปอคริลิคเรซิน ซึ่งสามารถเลือกได้ 21 สี และสร้างสรรค์เทกซ์เจอร์ได้ตามความพอใจ

4. ก่อสร้างได้รวดเร็ว โดยมีขั้นตอนในการติดตั้งที่รวดเร็วและใช้ระยะเวลาน้อยกว่าระบบผนังทั่วๆ ไปกว่าเท่าตัวทำให้ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการที่ระยะเวลาในการก่อสร้างต้องล่าช้าออกไป

5. ทนทาน แข็งแรง ไม่แตกร้าว จากตาข่ายเพิ่มความแข็งแกร่ง FIBERGLASS MESH ประกอบกับคุณลักษณะที่โดดเด่นของ FINISH COAT จึงทำให้ไม่เกิดการแตกร้าว 100% นอกจากนี้ยังทนทานต่อทุกสภาพดินฟ้าอากาศซึ่งได้ผ่านการทดสอบความสามารถในการทนทานต่อการขัดสีและการป้องกันเชื้อราจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาพื้นผิวของผนัง

6. PREFABRICATION ระบบผนังกันร้อนภายนอก T.G.ARMOUR WALL สามารถที่จะประกอบติดตั้งเป็นผนังสำเร็จรูปก่อนได้โดยสะดวกรวดเร็วเพื่อใช้สำหรับลักษณะงาน PANELIZATION ในทุกส่วนของตัวอาคาร

7. ทีมงานติดตั้งมืออาชีพ ซึ่งได้รับการฝึกฝน เรียนรู้ ในการติดตั้งอย่างถูกลักษณะทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงและยังใช้เวลาในการติดตั้งอย่างรวดเร็ว

T.G. Armour Wall Co.,Ltd.
บริษัท ที.จี. อาร์เมอร์วอลล์ จำกัด

ประมาณการราคาขาย

ที.จี.อาร์เมอร์วอลล์
ระบบผนังกันร้อนภายนอกและสีสำเร็จรูป

	ค่าวัสดุ (บาท/ตร.ม.)	ค่าติดตั้ง (บาท/ตร.ม.)	รวม
1. งานโครงคร่าวเหล็กเคลือบสังกะสี			
1.TG.Rondo 76x33x0.55 mm. @0.60 m.	110	45	155
2.TG.Rondo 92x33x0.70 mm. @0.60 m.	155	50	205
3.Expanded Stud 92x1.00thk.@0.60 m.	160	55	215
4.Expanded Stud 92x1.00thk.@0.40 m.	240	65	305
5.Roll Beam 76x33x1.00thk. @0.60 m.	260	60	320
6.Roll Beam 76x33x1.00thk. @0.40 m.	350	70	420
2.งานกรุแผ่นยิบซั่ม			
2.1 แผ่นยิบซั่มภายใน ชนิดธรรมดา หนา 12 มม. พร้อมฉาบรอยต่อเรียบ	75	30	105
2.2 แผ่นยิบซั่มกันชื้นภายนอก หนา 12 มม.	105	15	120
	รวม		225
3.งานผนังภายนอก TGAW			
3.1 Polystyrene Foam (Density 1 Lb./Cu.ft.) 1" thk. + Base Coat + Fiberglass Mesh (Blue) + Finish Coat	580	100	680

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T.G. Armour Wall Co.,Ltd.
บริษัท ที.จี. อาร์เมอร์วอลล์ จำกัด

4. ส่วนที่เป็นสันและ/หรือขอบประตูหน้าต่าง

ตาข่ายไฟเบอร์กลาสมาตรฐานสีฟ้า	เมตรละ	70.- บาท
ตาข่ายไฟเบอร์กลาสพิเศษสีขาว	เมตรละ	90.- บาท

5. ราคาขายเฉพาะวัสดุ

Adhesive Base Coat 30 Kgs./Pail		
-Area Coverage 9 Sq.m./Pail	1,200	Bht./ Pail
Finish Coat 30 Kgs./Pail		
-Area Coverage 12 Sq.m./Pail	1,320	Bht./ Pail
Fiberglass Mesh 50 Sq.m./Roll	5,000	Bht./ Roll
Polystyrene Foam Density 1 Lb./Cu.ft.		
2′ x 4′ x 1"	40	Bht./ Piece

หมายเหตุ 1. งานในรายการที่ 1 ซึ่งมีรายการย่อย 6 รายการ งานติดตั้งจริงใช้เพียง 1 รายการ ขึ้นกับความต้องการ การรับแรงทางด้านข้างของผนัง

2. ราคานี้เป็นราคาประมาณการเท่านั้น ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นกับลักษณะของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายพงศ์สันต์ สุวรรณะชฎ
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2507
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีที่สำเร็จการศึกษา	พ.ศ. 2530
รางวัลหรือทุนที่เคยได้รับ	Swiss Section Award จากการประกวด ผลงานนักศึกษาสถาปัตยกรรมนานาชาติ ครั้งที่ 17ของ UNESCO ณ ประเทศ คานาดา
ประสพการณ์การทำงาน	สถาปนิก บริษัท ดีนดีไซน์ จำกัด พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2532
	สถาปนิก บริษัท ดีไซน์ 83 จำกัด พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2535
อาชีพปัจจุบัน	สถาปนิก และ ผู้จัดการโครงการ บริษัท อาร์ชิแปลน(ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้