

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การนำเสนอ รูปแบบ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"

เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ และ แสงสว่าง

ให้แก่ผู้ใช้อาคาร

กรณีศึกษา : เขต กทม.

A MODEL OF SHOPHOUSE

FOR THERMAL COMFORT AND LIGHTING COMFORT

CASE STUDY : BANGKOK METROPOLIS

หนังสืออ้างอิง
ห้ามนำออกนอกห้องสมุด

✓ นายชนินทร์ กิพโยภาส
MR. CHANIN THIPYOPHAS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2537

ISBN 974-621-163-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในห้องสมุดเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....21397
วัน เดือน ปี 1 ๑ ก.ย. 2537

A MODEL OF SHOPHOUSE
FOR THERMAL COMFORT AND LIGHTING 'COMFORT'
CASE STUDY : BANGKOK METROPOLIS



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 974-621-163-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การนำเสนอรูปแบบ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"

เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ และแสงสว่าง ให้แก่ผู้ใช้อาคาร

กรณีศึกษา : เขต กทม.

นักศึกษา

นายชนินทร์ ทินโยภาส

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ. ปรีชญา รังสิรักษ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

อาจารย์ กุสภานา ภูษาอา

อาจารย์ ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

ระดับการศึกษา

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

ภาควิชา

สถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

พ.ศ.

2537

บทคัดย่อ

ตั้งแต่ประเทศไทยมีเครื่องปรับอากาศ และหลอดไฟฟ้า ซึ่งสามารถใช้แก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ และแสงสว่างภายในอาคารได้ ดูเหมือนว่าสถาปนิกไทยจะให้ความสำคัญในการออกแบบโดยพยายามใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ มาแก้ปัญหาดังกล่าวน้อยลงมาก แต่ในสถานการณ์ปัจจุบัน วัสดุที่นำมาผลิตผลงานไฟฟ้าเหลือน้อยลงทุกที พลังงานอื่น ๆ ก็ยังไม่คุ้มค่าในการลงทุน ดังนั้นการออกแบบโดยพยายามนำธรรมชาติมาก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นเรื่องที่จะถูกละเลยต่อไปอีกไม่ได้

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อนำเสนอรูปแบบ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยเน้นนำธรรมชาติ เข้ามาแก้ปัญหาความสบายทางอุณหภูมิ และแสงสว่างให้แก่ผู้ใช้อาคาร เมื่อทำการศึกษพบว่าตึกแถวส่วนมาก ในระยะเวลาที่ผ่านมา มีการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิและแสงสว่างภายในอาคารที่ยังไม่เหมาะสม

การศึกษาสภาพอากาศในเขต กทม. พบว่าช่วงเวลาส่วนมากมีอุณหภูมิอยู่ในขอบเขตของความสบายแล้ว ซึ่งสามารถแก้ปัญหาอุณหภูมิโดยใช้การออกแบบในขั้นพื้นฐาน (CONVENTIONAL DESIGN) อย่างไรก็ตามก็ดียังไม่สามารถจะทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายได้ตลอดทั้งปี ยังจำเป็นต้องมีการใช้ระบบกลไก (PASSIVE DESIGN) หรือระบบเครื่องกล (ACTIVE DESIGN) เข้ามาช่วยในช่วงเวลาที่อากาศธรรมชาติเกินขีดความสบายด้วย

การศึกษาสภาพแสงสว่างในเขต กทม. พบว่า มีศักยภาพพอเพียงที่จะนำเข้ามาใช้ในอาคารได้ แต่จำเป็นต้องมีการออกแบบเพื่อนำแสงสว่างเข้ามาใช้อย่างเหมาะสมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์พบว่าสามารถแก้ปัญหาในเรื่องความสบายทางอุณหภูมิได้ โดยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ด้วยการพิจารณารูปทรงของอาคาร, การเลือกใช้วัสดุในส่วนต่าง ๆ, อุปกรณ์บังแดด, ขนาดของช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ประกอบกับการออกแบบในชั้นพื้นฐาน (CONVENTIONAL DESIGN) อันได้แก่ การจัดวางทิศทางของอาคาร, การจัดพื้นที่ภายในอาคารในลักษณะครึ่งชั้น (SPLIT LEVEL) และเลือกใช้ระบบกลไก (PASSIVE DESIGN) ที่เหมาะสมหรือใช้ระบบเครื่องกล (ACTIVE DESIGN) เพื่อการแก้ปัญหาอุณหภูมิในช่วงเวลาที่เหลืออยู่

การวิเคราะห์พบว่า สามารถแก้ปัญหาในเรื่องความสบายทางแสงสว่างได้ โดยอาศัยวิธีการสะท้อนความสว่างเข้ามาในอาคาร ด้วยการพิจารณาขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดเพื่อแสงสว่าง, การออกแบบอุปกรณ์บังแดดและการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม ประกอบกัน

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ในแต่ละปัญหา ยังไม่สามารถนำมาออกแบบได้ทันที เนื่องจากจะมีผลกระทบต่อกันได้ จำเป็นต้องหาจุดร่วมในการออกแบบ เพื่อสามารถใช้แก้ปัญหาได้ทั้งสองเรื่อง โดยให้มีผลกระทบต่อกันน้อยที่สุด

ผลการตรวจสอบรูปแบบ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่ได้เสนอในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า การแก้ปัญหาเรื่อง ความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่างให้แก่ผู้ใช้อาคาร สามารถกระทำได้จากการออกแบบอย่างรอบคอบ ถึงแม้ว่าจะมีราคาต้นทุนที่สูงกว่าตึกแถวตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบ แต่ก็จะสามารถถึงจุดคุ้มทุนในการที่เสียค่าใช้จ่ายไฟฟ้าน้อยกว่า ในระยะเวลาไม่นาน

Thesis Title A Model of Shophouse
 for Thermal Comfort and Lighting Comfort
 Case Study : Bangkok Metropolis

Student Mr. Chanin Thipyophas

Thesis Advisor Assistant Professor Preechaya Rungsiruk

Thesis Co-advisor Mr. Kuskana Kubaha
 Mr. Chaiyoot Sripadeta

Level of Study Master of Architecture in Tropical Architecture

Department Architecture , King Mongkut's Institute of
 Technology Ladkrabang

Year 1994

ABSTRACT

Since Thailand has air-condition and electric lighting which are solvable to the thermal and lighting's problem in the buildings. It's seem like many Thai-architects try to taking advantages of the natural in designing less than before. But nowadays , the kind of fuel to produces an electric energy are reducing and another related energy are having high cost , so designing and performance feature should fit conspicuously into the natural for make the most benefits is very important thing and should not be ignored any more.

This thesis is showing the sample of the many kinds of the shop-house's models "Commercial and residential building" in Bangkok Metropolitan by using natural to solve in the thermal comfort and lighting comfort. After studied found that most of passed-shophouses are unsuitable designed.

A study of Bangkok's weather , found that the most of period is in the comfort zone which are solvable by convensional design. However it's disable to eliminate and solve that problems through the year. It's necessary to process all the other essential

characteristics of the passive design or the active design in sometime too.

A study of Bangkok's daylight, found that lighting has enough potential but necessary to adjust in buildings.

According to analysis of the thermal's problem can be solved by decrease heat transfer into building, consideration for the mass of building, the material's selecting, shading devices, the size of voids for ventilation including the convensional design; the lay out, the area's setting by split level and suit of the passive design or active design for solve the thermal's problem to the rest of period.

Analysis found that it's can be solve the lighting comfort's problem by using the lighting's reflection, consideration to the size and position of void, designing of the shading device and the selecting of the materials along together.

Above of all, analysis of each problem is can not be designed in the first time because of the effection of each other, It's necessary to design for solve both problems and make its less effection.

The test of concluded design would conspicuously into the naturally assume by cautious design, although the capital is higher than the passed-shophouses but it can be able to break-event point by low-paid and electrical cost in the short time.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ที่เพราะได้รับความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชญา รังสิรักษ์ , อาจารย์ กุสภานา ภูษาอา และอาจารย์ ชัยยุทธ ศรีเพ็ญ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อธิมน ไวโรจนกิจ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิเชียร สุวรรณรัตน์ ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ ที่กรุณาแนะแนวทางและคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอย่างสม่ำเสมอ

ขอขอบคุณ คุณชนนินทร์ ทิพย์ภาส พี่ชายฝาแฝดที่ช่วยพิมพ์ และตรวจแก้คำผิดในวิทยานิพนธ์ คุณทวีศักดิ์ วงศ์ยฤทธิ เนื่องจากคอยช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่ได้ให้ทุนการศึกษา และกำลังใจมาตั้งแต่วัยเยาว์จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จในที่สุด หากว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสามารถใช้เป็นประโยชน์แก่ส่วนรวมได้บ้าง ข้าพเจ้าขอยกความดีดังกล่าว ให้แก่ บิดา มารดา

นายชนินทร์ ทิพย์ภาส

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญแผนภูมิ.....	XIII
สารบัญภาพ.....	XIV
คำนิยามของศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	XVIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	2
1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	9
1.3. ขอบเขตของการวิจัย.....	10
1.4. วิธีการและขั้นตอนในการวิจัย.....	11
1.5. ข้อจำกัดในการวิจัย.....	14
1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	16
บทที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสม ของอาคารประเภท "ตึกแถว ลักษณะพาณิชย์กึ่ง-พักอาศัย" ในเขต กทม.	18
2.1. ทำเลที่ตั้งของอาคาร "ตึกแถว ลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.	19
2.2. การจัดวางผังกลุ่มอาคาร "ตึกแถว" ในเขต กทม.	19
2.3. การนิยามองค์ประกอบ (FUNCTION) และพฤติกรรมที่เกิดขึ้น.....	21
2.4. รายละเอียดและขนาดพื้นที่ของแต่ละองค์ประกอบ (FUNCTION).....	24
บทที่ 3 สภาพภูมิอากาศ และแสงสว่างทั่วไป กับ ภาวะความสบายทางอุณหภูมิและแสงสว่าง ในเขต กทม.	34
3.1. สภาพภูมิอากาศและสภาพแสงสว่างทั่วไปในเขต กทม.	35
3.2. ร่างกายมนุษย์กับอุณหภูมิ (HUMAN BODY AND THERMAL).....	38
3.3. ภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ (THERMAL COMFORT).....	39
3.4. มาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิ (THERMAL COMFORT SCALE).....	39
3.5. เกณฑ์และวิธีการหาค่ามาตรฐาน ECI.....	43
3.6. ค่าอุณหภูมิสบายของเขต กทม.	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.	การมองเห็นของมนุษย์ กับ แสงสว่าง (HUMAN VISION AND LIGHT).....	50
3.8.	ภาวะความสบายทางสายตา (VISUAL COMFORT).....	50
3.9.	มาตรฐานวัดความสบายทางแสงสว่าง (LIGHTING COMFORT INDEX).....	51
3.10.	ค่าความสบายทางด้านแสงสว่าง ในเขต กทม.	52

บทที่ 4	การตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่างของตัวอย่าง อาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งนักอาศัย".....	54
4.1.	รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของอาคาร.....	55
4.2.	ค่า OTTV ของอาคารรูปแบบตัวอย่าง.....	59
4.3.	ค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (Cooling Load) กับการตรวจสอบความสบายทางอุณหภูมิ.....	62
4.4.	การตรวจสอบความสบายทางแสงสว่าง.....	80
4.5.	สรุปผลการตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่างของรูปแบบตัวอย่าง.....	89

บทที่ 5	การศึกษาดูงานและแนวความคิดในการออกแบบอาคารเพื่อแก้ปัญหา เรื่องอุณหภูมิและแสงสว่าง.....	94
5.1.	ภาระความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร.....	95
5.2.	การศึกษากการออกแบบอาคาร เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ.....	99
5.2.1.	ขั้นตอน CONVENTIONAL DESIGN.....	99
5.2.2.	ขั้นตอน PASSIVE DESIGN.....	101
5.2.3.	ขั้นตอน ACTIVE DESIGN.....	103
5.3.	แสงสว่างที่สามารถนำมาใช้ภายในอาคาร.....	106
5.4.	การศึกษากการออกแบบเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารด้วย วิธีการ "Daylight Factor".....	108
5.5.	หลักการให้แสงสว่างจากธรรมชาติและการวางตำแหน่งช่องเปิดแสงสว่าง.....	109
5.6.	การศึกษากการออกแบบแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Artificial Light) ด้วยวิธี "ลูเมน".....	111

บทที่ 6	การวิเคราะห์การออกแบบอาคารที่เหมาะสม เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิและ แสงสว่าง สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งนักอาศัย" ในเขต กทม.....	112
6.1.	สภาพความสบายทางด้านอุณหภูมิ ในแต่ละช่วงเวลาของอากาศในเขต กทม.....	113
6.2.	รูปทรงที่เหมาะสม สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งนักอาศัย" ในเขต กทม. ในการแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิให้แก่ผู้ใช้อาคาร.....	119

6.3.	ขนาดความกว้าง และความยาวที่เหมาะสม สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม. ในการแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิและแสงสว่างให้แก่ผู้ใช้อาคาร.	123
6.4.	การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคาร ที่มีผลต่อการเกิดภาวะความร้อนภายในอาคาร.....	125
6.5.	การวิเคราะห์ CONVENTIONAL DESIGN เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.....	136
6.6.	การวิเคราะห์ PASSIVE DESIGN เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.....	152
6.7.	การวิเคราะห์ ACTIVE DESIGN เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.....	156
6.8.	การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคาร ที่มีผลต่อการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร.....	157
6.9.	การวิเคราะห์ส่วนประกอบร่วมทางสถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อความสบายทางอุณหภูมิ และความสบายทางแสงสว่าง.....	160
6.10.	การวิเคราะห์ช่วงเวลาที่ต้องการแสงกันแดด ในเขต กทม. กับการพิจารณาเลือกรูปแบบและวัสดุของแผงบังแดด.....	162
บทที่ 7	การตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่าง ของรูปแบบอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่นำเสนอ.....	165
7.1.	รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของอาคาร.....	166
7.2.	ค่า OTTV ของอาคารรูปแบบที่นำเสนอ.....	186
7.3.	ค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (Cooling Load) กับการตรวจสอบความสบายทางอุณหภูมิ.....	189
7.4.	การตรวจสอบความสบายทางแสงสว่าง.....	209
7.5.	สรุปผลการตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่างของรูปแบบที่นำเสนอ	216
บทที่ 8	ความคุ้มค่าของระบบที่เพิ่มขึ้น และบทสรุปของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่นำเสนอ.....	221
8.1.	ความประหยัดที่ได้รับ กับการความคุ้มค่าในการลงทุน.....	222
8.2.	บทสรุป.....	237
8.3.	ข้อเสนอแนะ.....	240

ภาคผนวก	ก. - กฎหมายการก่อสร้าง ที่เกี่ยวข้องกับ "ตึกแถว".....	241
	ข. - Psychrometric Chart.....	251
	- Nomogram ของมาตรฐาน ECI (Equatorial Comfort Index)	252
	- การกำหนดขนาดความเร็วผิวพื้น ของกรมอุตุนิยมวิทยา.....	253
	- ตารางแสดงค่าต่าง ๆ และตัวอย่างในการคำนวณ OTTV และ Cooling Load.....	253-264
	- SUN CHART (14°N).....	265
	- การเปลี่ยนหน่วยเมตริกและอังกฤษ ในการคำนวณค่า "ภาระความเย็นในการปรับอากาศ".....	266
	- สถิติค่า Daylight Factor ของความสว่างที่ผ่านเข้ามาในอาคาร ในทิศทางต่าง ๆ เมื่อห้องมีขนาดกว้าง 5 เมตร.....	267
	- อัตราการสะท้อนความสว่างของสีต่าง ๆ	268
	ค. (สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง)	
	- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนพ่อ-แม่....	270-276
	- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก (ห้องใต้ชั้นดาดฟ้า).....	277-283
	- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก (สมมุติไม่ได้ อยู่ใต้ดาดฟ้า).....	284-290
	- การพิจารณาค่าการนำความร้อนของผนังต่าง ๆ	291-298
	(สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ)	
	- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนพ่อ-แม่....	299-305
	- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก.....	306-312
	บรรณานุกรม.....	313
	ประวัติผู้เขียน.....	316

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 1

1.1. จำนวนตึกแถวหรือห้องแถวและร้อยละของตึกแถวต่อจำนวนอาคารทั้งหมด ปี พ.ศ. 2522	4
1.2. หน่วยจำหน่ายแยกตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ของการไฟฟ้านครหลวง.....	5
1.3. การใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของที่พักอาศัย จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2533.....	7

บทที่ 2

2.1. พฤติกรรมที่เกิดขึ้นใน "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย".....	23

บทที่ 3

3.1. ค่าสถิติด้านภูมิอากาศในเขต กทม. (ปี พ.ศ.2504-2533).....	36,44
3.2. ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของระดับความสว่างในแนวนอน (ลักซ์) ภายนอก จากการกระจายของรังสี สำหรับเขต กทม.	37
3.3. ค่าแจกแจงความถี่ของระดับความสว่างในแนวนอน (ลักซ์) ภายนอก จากการกระจายของรังสี สำหรับเขต กทม.	38
3.4. ค่าอุณหภูมิในช่วงเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง, DBT องศาเซลเซียส)....	46
3.5. ค่าอุณหภูมิในช่วงเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิกระเปาะเปียก, WBT องศาเซลเซียส)...	47
3.6. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขตกทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณีสภาพอากาศนิ่ง.	49
3.7. ค่าระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ตามมาตรฐาน CIE	53

บทที่ 4

4.1. ข้อมูลสรุปพื้นที่ต่าง ๆ ในการตรวจสอบค่า OTTV ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์ กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง.....	59
4.2. แสดงค่า OTTV ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง.....	60
4.3. ข้อมูลการคำนวณภาระความเย็นในการปรับอากาศของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์ กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่างสำหรับห้องนอนพ่อ-แม่.....	63
4.4. แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนพ่อ-แม่.....	65-67
4.5. ข้อมูลการคำนวณภาระความเย็นในการปรับอากาศสำหรับห้องนอนลูก.....	69
4.6. แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก(ห้องใต้ชั้นดาดฟ้า).....	71-73
4.7. แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก(สมมุติไม่ได้ยู่ใต้ดาดฟ้า).....	74-76

4.8. ค่าระดับความสว่างที่ได้จากการตรวจวัดอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง.....	81
4.9. ผลสรุปลักษณะของความสบายทางอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง.....	90
4.10. แสดงระดับความสว่างในเวลากลางวันที่เกิดขึ้นในอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย".....	91

บทที่ 5

5.1. การสรุปลักษณะของอาคารตามวิธีการของ Mahoney.....	100
5.2. ความถี่ของสภาพท้องฟ้าแบบต่าง ๆ ของกรุงเทพมหานคร.....	107

บทที่ 6

6.1. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณีสภาพอากาศนิ่ง (ความเร็วลม = 0 ม./วินาที).....	114
6.2. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ยของแต่ละเดือน.....	114
6.3. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 0.5 ม./วินาที.....	114
6.4. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 1.0 ม./วินาที.....	115
6.5. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 1.5 ม./วินาที.....	115
6.6. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 2.0 ม./วินาที.....	115
6.7. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 2.5 ม./วินาที.....	116
6.8. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 3.0 ม./วินาที.....	116
6.9. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 3.5 ม./วินาที.....	116
6.10. ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 4.0 ม./วินาที.....	117

6.11. ค่าอุณหภูมิป้องกันความสลายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 4.5 ม./วินาที.....	117
6.12. ค่าอุณหภูมิป้องกันความสลายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ย = 5.0 ม./วินาที.....	117
6.13. การเปรียบเทียบพื้นที่ผิวที่โดนแดดของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปทรง ต่าง ๆ ในกรณีหน่วยที่อยู่ตำแหน่งกลางแถว และกรณีหน่วยที่อยู่ตำแหน่งริมแถว....	122
6.14. การเปรียบเทียบข้อเด่นและข้อด้อยของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ใน ขนาดความกว้าง x ความยาวต่าง ๆ	123
6.15. แสดงผลรวมของค่าตัวประกอบแก้ไขสำหรับผนังที่มีการรับความร้อนจากภายนอกของ หน่วยที่อยู่ช่วงกลางของแถว.....	130
6.16. การเปรียบเทียบรูปแบบต่าง ๆ ของผนังที่นำมาพิจารณาเลือกใช้.....	143
6.17. แสดงการเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานปรับอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิปกติกับ อุณหภูมิซึ่งวัดจากอาคารทดลอง.....	148
6.18. อัตราพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดเฉลี่ยในแต่ละเวลาที่กรุงเทพฯ (วัตต์/ม ²).....	164

บทที่ 7

7.1. ข้อมูลรูปพื้นที่ต่าง ๆ ในการตรวจสอบค่า OTTV ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์ กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ.....	186
7.2. แสดงค่า OTTV ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ.....	187
7.3. ข้อมูลการคำนวณภาระความเย็นในการปรับอากาศของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์ กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอสำหรับห้องนอนพ่อ-แม่.....	189
7.4. แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนพ่อ-แม่.....	192-195
7.5. ข้อมูลการคำนวณภาระความเย็นในการปรับอากาศสำหรับห้องนอนลูก.....	197
7.6. แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก.....	199-201
7.7. ผลสรุปลักษณะของความสลายทางอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในอาคาร "ตึกแถว ลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ.....	218
7.8. แสดงระดับความสว่างในเวลากลางวันที่เกิดขึ้นในอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่ง พักอาศัย".....	219

บทที่ 8

8.1., 8.2. ตารางสรุปประมาณราคาค่าไฟฟ้า ในการแก้ปัญหาอุณหภูมิสบายแต่ละกรณี..	230

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

บทที่ 1

1.1. ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของพลังงานไฟฟ้า สำหรับผู้ใช้ประเภทต่าง ๆ ในเขตนครหลวง.	6
1.2. การใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น ของที่พักอาศัย.....	8



สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 1

1.1. แผนการดำเนินงานวิจัย.....	13

บทที่ 2

2.1. การวางผังในแนวเส้นตรง.....	20
2.2. การวางผังในแนวผสม.....	20
2.3. การวางผังแบบเป็นกลุ่ม.....	21
2.4. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับห้องครัว.....	27
2.5. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับส่วนทานอาหาร.....	28
2.6. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับส่วนพักผ่อนครอบครัว.....	29
2.7. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับส่วนซักผ้า/ตากผ้า/รีดผ้า.....	31
2.8. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับห้องนอนพ่อแม่.....	31
2.9. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับห้องนอนลูก.....	32
2.10. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับห้องน้ำ.....	33

บทที่ 3

3.1. ตัวอย่างการหาค่าอุณหภูมิทุก 2 ชั่วโมงจาก Hourly Temperature Calculator Chart.....	45

บทที่ 4

4.1. ผังที่ตั้งของอาคารที่ทำการทดสอบ.....	56
4.2. ผังพื้นที่แต่ละชั้นของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"รูปแบบตัวอย่าง.....	56
4.3. รูปด้านหน้าและหลังของอาคารตัวอย่าง ที่ทำการทดสอบ.....	57
4.4. รูปลักษณะผังบังแดดของอาคารตัวอย่าง ที่ทำการทดสอบ.....	58
4.5. สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศของอาคารตัวอย่างที่ทำการทดสอบในห้องต่าง ๆ	77
4.6. สรุปการตรวจสอบความเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติของรูปแบบตัวอย่าง.....	79

บทที่ 5

5.1. แสดงลักษณะช่องเปิดอยู่สูง, เล็กแต่กว้าง.....	110
5.2. แสดงลักษณะช่องเปิดตรงกลางผนัง.....	110
5.3. แสดงลักษณะช่องเปิดที่ริมผนัง.....	111

บทที่ 6

6.1. รูปทรงอาคารแบบที่ 1	120
6.2. รูปทรงอาคารแบบที่ 2	120
6.3. รูปทรงอาคารแบบที่ 3	121
6.4. รูปทรงอาคารแบบที่ 4	121
6.5. (บน) แสดงความแตกต่างกัน ของตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุสะท้อนรังสีความร้อน เมื่อ ได้หลังคามีการปิด (ระบบปิด) (ล่าง) แสดงความแตกต่างกัน ของตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุสะท้อนรังสีความร้อน เมื่อ ได้ชายคามีการเปิด(ระบบเปิด) เพื่อระบายอากาศร้อนออกไปได้ส่วนหนึ่ง.....	135
6.6. ผังการจัดทิศทางของแถวอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย".....	136
6.7. แสดงตัวอย่างการแบ่งส่วนพื้นที่ภายใน โดยใช้การแบ่งพื้นที่แบบ "Open Plan" เพื่อให้การระบายอากาศโดยธรรมชาติเป็นไปได้โดยสะดวก.....	138
6.8. ลักษณะการจัดให้ห้องส่วนหน้าและส่วนหลังอยู่ในชั้นเดียวกัน แม้จะมีการจัดพื้นที่ ภายในแบบ "Open Plan" ถ้าห้องส่วนหน้าซึ่งรับลมมีการปิดหน้าต่าง จะทำให้ ห้องส่วนหลังไม่เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติด้วย.....	138
6.9. ลักษณะการจัดห้องส่วนหน้าและส่วนหลังต่างระดับกัน จะทำให้ห้องส่วนหลังมีโอกาส ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้ดีกว่า.....	139
6.10. แสดงระดับของการเปิดหน้าต่างเพื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นโดยจะต้อง สัมพันธ์กับระยะห่างของการวางเฟอร์นิเจอร์ตามลักษณะการเคลื่อนตัวของลม.....	140
6.11. ตัวอย่างการทำเครื่องป้องกันฝน ซึ่งใช้เป็นทั้งแผงบังแดดที่ให้ประโยชน์ หลายประการ.....	141
6.12. ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าจากส่วนต่าง ๆ ของอาคาร.....	150
6.13. การทำงานร่วมกันของระบบกลไก (PASSIVE DESIGN) ที่เลือกใช้.....	155
6.14. แสดงผังพื้นที่ของห้องที่มีการวางตำแหน่งของหน้าต่างช่องแสงที่แตกต่างกัน.....	158

บทที่ 7

7.1. ผังพื้นที่แต่ละชั้นของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ.....	168, 169
7.2. รูปด้านหน้า ของอาคารรูปแบบที่นำเสนอ.....	170

7.3. รูปตัดของอาคาร รูปแบบที่นำเสนอ.....	171
7.4. รูปตัดแสดงการทำงานของระบบระบายความร้อนจากห้องน้ำ, ห้องครัว ส่วนประกอบการค้า และหลังคา.....	172
7.5. รูปตัดแสดงการทำงานของระบบ PASSIVE ในบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ ของอาคาร....	173
7.6. รูปตัดแสดงการทำงานของแผงบังแดดเมื่อแสงแดดมาในแนวเฉียง.....	174
7.7. รูปตัดแสดงการทำงานของแผงบังแดดเมื่อแสงแดดมาในแนวตั้งและแนวราบ.....	175
7.8. - 7.28. ภาพถ่ายผลงาน "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ. 176-185	
7.29. สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศของรูปแบบที่นำเสนอในห้องต่าง ๆ.	202
7.30. การเปรียบเทียบพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศระหว่างรูปแบบตัวอย่าง และรูปแบบที่นำเสนอ.....	203
7.31. สรุปการตรวจสอบความเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติของรูปแบบ ที่นำเสนอ.....	205



คำนิยามของศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

ตึกแถว	หมายถึง อาคารที่พักอาศัยหรืออาคารพาณิชย์ ซึ่งปลูกสร้างติดต่อกันเกินกว่า 2 ห้อง และประกอบด้วยวัตถุทึบไฟเป็นส่วนใหญ่
อาคารพักอาศัย	หมายถึง ตึก บ้านเรือน โรง แพ ซึ่งโดยปกติบุคคลจะอาศัยอยู่ทั้งกลางวัน และกลางคืน
อาคารพาณิชย์	หมายถึง อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์แห่งการค้า หรือโรงงานที่ใช้เครื่องจักร ซึ่งเทียบได้ไม่เกิน 5 แรงม้า หรืออาคารที่ก่อสร้างห้วงแนวทางสาธารณะ หรือ ทางซึ่งมีสภาพเป็นทางสาธารณะไม่เกิน 20 เมตร ซึ่งอาจใช้เพื่อประโยชน์แห่งการค้าได้
ตึกแถวในลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย	หมายถึง ตึกแถว ที่มีวัตถุประสงค์การใช้งานทั้งเพื่อการพาณิชย์ และการพักอาศัย ซึ่งชั้นล่างจะถูกใช้เพื่อประโยชน์แห่งการค้า ขึ้นบนใช้สำหรับพักอาศัยของครอบครัว สำหรับประเภทของการค้าในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็นประเภทที่มีอุปกรณ์เครื่องใช้ที่ทำให้ความร้อนภายในเพิ่มขึ้นแบบหนึ่ง และอีกประเภทเป็นร้านค้า ที่มีอุปกรณ์เครื่องใช้ที่ไม่ทำให้ความร้อนภายในเพิ่มขึ้นแบบหนึ่ง
ความสบายทางอุณหภูมิ	หมายถึง คุณภาพของสภาพอากาศที่เพียงพอจะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบาย ไม่ร้อนเกินไป ไม่หนาวเกินไป ไม่มีเหงื่อออกตามร่างกาย โดยในการวิจัยนี้ถือมาตรฐาน EQUALTORIAL COMFORT INDEX (ECI) เป็นเกณฑ์ ซึ่งสามารถประมวลออกมาเป็นค่าตัวเลขตัวเดียวได้ ค่าดังกล่าวประมวลออกมาได้จากตัวแปรทางสภาพแวดล้อม อันได้แก่ ค่าอุณหภูมิแห้งของอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, ความเร็วลมและผลกระทบของการแผ่รังสี
ความสบายทางแสงสว่าง	หมายถึง ระดับความสว่างที่ได้จากการกระจายจากท้องฟ้า (Daylight) ที่เพียงพอจะทำให้ผู้ประกอบกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ภายในอาคาร ได้รับความสว่างที่เหมาะสม โดยในเวลากลางวันความสว่างได้จากแสงกระจายจากท้องฟ้า (Daylight) และในเวลากลางคืน ความสว่างได้จากแสงประดิษฐ์ (Artificial Light)
ผู้ใช้อาคาร	หมายถึง ผู้ที่ประกอบกิจกรรมอยู่ในอาคาร ในการวิจัยนี้หมายถึง สมาชิกของครอบครัวและลูกจ้างที่ประกอบกิจกรรมอยู่ใน "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รวมไปถึงลูกค้าที่เข้ามาซื้อสินค้า หรือเข้ามาใช้บริการ
เขต กทม.	หมายถึง เขตพื้นที่ของ กรุงเทพมหานคร ซึ่งตั้งอยู่บริเวณและติดจุด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ ลองติจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก ที่สามารถใช้ข้อมูลตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม อันได้แก่ค่าอุณหภูมิแห้งของอากาศ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความซึ้นลัมพท์, ความเร็วลม และผลกระทบของการแผ่รังสีจากค่าสถิติของ
กรมอุตุนิยมวิทยาเดียวกันได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

- 1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา
- 1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 1.3. ขอบเขตของการวิจัย
- 1.4. วิธีการและขั้นตอนในการวิจัย
- 1.5. ข้อจำกัดในการวิจัย
- 1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย



บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาคารพาณิชย์-พักอาศัย ในลักษณะของ "ตึกแถว" เกิดขึ้นตามแหล่งชุมชนต่าง ๆ มานานแล้ว โดย "เริ่มปรากฏขึ้นในประเทศอียิปต์ที่เมือง Kahun ซึ่งสร้างในราว 2670 ปีก่อนคริสตกาล ส่วนในประเทศไทย มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าห้องแถวเกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่สมัยสุโขทัยเป็นราชธานี โดยมีลักษณะเป็นร้านค้าติดระเบียบทางเดินในตลาด 'ประสาธน์' ซึ่งเป็นศูนย์การค้าใหญ่ของสุโขทัยสมัยนั้น"¹

"ในกรุงเทพมหานคร อาคารตึกแถวยุคแรก เริ่มทำการก่อสร้างขึ้นในบริเวณถนนเจริญกรุง ใกล้คลองผดุงกรุงเกษม ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 4 (ปี พ.ศ. 2404)"² ต่อมา มีการสร้าง "ตึกแถว" เพิ่มขึ้นที่ถนนสายต่าง ๆ และออกไปสู่ย่านนอกเมืองตามลำดับ เริ่มแรกอาคาร "ตึกแถว" ส่วนใหญ่ในกรุงเทพมหานครใช้เป็นที่พักประกอบการค้าร่วมกับการพักอาศัยของครอบครัว โดยมากมักจะประกอบธุรกิจการค้าย่อย ต่อมาภายหลังอาคาร "ตึกแถว" จึงได้ถูกนำไปใช้ในกิจการด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น สถานบริการต่าง ๆ, อาบอบนวด, สโมสร, สมาคม, หอพัก, ที่ทำการไปรษณีย์, ธนาคาร, โรงงานขนาดเล็ก, คลังสินค้า ฯลฯ ทั้งนี้เนื่องมาจากข้อได้เปรียบในเชิงเศรษฐกิจ, กฎหมาย และกายภาพของอาคารประเภทนี้

¹ สุวัฒนา ธาตานิธิ, "ผลกระทบของชุมชนตึกแถวต่อสภาวะแวดล้อม", สัมมนาวิชาการ ปัญหาตึกแถว (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524), หน้า 59

² ใหญ่ศรี ฉันทวรพงศ์, "แนวทางการเปลี่ยนแปลงของตึกแถวในกรุงเทพมหานคร", (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529, หน้า 2

"คุณค่าทางสถาปัตยกรรมของตึกแถวในยุคปัจจุบันด้อยกว่าในอดีตอยู่มาก"¹ เนื่องจาก "ตึกแถว" ในยุคปัจจุบันมีลักษณะตอบสนองประโยชน์ใช้สอยได้ทั่วไป (Multi-Purpose) โดยขึ้นกับทำเลที่ตั้งเป็นหลัก ดังนั้น "ตึกแถว" จึงถูกสร้างในลักษณะที่ต้องการพื้นที่ใช้สอยภายในให้มากที่สุด ส่วนปลีกย่อยเพิ่มเติมอื่น ๆ เป็นหน้าที่ของผู้ซื้อที่จะตัดแปลงเพิ่มเติมกันเองภายหลัง จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ "ตึกแถว" แท้ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันมีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานสำหรับแต่ละประเภทกิจกรรมน้อย อันก่อให้เกิดปัญหาสำหรับแต่ละประเภทกิจการขึ้น และบางประการยังลุกลามทำให้เกิดปัญหาแก่ส่วนรวมตามมา

สำหรับ "ตึกแถว" ในลักษณะ อาคารพาณิชย์กึ่งพักอาศัย ที่ผู้ใช้อาคารต้องคลุกคลีอยู่กับอาคารตลอดเวลา นั้น การขาดแสงสว่างจากธรรมชาติในเวลากลางวันและขาดการระบายอากาศโดยธรรมชาติที่เหมาะสม ในกรณีสภาพอากาศภายนอกอยู่ในเกณฑ์สบาย (Comfort Zone) แล้ว เป็นปัญหาลำดับที่จะหยิบยกมาพิจารณา ทั้งนี้เนื่องจากผู้ใช้อาคารมักแก้ปัญหาด้วยการเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง และการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศตลอดเวลาที่มีการดำเนินกิจกรรม ซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบัน การแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้าไปอย่างฟุ่มเฟือยดังกล่าวนี้ว่าไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง

จากการทดสอบ "ตึกแถวตัวอย่าง" ประเภทนี้ โดยการวัดค่าแสงสว่างภายในด้วยลักซ์มิเตอร์ พบว่ามีการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารในช่วงเวลากลางวันยังไม่เหมาะสม โดยต้นเหตุมักเกิดจากการจัดแบ่งพื้นที่, ตำแหน่งช่องเปิดและการกันห้องที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น และผลจากการคำนวณค่าภาระความร้อน (Cooling Load) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์พบว่า ค่าภาระความร้อนมีค่าสูงมาก การระบายอากาศโดยธรรมชาติเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายกระทำได้ลำบาก อันเนื่องมาจากการเลือกใช้วัสดุประกอบอาคาร, ขนาดช่องระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น แม้ว่าจะสามารถเปิดใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิได้ แต่เครื่องปรับอากาศก็จะต้องมีขนาดใหญ่กว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไปอย่างฟุ่มเฟือย

¹ สุวัฒนา ธาดานิติ, "ผลกระทบของชุมชนตึกแถวต่อสภาวะแวดล้อม", สัมมนาวิชาการ ปัญหาตึกแถว, (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524), หน้า 59

ตารางที่ 1.1 จำนวนตึกแถวหรือห้องแถวและร้อยละของตึกแถวต่อจำนวนอาคารทั้งหมด
ปี พ.ศ. 2522

เขตพระนคร						เขตปทุมวัน			
เขต/แขวง	ตึกแถว	เรือนแถว	รวม	จำนวนบ้าน(2522)	% ของจำนวน รายงานทะเบียนราษฎร์ อาคารทั้งหมด	เขต/แขวง	จำนวนตึกแถว	จำนวนบ้าน(2522)	% ของจำนวน รายงานทะเบียนราษฎร์ อาคารทั้งหมด
เขตพระนคร						เขตปทุมวัน			
แขวงวังบูรพาภิรมย์	3,497	134	3,631	5,962	60.90	แขวงรองเมือง	6,027	9,197	65.53
แขวงตลาดยอด	880	86	966	1,391	69.44	แขวงวังใหม่	4,927	8,977	54.88
แขวงเจ้าพ่อเสือ	864	71	935	1,088	85.93	แขวงปทุมวัน	1,245	2,470	50.40
แขวงพระสุเมรุ	279	123	402	970	41.44	แขวงลุมพินี	878	5,076	17.29
แขวงวัดสามพระยา	389	98	487	1,086	44.84	รวม	13,077	25,720	50.84
แขวงสำราญราษฎร์	798	100	898	1,585	56.65	เขตบางรัก			
แขวงวัดบวรนิเวศ	710	154	864	2,063	41.88	เขต/แขวง	จำนวนตึกแถว	จำนวนบ้าน(2522)	% ของจำนวน
แขวงเสาชิงช้า	582	31	613	1,072	57.18	(นับจากแผนที่)	รายงานทะเบียนราษฎร์		อาคารทั้งหมด
แขวงบ้านพานถม	359	107	466	2,389	61.36	เขตบางรัก			
แขวงราชบุรี	860	18	878	1,194	73.53	แขวงมหาพฤฒาราม	4,621	7,376	62.65
แขวงบางขุนพรหม	720	105	825	1,846	44.69	แขวงบางรัก	1,167	1,789	65.23
แขวงพระบรมมหาราชวัง	729	105	834	1,403	59.44	แขวงสีพระยา	3,529	5,648	62.48
รวม	11,667	1,132	12,799	22,049	58.04	แขวงสุริยวงศ์	1,909	3,516	54.30
เขตสัมพันธวงศ์						แขวงสีลม	1,709	4,897	34.90
เขต/แขวง	ตึกแถว	บ้านแถว	รวม	จำนวนบ้าน(2522)	% ของจำนวน รายงานทะเบียนราษฎร์ อาคารทั้งหมด	รวม	12,935	23,226	55.69
เขตสัมพันธวงศ์									
แขวงจักรวรรดิ	3,813	111	3,924	8,342	47.03				
แขวงสัมพันธวงศ์	3,661	242	3,903	7,932	49.20				
แขวงตลาดน้อย	2,249	318	2,567	5,207	49.29				
รวม	19,723	671	20,394	21,481	48.38				

ที่มา : ชลิตภากร วีรณสิน, "แนวคิดแก้ไขและปรับปรุงตึกแถว", สัมมนาวิชาการ
ใต้ตึกแถว , (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524), หน้า 117-119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 หน่วยจำหน่ายแยกตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

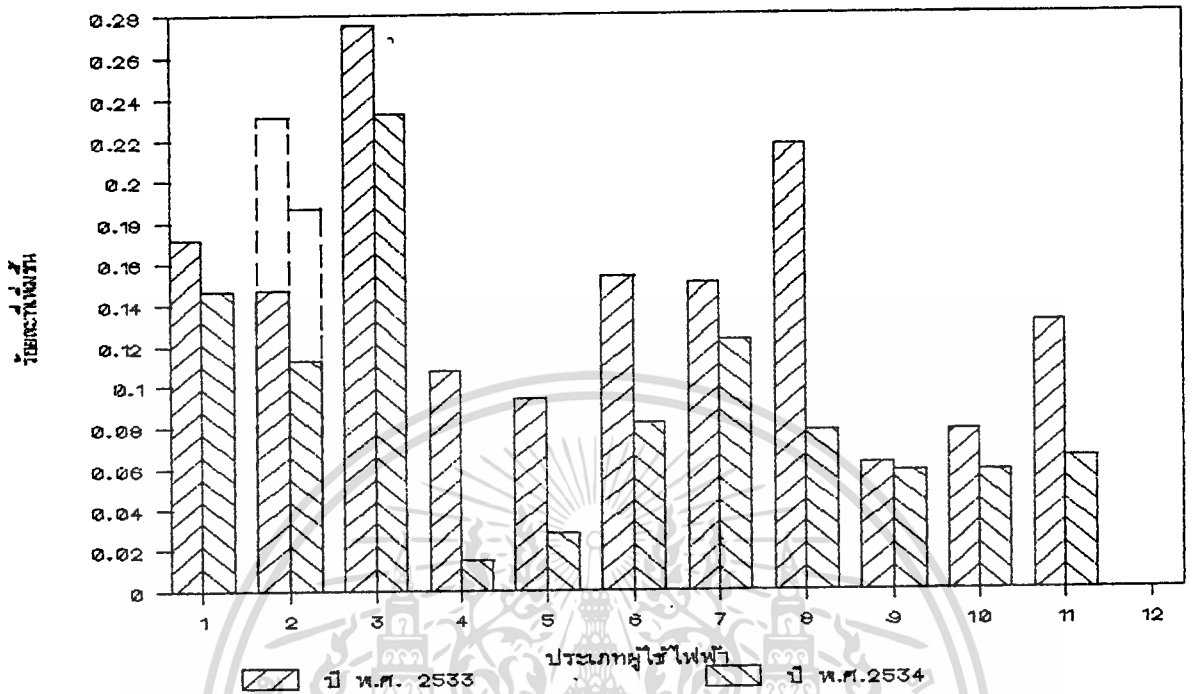
หน่วยจำหน่ายแยกตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ของการไฟฟ้านครหลวง
หน่วย : ล้านบาท

ประเภท	ปี 2532		ปี 2533		ปี 2534	
	มูลค่ารวม	สัดส่วนรวม (%)	มูลค่ารวม	สัดส่วนรวม (%)	มูลค่ารวม	สัดส่วนรวม (%)
1 บ้านอยู่อาศัย	2,835.66	18.70%	3,323.09	17.19%	3,809.63	14.64%
2 ธุรกิจขนาดเล็กละ	2,140.10	14.11%	2,454.33	14.68%	2,730.19	11.24%
3 โรง	2,399.27	15.82%	3,060.13	27.54%	3,772.86	23.29%
4 เฉพาะโรงงาน	338.53	2.23%	374.84	10.73%	380.49	1.51%
5 อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดเล็ก	2,027.22	13.37%	2,216.64	9.34%	2,279.41	2.83%
6 กต่าง	1,802.77	11.89%	2,079.57	15.35%	2,250.71	8.23%
7 โรง	2,035.31	13.42%	2,340.90	15.01%	2,627.63	12.25%
8 อุตสาหกรรมกลางหรือหลอมด้วยไฟฟ้า	589.96	3.89%	717.91	21.69%	773.97	7.81%
9 กิจกรรมด้านสาธารณูปโภคเฉพาะการประปา	233.72	1.54%	248.15	6.17%	262.56	5.81%
10 ส่วนราชการ	759.19	5.01%	818.67	7.83%	866.23	5.81%
11 องค์การที่ไม่แสวงหากำไร	5.90	0.04%	6.67	13.05%	7.10	6.45%
12 ไฟสาธารณะและไฟถนน	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%
รวม	15,167.63	100.00%	17,640.90	16.31%	19,760.78	12.02%

หมายเหตุ : หน่วยจำหน่ายไม่รวมหน่วยจำหน่ายส่วนที่ไม่คิดเงิน

ที่มา : รายงานประจำปี พ.ศ. 2533 และ 2534 ฝ่ายนโยบายและแผน
สำนักงานประชาสัมพันธ์ , การไฟฟ้านครหลวง

แผนภูมิที่ 1.1 ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของพลังงานไฟฟ้า สำหรับผู้ใช้ประเภทต่าง ๆ
ในเขตนครหลวง ปี พ.ศ.2533 และ 2534



สำหรับในภาพรวมกว้าง ๆ ในเขต กทม. เมื่อดูตารางที่ 1.1. ประกอบแสดงให้
เห็นว่า สำหรับจำนวนบ้านพักอาศัยในเขต กทม. กว่าครึ่งเป็นอาคารประเภทตึกแถวและเรือน
แถว และเมื่อนำค่าในตารางที่ 1.2. มาสร้างเป็นแผนภูมิที่ 1.1. ซึ่งแสดงร้อยละที่เพิ่มขึ้น
ของพลังงานไฟฟ้า สำหรับผู้ใช้ประเภทต่าง ๆ ในเขตนครหลวง สามารถกล่าวอย่างคร่าว ๆ
ได้ว่า ครึ่งหนึ่งของร้อยละที่เพิ่มขึ้นของบ้านพักอาศัย รวมกับธุรกิจขนาดเล็ก คือ ค่าร้อยละ
การใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของตึกแถวนั้นเอง เมื่อรวมค่าดังกล่าวเข้าด้วยกัน ซึ่งแสดงเป็นแผนภูมิ
รูปเส้นประ จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ตึกแถวมีค่าร้อยละการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นสูงเป็นอัน
ดับสองรองจากธุรกิจขนาดใหญ่ ซึ่งมีค่าสูงมาก

นอกจากนี้ เมื่อนำตารางที่ 1.3. มาสร้างเป็นแผนภูมิที่ 1.2. ซึ่งถือว่ามีการ
ใช้ไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกับ ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย แสดงให้เห็นว่าปัจจุบัน ตึกแถวใน
ลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัยมีการใช้ไฟฟ้าในอัตราที่เพิ่มขึ้นมาก ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นดัง
กล่าว ก็จะมีผลทำให้ภาระความร้อนภายในอาคารสูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 1.3. การใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของที่พักอาศัย จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2533

ตารางแสดงการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น จากการสำรวจในปี 2533

	อุปกรณ์ไฟฟ้าในครัวเรือน	ร้อยละของอุปกรณ์/ครัวเรือน	
		นครหลวง	ภูมิภาค
1	เครื่องปรับอากาศ	38	3
2	ตู้เย็น	87	50
3	โทรทัศน์ - สี	100	51
4	- ขาวดำ	19	30
5	เครื่องเล่นวีดีโอเทป	30	5
6	เครื่องเสียง/วิทยุ	71	36
7	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	100	65
8	เครื่องคั้นน้ำร้อนไฟฟ้า	24	9
9	เตาไฟฟ้า	11	7
10	เตาไมโครเวฟ	4	0.1
11	เครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้า	5	0.6
12	เครื่องซักผ้าไฟฟ้า	16	5
13	เตารีดไฟฟ้า	92	56
14	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	620	400
15	หลอดไฟแบบไส้	71	40

ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการศึกษาเพื่อจัดทำมาตรฐาน และหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ระยะที่ 2 สำหรับอาคารควบคุมและอาคารที่น็อคอาศัย

แผนภูมิที่ 1.2. การใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นของที่พักอาศัย



ปัญหาดังกล่าวหากได้มีการพิจารณาและวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ในเรื่อง อุณหภูมิภายใน และแสงสว่างสำหรับอาคาร "ตึกแถว" ในลักษณะอาคารพาณิชย์กึ่งพักอาศัยนี้ อย่างถี่ถ้วนแล้วเชื่อว่า "ตึกแถว" ที่นำเสนอในการวิจัยครั้งนี้ จะสามารถทำให้ผู้ใช้อาคาร ได้รับความสบายทางด้านแสงสว่าง และอุณหภูมิทุกสภาวะอากาศที่เกิดขึ้นในเขตกรุงเทพมหานคร ได้ตลอดทั้งปี โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการประหยัดพลังงานสำหรับแต่ละหน่วยและภาพรวมใน เขต กทม. ด้วย

ในปัจจุบันอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ ซึ่งใช้ไฟฟ้าเกินกว่า 500 กิโลวัตต์ ได้มีกฎ กระทรวงออกมาควบคุมอาคารทั้งกรณีที่มีการปรับอากาศ และกรณีที่ไม่มีการปรับอากาศโดย อยู่ในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งถือเป็นอาคารที่มีการควบคุม ในระยะแรก สำหรับ "ตึกแถว" ที่มีการใช้ไฟฟ้าระหว่าง 30-99 กิโลวัตต์ ถือเป็นอาคาร พณิชย์ขนาดย่อม ขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณาว่าสมควรอยู่ในข่ายอาคารควบคุมหรือไม่ อย่างไรก็ดี "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่จะได้นำเสนอในการวิจัยนี้ แม้ว่าอาจไม่อยู่ใน ข่าย "อาคารพาณิชย์ขนาดย่อม" ดังกล่าว แต่เชื่อว่าน่าจะเป็นงานวิจัยชิ้นหนึ่งซึ่งช่วยให้ภาค รัฐบาลเห็นปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อนำไปประกอบการพิจารณาได้ไม่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้ มุ่งที่จะเสนอแนะรูปแบบ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายในเรื่องอุณหภูมิและแสงสว่าง ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยมีรายละเอียดของวัตถุประสงค์ คือ

1. เสนอแนะการจัดวางผังกลุ่มอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" (Shophouse Pattern) ที่เป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ และสามารถนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร เพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบาย
2. นำเสนอลักษณะการวางตำแหน่งและจัดพื้นที่ภายในอาคาร ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมและประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะสมต่อการระบายอากาศโดยธรรมชาติ และเหมาะสมต่อการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้อย่างพอเพียง
3. เสนอแนะการจัดวางตำแหน่งเฟอร์นิเจอร์ ที่สามารถช่วยลดความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารได้ในบางส่วน และสอดคล้องกับการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในแต่ละกิจกรรม
4. นำเสนอตำแหน่ง ขนาด วัสดุ สำหรับช่องเปิดลมธรรมชาติ และช่องเปิดแสงสว่างจากธรรมชาติที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางด้านอุณหภูมิ และแสงสว่างตามเกณฑ์
5. นำเสนอวัสดุของกรอบอาคารในส่วนต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยให้เกิดความสบายทางด้านอุณหภูมิ และแสงสว่างภายในอาคาร ต่อพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่
6. นำเสนอลักษณะแผงบังแดด ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันแดด-ฝน แต่ช่วยในการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร
7. นำเสนอเทคนิค-กลไก ที่นำมาใช้ในการออกแบบอาคาร เพื่อให้เกิดความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่าง
8. นำเสนอรูปแบบของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่เป็นไปได้ในการลงทุน และระยะเวลาในการคืนทุน เปรียบเทียบกับ "ตึกแถวตัวอย่าง" รูปแบบเดิม

1.3. ขอบเขตของการวิจัย

ในส่วนของเนื้อหาในการวิจัยนี้ มุ่งที่จะแก้ปัญหาเรื่องแสงสว่าง และอุณหภูมิให้แก่ผู้ใช้อาคาร ซึ่งจะทำการศึกษาวเคราะห์อาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" กับหน่วยอาคารที่อยู่ ณ ตำแหน่งดังต่อไปนี้

ก. หน่วยที่อยู่ช่วงกลางของแถว

ข. หน่วยที่อยู่ริมซ้ายของแถว

ค. หน่วยที่อยู่ริมขวาของแถว

ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนหน่วยในแต่ละแถวอาคารที่ไม่เท่ากัน ไม่ทำให้หน่วยย่อยต่าง ๆ เกิดผลเปลี่ยนไปหากแต่ตำแหน่งที่ตั้งอยู่ในแถวดังกล่าวข้างต้นเท่านั้นที่ทำให้เกิดผลที่แตกต่าง นอกจากนี้ยังแบ่งพื้นที่หลักในการพิจารณาเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ใช้พักอาศัยและส่วนประกอบการค้า โดยส่วนประกอบการค้าจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาในวงกว้างทั่วไปเท่านั้น เนื่องจากประเภทการค้าที่แตกต่างกันจะมีความร้อนอันเกิดจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกิจการที่ไม่เหมือนกัน โดยขอบเขตของการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ศึกษา และกำหนดขนาดพื้นที่ใช้สอยของ "ตึกแถว" ประเภทพาณิชย์กึ่งพักอาศัย รวมไปถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในอาคาร

2. ศึกษา และ กำหนดรูปแบบกรอบอาคาร และเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายตามเกณฑ์

3. ศึกษา และ กำหนดวัสดุ, อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำคุณสมบัติที่เหมาะสมต่าง ๆ มาใช้ในการออกแบบ

4. ศึกษา และ กำหนดขนาดตำแหน่งของช่องเปิดแสงสว่าง และช่องเปิดลมธรรมชาติ ให้สอดคล้องกับความสบายทางอุณหภูมิและแสงสว่าง

5. ศึกษา และ กำหนดการแก้ปัญหาด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพอากาศในแต่ละกรณี

6. ศึกษา และ กำหนดลักษณะการจัดผังภายในอาคารที่เหมาะสม และเป็นไปได้ในการลงทุน เพื่อให้สอดคล้องกับการให้แสงจากธรรมชาติ และทิศทางการระบายอากาศ

7. ตรวจสอบผลที่ออกแบบจากการทดสอบ การบังแดดของแผงบังแดด, สูตรคำนวณเทคนิคต่าง ๆ, การคำนวณผลจากคอมพิวเตอร์โปรแกรม LIGHTING, COOLING LOAD, OTTV และ RTTV

8. เปรียบเทียบผลที่ได้จากอาคารที่นำเสนอ กับอาคาร "ตึกแถวตัวอย่าง" ในเรื่องความสบายทางด้านแสงสว่าง, อุณหภูมิ, ค่าลงทุน, ค่าดำเนินการ และระยะเวลาคืนทุน นอกจากขอบเขตที่กล่าวมา การกำหนดทิศทางที่แน่นอนเพียงทิศใดทิศหนึ่ง ให้ตึกแถวสร้างในทิศที่ดีที่สุดเพียงทิศเดียว เป็นหนทางซึ่งไม่สามารถเป็นไปได้ในความจริง ดังนั้น

ขั้นตอนการตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิจะทำการตรวจสอบในแปดทิศทาง คือ ทิศเหนือ ใต้, ตะวันออก, ตะวันตก, ตะวันออกเฉียงเหนือ, ตะวันออกเฉียงใต้, ตะวันตกเฉียงเหนือ, ตะวันตกเฉียงใต้ การตรวจสอบความสบายทางด้านแสงสว่างจะทำการตรวจสอบใน 4 ทิศทาง คือ ทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก และตะวันตก

การเปรียบเทียบค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (Cooling Load) จะเปรียบเทียบในส่วนประกอบการค้า, ห้องชั้นบนสุด และห้องชั้นกลาง ระหว่างตึกแถวตัวอย่าง กับตึกแถวรูปแบบที่นำเสนอ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (Cooling Load) กับระยะเวลาต้นทุนในส่วนค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่ลดลงกับค่าก่อสร้างที่แพงกว่าในระยะแรก

1.4. วิธีการและขั้นตอนในการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนของการศึกษาวิจัยออกเป็น 7 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. การสำรวจและการศึกษาปัญหาเบื้องต้น
2. การวางแผนการดำเนินงานวิจัย
3. การศึกษาทฤษฎีและรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย
4. การวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
5. การดำเนินงานออกแบบ
6. การทดสอบผลงานออกแบบ
7. การสรุปผลการศึกษา

จากขั้นตอนของการศึกษาวิจัย 7 ขั้นตอนดังกล่าว มีรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. การสำรวจและการศึกษาปัญหาเบื้องต้น : ขั้นตอนแรกนี้เริ่มจากการค้นคว้าและสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในภาคเอกสาร โดยการศึกษาจากรายงานการวิจัย, บทความสัมมนาทางวิชาการ และเอกสารที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวข้องกับ "ตึกแถว" มองประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และมุ่งประเด็นในข้อปัญหาที่สามารถจะนำมาแก้ไข ภายใต้ขอบเขตที่สามารถจะดำเนินงานวิจัยต่อไปได้

2. การวางแผนการดำเนินงานวิจัย : มองภาพรวมของปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาในเบื้องต้น โดยกำหนดแผนการดำเนินงานวิจัยเบื้องต้น เพื่อดูความเป็นไปได้ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

- ก. การกำหนดสมมุติฐานในการวิจัย
- ข. การวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อหาตัวแปร
- ค. การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการวิจัย

ง. การศึกษาทฤษฎีและแนวทางในการแก้ปัญหาตัวแปร

จ. การค้นหาวิธีทดสอบเพื่อสรุปผลในขั้นสุดท้าย

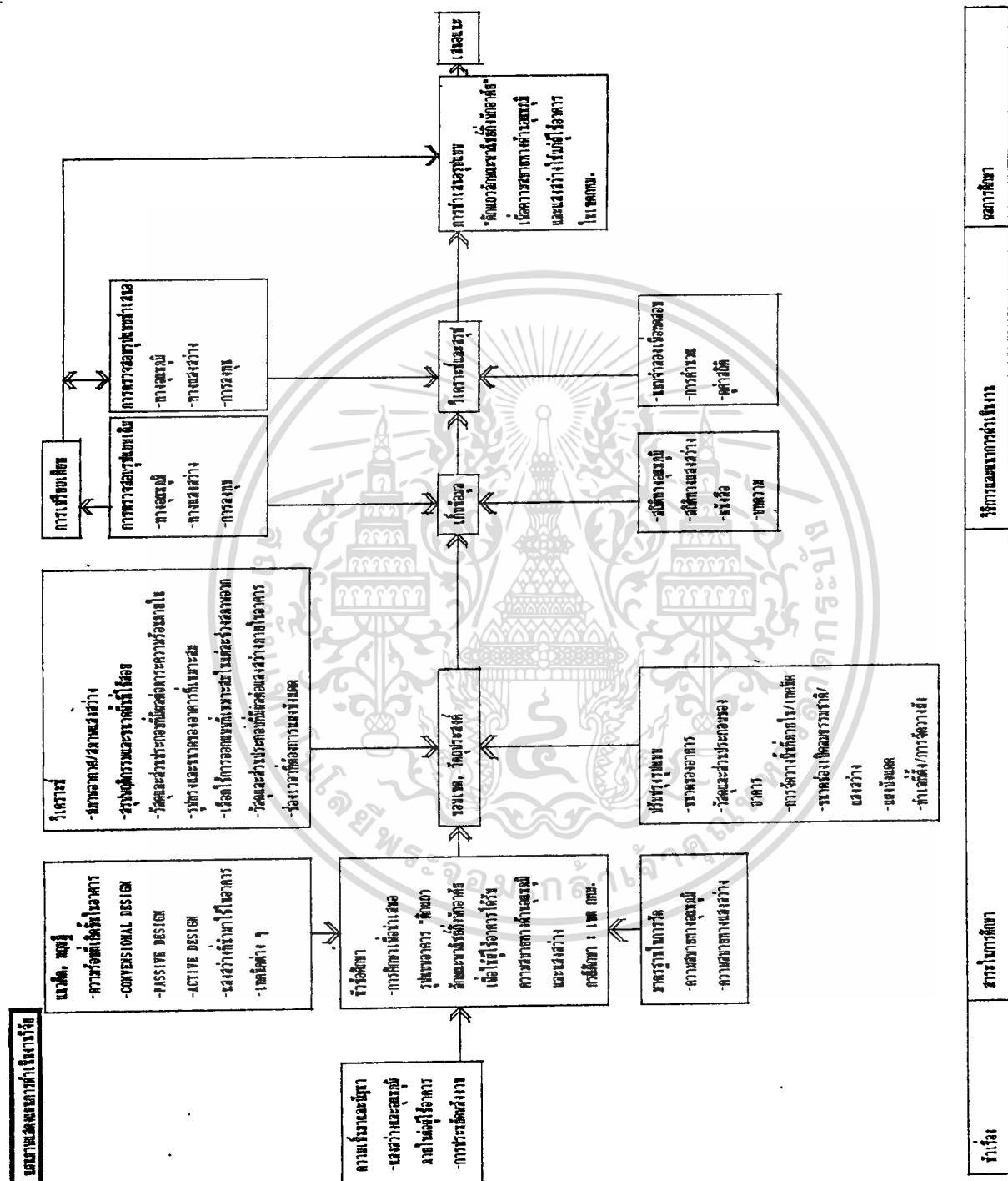
เมื่อกำหนดแผนการดำเนินงานวิจัยเบื้องต้น และได้ผลสรุปว่าสามารถดำเนินงานวิจัยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ จึงจัดทำ "แผนการดำเนินงานวิจัย" ขึ้นและเริ่มศึกษาต่อไป

3. การศึกษาทฤษฎีและรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย : ศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องมาตรฐานที่จะใช้กำหนดในงานวิจัย ทั้งเรื่อง "อุณหภูมิที่อยู่ในเกณฑ์สบาย" และ "แสงสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย" ตัวแปรที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับภาวะสบาย, ศึกษาต้นเหตุของตัวแปรดังกล่าวและตรวจสอบตัวแปรเกี่ยวเนื่อง โดยนำข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่ ข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้องกับเรื่องอุณหภูมิในเขตกรุงเทพมหานคร, ข้อมูลและกราฟสถิติที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแสงสว่างในเขต กทม. ฯลฯ มาช่วยประกอบในการพิจารณาวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในขั้นต่อไป

4. การวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง : ค้นหาตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของเรื่องอุณหภูมิและแสงสว่างที่เกี่ยวข้องกับตัวสถาปัตยกรรม อันได้แก่ วิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคารที่มีผลต่อภาระความร้อนภายใน, ส่วนประกอบของอาคารที่มีผลต่อการนำแสงสว่างจากภายนอกเข้าไปใช้ในอาคาร และนำมาพิจารณาเพื่อศึกษาหาแนวทางแก้ไขด้วยวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ โดยนำหลักเกณฑ์การออกแบบทางสถาปัตยกรรมต่าง ๆ มาพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสม

5. การดำเนินงานออกแบบ : นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ มาประกอบการออกแบบพร้อมทั้งคัดเลือกและกำหนดส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่นำมาใช้แก้ปัญหา ตัวแปรเกี่ยวเนื่องทั้งหมดในแบบที่นำเสนอ โดยนำเสนอการออกแบบออกมาในลักษณะรูปแบบที่สมบูรณ์ ที่ใช้แก้ปัญหาได้ครบทุกกรณี งานออกแบบดังกล่าวคือ "ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัยที่นำเสนอ" เพื่อแก้ปัญหาเรื่อง "อุณหภูมิและแสงสว่าง" ให้ผู้อยู่อาศัย ได้รับความสบายตามเกณฑ์ตลอดทั้งปีสำหรับเขตกทม.

6. การทดสอบผลงานออกแบบ : นำ "ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่างและรูปแบบที่นำเสนอมาทดสอบและเปรียบเทียบกันด้วยวิธีการต่าง ๆ อันได้แก่ ตรวจสอบคุณภาพกรอบอาคารจากคอมพิวเตอร์ โปรแกรม OTTV, ตรวจสอบค่าภาระความร้อน (Cooling Load) จากคอมพิวเตอร์โปรแกรม AIR-CONDITION COOLING-LOAD เวอร์ชัน 1.0 , ตรวจสอบขนาดหน้าต่างที่ใช้เพื่อการระบายอากาศโดยธรรมชาติจากการคำนวณ ในช่วงเวลาที่พื้นที่นั้นมีการใช้สอย, ตรวจสอบระดับความสว่างภายในจากลักซ์มิเตอร์ และการถ่ายภาพ, ตรวจสอบค่าลงทุน ค่าเครื่องปรับอากาศซึ่งขึ้นกับขนาดของภาระความร้อน ค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานไฟฟ้า และหาระยะเวลาได้ถึงจุดคุ้มทุนของ "ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในส่วนค่าลงทุนเริ่มแรกที่มากกว่าแต่เสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า



ภาพที่ 1.1 สมการการค้าเงินบาท

7. การสรุปผลการศึกษา : เมื่อทำการทดสอบผลงานออกแบบ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว นำผลที่ได้มาสรุป และนำเสนอต่อคณะกรรมการเพื่อพิจารณางานวิจัยต่อไป

1.5. ข้อจำกัดในการวิจัย

งานวิจัยนี้แม้จะสามารถนำเสนอรูปแบบ "ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ออกมาได้ ในขั้นตอนสุดท้าย แต่ยังคงถือว่าไม่สมบูรณ์เต็มที่ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ขนาดพื้นที่ใช้สอยในส่วนประกอบการค้า และพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร

ขนาดพื้นที่ใช้สอยในส่วนประกอบการค้าของ "ติกแถว" ในลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัยที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยถือเอาขนาดเล็กที่สุดที่ได้จากการสังเกต "ติกแถว" ในปัจจุบัน และเลือกใช้ข้อมูลจากการสำรวจของนางสาวเพ็ญศรี ฉันทวรารักษ์ เมื่อปี พ.ศ.2529 มาเป็นเกณฑ์การตัดสินใจ ขนาดพื้นที่ใช้สอยเพื่อประกอบการค้าดังกล่าว ไม่สามารถสรุปได้ว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับการค้าทุกประเภท พฤติกรรมของผู้ใช้อาคารสรุปจากการสอบถามผู้อยู่อาศัยใน "ติกแถว" ทั่วไป ประกอบกับผู้ทำวิจัยเคยพักอาศัยอยู่ในอาคารประเภทนี้ในช่วงเวลาหนึ่ง พฤติกรรมที่ถูกกำหนดขึ้น จึงไม่อาจถือเป็นบรรทัดฐานว่าเหมาะสมสำหรับทุกอาคาร ดังนั้นขนาดพื้นที่ใช้สอยในส่วนประกอบการค้า และพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารในงานวิจัยนี้ถือเป็นข้อจำกัดด้านหนึ่ง

2. ค่ามาตรฐานความสบายทางด้านอุณหภูมิที่นำมาใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้ถือเอามาตรฐาน ECI (The Equatorial Comfort Index) เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการพิจารณา โดยค่าความสบายที่ถูกเสนอโดย Webb, C.G. เป็นค่าที่วัดจากการตอบสนองของความเคยชินของอากาศของคนสิงคโปร์ สำหรับในประเทศไทย ค่าเหมาะสมจากมาตรฐานดังกล่าว ยังไม่มีผู้ทำวิจัยไว้ และเนื่องจากประเทศสิงคโปร์อยู่ในเขตร้อนชื้นและมีภูมิอากาศที่คล้ายคลึงกับประเทศไทย ดังนั้นผู้วิจัยจะถือว่าค่าดังกล่าวเป็นค่ามาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับคนไทยในเขต กทม. สำหรับงานวิจัยนี้ โดยจะมุ่งเน้นพิจารณาที่ค่าสูงสุดที่ยังอยู่ในเกณฑ์ความสบายเท่านั้น เนื่องจากกรณีที่อากาศในเขต กทม. จะต่ำกว่าเกณฑ์ความสบาย ซึ่งทำให้รู้สึกหนาวมากนั้นไม่น้อยมาก และหากเกิดกรณีดังกล่าวขึ้นก็ยังสามารถแก้ปัญหาได้ (เนื่องจากสภาพอากาศไม่หนาวจัด)

3. การประมวลผลในการออกแบบขั้นตอน PASSIVE DESIGN

ในขั้นตอน PASSIVE DESIGN นี้ค่อนข้างจะเป็นการลำบากในการสรุปผลที่ชัดเจนออกมา เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศมีน้อยมาก หากจะให้ได้ผลสรุปที่ชัดเจนจะต้องมีการสร้างจริง และทำการทดสอบผลที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้นำเสนอผลวิเคราะห์คร่าวๆ ในลักษณะ สมมุติค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ต่าง ๆ หากระบบทำงานอย่างได้ผลออกมาให้เห็นในเบื้องต้นอยู่เช่นกัน

4. สภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องเนื่องในการทำวิจัย

ตัวแปรทางด้านสภาพภูมิอากาศในงานวิจัยนี้ จะถือเอาค่าสถิติระหว่าง ปี ค.ศ. 1961-1990 (พ.ศ. 2504-2533) ของกรมอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร มาใช้ในส่วนตอนต่าง ๆ โดยจะถือว่าค่าต่าง ๆ ที่นำมาใช้ ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดในเขตกรุงเทพมหานคร

5. ค่าต่าง ๆ และค่าสถิติที่นำมาใช้

ค่าต่าง ๆ ที่นำมาใช้ จะถือว่าเป็นค่าที่ถูกต้องในเขตกรุงเทพมหานคร โดยจะยอมรับว่าค่าที่นำมาใช้ผิดพลาดน้อยมาก ค่าดังกล่าวได้แก่ ค่าการนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาใช้, ค่าต่าง ๆ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ, ค่าสถิติเรื่องแสงสว่างจากธรรมชาติ (Daylight) ฯลฯ

6. การพิจารณาในเรื่องแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า (Artificial Lighting)

งานวิจัยนี้ไม่ได้มุ่งเน้นที่จะแก้ปัญหาเรื่องแสงสว่างภายในอาคาร ด้วยการ ใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า (โดยเฉพาะในกลางวัน) งานวิจัยมุ่งที่จะแก้ปัญหาโดยพยายามทำ แสงสว่างจากธรรมชาติมาก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟฟ้า, การ เลือกใช้ดวงโคม รวมไปถึงบรรยากาศในการตกแต่งภายในจากหลอดไฟฟ้า จะไม่ทำการศึกษานอกจากจำนวนหลอดไฟฟ้าและขนาดฟลักซ์แสงสว่าง (ลูเมน) ที่เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ของห้องต่าง ๆ เท่านั้น เพื่อจะได้นำไปพิจารณาในด้านอื่น ๆ ในบางขั้นตอน

7. การตรวจสอบเรื่องความสว่างภายในอาคาร

ในส่วนอาคารตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบนี้ เป็นการตรวจสอบจากอาคารจริง ๆ โดยการอ่านค่าระดับความสว่างจากลักซ์มิเตอร์ (ในที่นี้จะถือว่าลักซ์มิเตอร์มีข้อผิดพลาดน้อยมาก) แต่ในการตรวจสอบระดับความสว่างภายในอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่นำเสนอ เป็นการสำเนาที่จะสร้างแบบจำลอง (MODEL) ขนาดใหญ่ ซึ่งใกล้เคียงกับของจริงเพื่อมาทำการนิสสัน ผู้วิจัยจึงได้อาศัยหลักเกณฑ์และสมการที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ มาทำการคำนวณ เพื่อแสดงให้เห็นว่ารูปแบบที่นำเสนอจะสามารถนำแสงสว่างเข้ามาใช้ภายในอาคารได้ นอกจากนี้ยังมีการถ่ายรูปเปรียบเทียบให้เห็น ดังนั้นการตรวจสอบความสว่างภายในอาคารด้วยวิธีการที่แตกต่างกันดังกล่าว จึงถือเป็นข้อจำกัดอีกด้าน

1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

แม้ว่า "ตึกแถว" ในระยะเวลาที่ผ่านมาจะถูกนำไปใช้ในกิจกรรมด้านต่าง ๆ หลายประเภท อันเนื่องมาจากการมีลักษณะตอบสนองประโยชน์ได้ทั่วไป (Multi-Purpose) ทำให้ในปัจจุบันต่อปัญหาให้แก่ชุมชนในหลายด้าน จนทำให้ ในทัศนะของผู้คนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง สถาปนิก และนักผังเมือง มักจะกล่าวถึง "อาคารตึกแถว" ในแง่ที่เป็นต้นเหตุแห่งปัญหาต่าง ๆ ของเมือง โดยยกเป็นตัวอย่างของสถาปัตยกรรมที่เลว ซึ่งขาดความเอาใจใส่ในการออกแบบ และการใช้งาน

แต่หากมอง "ตึกแถว" อย่างเป็นกลาง อาคารประเภท "ตึกแถว" โดยตัวมันเอง ก็มีข้อดีอยู่มาก หากแต่กาลเวลาและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป รวมไปถึงลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้น และข้อกฎหมายต่าง ๆ แบบเก่า ทำให้ตึกแถวในลักษณะเดิมไม่เหมาะสมกับยุคสมัยปัจจุบัน อย่างไรก็ตามก็ยังดีที่ยังคงเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า การก่อสร้างอาคารประเภท "ตึกแถว" ในเขตกรุงเทพมหานครยังคงมีอยู่ แม้จะมีอัตราที่ลดลงตามลำดับดังที่เคยเกิดขึ้นในประเทศที่พัฒนาแล้วก็ตาม

งานวิจัยนี้มุ่งที่จะเสนอแนะรูปแบบ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" เพียงลักษณะเดียว (รูปแบบที่นำเสนอไม่มีความเหมาะสมกับตึกแถวที่ถูกนำมาใช้ในลักษณะอื่น ๆ) โดยจะเน้นการแก้ปัญหาในเรื่องความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่าง ให้แก่ผู้อยู่อาศัยเป็นหัวใจหลักของงานวิจัยนี้ ซึ่งคาดว่าจะได้รับประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. เสนอนำเสนอการจัดวางผังกลุ่ม "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ให้เหมาะสมกับยุคสมัยปัจจุบัน เพื่อให้ภาครัฐบาล ภาคเอกชน และหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง นำไปพิจารณาและปรับใช้ให้เหมาะสมกับยุคสมัยปัจจุบันและอนาคต

2. นำเสนอรูปแบบ "ตึกแถว ลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่ทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่าง โดยจะแสดงผลให้เห็นด้วยวิธีการคำนวณตามหลักวิชาการ และการทดสอบต่าง ๆ

3. ชี้ให้เห็นว่า ลักษณะการออกแบบที่เหมาะสม จะสามารถให้อาคาร "ตึกแถว" ในลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานลงได้ แม้จะมีค่าก่อสร้างเริ่มแรกที่สูงกว่า แต่ก็ถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลาไม่นาน

4. คาดว่าจะเป็นงานวิจัยชิ้นหนึ่ง ซึ่งช่วยให้ภาครัฐบาล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นำไปพิจารณาประกอบการตัดสินใจ ในการออกกฎกระทรวงเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารประเภท "ตึกแถว"

5. ชี้ให้เห็นว่า การออกแบบและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เห็นว่าการออกแบบอาคารประเภท "ตึกแถว" (หรืออาคารประเภทอื่น ๆ) เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายทางด้านอุณหภูมิ และแสงสว่างในแต่ละแห่งนั้นจำเป็นต้องให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ และสภาพแสงสว่างในแถบ

นั้น ๆ โดยการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้จะเป็นตัวอย่างเบื้องต้น เพื่อนำไปพิจารณาและปรับปรุงให้เหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

**ขนาดพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสม ของอาคารประเภท
"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.**

- 2.1. ทำเลที่ตั้งของอาคาร "ตึกแถว ลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.
- 2.2. การจัดวางผังกลุ่มอาคาร "ตึกแถว" ในเขต กทม.
- 2.3. การพิจารณาองค์ประกอบ (FUNCTION) และพฤติกรรมที่เกิดขึ้น
- 2.4. รายละเอียดและขนาดพื้นที่ของแต่ละองค์ประกอบ (FUNCTION)

บทที่ 2

ขนาดพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสม ของอาคารประเภท "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.

2.1. ทำเลที่ตั้งของอาคาร "ตึกแถว ลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.

เป็นที่ตระหนักกันดีว่าที่ดินที่มีทำเลเหมาะสมกับการค้า การลงทุนสร้าง "ตึกแถว" ขาย จะได้ผลตอบแทนจากการลงทุนสูงในระยะเวลานาน มากกว่าอาคารประเภทอื่น ๆ นอกเสียจากที่ดินมีราคาสูงมาก การลงทุนในการก่อสร้างอาคารสูงจึงจะเป็นกรณีที่เหมาะสมกว่า อาคารตึกแถวส่วนใหญ่ในกรุงเทพมหานคร ใช้เป็นสถานที่ประกอบการค้าร่วมกับการพักอาศัยของครอบครัว โดยมากมักจะประกอบธุรกิจการค้าย่อย จากการสำรวจของนางสาว เพ็ญศรี ฉันทวรพงศ์ พบว่าผู้ซื้อตึกแถวส่วนมาก เคยอยู่ตึกแถวหรือห้องแถวที่ทำการค้ามาก่อน เมื่อแต่งงานมีครอบครัว อีกระยะเวลาหนึ่งจะมีการย้ายออกมาเป็นครอบครัวเดี่ยว แยกจากบิดามารดา เพื่อทำการค้าในทำเลแห่งใหม่

อาคาร "ตึกแถว" ที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับการค้านั้น ต้องการทำเลที่ตั้งอยู่ในย่านชุมชน ที่มีผู้คนผ่านไปมาเป็นจำนวนมาก อันได้แก่

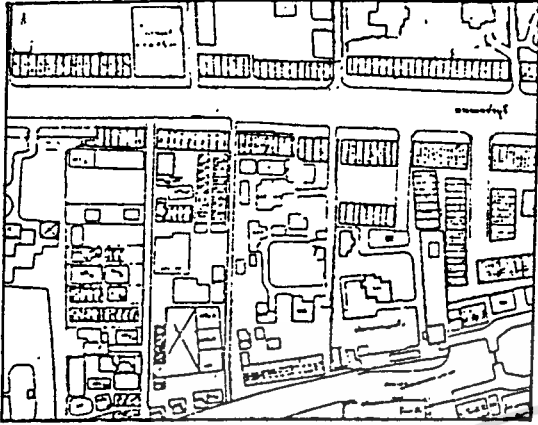
1. ทำเลที่ตั้งในย่านใจกลางเมือง
2. ย่านชุมชนชานเมืองในบริเวณที่ติดริมถนนใหญ่
3. บริเวณทางแยกไปสู่ย่านพักอาศัย

2.2. การจัดวางผังกลุ่มอาคาร "ตึกแถว" ในเขต กทม.

รูปแบบการวางผังกลุ่มอาคารตึกแถว (Shophouse Patterns) ของเขต กทม. ในระยะที่ผ่านมาสามารถสรุปได้ 3 ลักษณะคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

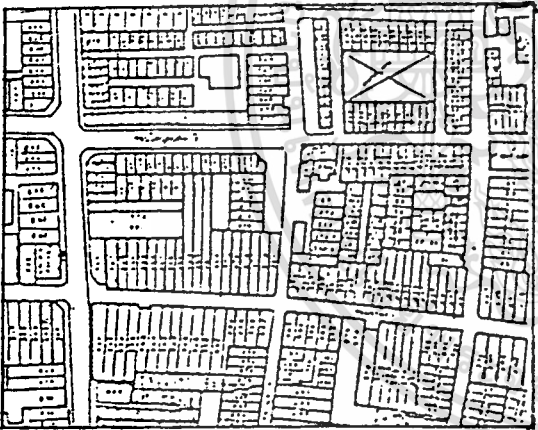
1. การวางผังในแนวเส้นตรง (Linear Pattern)



เป็นลักษณะของการวางผังตึกแถวแบบพื้นฐาน ซึ่งเกิดในยุคต้น ๆ (ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 4) อาคารแต่ละหลังหันด้านหน้าออกสู่ริมถนน การวางผังในลักษณะนี้ได้ขยายตัวออกไปพร้อมกับการตัดถนนสายต่าง ๆ

ภาพที่ 2.1. การวางผังในแนวเส้นตรง

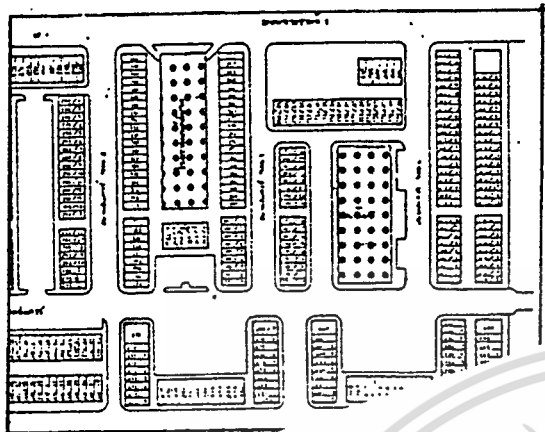
2. การวางผังในแนวผสม (Mixed Pattern)



เป็นการวางผังในแนวเส้นตรงผสมกันสองแนว ทั้งในแนวตั้งฉากและแนวขนานไปกับถนน ถ้าพื้นที่ก่อสร้างอาคารอยู่ในถนนซอย มักมีการวางผังอาคารในแนวขนานเป็นสองแถว โดยหันด้านหลังอาคารให้ชนกัน ซึ่งเป็นวิธีการประหยัดพื้นที่ดินในการก่อสร้างได้มากที่สุด

ภาพที่ 2.2. การวางผังในแนวผสม

3. การวางผังเป็นกลุ่ม (Block Pattern)



ได้มีผู้ลงทุนจัดสรรที่ดินแปลงใหญ่ขึ้นมา เพื่อพัฒนาเป็น "ชุมชนตึกแถว" โดยเฉพาะ การวางผังอาคารตึกแถว ในแบบนี้ได้พิจารณาถึงทางเข้า-ออกของรถยนต์ และ มืองค์ประกอบที่เป็นตัวศูนย์กลาง (โรงแรม, โรงภาพยนตร์ ฯลฯ) ของกิจกรรมในชุมชน ตัวอย่างเช่น ศูนย์การค้าสยามสแควร์, ศูนย์การค้าอินทรา เป็นต้น

ภาพที่ 2.3. การวางผังแบบเป็นกลุ่ม

นอกจากนี้พบว่า รูปแบบของการวางผังที่ส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมแบบผสมได้มากที่สุด คือ ลักษณะของการวางผังเป็นกลุ่ม (Block Pattern) เนื่องจากการวางผังอาคารในลักษณะนี้เอื้ออำนวย ต่อความล้มพันธ์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม และก่อให้เกิดรูปแบบของการสัญจรที่สะดวกซึ่งมีผลดึงดูดให้ประชาชนเข้าไปใช้

2.3. การพิจารณาองค์ประกอบ (FUNCTION) และพฤติกรรมที่เกิดขึ้น

จากหัวข้อ 2.1 เรื่องทำเลที่ตั้งของอาคาร "ตึกแถว ลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" พบว่าผู้ซื้อตึกแถวนั้น เป็นครอบครัวเดี่ยวที่แยกตัวออกมาจากบิดา-มารดา ซึ่งเคยทำการค้าในอาคารประเภทนี้มาก่อน อาคารประเภทนี้ จะมีการใช้พื้นที่ในสองลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. พื้นที่เพื่อการค้า : ประกอบไปด้วย
 - พื้นที่ประกอบการค้า
 - พื้นที่เก็บของ
 - พื้นที่รับของเข้าร้าน
 - พื้นที่จอดรถที่เพียงพอกับประเภทการค้า
2. พื้นที่เพื่อการพักอาศัย : พื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะเป็นบ้านอยู่อาศัยนั่นเอง ประกอบไปด้วย
 - พื้นที่ครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พื้นที่ทานอาหาร
- พื้นที่พักผ่อนของครอบครัว
- พื้นที่ซักล้าง, ตากผ้า, รีดผ้า
- พื้นที่ส่วนนอนพ่อแม่
- พื้นที่ส่วนนอนลูก
- พื้นที่ส่วนนอนลูกจ้าง
- ห้องน้ำ, ส้วม

การหาจำนวนสมาชิกที่อยู่ในตึกแถวนี้ "ไม่สามารถจะทราบได้จากการสำรวจใน-
ประชากรของทะเบียนท้องถิ่นแต่จะได้ จากการสำรวจสถานที่ประกอบการจริงในตึกแถว เนื่องจาก
จากผู้ให้เช่าส่วนใหญ่ไม่ได้แจ้งย้ายทะเบียนบ้านเข้ามาอยู่ในอาคารที่ตนร่วมพักอาศัย เพราะ
เห็นว่าเป็นการพักอาศัยชั่วคราว"¹ โดยพบว่านอกจากสมาชิกในครอบครัวแล้ว ยังมีผู้อื่นร่วม
อาศัยอยู่ภายในอาคารด้วย สำหรับ"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัยนี้" บุคคลดังกล่าวได้แก่
ลูกจ้าง (หรือคนรับใช้) และผู้ช่วยในการประกอบการ

ขนาดของผู้อยู่อาศัยในตึกแถวนี้ สามารถประมาณได้จากค่าสถิติที่ นางสาวเพ็ญศรี
ฉันทวรารักษ์ สारวจนพบ คือ

ผู้อยู่อาศัยในตึกแถวในเขตชั้นใน	ของกรุงเทพฯ เฉลี่ยเท่ากับ	7.4 คน
ผู้อยู่อาศัยในตึกแถวในเขตชั้นกลาง	ของกรุงเทพฯ เฉลี่ยเท่ากับ	5.8 คน
ผู้อยู่อาศัยในตึกแถวในเขตชั้นนอก	ของกรุงเทพฯ เฉลี่ยเท่ากับ	4.6 คน

และพบว่าผู้ชื่อ "ตึกแถว" ส่วนใหญ่เคยอยู่อาศัยในอาคารลักษณะนี้มาก่อน โดยมาก
แยกครอบครัวมาจากบิดา-มารดา ที่อาศัยและทำการค้าในตึกแถวซึ่งอยู่ในย่านใจกลางเมือง
ดังนั้นจากตัวเลขจำนวนสมาชิกดังกล่าว น่าจะกล่าวได้อย่างคร่าว ๆ ว่าเป็น สถิติการเพิ่มจำนวน
ของสมาชิกที่อาศัยอยู่ในตึกแถว ตั้งแต่เริ่มเข้าไปอยู่จนกระทั่ง ลูกหลานมีครอบครัวและแยกออก
ไปอยู่ในที่แห่งใหม่นั้นเอง

ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ จะกำหนดให้จำนวนสมาชิกที่จะต้องเตรียมพื้นที่ใช้สอยให้ คือ
7 คน โดยจะถือว่าค่าเฉลี่ย 0.4 คน ที่เหลือดังกล่าว คือลูกจ้างในร้านที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น

¹เพ็ญศรี ฉันทวรารักษ์, "แนวทางการเปลี่ยนแปลงของตึกแถวในกรุงเทพมหานคร",
(วิทยานิพนธ์) ปรินซ์ฮาล์มมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2529), หน้า 61

ในบางหน่วย และหากมีลูกจ้างเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งคนดังกล่าว โดยความเป็นจริงก็สามารถให้
พักอาศัยร่วมกับลูกจ้างรายอื่นได้

จำนวนสมาชิก 7 คนดังกล่าว ผู้วิจัยจะถือว่ามียาละเอียดดังต่อไปนี้

- พ่อ
- แม่
- บุตร 3 คน
- ลูกจ้าง 2 คน

พฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" นี้ ผู้วิจัยได้สอบถาม,
สังเกตและอาศัยประสบการณ์ของผู้วิจัยเอง ที่เคยอยู่อาศัยในอาคารประเภทนี้ในช่วงระยะเวลา
หนึ่ง สรุปพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารอย่างคร่าวโดยทั่วไปได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 พฤติกรรมที่เกิดขึ้นใน "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"

องค์ประกอบ (FUNCTION)	ผู้ใช้	วัน	เวลา
1.พื้นที่เพื่อการค้า			
-ประกอบการค้า	พ่อ,แม่,ลูกจ้าง	จันทร์-เสาร์	8.00-20.00 น.
-เก็บของ	ลูกจ้าง	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา
-รับของ	ลูกจ้าง, คนส่งของ	บางวัน	ไม่เป็นเวลา
-จอดรถลูกค้า	ลูกค้า	จันทร์-เสาร์	ไม่เป็นเวลา
2.พื้นที่เพื่อการพักอาศัย			
-ครัว	แม่,ลูกจ้าง	ทุกวัน	6.00- 8.00 น. 11.00-13.00 น. 16.00-20.00 น.
-ทานอาหาร	พ่อ,แม่,ลูก,ลูกจ้าง (ลูกจะทานอาหารกลางวัน ที่โรงเรียนทุกวัน จันทร์- เสาร์ ในช่วงเวลาเปิดภาค การศึกษา)	ทุกวัน	6.00- 8.00 น. 11.00-13.00 น. 18.00-20.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบ (FUNCTION)	ผู้ใช้	วัน	เวลา
-พักผ่อนครอบครัว	พ่อ,แม่,ลูก และลูกจ้างในบางเวลา เช่นดูโทรทัศน์ (ในการศึกษาภาคการศึกษา จะมีการใช้เหมือน เสาร์-อาทิตย์)	จันทร์-ศุกร์ เสาร์-อาทิตย์	16.00-23.00 น. 8.00-23.00 น.
-ซักล้าง,ตากผ้า	แม่,ลูกจ้าง	ทุกวัน	6.00- 8.00 น.
-รีดผ้า	แม่,ลูกจ้าง	ทุกวัน	14.00-16.00 น.
-นอนพ่อ, แม่	พ่อ,แม่	ทุกวัน	20.00- 6.00 น.
-นอนลูก	ลูก (ในการนี้โรงเรียน ภาคการศึกษาจะใช้ เหมือนเสาร์-อาทิตย์)	จันทร์-ศุกร์ เสาร์-อาทิตย์	20.00- 6.00 น. ไม่เป็นเวลา
-นอนลูกจ้าง	ลูกจ้าง	จันทร์-เสาร์ อาทิตย์	20.00- 6.00 น. ไม่เป็นเวลา
-หอน้ำ, ล้าง	พ่อ,แม่	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา
	ลูก	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา
	ลูกจ้าง	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา

2.4. รายละเอียดและขนาดพื้นที่ของแต่ละองค์ประกอบ (FUNCTION)

พื้นที่ใช้สอยที่เพียงพอสำหรับแต่ละองค์ประกอบ (FUNCTION) เกิดจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นและขนาดของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ประกอบกิจกรรม รวมไปถึง จำนวนคนและพฤติกรรม การใช้สอยในแต่ละเวลา ซึ่งจะสามารถทำให้กำหนดขนาดที่เพียงพอสำหรับแต่ละองค์ประกอบให้ใกล้เคียงความจริงได้มาก

สำหรับอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งนักอาศัย" นี้ สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พื้นที่เพื่อการค้า

- พื้นที่ประกอบการค้า :

- ก.) จำนวนคนที่ใช้ : 1-4 คน ได้แก่ พ่อ, แม่บ้าน, ลูกจ้าง 2 คน และลูกค้าที่เข้ามาชมสินค้าหรือซื้อสินค้า
- ข.) วัน/เวลาที่ใช้ : จันทร์-เสาร์ เวลา 8.00-20.00 น.
- ค.) กิจกรรมที่เกิดขึ้น : เจ้าของร้านและลูกจ้าง มักจะประจำอยู่ที่โต๊ะเก็บเงินหรือบริเวณเคาน์เตอร์ เพื่อคอยแนะนำ-อธิบายสินค้า ลูกค้าที่เข้ามาจะเดินชมสินค้าที่มีการจัดแสดงไว้ หรืออาจมาสอบถามจากเคาน์เตอร์

ง.) ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : โดยปกติจะมีการจัดวางสินค้าไว้ในตำแหน่งและพื้นที่ซึ่งลูกค้าที่เข้ามาในร้านสามารถมองเห็น หรือหยิบชมได้ การจัดดังกล่าวมีลักษณะคล้ายตู้โชว์สินค้า (DISPLAY) หรือลูกค้าอาจมาสอบถามที่เคาน์เตอร์ในร้าน และเจ้าของร้านหยิบให้ ขนาดของตู้โชว์สินค้าขึ้นกับประเภทของสินค้าเป็นหลัก พื้นที่เพื่อใช้ประกอบการค้านี้ค่อนข้างจะกำหนดขนาดที่แน่นอนได้ยาก เนื่องจากมีลักษณะตอบสนองการค้าได้หลายประเภท

อย่างไรก็ดีสามารถสรุปขนาดพื้นที่ดังกล่าวได้ จากการสำรวจที่ผ่านมาของนางสาวเพ็ญศรี ฉันทวรารงค์ ซึ่งพบว่าเจ้าของอาคารมีความพอใจต่อขนาดพื้นที่เพื่อใช้ประกอบการค้าของอาคารตึกแถวเท่าที่มีการสำรวจ โดยขนาดความกว้างของตึกแถวที่พบมากที่สุดคือ 4.00 เมตร ความยาวของอาคารที่พบมากที่สุดอยู่ที่ 12.00 เมตร แต่ระยะที่ใช้ประกอบการค้าจริงมีระยะประมาณ 8 เมตร ส่วนระยะ 4 เมตรด้านหลังมักเป็นบริเวณห้องน้ำ, บันได และโถงเล็ก ๆ สำหรับวางโต๊ะเก็บเงินของเจ้าของร้าน แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่ใช้ประกอบการค้าโดยทั่วไปมีขนาดประมาณ 32 ตร.ม. หากรวมพื้นที่วางโต๊ะเก็บเงินของเจ้าร้าน ซึ่งใช้เนื้อที่ประมาณ 2-3 ตารางเมตรด้วย จะได้พื้นที่ประมาณ 34-35 เมตร (ซึ่งใกล้เคียงกับหน่วยย่อยที่สุด ของการแบ่งพื้นที่ให้เจ้าของศูนย์การค้าโดยทั่วไป) ดังนั้นขนาด กว้าง x ยาวที่จะนำมาพิจารณา ได้แก่ 4.00 x 8.75 ม., 4.50 x 7.75 ม., 5.00 x 7.00 ม., 5.50 x 6.25 ม. และ 6.00 x 5.75 ม.

(หมายเหตุ : อาคารตึกแถวหน้ากว้างเกินกว่า 6.00 เมตร จะไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากหากเกิน 6.00 เมตร การซื้อตึกแถวในขนาดหน้ากว้าง 3.50 เมตรสองคูหา น่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่าสำหรับผู้ซื้อ)

- พื้นที่เก็บของ :

- ก.) จำนวนคนที่ใช้ : 1-2 คน ได้แก่ ลูกจ้าง
- ข.) วัน/เวลาที่ใช้ : ทุกวัน โดยเข้าไปใช้ไม่เป็นเวลา
- ค.) กิจกรรมที่เกิดขึ้น : สินค้า และของใช้บางอย่างสำหรับส่วนพักอาศัย จะถูกเก็บไว้เมื่อต้องการลูกจ้างจะเข้าไปหยิบออกมา

ง.)ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : เฟอร์นิเจอร์ภายในพื้นที่ดังกล่าวเท่าที่จำเป็นได้แก่ชั้นวางของเพื่อใช้เก็บสินค้าให้ได้มาก ขนาดพื้นที่ส่วนนี้เป็นอีกพื้นที่ซึ่งระบุอย่างชัดเจนได้ลำบาก อย่างไรก็ตามจากการสังเกตจะพบเห็นอยู่เสมอว่า สำหรับตึกแถวที่มีชั้นลอย หากต้องการพื้นที่เก็บของแล้ว ชั้นลอยดังกล่าวมักถูกจัดเป็นบริเวณเก็บของ ซึ่งมีขนาดประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่ประกอบการค้า

- พื้นที่รับของ :

ก.)จำนวนคนที่ใช้ : 2-4 คน ได้แก่ลูกจ้างและคนส่งของ

ข.)วัน/เวลาที่ใช้ : บางวัน และใช้ไม่เป็นเวลาแต่โดยมากมักหลีกเลี่ยงเวลาที่ทำการค้า เช่น ตอนค่ำ หรือในวันอาทิตย์

ค.)กิจกรรมที่เกิดขึ้น : ขนถ่ายสินค้าเข้าร้านหรือบริเวณเก็บของ

ง.)ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : โดยมากมักใช้บริเวณทางเข้าหน้าอาคารเป็นบริเวณรับส่งได้ เนื่องจากระยะเวลาดังกล่าวไม่ได้ประกอบการค้า

- พื้นที่จ่อรถลูกค้า

ก.)จำนวนคนที่ใช้ : 2 คัน/คูหา สำหรับกิจการประเภทขายสินค้าทั่วไป (คล้ายห้างสรรพสินค้า ซึ่งตามพระราชบัญญัติต้องจัดให้มีที่จอดรถยนต์ 1 คัน/พื้นที่ประกอบการค้า 20 ตารางเมตร เศษของ 20 ตารางเมตรให้คิดเป็น 20 ตารางเมตร) และ 3 คัน/คูหา สำหรับกิจการประเภทขายอาหาร (คล้ายภัตตาคารซึ่งตามพระราชบัญญัติ ต้องจัดให้มีที่จอดรถยนต์ 1 คันต่อพื้นที่ 15 ตารางเมตร เศษของ 15 ตารางเมตรให้คิดเป็น 15 ตารางเมตร)

ข.)วัน/เวลาที่ใช้ : จันทร์-เสาร์, ไม่เป็นเวลา แต่อยู่ในระหว่างเวลา 8.00-20.00 น.

ค.)กิจกรรมที่เกิดขึ้น : ลูกค้าจอดรถเพื่อแวะชมและเลือกซื้อสินค้าในร้าน

ง.)ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : ต้องเตรียมพื้นที่จอดรถให้แก่ลูกค้า กว้างคูณยาวเท่ากับ 2.50 x 6.00 เมตร/คัน

2. พื้นที่เพื่อการพักอาศัย

- พื้นที่ครัว :

ก.)จำนวนคนที่ใช้ : 1-2 คน ได้แก่ แม่บ้านและลูกจ้าง

ข.)วัน/เวลาที่ใช้ : ทุกวัน เวลา 6.00- 8.00 น.

11.00-13.00 น.

16.00-20.00 น.

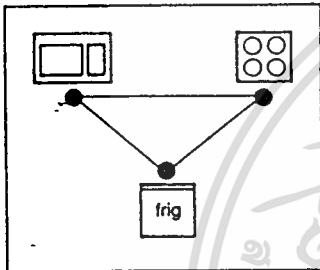
ค.)กิจกรรมที่เกิดขึ้น : เริ่มตั้งแต่การนำของที่ไปจ่ายจากตลาดเข้ามาในครัว ล้างและเก็บของต่าง ๆ เข้าที่ (ตู้เย็น, ตู้เก็บของ) จากนั้นเมื่อถึงเวลาทำอาหารจะนำของออกจากตู้โดยนำไปหั่นและล้าง แล้วจึงส่งต่อไปยังบริเวณปรุงอาหาร ได้แก่ บริเวณเตา

เมื่อปรุงเสร็จ จึงส่งไปยังส่วนเตรียมอาหาร (Pantry) เพื่อส่งต่อไปยังโต๊ะอาหารเมื่อถึงเวลาทานอาหารอีกทีหรืออาจนำไปวางรอไว้ที่โต๊ะอาหารได้ทันที

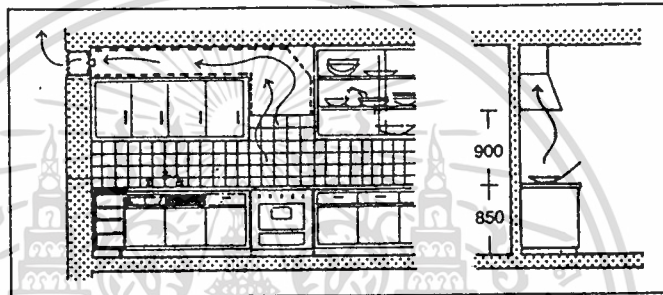
นอกจากนี้เมื่อทานอาหารเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะต้องนำภาชนะต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบอาหารและทานอาหารกลับเข้ามาล้าง/เช็ด/ผึ่ง และเก็บเข้าที่ตามเดิม

ง.) ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : ลักษณะการจัดโดยทั่วไปมักยึด "อุปกรณ์สำคัญในการทำงานสามจุด ได้แก่ อ่างล้างจาน, ตู้เย็น และเตาไฟ ควรเรียงอยู่ในรูปการใช้ส่วนที่เป็นสามเหลี่ยม ซึ่งแต่ละด้านรวมกันยาวไม่ควรต่ำกว่า 3.60 ม. และไม่ควรเกิน 6.60 ม. สำหรับบ้านพักอาศัย"¹

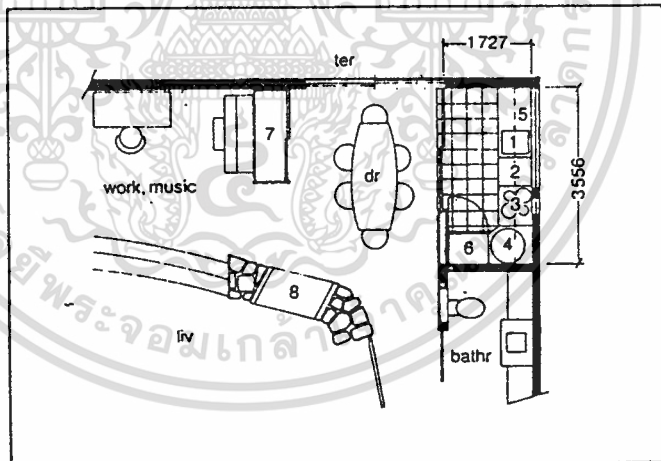
สำหรับขนาดเล็กที่สุดของพื้นที่ครัวนี้ เมื่อจัดอุปกรณ์เฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เข้าไป ขนาดที่เหมาะสมจะนำไปใช้ได้จะมีขนาดกว้างคูณยาวเท่ากับ 1.75 x 3.60 ม.



Work triangle (sk - ck - frig)



Where no vertical shaft planned, hood & duct to external wall advantageous



Efficient small k opens to or closes off from dr & ter 1 sk 2 dishwasher 3 ck 4 carousel cpd 5 wall cpd 6 frig 7 china cpd 8 2-way fireplace Arch E H & M K Hunter

ที่มา : Granada Publishing, Ernst Neufert ARCHITECT'S DATA, (NEW YORK) : JOHN WILEY & SONS. INC., 1980), P.55,57,58
ภาพที่ 2.4. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับห้องครัว

¹ เลอสม สภาปิตานนท์, บ้าน... การออกแบบสถาปัตยกรรมพื้นฐาน, (กรุงเทพฯ : อาร์ต แอนด์ อาร์คิเทคเจอร์พับลิเคชั่นส์, 2534), หน้า 31

- พื้นที่ทานอาหาร :

ก.) จำนวนคนที่ใช้ : แบ่งเป็น 2 ชุด

ชุดแรก 5 คน ได้แก่ พ่อ, แม่ และลูก 3 คน

ชุดที่สอง ได้แก่ ลูกจ้าง 2 คน

ข.) วัน/เวลาที่ใช้ : ทุกวัน โดยทั้ง 2 ชุด

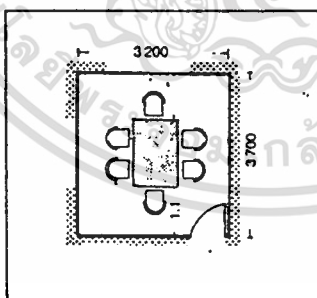
อยู่ในช่วงเวลา 6.00- 8.00 น.

11.00-13.00 น.

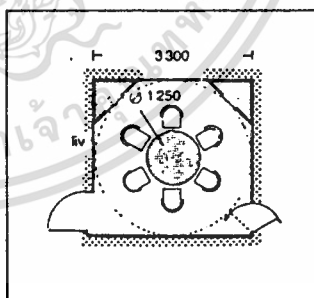
16.00-20.00 น.

ค.) กิจกรรมที่เกิดขึ้น : ควรอยู่ใกล้หรืออยู่ติดกับห้องพักผ่อนครอบครัว และห้องครัวส่วนวางอาหารที่เตรียมเสร็จ โดยเมื่อถึงเวลาอาหาร พ่อ, แม่, ลูก 3 คน จะมานั่งทานอาหารพร้อม ๆ กันก่อน เมื่อทานเสร็จ ลูกจ้าง 2 คนจึงจะเข้ามานั่งทานอาหาร (สำหรับอาหารกลางวัน ลูก 3 คนจะทานอาหารที่โรงเรียนทุกวันจันทร์-ศุกร์ ในช่วงเปิดภาคการศึกษา)

ง.) ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : เฟอร์นิเจอร์ที่จำเป็นของพื้นที่นี้ ได้แก่ โต๊ะ, เก้าอี้สำหรับทานอาหาร และตู้หรือชั้นเล็ก ๆ สำหรับวางของโชว์, โทรทัศน์ โต๊ะอาหารควรจัดที่ขนาด 6 คน เนื่องจากถือเอาคนทานอาหารชุดมากกว่าเป็นเกณฑ์ (5 คน ได้แก่ พ่อ, แม่, ลูก 3 คน) อีกหนึ่งข้อที่ถือเป็นข้อควรระวังสำหรับแขก ลักษณะของโต๊ะทานอาหารสามารถเลือกใช้แบบโต๊ะกลมหรือโต๊ะสี่เหลี่ยมผืนผ้าก็ได้ แต่ขนาดพื้นที่ที่ต้องการจะแตกต่างกันอยู่บ้าง กล่าวคือ โต๊ะกลมต้องการขนาดพื้นที่ กว้าง x ยาว เท่ากับ 3.30 x 3.30 เมตร, โต๊ะสี่เหลี่ยมผืนผ้าต้องการขนาดพื้นที่ กว้าง x ยาว เท่ากับ 3.20 x 3.70 ม.



Smallest possible dr for 6 P
without sideboard; door in corner
preferable



Smallest possible dr for 6 P with
round table & corner cpd (double
swing door to k)

ที่มา : Granada Publishing, Ernst Neufert ARCHITECT'S DATA,
(NEW YORK) : JOHN WILEY & SONS. INC., 1980), P.66

ภาพที่ 2.5. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับส่วนทานอาหาร

- พื้นที่พักผ่อนครอบครัว :

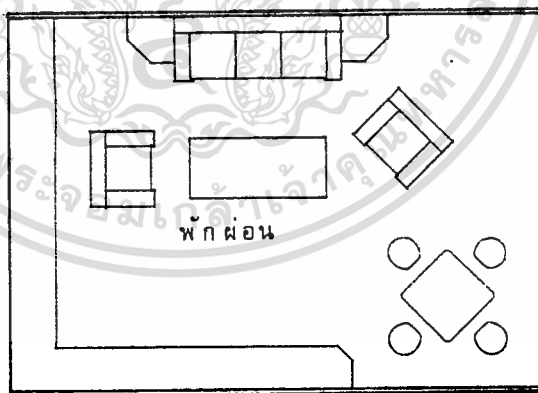
ก.) จำนวนคนที่ใช้ : 5-7 คน ได้แก่ พ่อ, แม่, ลูก 3 คน และลูกจ้าง
ในบางเวลาเช่น ดูโทรทัศน์

ข.) วัน/เวลาที่ใช้ : ทุกวันโดย วันจันทร์-ศุกร์ เวลา 16.00-23.00 น.
และเสาร์-อาทิตย์ เวลา 8.00-23.00 น. สำหรับกรณีลูกบิดภาคการศึกษาพื้นที่นี้จะถูกใช้ทุกวัน
ในเวลา 8.00-23.00 น. (เวลา 4 เดือนในรอบปีโดยประมาณ)

ค.) กิจกรรมที่เกิดขึ้น : กรณีที่เปิดภาคการศึกษา เมื่อเด็ก ๆ กลับมาจาก
โรงเรียน จะมาทำการบ้านและดูทีวี/ฟังเพลง (เริ่มตั้งแต่ 16.00 น. โดยประมาณ) และ
ไปทานอาหารที่ห้องทานอาหารเมื่อถึงเวลา แล้วจากนั้นกลับมานั่งเล่นที่ห้องพักผ่อน เมื่อพ่อ,
แม่ เสรีจตุรต่าง ๆ ก็จะมานั่งเล่นกับลูก ๆ เพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน

ง.) ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : ห้องพักผ่อนครอบครัวนี้ต้องคำนึงถึง
ตำแหน่งของที่นั่งหลักเป็นสำคัญ เฟอร์นิเจอร์หลัก ๆ ของห้องนี้ ได้แก่ ชุดโซฟาขนาด 5-6 ที่นั่ง,
ตู้หรือโต๊ะวางโทรทัศน์/เครื่องเสียง, ตู้เก็บของจิ๋ว, ตู้โชว์ของ และโต๊ะชุดขนาด 4 ที่นั่ง
สำหรับเด็กลูกนั่งทำการบ้าน/เล่นเกมส์ หรือใช้เป็นโต๊ะทานน้ำชาของพ่อ, แม่ ขนาดเฟอร์นิเจอร์
ต่าง ๆ ในห้องนี้มีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถเลือกซื้อให้เหมาะสมตามขนาดของห้องได้

อย่างไรก็ดีในที่นี้จะยึดถือขนาดมาตรฐานของ เฟอร์นิเจอร์ที่ทำขายกันโดย
ทั่วไปมาเป็นเกณฑ์ ซึ่งสามารถจัดและทำให้ได้ขนาดพื้นที่ห้องนั่งเล่นคือ 4.00 x 8.75 ม. หรือ
4.50 x 7.75 ม. หรือ 5.00 x 7.00 ม. ดังรูป



ภาพที่ 2.6. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับส่วนพักผ่อนครอบครัว

- พื้นที่ซักผ้า, ตากผ้า :

ก.) จำนวนคนที่ใช้ : 1-2 คน ได้แก่ แม่และลูกจ้าง

ข.) วัน/เวลาที่ใช้ : ทุกวัน เวลา 6.00-8.00 น.

ค.) กิจกรรมที่เกิดขึ้น : เมื่อลูกจ้าง (เด็กรับใช้) เก็บเสื้อผ้าที่ใช้นแล้วมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตามห้องนอนต่าง ๆ หรือหน้าห้องน้ำ เสื้อผ้าดังกล่าวจะถูกนำมาซักด้วยวิธีการซักมือหรือเครื่องซักผ้า ต่อมาจะนำไปตากยังราวตากผ้า ซึ่งไม่ไกลกันนัก (สำหรับเครื่องอบผ้าให้แห้ง จะไม่นำมากล่าวถึงในที่นี้)

ง.)ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : สำหรับพื้นที่ในการทำงานของการใช้เครื่องซักผ้าต้องการขนาด 1.00 x 2.00 ม. ก็เป็นการเพียงพอ แต่การซักผ้าด้วยมือต้องการขนาด 2.00 x 2.00 ม.ถึง 2.00 x 4.00 ม. อย่างไรก็ตามที่ดีพื้นที่สำหรับส่วนนี้จะคิดรวมกันทั้งกรณีใช้เครื่องซักผ้าและใช้มือซักผ้า โดยจะถือว่าตึกแถวทุกหน่วยมีเครื่องซักผ้า และหากเครื่องซักผ้าเสียก็จะมีการใช้วิธีการซักผ้าด้วยมือ ขนาดพื้นที่ในการตากผ้าสามารถคิดอย่างคร่าว ๆ ได้ว่า 1 คน ใช้เสื้อต่อวัน 2 ตัว คือ เสื้อใส่กลางวันและเสื้อใส่นอน การตากผ้าหากตากแบบแขวนห่างกัน 10 ซม.ต้องการความยาวเท่ากับ $7 \times 2 \times 0.10 = 1.4 \text{ ม.}-1.6 \text{ ม.}$ (ตัวสุดท้ายทั้งสองด้านอีกด้านละ 10 ซม.) ส่วนกางเกงตากแบบพาดที่ราว/ตัวประมาณ 50 ซม. ดังนั้นต้องการความยาว 7 ม. อย่างไรก็ตามที่ดีการตากกางเกงแบบพาดราวนี้ต้องการความกว้างระหว่างราวไม่มากดังนั้นสามารถแยกเป็น 4 ราวโดยใช้ตากด้านใต้ของราวแขวนเสื้อ ได้ขนาดเล็กที่สุดที่ต้องการของพื้นที่ส่วนตากผ้า คือ 0.60-0.80 ม. x 1.75 ม. (โดยความเป็นจริงขนาดที่เล็กกว่านี้ก็สามารถใช้ตากผ้าได้ แต่ขนาดที่กำหนดขึ้นนี้ จะถือว่าเป็นบรรทัดฐานทั่วไปเพื่อใช้ในการทำวิจัยในขั้นต่อไป สำหรับงานวิจัยนี้)

นอกจากนี้อุปกรณ์ที่สำคัญของตึกแถวแต่ละหน่วย ซึ่งควรมี ได้แก่ ภาชนะเก็บน้ำสำรองจ่าย (Water Tank) สามารถจัดอยู่ในบริเวณนี้ได้ เนื่องจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นไม่ต้องการมุมมองที่งดงามนัก

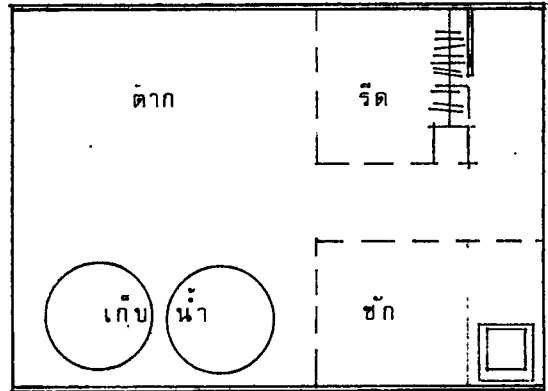
- พื้นที่รีดผ้า :

ก.)จำนวนคนที่ใช้ : 1 คนได้แก่ แม่ หรือ ลูกจ้าง

ข.)วัน/เวลาที่ใช้ : ทุกวัน เวลา 14.00-16.00 น.

ค.)กิจกรรมที่เกิดขึ้น : เมื่อเสื้อผ้าตากแห้งเสร็จจะมีการเก็บมารีด เมื่อรีดเสร็จจะนำไปแขวนบนราวหรือนำไปเก็บบนชั้นที่เตรียมไว้ เพื่อนำไปแขวนยังตู้เสื้อผ้าต่อไป (สำหรับบริเวณรีดผ้านี้ ไม่ควรห่างจากบริเวณซัก และ ตากผ้ามากนักเนื่องจากเป็นกิจกรรมต่อเนื่อง)

ง.)ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : อุปกรณ์สำคัญสำหรับพื้นที่นี้ ได้แก่ ที่รีดผ้า (รวมทั้งวางเตารีด) ราวสำหรับแขวนเสื้อที่รีดเสร็จและชั้นวางผ้าพับ ขนาดพื้นที่ที่ต้องการอย่างน้อยที่สุดควรมีขนาดกว้างคูณยาวเท่ากับ 2.00 x 2.00 ม.ถึง 2.00 x 2.50 ม.



ภาพที่ 2.7. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับส่วนซักผ้า/ตากผ้า/รีดผ้า

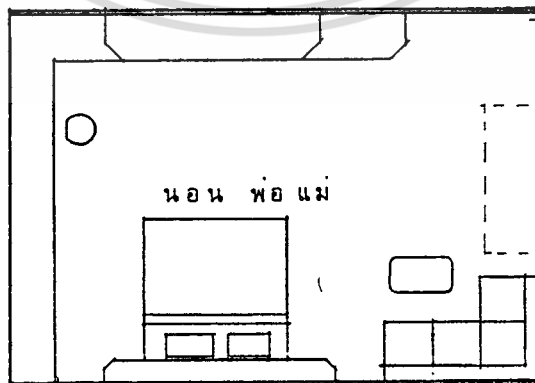
- พื้นที่ห้องนอนพ่อ, แม่ :

ก.) จำนวนคนที่ใช้ : 2 คน ได้แก่ พ่อและแม่

ข.) วัน/เวลาที่ใช้ : ทุกวัน 20.00-6.00 น.

ค.) กิจกรรมที่เกิดขึ้น : หลังจากที่อยู่กับลูก ๆ ในห้องพักผ่อนครอบครัวและส่งลูกเข้านอนตามห้องเสร็จพ่อกับแม่ก็จะย้ายมาอยู่ที่ห้องนอน ดูโทรทัศน์หรืออ่านหนังสือ/นั่งเล่นและนอนในที่มืด เข้าและค่าจะเข้ามาเปลี่ยนเสื้อผ้าหลังจากอาบน้ำเสร็จ

ง.) ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : สำหรับห้องนอนพ่อกับแม่นี้ เฟอร์นิเจอร์ที่สำคัญ ได้แก่ เตียงคู่ (หรือเตียงเดี่ยว 2 เตียงก็ได้), ตู้เสื้อผ้า, ตู้เก็บของและวางโทรทัศน์ที่ขนาดเล็กที่สุดของห้องนอนพ่อนี้ เมื่อจัดเฟอร์นิเจอร์แล้ว สามารถจัดลงในขนาด 4.00 x 8.75 ม., 4.50 x 7.75 ม., 5.00 x 7.00 ม. ได้ (ขนาด 5.50 x 6.25 ม. และ 6.00 x 5.75 ม. ก็สามารถจัดได้แต่ความเป็นส่วนตัวของแต่ละพื้นที่จะน้อยลง เนื่องจากตำแหน่งของแต่ละพื้นที่จะเกาะกันเป็นกลุ่ม, ทางเดินมีลักษณะเป็นไปในแนวยาวน้อยลง)



ภาพที่ 2.8. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับห้องนอนพ่อแม่

- พื้นที่ห้องนอนลูก :

ก.) จำนวนคนที่ใช้ : ห้องละ 1-2 คน โดยแยกเป็น

ห้องนอนลูกชาย 1 ห้อง

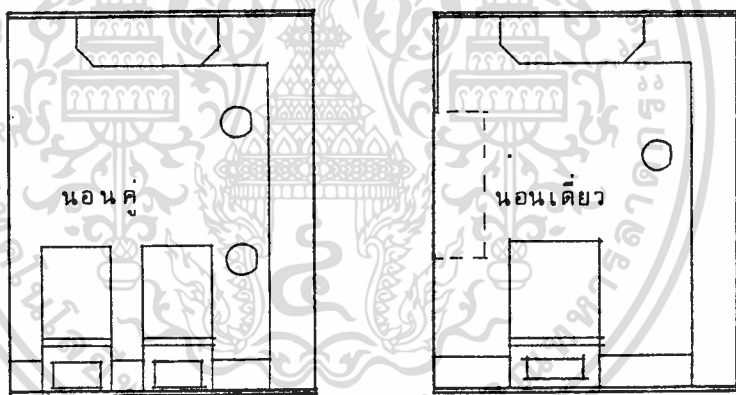
และ ห้องนอนลูกสาว 1 ห้อง

ข.) วัน/เวลาที่ใช้ : ทุกวันโดย วันจันทร์-ศุกร์ เวลา 21.00-6.00 น.

และเสาร์-อาทิตย์ ไม่เป็นเวลาสำหรับการฝึกปฏิบัติการการศึกษา พื้นที่นี้จะถูกใช้ทุกวันแบบไม่เป็นเวลา (ระยะเวลา 4 เดือนในรอบปีโดยประมาณ)

ค.) กิจกรรมที่เกิดขึ้น : หลังจากอยู่ที่ห้องพักผ่อนกับครอบครัว จนถึงเวลาประมาณ 21.00 น. ลูกจะมายังห้องนอน เพื่อทำการบ้านต่อ/อ่านหนังสือหรือเข้านอน เข้าและค่าจะเข้ามาเปลี่ยนเสื้อผ้าหลังจากอาบน้ำเสร็จ ในวันเสาร์-อาทิตย์ และทุกวันในช่วงปฏิบัติการการศึกษา ลูกจะใช้ห้องนี้ในการทำงานอดิเรกต่าง ๆ ในบางเวลา

ง.) ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : สำหรับห้องนอนแต่ละห้องของ ลูกชาย และลูกสาว ควรเตรียมพื้นที่สำหรับเตียงเดี่ยว 2 ชุด ตู้เสื้อผ้า และโต๊ะทำงาน 2 ที่ ขนาดที่เหมาะสมอยู่ที่ขนาด 5.00 x 4.00 ม. โดยจัดเฟอร์นิเจอร์ดังรูป



ภาพที่ 2.9. พื้นที่ในการจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับห้องนอนลูก

- พื้นที่ห้องนอนลูกจ้าง :

ก.) จำนวนคนที่ใช้ : 2 คน

ข.) วัน/เวลาที่ใช้ : ในวันจันทร์-เสาร์ เวลา 20.00-6.00 น.

วันอาทิตย์ ไม่เป็นเวลา

ค.) กิจกรรมที่เกิดขึ้น : ตอนกลางวันของวันจันทร์-เสาร์ ลูกจ้างแต่ละคนจะทำงานต่าง ๆ ตามหน้าที่ของตนเอง และตอนค่ำอาจคุยโทรศัพท์ร่วมกับครอบครัวของนายจ้าง และเข้าห้องนอนเวลาประมาณ 22.00 น. ในวันอาทิตย์ลูกจ้างจะทำงานในบางหน้าที่และจะอยู่ที่ห้องของตนเองไม่เป็นเวลา

ง.)ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : มีลักษณะการจัดคล้ายคลึงกับห้องนอน
ลูก คือใช้พื้นที่ประมาณ 5.00 x 4.00 ม.

- พื้นที่ห้องน้ำ. ส้วม :

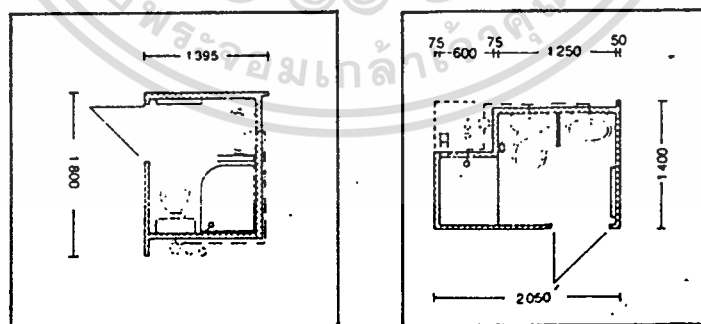
ก.)จำนวนคนที่ใช้ : ประมาณ 2-3 คน/ห้อง จัดแบ่งตามความเป็นส่วนตัว

ข.)วัน/เวลาที่ใช้ : ทุกวัน แบบไม่เป็นเวลา (ทุกห้องจะถูกใช้แบบเป็น
เวลาสำหรับกิจวัตรประจำวันเท่านั้น นอกนั้นจะถูกใช้แบบไม่เป็นเวลา)

ค.)กิจกรรมที่เกิดขึ้น : กิจวัตรประจำวันสำหรับการอาบน้ำ, เข้าส้วมใน
เวลาเช้าและเย็น และใช้ไม่เป็นเวลาสำหรับการเข้าห้องน้ำ

ง.)ขนาดและการจัดเฟอร์นิเจอร์ : ห้องน้ำทุกห้องควรมี อ่างล้างหน้า,
โถส้วม และบริเวณอาบน้ำ(สำหรับห้องน้ำ, ส้วม ชั้นล่างที่มีการทำการค้า ไม่จำเป็นต้อง
มีบริเวณอาบน้ำก็ได้ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าช่วงเวลาที่ใช้นิคมจำเป็น เช่น น้ำ
ประปาไหลค่อย และมีผู้อาศัยเข้ามาใช้ก็ไม่ได้อยู่ในช่วงเวลาทำการค้า ดังนั้นจะกำหนดให้
ห้องน้ำทุกห้องมีฝักบัว และพื้นที่อาบน้ำเหมือนกันหมด)

การจัดลำดับการใช้สุขภัณฑ์ มักจัดโดยแบ่งเป็นบริเวณแห้งและบริเวณเปียก
บริเวณแห้งจะถูกจัดวางไว้ใกล้ประตูเข้า-ออก ซึ่งได้แก่อ่างล้างหน้า ส่วนโถส้วมเป็นสุขภัณฑ์ซึ่ง
มีลักษณะกึ่งเปียก-กึ่งแห้ง อีกทั้งไม่ค่อยจะน่าดูนัก ดังนั้นมักถูกจัดไว้ส่วนในใกล้กับที่อาบน้ำ
ซึ่งถือเป็นบริเวณเปียก, พื้นที่ขนาดเล็กที่สามารถจัดบริเวณหลัก เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้
งานนั้นควรมีขนาด 1.40 x 1.80 ม. เป็นอย่างน้อย



ที่มา : Granada Publishing, Ernst Neufert ARCHITECT'S DATA,
(NEW YORK) : JOHN WILEY & SONS. INC., 1980), P.65

ภาพที่ 2.10. พื้นที่การจัดเฟอร์นิเจอร์สำหรับห้องน้ำ

บทที่ 3

สภาพภูมิอากาศ และ แสงสว่างทั่วไป กับ ภาวะความสบายทางอุณหภูมิและแสงสว่าง ในเขต กทม.

- 3.1. สภาพภูมิอากาศ และสภาพแสงสว่างในเขต กทม.
- 3.2. ร่างกายมนุษย์กับอุณหภูมิ (HUMAN BODY AND THERMAL)
- 3.3. ภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ (THERMAL COMFORT)
- 3.4. มาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิ (THERMAL COMFORT SCALE)
- 3.5. เกณฑ์และวิธีการหาค่ามาตรฐาน ECI
- 3.6. ค่าอุณหภูมิสบายของเขต กทม.
- 3.7. การมองเห็นของมนุษย์ กับ แสงสว่าง (HUMAN VISION AND LIGHT)
- 3.8. ภาวะความสบายทางสายตา (VISUAL COMFORT)
- 3.9. มาตรฐานวัดความสบายทางแสงสว่าง (LIGHTING COMFORT INDEX)
- 3.10. ค่าความสบายทางด้านแสงสว่าง ในเขต กทม.

บทที่ 3

สภาพภูมิอากาศ และ แสงสว่างทั่วไป กับ ภาวะความสบายทางอุณหภูมิและแสงสว่าง ในเขต กทม.

3.1. สภาพภูมิอากาศ และแสงสว่างทั่วไป ในเขต กทม.

สภาพภูมิอากาศ : กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ และ ลองติจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก สภาพอากาศจัดอยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น* (Hot Humid) จัดเป็นพื้นที่ราบลุ่มตอนกลางของประเทศไทย ซึ่งอยู่บนแหลมอินโดจีน ลมฟ้าอากาศส่วนใหญ่จึงได้รับลมมรสุม ในฤดูร้อนจะมีลมประจำ คือ ลมตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งพัดมาจากมหาสมุทรอินเดีย ในฤดูหนาวจะได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดมาจากประเทศจีน มีฤดูประจำในรอบปีแบ่งเป็น 3 ฤดู คือ

1. ฤดูฝน : เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม จะได้รับลมมรสุมจากตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งนำเอาฝนจำนวนมากมาจากมหาสมุทรอินเดีย ความร้อนจะไม่เพิ่มมากในฤดูนี้ แต่จะมีความชื้นเพิ่มขึ้นมา ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยประมาณ 1500 มิลลิเมตรต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูนี้มีค่าเฉลี่ยประมาณ 78 %

* "ภูมิอากาศร้อนชื้น" (Hot Humid) คือ บริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 18 องศาเซลเซียส และมีฝนตกชุกมาก ฝนตกแต่ละปีมากกว่าจำนวนน้ำระเหยต่อปี อัตราของน้ำฝนตลอดปีมากกว่า 784.4 นิ้ว มีความชื้นสูงมาก ความชื้นสัมพัทธ์ 55-100 % มีความแตกต่างในฤดูกาลน้อย ในฤดูร้อนอากาศร้อนจัดไม่มีฤดูหนาว สภาพพื้นดินเขียวชะอุ่ม มีป่าทึบ มีพันธุ์ไม้ต่าง ๆ มากมาย และงอกงามตลอดปี ระดับน้ำใต้ดินสูง สภาพท้องฟ้ามีเมฆมากแต่ในฤดูร้อนมีเมฆน้อยลง ท้องฟ้าสว่าง แดดแรงกล้า มักมีแสงแดดและฝนสลับกัน

2. ฤดูหนาว : เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม กรุงเทพมหานครจะได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในระยะนี้จะมีฝนตกน้อยมาก แม้ว่าจะได้รับอิทธิพลของลมหนาวที่พัดมาจากประเทศจีน แต่ความแตกต่างของอุณหภูมิในเขต กทม. สำหรับฤดูหนาว กับฤดูต่าง ๆ มีน้อย ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ในฤดูนี้มีค่าเฉลี่ยประมาณ 71 %

3. ฤดูร้อน : เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน ในระยะนี้อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงกว่าในฤดูอื่น ๆ เนื่องจากโลกส่วนที่กรุงเทพมหานครตั้งอยู่ จะเอียงใกล้ดวงอาทิตย์ ส่วนในปลายฤดูซึ่งคาบเกี่ยวกับฤดูฝน อุณหภูมิจะลดต่ำลง หมุนเวียนไปในรอบใหม่

CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1961-1990

STATION	BANGKOK METROPOLIS												ELEVATION OF STATION ABOVE M	2 METERS
INDEX STATION	48455												HEIGHT OF BAROMETER ABOVE MG	20 METERS
LATITUDE	13 44 N												HEIGHT OF THERMOMETER ABOVE	1.25 METERS
LONGITUDE	100 34 E												HEIGHT OF WIND VANE ABOVE GR	33.10 METERS
													HEIGHT OF RAINGAUGE	1.00 METERS

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR	

TEMPERATURE														
MEAN	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	
MEAN MAX.(C)	32.0	32.7	33.7	34.9	34.0	33.1	32.7	32.5	32.3	32.0	31.6	31.3	32.7	
MEAN MIN.(C)	21.0	23.3	24.9	26.1	25.6	25.4	25.0	24.9	24.6	24.3	23.1	20.8	24.1	
MEAN	78.6	81.3	83.7	85.5	84.6	83.7	82.9	82.6	82.0	81.7	80.4	78.1	82.0	
MEAN MAX.(F)	89.6	90.86	92.66	94.82	93.2	91.58	90.86	90.5	90.14	89.6	88.88	88.34	90.86	
MEAN MIN.(F)	69.8	73.94	76.82	78.98	78.08	77.72	77	76.82	76.28	75.74	73.58	69.44	75.38	
RELATIVE HUMIDITY (%)														
MEAN	71	75	75	75	78	78	78	79	82	81	76	71	77	
MEAN MAX.	89	91	91	89	92	90	91	92	94	94	91	88	91	
MEAN MIN.	48	54	55	55	60	62	62	63	64	64	58	51	58	
WIND (M/S)														
MEAN WIND SPEED	1.29	2.01	2.47	2.26	1.85	1.96	1.85	1.85	1.24	1.03	1.13	1.24	-	
PREVAILING WIND	E	S	S	S	S	SW	SW	SW	SW	NE	NE	NE	-	
RAINFALL(MM.)														
MEAN	9.1	29.9	28.6	64.7	220.4	149.3	154.5	196.7	344.2	241.6	48.1	9.7	1496.8	
MEAN RAINY DAY	1.3	2.9	2.9	6.3	16.2	16.3	17.9	20.0	20.9	17.1	6.2	1.3	129.3	
GREATEST IN 24 HR.	39.3	73.0	88.4	76.2	248.6	167.3	108.6	97.8	156.7	143.9	116.6	32.0	248.6	

DATA PROCESSING SUB-DIVISION
CLIMATOLOGY DIVISION
METEOROLOGICAL DEPARTMENT
JUNE 5, 1991

ตารางที่ 3.1. ค่าสถิติด้านอุณหภูมิอากาศในเขต กทม. (ปี พ.ศ. 2504-2533)

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศ กรุงเทพฯ

สภาพแสงสว่าง : แสงธรรมชาติที่ใช้ในการให้ความสว่างในอาคารสำหรับเขต กทม. ได้แก่ แสงที่กระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Light หรือ Daylight) เป็นหลัก แสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Beam Sunlight) ไม่ควรนำมาใช้ในการให้แสงสว่างโดยตรง เนื่องจากความเข้มของแสงอยู่ในระดับที่สูงมาก ซึ่งจะทำให้เกิดแสงจ้า (Glare) เข้าตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยในรอบปีของสภาพท้องฟ้าในเขต กทม. โดยมากเป็นท้องฟ้าแบบที่มีเมฆปกคลุมบางส่วน (Cloudy Sky) ซึ่งค่าระดับความสว่างในเขต กทม. แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

เวลา	มีนาคม	มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม
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	22058	34133	29867	20184
15.00	19276	25944	23183	15925
16.00	13944	15988	15145	9718

ตารางที่ 3.2. ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของระดับความสว่างในแนวนอน (ลักซ์) ภายนอก
จากการกระจายของรังสี สำหรับเขต กทม.

ที่มา : Surapong Chirarattananon, PRACTICAL DAYLIGHTING IN TROPICAL THAILAND, (Bangkok : AIT,) P.2

Illumintion Level (lux)	Frequency (hours)	Relative Frequency
5,000	25	0.0083
10,000	176	0.0583
15,000	473	0.1513
20,000	524	0.1743
25,000	450	0.1496
30,000	383	0.1274
35,000	298	0.0991
40,000	236	0.0785
45,000	181	0.0620

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Illumintion Level (lux)	Frequency (hours)	Relative Frequency
50,000	126	0.0419
55,000	75	0.0245
60,000	39	0.0129
65,000	19	0.0063
70,000	2	0.0006

ตารางที่ 3.3. ค่าแจกแจงความถี่ของระดับความสว่างในแนวนอน (ลักซ์) ภายนอก
จากการกระจายของรังสี สำหรับเขต กทม.

ที่มา : Surapong Chirarattananon, PRACTICAL DAYLIGHTING IN TROPICAL THAILAND , (Bangkok : AIT,) P.3

3.2. ร่างกายมนุษย์กับอุณหภูมิ (HEMEN BODY AND THERMAL)

โดยปกติร่างกายของมนุษย์จะมีการถ่ายเทความร้อน กับสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกาย ให้อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียสเสมอ การผลิตพลังงานของ ร่างกายมนุษย์ได้มาจากขบวนการเผาผลาญอาหาร (METABOLISM) โดยตรง พลังงานที่ได้นี้ ประมาณ 20% เท่านั้นที่ถูกนำมาใช้ ที่เหลือจะถ่ายเทกับสิ่งแวดล้อมโดยการพา (Convection), การแผ่รังสี (Radiation), การระเหย (Evaporation) และ โดยการนำ (Conduction) ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตร"ความสมดุลย์ความร้อนของร่างกาย"(The body's heat balance) ได้ดังนี้

$$M + C_u + C_v + R - E = Q$$

- เมื่อ
- M = ความร้อนที่ผลิตได้จากขบวนการ Metabolism
 - C_u = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการนำ
 - C_v = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการพา
 - R = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการแผ่รังสี
 - E = การระบายความร้อนโดยการระเหย
 - Q = การเปลี่ยนความร้อนภายในร่างกาย

นอกจากนี้อัตราการผลิตความร้อนของร่างกายมนุษย์ และการถ่ายเทความร้อนกับ

สิ่งแวดล้อมยังขึ้นอยู่กับกิจกรรมของแต่ละบุคคล, พื้นที่ผิวผิวนองของร่างกาย, สภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย, เพศ, อายุ, อุณหภูมิของอากาศรอบ ๆ และสภาพของบรรยากาศอีกด้วย

กลไกที่ซับซ้อนต่าง ๆ ภายในร่างกายมนุษย์ สามารถช่วยให้มนุษย์ปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศที่แตกต่างกันได้ในระดับหนึ่ง กลไกต่าง ๆ ดังกล่าวจะสัมพันธ์กับผิวผิวนองของร่างกาย ซึ่งผิวผิวนองทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อม ทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกหนาวหรือร้อน

3.3. ภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ (THERMAL COMFORT)

ค่าอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่ามนุษย์รู้สึกสบายหรือไม่ เช่น กรณีเมื่อฝนตกและลมหยุดนิ่ง แม้อุณหภูมิ(อุณหภูมิกระเปาะแห้ง)จะต่ำ บางครั้งมนุษย์จะรู้สึกอึดอัดและร้อนอบอ้าว ทั้งนี้เนื่องจากร่างกายไม่สามารถระบายความร้อนออกได้ สำหรับภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิมีปัจจัยที่มีผลกระทบ คือ

1. ปัจจัยทางด้านตัวบุคคล
2. ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา
- และ 3. ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม

ปัจจัยทางด้านตัวบุคคลนั้นได้แก่ อัตราการเผาผลาญอาหารของร่างกาย, เสื้อผ้าที่สวมใส่ เป็นต้น ปัจจัยทางด้านจิตวิทยาได้แก่ สี, พื้นผิว, แสง เป็นต้น (ปัจจัยทางด้านจิตวิทยานี้ยากที่จะทำการวัดตรวจสอบ) ส่วนปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ(อุณหภูมิแห้ง), ความชื้นของอากาศ, การเคลื่อนไหวของอากาศ และการแผ่รังสีจากบริเวณโดยรอบซึ่งสามารถวัดได้ และมีผลโดยตรงต่อภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ

ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม 4 ประการดังกล่าวนี้ หากมีความเหมาะสมจะทำให้เกิดภาวะสบาย (THERMAL COMFORT) ได้ โดยปกติจะเกิดเป็นช่วง(ทั้งนี้เพราะกลไกที่ซับซ้อนของร่างกายมีการปรับตัวได้ในระดับหนึ่ง) ซึ่งเรียกว่า "เขตความสบาย" (Comfort Zone) การบ่งบอกเขตความสบายทางอุณหภูมินี้สามารถบอกได้จาก "มาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิ" (Thermal comfort scales) หรือเรียกอีกอย่างว่า "ดัชนีวัดอุณหภูมิ" (Thermal Indices)

3.4. มาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิ (THERMAL COMFORT SCALE)

มีนักวิชาการหลายท่าน ได้พยายามค้นหาขนาดมาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิขึ้นมาโดยการทดลองวัดความรู้สึกของบุคคล และจะถูกประเมินค่าออกมาโดยระเบียบวิธีทางสถิติ มาตรฐานที่ชี้ถึงขนาดของอุณหภูมิเท่าที่มีการค้นคว้ากันมานั้นมีมากมาย แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงแบบสำคัญเท่านั้น

3.4.1. The Effective Temperature Index (ET)

โดย : Haughten, Yaglou และ Miller

ปี ค.ศ. : 1923 - 1925

ที่สมาคมวิศวกรการปรับอากาศ การทำความเย็นและการทำความร้อน แห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Heating and Ventilating Engineers) โดยผลการทดลองวัดความรู้สึกได้ถูกจัดบันทึกซึ่งทำให้เกิดเส้น "Equal Comfort Line" บนแผนภาพมาตรฐานนี้ได้ถูกสร้างขึ้น 2 แบบ แบบหนึ่งสำหรับผู้ชายที่สวมเสื้อผ้าธรรมดา และอีกแบบสำหรับผู้สวมเสื้อกั๊ก (เสื้อผ้าสำหรับฤดูร้อน) โดยองค์ประกอบของสภาวะอากาศที่นำมารวมกัน ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ, ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ

3.4.2. The Corrected Effective Temperature Index (CET)

โดย : Vernon

ปี ค.ศ. : 1962

มาตรฐานนี้ถูกพัฒนามาจาก มาตรฐาน ET. โดยรวมเอาผลกระทบของการแผ่รังสีเข้ามาประกอบ Vernon ได้เสนอแนะวิธีการแก้ไขคือ การใช้อุณหภูมิจาก Globe Thermometer มาใช้ใน Nomogram แทนที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)

3.4.3. The Equivalent Warmth Index (EW)

โดย : Bedford

ปี ค.ศ. : 1936

ที่ประเทศอังกฤษ โดยทดลองจากคนงานโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 200 คน แต่มาตรฐาน EW นี้มีข้อจำกัด คือ มีความแม่นยำเฉพาะช่วงระดับความสบายที่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และระดับความสบายที่สูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์สูง และมองข้ามผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศ ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์สูง

3.4.4. The Operative Temperature Index (OT)

โดย : Winslow, Herrington และ Gagge

ปี ค.ศ. : 1937

เป็นอีกมาตรฐานหนึ่งที่ได้มีการพัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา มาตรฐานนี้อาศัยหลักเกณฑ์คล้ายคลึงกับมาตรฐาน EW มาตรฐาน OT นี้ ได้รวมเอาผลกระทบจากการแผ่รังสีและอุณหภูมิของอากาศเข้าด้วยกัน แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับความชื้น และอัตราการเคลื่อนไหวของอากาศ

จึงกล่าวได้ว่า มาตรฐานนี้ไม่เหมาะสมกับสภาพอุณหภูมิที่สูงกว่า 27 องศาเซลเซียส¹

3.4.5. The Equivalent Temperature Index (EqT)

โดย : Dufton

ปี ค.ศ. : 1932

มาตรฐาน EqT นี้ไม่ได้นำผลกระทบของความชื้นมารวมด้วย ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 24 องศาเซลเซียส² ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิที่สูงกว่า 24 องศาเซลเซียส การระบายความร้อนโดยการระเหยจะชัดเจน

3.4.6. The Resultant Temperature Index (RT)

โดย : Missenard

ปี ค.ศ. : 1948 ในประเทศฝรั่งเศส

มาตรฐานนี้ได้ถูกพัฒนาปรับปรุงขึ้นจากมาตรฐาน ET เล็กน้อย มีความน่าเชื่อถือได้ในสภาพอากาศปานกลาง แต่ไม่เหมาะสำหรับสภาพอากาศเมืองร้อน เนื่องจากมาตรฐานอันนี้ไม่ได้รวมผลกระทบของความเย็นอันเนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของอากาศที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 80%

3.4.7. The Equatorial Comfort Index (ECI)

โดย : Webb, C.G.

ปี ค.ศ. : 1960

ที่ประเทศสิงคโปร์ จากการจดบันทึกการตอบสนองความเคยชินของอากาศ พร้อมกับการวัดอุณหภูมิของอากาศ, ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ Webb พบว่าความสัมพันธ์สามารถเขียนออกมาเป็นสูตรได้ มาตรฐาน ECI นี้เมื่อเขียนเป็น Nomogram ออกมาจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับ Nomogram ของ มาตรฐาน ET สิ่งที่แตกต่างกัน คือ Nomogram ET จะมีตารางเปิดออก ส่วน Nomogram ECI ตารางจะมาบรรจบเข้าหากัน สำหรับค่าอุณหภูมิสูงซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผิวหนังที่เปียกขึ้นจะมีความรู้สึกมากขึ้นต่อการเคลื่อนไหวของอากาศในสภาพดังกล่าว³

¹ ปรินทรา รังสิรักษ์, แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย, (คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์), หน้า 18

² เรื่องเดียวกัน, หน้า 19

³ เรื่องเดียวกัน, หน้า 21

3.4.8. The Predicted Four Hour Sweat Rate Index (P_4 SR)

โดย : Mcardle และผู้ร่วมงาน

ปี ค.ศ. : 1947

มาตรฐานนี้ถูกพัฒนาขึ้นระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ที่ The Royal Naval - Research Establishment ในประเทศอังกฤษ โดยรวมเอาระดับการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน (Metabolic level) และการสวมเสื้อผ้า 2 แบบเพิ่มเข้าไปกับองค์ประกอบของภูมิอากาศซึ่งจะอาศัยอัตราการไหลของเหงื่อจากร่างกายเป็นเครื่องชี้ประการหนึ่ง และนอกจากนี้ยังดูที่การเต้นของชีพจรกับอุณหภูมิภายในร่างกายอีกด้วย มาตรฐาน P_4 SR นี้เชื่อถือได้มากที่สุดสำหรับภาวะอุณหภูมิสูง แต่ไม่เหมาะสมกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส และไม่คำนึงถึงผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศภายใต้ความชื้นระดับสูง⁴

3.4.9. The Heat Stress Index (HSI)

โดย : Belding, H.S. และ Hatch, T.F.

ปี ค.ศ. : 1955

ถูกพัฒนาขึ้นที่ มหาวิทยาลัยพิตทส์เบิร์ก (University of Pittsburgh) ในสหรัฐอเมริกา โดยให้ผู้ถูกทดลองทำกิจกรรมที่มีความหนักเบาในระดับต่าง ๆ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนดให้ และ ดูปริมาณความร้อนจากขบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) เปรียบเทียบกับอัตราการไหลของเหงื่อรวมกับการเต้นของชีพจร และอุณหภูมิภายในร่างกายของผู้ถูกทดลอง มาตรฐาน HSI นี้เชื่อถือได้สำหรับอากาศระหว่าง 27 และ 35 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 30 ถึง 80% และสำหรับความชื้นในระดับต่ำถ้าเพื่ออุณหภูมิสูง แต่ไม่เหมาะสมกับระดับความสบาย (Comfort Zone)

3.4.10. The Bioclimetic Chart

โดย : Olgray, V.

ปี ค.ศ. : 1963

Olgray มีแนวความคิดว่า ไม่มีจุดหนึ่งจุดใดเพียงจุดเดียวในความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานซึ่งมีรูปแบบเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากตัวแปรของปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมแต่ละตัวนั้นถูกควบคุมได้ด้วยวิธีทางที่แตกต่างกัน ดังนั้น Olgray จึงได้สร้างแผนภาพซึ่งเรียกว่า

⁴ประทีป มาลากุล, ม.ล. และคณะ, การประหยัดพลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม, งานวิจัยลำดับที่ 7, (กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527), หน้า 4

"Bioclimatic Chart" ขึ้นเป็นมาตรฐาน แผนภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นความต้องการตัวแปรเพิ่มเติมเมื่ออยู่นอกเขตภาวะสบาย (Comfort Zone)

3.4.11. The Index of Thermal Stress (ITS)

โดย : Givoni , B.

ปี ค.ศ. : 1969

มาตรฐาน ITS นี้เป็นการคำนวณอัตราความเย็นที่เป็นผลมาจากการไหลของเหงื่อ ซึ่งจะรักษาระดับของอุณหภูมิภายในสภาพแวดล้อมที่กำหนด สิ่งที่น่าสนใจในการคำนวณ ได้แก่ ปัจจัยของสิ่งแวดล้อม และปัจจัยความรู้สึกของมนุษย์

มาตรฐานต่าง ๆ ที่ได้หยิบยกมาจะเห็นได้ว่าต่างก็มีข้อจำกัดในเรื่องสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ไม่มีลักษณะเป็นแบบ Universal ดังนั้นการจะเลือกใช้มาตรฐานใดเป็นเกณฑ์จึงต้องดูที่ข้อจำกัดที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในแต่ละกรณี

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มาตรฐานที่อยู่ในเกณฑ์พิจารณา ได้แก่ มาตรฐาน CET (Corrected Effective Temperature Index) และมาตรฐาน ECI (Equatorial Comfort Index) เพราะค่าตัวแปรของปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม 4 ประการนั้น เมื่อประมวลออกมาจะได้เป็นค่าตัวเลขตัวเดียวซึ่งสามารถพิจารณาได้ชัดเจนว่า สบายหรือไม่ อีกทั้งขีดจำกัดของมาตรฐานทั้งสองอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถจะนำมาใช้ในการวิจัยนี้ได้ แม้ว่ามาตรฐาน CET นั้นจะได้มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง และเป็นที่ยอมรับกันว่าสามารถเข้าใจได้ง่าย แต่สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ค่าตัวเลขซึ่งใช้ค่าสถิติทางภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จะสามารถนำมาใช้กับมาตรฐาน ECI โดยการคำนวณออกมาจากสูตรได้โดยตรง ซึ่งจะแสดงเป็นค่าที่ชัดเจน อันเป็นการง่ายและสะดวกในการทำวิจัยในขั้นต่อ ๆ ไป

ดังนั้นในการวิจัยนี้ จะถือมาตรฐาน ECI (Equatorial Comfort Index) เป็นมาตรฐานวัดความสบายทางด้านอุณหภูมิ

3.5. เกณฑ์และวิธีการหาค่ามาตรฐาน ECI

ในปี ค.ศ.1959 Webb, C.G. ได้ทำการทดลองวัดความรู้สึกทางสภาพภูมิอากาศของคนประเทศสิงคโปร์ โดยใช้มาตรฐาน CET ต่อมาในปี ค.ศ. 1960 Webb ได้พัฒนามาตรฐาน ECI (Equatorial Comfort Index) ขึ้น ลักษณะของ Nomogram ของมาตรฐานทั้งสอง มีลักษณะคล้ายคลึงกันจะแตกต่างกันตรงที่ Nomogram CET จะมีลักษณะตารางเปิดออก ส่วน Nomogram ECI ตารางจะมีลักษณะตารางวิ่งเข้ามาบรรจบกัน สำหรับค่าอุณหภูมิสูง (แสดงให้เห็นว่าผิวหน้าที่เปียกขึ้นจะมีความรู้สึกมากขึ้นต่อการเคลื่อนไหวของอากาศ

ในสภาพอุณหภูมิดังกล่าว) Webb พบว่าปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมต่าง ๆ นั้นมีความสัมพันธ์กัน
ในรูปแบบที่สามารถจัดเป็นสูตรได้ดังต่อไปนี้

$$ECI = t_w + 0.447 (t - t_w) - 0.231 \sqrt{v}$$

- โดยที่ ECI = ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายในหน่วยของศาฟาเรนไฮต์
t_w = อุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT) หน่วยของศาฟาเรนไฮต์
t = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) หน่วยของศาฟาเรนไฮต์
v = ความเร็วของการเคลื่อนไหวยของอากาศ (ft/min, ฟุตต่อนาที)

CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1961-1990

STATION	BANGKOK METROPOLIS												ELEVATION OF STATION ABOVE M	2 METERS
INDEX STATION	48455												HEIGHT OF BARMETER ABOVE MS	20 METERS
LATITUDE	13 44 N												HEIGHT OF THERMOMETER ABOVE	1.25 METERS
LONGITUDE	100 34 E												HEIGHT OF WIND VANE ABOVE GR	33.10 METERS
													HEIGHT OF RAINGAUGE	1.00 METERS
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP.	OCT	NOV	DEC	YEAR	
TEMPERATURE														
MEAN	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	
MEAN MAX. (C)	32.0	32.7	33.7	34.9	34.0	33.1	32.7	32.3	32.3	32.0	31.6	31.3	32.7	
MEAN MIN. (C)	21.0	23.3	24.9	26.1	25.6	25.4	25.0	24.9	24.6	24.3	23.1	20.8	24.1	
MEAN	78.6	81.3	83.7	85.5	84.6	83.7	82.9	82.6	82.0	81.7	80.4	78.1	82.0	
MEAN MAX. (F)	89.6	90.86	92.66	94.82	93.2	91.58	90.86	90.5	90.14	89.6	88.88	88.34	90.86	
MEAN MIN. (F)	69.8	73.94	76.82	78.98	78.08	77.72	77	76.82	76.28	75.74	73.58	69.44	75.38	
RELATIVE HUMIDITY (%)														
MEAN	71	75	75	75	78	78	78	79	82	81	76	71	77	
MEAN MAX.	89	91	91	89	92	90	91	92	94	94	91	88	91	
MEAN MIN.	48	54	55	55	60	62	62	63	64	64	58	51	58	
WIND (M/S)														
MEAN WIND SPEED	1.29	2.01	2.47	2.26	1.85	1.96	1.85	1.85	1.24	1.03	1.13	1.24	-	
PREVAILING WIND	E	S	S	S	S	SW	SW	SW	SW	NE	NE	NE	-	
RAINFALL (MM.)														
MEAN	9.1	29.9	28.6	64.7	220.4	149.3	154.5	196.7	344.2	241.6	48.1	9.7	1496.5	
MEAN RAINY DAY	1.3	2.9	2.9	6.3	16.2	16.3	17.9	20.0	20.9	17.1	6.2	1.3	129.3	
GREATEST IN 24 HR.	39.3	73.0	88.4	76.2	248.6	167.3	108.6	97.8	156.7	143.9	116.6	32.0	248.6	

DATA PROCESSING SUB-DIVISION
CLIMATOLOGY DIVISION
METEOROLOGICAL DEPARTMENT
JUNE 3, 1991

ตารางที่ 3.1. ค่าสถิติด้านภูมิอากาศในเขต กทม. (ปี พ.ศ. 2504-2533)
ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศกรุงเทพฯ

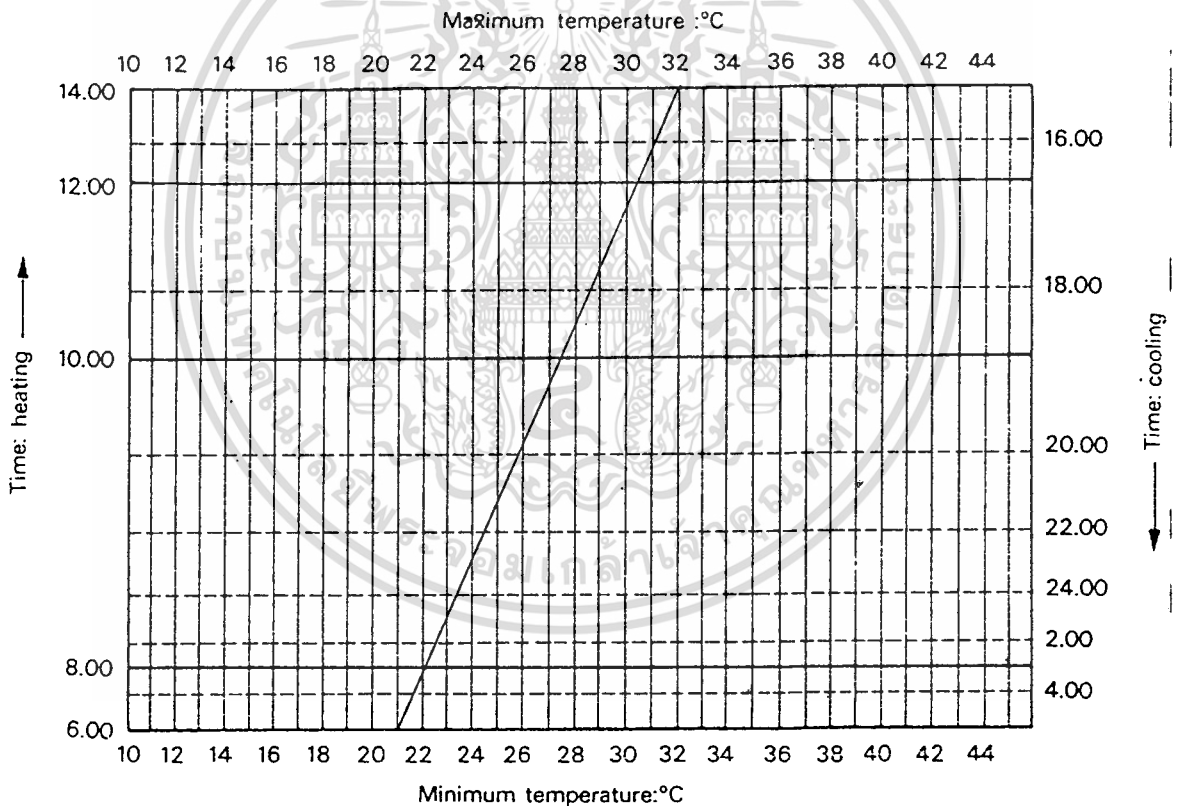
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าอุณหภูมิในตารางทุก ๆ 2 ชั่วโมง สามารถหาได้โดยการดูอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดประจำเดือน จากนั้นเอาค่าที่ได้มาขีดเส้นลงบน HOURLY TEMPERATURE CALCULATOR CHART และอ่านค่า นำไปจดลงในตาราง

ตัวอย่าง

ในเดือนมกราคม อุณหภูมิสูงสุดคือ 32 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิต่ำสุดคือ 21 องศาเซลเซียส

Hourly temperature
calculator



ภาพที่ 3.1. ตัวอย่างการหาค่าอุณหภูมิทุก 2 ชั่วโมง

จาก Hourly Temperature Calculator Chart

และจะได้ข้อมูลราย 2 ชั่วโมง (จากตารางสถิติ ค.ศ.1961-1990) ดังนี้

ข้อมูล : อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
ทุก ๆ 2 ชั่วโมง, ทุกเดือนของสำนักงานสถิติกรุงเทพฯ, (เส้นรุ้ง 13 44 เหนือ)
พ.ศ. 2504 - 2533

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	23.5	25.0	26.7	28.0	27.3	27.0	26.7	26.7	26.5	26.0	24.7	23.0
02	22.5	24.5	26.3	27.3	26.5	26.5	26.0	26.0	25.9	25.5	24.0	22.3
04	21.5	23.9	25.5	26.5	26.0	26.0	25.5	25.5	25.3	25.0	23.5	21.5
06	21.0	23.3	24.9	26.1	25.6	25.4	25.0	24.9	24.6	24.3	23.1	20.8
08	22.0	24.0	26.0	27.0	26.3	26.3	25.7	25.7	25.5	25.3	23.7	21.8
10	27.5	28.7	30.0	31.3	30.5	29.7	29.5	29.5	29.3	29.0	28.0	27.0
12	30.5	31.3	32.5	33.7	32.5	32.0	31.5	31.5	31.3	31.0	30.5	29.8
14	32.0	32.7	33.7	34.9	34.0	33.1	32.7	32.5	32.3	32.0	31.6	31.3
16	31.0	32.0	33.0	34.3	33.3	32.5	32.0	32.0	31.7	31.5	31.0	30.5
18	28.5	29.7	31.0	32.3	31.3	30.5	30.3	30.3	30.0	29.7	29.0	28.0
20	26.0	27.3	28.7	30.0	29.0	28.7	28.3	28.3	28.0	27.7	26.7	25.5
22	24.5	26.0	27.7	29.0	28.0	27.7	27.5	27.5	27.0	26.7	25.7	24.0

ตารางที่ 3.4. ค่าอุณหภูมิในช่วงเวลาต่าง ๆ

(อุณหภูมิกระเปาะแห้ง, DBT องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล : อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

ทุก ๆ 2 ชั่วโมง, ทุกเดือนของตัวจังหวัดกรุงเทพฯ, (เส้นรุ้ง 13 44 เหนือ)

พ.ศ. 2504 - 2533

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	19.8	21.7	23.3	24.5	24.2	23.8	23.6	23.7	24.0	23.3	21.5	19.2
02	19.0	21.3	22.9	23.7	23.5	23.5	22.8	23.0	23.3	23.1	20.8	18.9
04	18.0	20.7	22.2	23.0	22.8	22.8	22.4	22.6	23.0	22.6	20.5	18.0
06	17.5	20.1	21.6	22.6	22.5	22.4	22.1	22.1	22.3	22.1	20.0	17.3
08	18.5	20.8	22.5	23.5	23.2	23.2	22.6	22.7	23.1	23.0	20.6	18.2
10	23.5	25.0	26.2	27.6	27.7	26.5	26.4	26.4	26.8	26.3	24.5	22.9
12	26.0	27.5	28.7	29.7	29.1	28.7	28.2	28.3	28.7	28.2	27.0	25.5
14	27.5	28.8	29.7	30.8	30.5	29.7	29.2	29.2	29.9	29.2	27.9	27.0
16	26.5	28.2	29.1	30.4	29.9	29.2	28.7	28.8	29.2	28.7	27.3	26.1
18	24.5	26.0	27.2	28.5	28.0	27.2	27.1	27.2	27.3	27.0	25.5	23.9
20	22.0	23.7	25.0	26.2	25.8	25.5	25.2	25.3	25.5	25.1	23.2	21.6
22	20.7	22.5	24.1	25.4	24.8	24.5	24.3	24.4	24.5	24.0	22.4	20.2

ตารางที่ 3.5. ค่าอุณหภูมิในช่วงเวลาต่าง ๆ

(อุณหภูมิกระเปาะเปียก, WBT องศาเซลเซียส)

หมายเหตุ : ค่านี้ได้จากการนำค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละเดือนของ

กรมอุตุนิยมวิทยา (ปี พ.ศ.2504-2533) และค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งในแต่ละเวลา นำไปอ่านค่าจาก PSYCHROMETRIC CHART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการอ่านค่ามาตรฐาน ECI

จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา ปี พ.ศ.2504-2533 และค่าอุณหภูมิในช่วงเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ของเดือนมกราคม ณ เวลา 8.00 น. ค่า DBT (DRY BULB TEMPERATURE) และความชื้น คือ

DBT ณ เวลา 8.00 น. = 22.0 °C (71.6 °F)

MEAN RH. ของเดือนมกราคม = 71

นำค่าทั้ง 2 ไปอ่านค่า WBT (WET BULB TEMPERATURE) จาก PSYCHROMETRIC CHART จะได้

WBT ณ เวลา 8.00 น. = 18.5 °C (65.3 °F)

(ในการวิจัยนี้จะเลือกใช้เฉพาะค่า MEAN RH. ของแต่ละเดือน มาคำนวณเท่านั้น)

ต่อไปเราเอาค่า WBT และ DBT ไปเข้าสูตร ECI เพื่อหาช่วงสบาย ณ เวลาต่าง ๆ

$$\text{จากสูตร ECI} = TW + 0.447 (T - TW) - 0.231 \sqrt{V}$$

TW = อุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT) หน่วยองศาฟาเรนไฮต์

T = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) หน่วยองศาฟาเรนไฮต์

V = ความเร็วของการเคลื่อนไหวยของอากาศ (ft/min, ฟุตต่อนาที)

จะได้ ตารางค่า ECI ดังนี้

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	21.5	23.2	24.8	26.1	25.6	25.2	25.0	25.0	25.1	24.5	22.9	20.9
02	20.6	22.7	24.4	25.3	24.8	24.8	24.2	24.3	24.5	24.2	22.2	20.4
04	19.6	22.1	23.7	24.6	24.2	24.2	23.8	23.9	24.0	23.7	21.8	19.6
06	19.1	21.5	23.1	24.2	23.9	23.7	23.4	23.4	23.3	23.1	21.4	18.9
08	20.1	22.2	24.1	25.1	24.6	24.6	24.0	24.0	24.2	24.0	22.0	19.8
10	25.3	26.7	27.9	29.3	29.0	27.9	27.8	27.8	27.9	27.5	26.1	24.7
12	28.0	29.2	30.4	31.5	30.6	30.2	29.7	29.7	29.9	29.5	28.6	27.4
14	29.5	30.5	31.5	32.6	32.1	31.2	30.8	30.7	31.0	30.5	29.6	28.9
16	28.5	29.9	30.8	32.1	31.4	30.7	30.2	30.2	30.3	30.0	29.0	28.1
18	26.3	27.7	28.9	30.2	29.5	28.7	28.5	28.6	28.5	28.2	27.1	25.7
20	23.8	25.3	26.7	27.9	27.2	26.9	26.6	26.6	26.6	26.3	24.8	23.3
22	22.4	24.1	25.7	27.0	26.2	25.9	25.7	25.8	25.6	25.2	23.9	21.9

ตารางที่ 3.6. ค่าอุณหภูมิป้องกันความสลายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI
กรณีสภาพอากาศนิ่ง

หมายเหตุ : ค่าอุณหภูมิป้องกันความสลายของเขต กทม. ตามมาตรฐาน ECI เมื่อมีความเร็ว
การเคลื่อนไหว (V) ของอากาศต่าง ๆ แสดงอยู่ใน บทที่ 6 หัวข้อ 6.1
เรื่องการวิเคราะห์สภาพความสลายทางด้านอุณหภูมิ ในแต่ละช่วงเวลา
ของอากาศในเขต กทม.

3.6. ค่าอุณหภูมิสลายของเขต กทม.

สำหรับอุณหภูมิที่ป้องกันความสลายโดย Webb สำหรับประเทศสิงคโปร์ที่เสนอแนะไว้
คือ 25.6 องศาเซลเซียส ECI สำหรับขีดความสลายที่ได้ผลดีที่สุด และ 27.7 องศาเซลเซียส
ECI สำหรับขีดสูงสุดของความสลาย เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า ค่ามาตรฐานอุณหภูมิสลายของ
คนในแต่ละประเทศนั้นแตกต่างกันอยู่บ้าง อันเนื่องมาจากตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งจะต้องมีการทดลอง

วัดค่าความเคยชินของอากาศและใช้การประมวลค่าทางสถิติ เพื่อกำหนดค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุดออกมา แต่สำหรับประเทศไทยยังไม่มีผู้ทำวิจัยเพื่อหาค่าอุณหภูมิสบายที่เหมาะสมสำหรับคนไทย และเนื่องมาจากประเทศสิงคโปร์อยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งมีภูมิอากาศคล้ายคลึงกับประเทศไทย ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะยอมรับค่าที่เสนอแนะนี้เป็นมาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิของคนไทย ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยจะยึดค่าสูงสุดที่ทำให้ผู้อาศัยยังอยู่ในเกณฑ์ความสบายทางอุณหภูมิ คือ 27.7 องศาเซลเซียส ECI ในการศึกษาในขั้นต่อ ๆ ไป

3.7. การมองเห็นของมนุษย์กับแสงสว่าง (HUMAN VISION AND LIGHT)

เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงส่องไปยังวัตถุ แสงที่สะท้อนจากวัตถุจะผ่านเข้าไปสู่ดวงตา โดยม่านตา (Iris) จะทำหน้าที่ปรับระดับของแสง หลังจากนั้นแสงจะผ่านเลนส์ตา (Lens) ซึ่งทำหน้าที่ปรับโฟกัสของแสง เพื่อให้แสงไปตกที่เรตินา (Retina) อย่างพอเหมาะที่เรตินาจะมีกระบวนการทาง "อิเล็กโตรเคมีคอล" (Electro Chemical) เพื่อส่งความรู้สึกไปยังสมอง สมองก็จะรับความรู้สึกทำให้มนุษย์สามารถมองเห็นได้ ดังนั้นการมองเห็น (Vision) จึงเกิดจากการทำงานร่วมกันของดวงตาและสมอง

แสงเป็นคลื่นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 380-780 นาโนเมตร* ซึ่งสายตามองเห็นเป็นสีขาว แสงสีขาวดังกล่าวหากแยกความยาวช่วงคลื่นต่าง ๆ ออกมา จะประกอบไปด้วยสีต่าง ๆ ถึง 7 สี เรียกว่า สเปกตรัมของแสง (Spectrum of Light)

ปัจจุบัน แสงสว่างที่มนุษย์นำมาใช้ภายในงานสถาปัตยกรรมนั้น ได้แก่ แสงสว่างจากธรรมชาติ (NATURAL DAYLIGHT) และ แสงสว่างที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นโดยใช้พลังงานไฟฟ้า (ARTIFICIAL LIGHT) แสงสว่างจากธรรมชาติ (Natural Daylight) ที่กล่าวถึงนั้น ได้แก่ แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ที่สามารถนำมาใช้ในเวลากลางวัน ส่วนแสงสว่างที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นโดยใช้พลังงานไฟฟ้า (Artificial Light) นั้นได้แก่ หลอดไฟชนิดต่าง ๆ ซึ่งเหมาะจะนำมาใช้ในเวลากลางคืนและกลางวัน ในบริเวณซึ่งแสงสว่างจากธรรมชาติไม่เพียงพอและต้องการระดับความสว่าง เพื่อให้เกิดความสบายทางสายตา ในการประกอบกิจกรรมแต่ละประเภท

3.8. ภาวะความสบายทางสายตา (VISUAL COMFORT)

โดยปกติตาของมนุษย์สามารถจะปรับระดับของแสงได้ในระดับหนึ่ง แต่หากแสงสว่างมากเกินไปจะทำให้มนุษย์รู้สึกจ้า (Glare) หากมืดเกินไปจะทำให้มนุษย์มองเห็นไม่ชัด ซึ่งทำให้

* นาโนเมตร เท่ากับ 10^{-9} เมตร

เกิดความไม่สบายในการมอง ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อภาวะความสบายทางสายตา คือ

- 1. ปัจจัยทางด้านตัวบุคคล
- 2. ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา
- และ 3. ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม

ปัจจัยทางด้านตัวบุคคล ได้แก่ สภาพของสายตาซึ่งยังเกี่ยวพันไปถึงอายุด้วย ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา ได้แก่ สีของแสง, ลักษณะการให้แสง เป็นต้น ส่วนปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ ขนาดของวัตถุที่มอง, ความเข้มของแสงที่ส่องไปยังวัตถุ (ระดับความสว่างที่วัตถุ)* และความเข้มของแสงเทียบกับความเข้มของฉากอ้างอิง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความรวดเร็วในการมองด้วย

ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมดังกล่าว หากมีความเหมาะสมจะทำให้มนุษย์เกิดภาวะความสบายทางสายตา (Visual Comfort) โดยทั่วไปมาตรฐานวัดความสบายทางสายตานั้น จะมีการกำหนดเพียงเฉพาะค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่วัตถุ* เนื่องจากตัวแปรทางด้านขนาดของวัตถุและความเข้มของแสงเทียบกับความเข้มของฉากอ้างอิง นั้น จะแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะทั่วไปของแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้น ดังจะสังเกตได้จากชีวิตประจำวัน เช่น ระดับความสว่างที่สายตาต้องการในการอ่านหนังสือ้นั้นมากกว่าความสว่างที่ใช้ในการเดินในห้อง เป็นต้น

3.9. มาตรฐานวัดความสบายทางแสงสว่าง (Lighting Comfort Index)

มีสถาบันต่าง ๆ มากมาย ได้กำหนดมาตรฐานความสบายทางสายตาขึ้น โดยจะกำหนดในลักษณะค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่เกิดขึ้นกับแต่ละกิจกรรม (รวมไปถึงมาตรฐานของอุปกรณ์และการติดตั้ง, ป้องกัน) มาตรฐานต่าง ๆ ที่กำหนดระดับความสว่างนี้ แต่ละมาตรฐาน มีการกำหนดไว้แตกต่างกันอยู่บ้าง อย่างไรก็ตามมาตรฐานต่าง ๆ ก็ได้มีการรับรองจากสถาบันว่าสามารถใช้เป็นบรรทัดฐานได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงมาตรฐานรับรองที่มีใช้กันสากลทั่วไปเท่านั้น

มาตรฐาน	ชื่อเต็ม	คำแปล
ANSI	American National Standard Institute	สำนักงานมาตรฐานสหรัฐอเมริกา
BS	British Standard	มาตรฐานอังกฤษ
BSI	British Standard Institute	สำนักงานมาตรฐานอังกฤษ
CENELEC	Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique	คณะกรรมการมาตรฐานไฟฟ้ายุโรป

* ระดับความสว่างที่วัตถุมีหน่วยเป็นลักซ์

มาตรฐาน	ชื่อเต็ม	คำแปล
CIE	Commission International de L'Eclairage	คณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล
CSA	Canadian Standard Association	สมาคมมาตรฐานแคนาดา
DIN	Deutsches Institute Normung	สำนักงานมาตรฐานเยอรมัน
EIT	The Engineering Institute of Thailand	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.)
IEC	International Electrotechnical Commission	คณะกรรมการมาตรฐานไฟฟ้าสากล
IES	Illumination Engineering Society	สมาคมวิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกา

3.10. ค่าความสบายทางด้านแสงสว่างในเขต กทม.

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มาตรฐานความสว่างที่จะนำมาใช้เป็นเกณฑ์วัดความสบายทางแสงสว่าง ได้แก่ มาตรฐานความสว่างที่รับรองโดย คณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล (CIE : Commission International de L'Eclairage) เนื่องจากระดับความสว่างที่ CIE กำหนดไว้นี้ ได้รับการยอมรับเป็นลักษณะสากลทั่วไปมาตรฐานหนึ่ง อีกทั้งวิศวกรและสถาปนิกในประเทศไทยมีความคุ้นเคยกับมาตรฐานนี้มากกว่ามาตรฐานอื่น

คณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล (Commission Intematoni de L'Eclairage) ได้กำหนดระดับความสว่างต่ำสุดของกิจกรรมตามประเภทอาคารต่าง ๆ ไว้หลายประเภท แต่ในที่นี้จะแสดงค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้เท่านั้น

ชนิดของงานและอาคาร	ระดับความสว่างต่ำสุด ณ ตำแหน่งที่เกิดกิจกรรม (Lux , Lx)
ร้านค้า : - บริเวณประกอบการค้าทั่วไป	300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของงานและอาคาร	ระดับความสว่างต่ำสุด ณ ตำแหน่งที่เกิดกิจกรรม (Lux , Lx)
พักอาศัย (บ้าน) :	
ห้องนอน :	
- ทั่วไป	50
- ไฟหัวเตียง	200
- โต๊ะอ่านหนังสือ	500
ห้องน้ำ :	
- ทั่วไป	100
- โคมหลอด , แต่งหน้า	500
ห้องรับแขก , พักผ่อน :	
- ทั่วไป	100
- อ่านหนังสือ , เย็บผ้า	500
บันได	100
ห้องครัว :	
- ทั่วไป	300
- พื้นที่ประกอบอาหาร	500
- โต๊ะทานอาหาร	200
ห้องซักรีด	
- ทั่วไป	100
- รีดผ้า	100
ห้องเก็บของ	
- ทั่วไป	100

ตารางที่ 3.7. ระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ตามมาตรฐาน CIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิ และแสงสว่าง ของตัวอย่าง อาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"

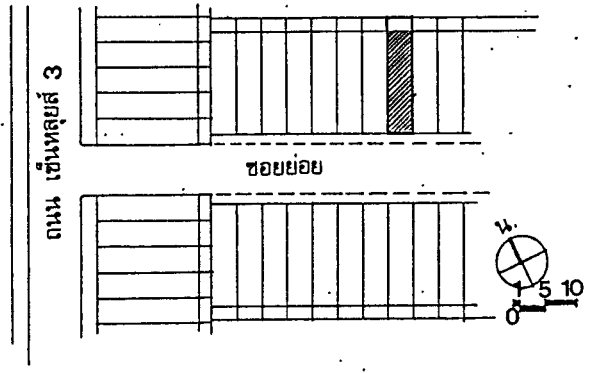
- 4.1. รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของอาคาร
- 4.2. ค่า OTTV ของอาคารรูปแบบตัวอย่าง
- 4.3. ค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (Cooling Load)
กับการตรวจสอบความสบายทางอุณหภูมิ
- 4.4. การตรวจสอบความสบายทางแสงสว่าง
- 4.5. สรุปผลการตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่างของรูปแบบตัวอย่าง

บทที่ 4

การตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิ และแสงสว่าง ของตัวอย่าง อาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"

4.1. รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของอาคาร

ที่ตั้ง	: เขตกทม. ละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ ลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก
ลักษณะการจัดผังกลุ่มอาคาร	: เป็นการจัดวางผังในแนวผสม
ลักษณะอาคาร	: อาคารตึกแถว สูง 3 ชั้น ชั้นล่างใช้ประกอบการค้า (ขายของทั่วไป) พื้นที่ใช้สอยทั้งอาคารประมาณ 195 ตารางเมตร โดยไม่รวมพื้นที่ชั้นดาดฟ้า
ระบบโครงสร้าง	: เสาและคานหล่อในที่ ใช้ระบบพื้นเรียบ (Flat Slab) กึ่งสำเร็จรูป ผังก่ออิฐถือปูน
ฐานราก	: เสาเข็มคอนกรีตรูปตัวไอ (I) ยาว 21 เมตร
วิธีการก่อสร้าง	: ใช้แรงงานคนทั้งหมด ยกเว้นในขั้นตอนการตอกเสาเข็ม และการนำแผ่นพื้นกึ่งสำเร็จรูปมาวางจะใช้เครื่องจักรช่วย
ค่าก่อสร้าง	: ประมาณหน่วยละ 780,000 บาท ณ ปี พ.ศ.2537 (ไม่รวมเสาเข็ม) คิดเป็นราคาเฉลี่ย 4,000 บาท/ตร.ม. ณ ปี พ.ศ.2537



4.1. ผังที่ตั้งของอาคารที่ทำการทดสอบ

ผังพื้นที่ชั้นที่ 1



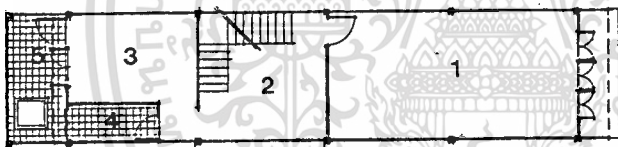
1. ประกอบการค้า (ขายของทั่วไป)

2. ห้องอาหาร

3. ห้องครัว

4. ห้องน้ำ, ล้าง

ผังพื้นที่ชั้นที่ 2



1. ห้องนอน

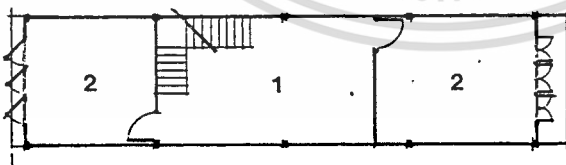
2. ห้องนั่งเล่น

3. ห้องรีดผ้า

4. ห้องน้ำ, ล้าง

5. ระเบียบตากผ้า

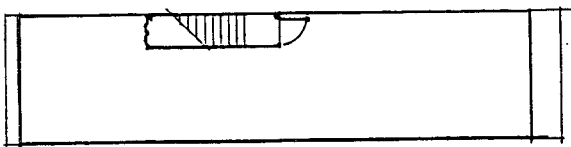
ผังพื้นที่ชั้นที่ 3



1. โรงทั่วไป

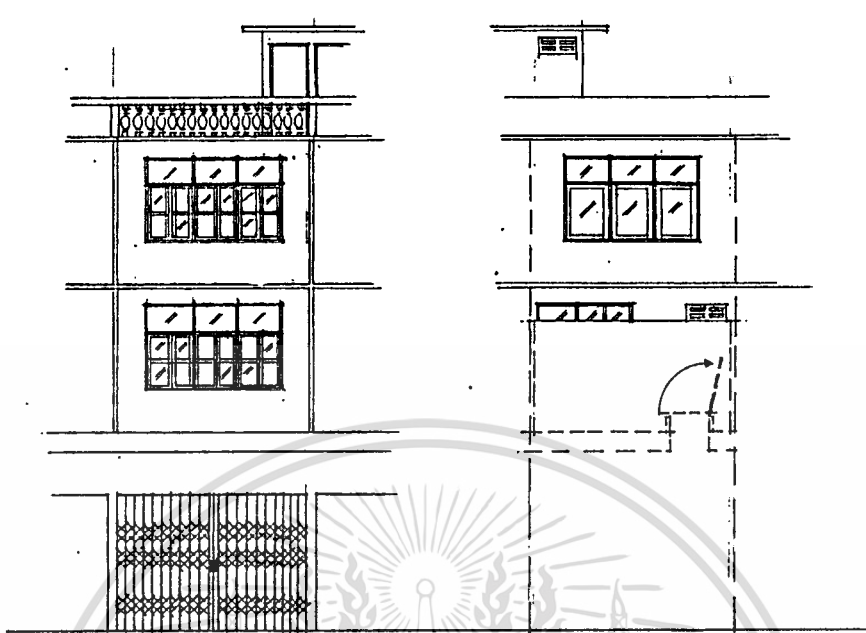
2. ห้องนอน

ผังพื้นดาดฟ้า

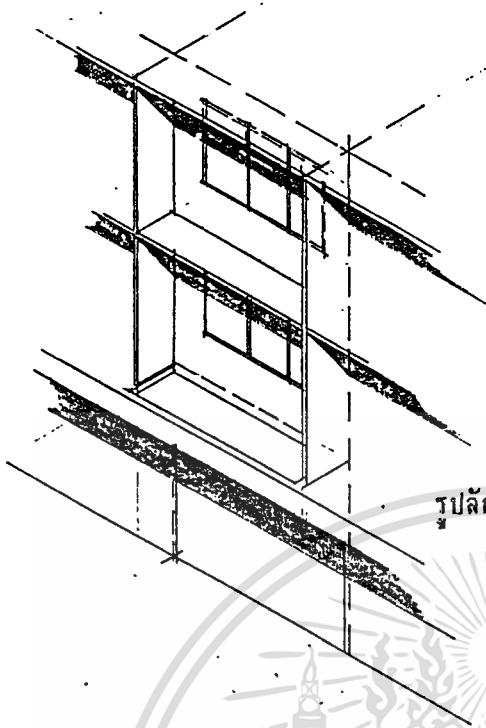


4.2. ผังพื้นที่แต่ละชั้นของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งที่พักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง

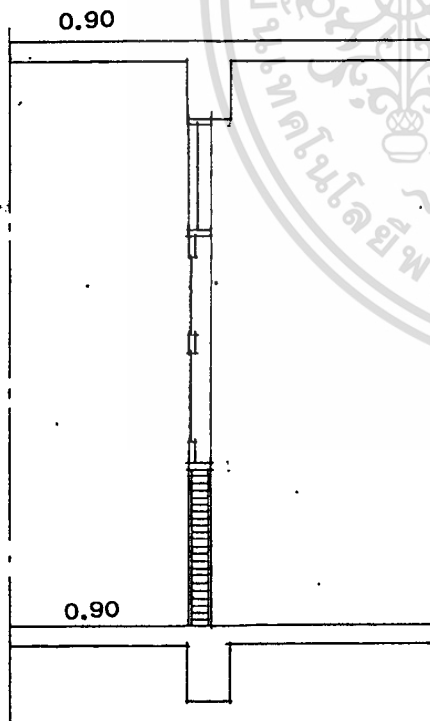
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4.3. รูปด้านหน้าและหลังของอาคารตัวอย่าง ที่ทำการทดสอบ



รูปลักษณะแผงบังแดดด้านหน้าของอาคาร



ลักษณะของแผงบังแดดด้านหน้าของอาคาร
มีทั้งแผงบังแดดแนวตั้ง และแนวนอนยื่นออกมาจากผนัง
0.90 เมตร

ลักษณะของแผงบังแดดด้านหลังอาคาร มี
ลักษณะเป็นแผงบังแดดแนวนอน ยื่นออกมาจากผนัง
0.40 เมตร

ผนังอาคารก่อด้วยอิฐมวลเบา ฉาบปูนเรียบ
ทั้งด้านในและนอกอาคาร ผนังภายนอกและแผงบังแดด
ทาสีสีอ่อน ผนังภายในทาสีฟ้าอมเขียว .

หน้าต่างกรอบไม้ ลูกฟักกระจกใสมีช่องแสง
ลูกฟักกระจกฝ้าด้านบนหน้าต่างโดยตลอด

4.4. รูปลักษณะแผงบังแดดของอาคารตัวอย่าง ที่ทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ค่า OTTV ของอาคารรูปแบบตัวอย่าง

สำหรับค่า OTTV (Overall Thermal Transter Value) ในที่นี้ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทางด้านความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาภายในจาก กรอบอาคารในแต่ละด้าน ซึ่งผลการตรวจสอบเป็นไปดังนี้

ตารางที่ 4.1. ข้อมูลสรุปพื้นที่ต่าง ๆ ในการตรวจสอบค่า OTTV ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งที่พักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง

รายการ	ผนังทึบ				กระจก			
	ลักษณะ	รหัสผนัง	พื้นที่ (ม ²)	รวม (ม ²)	ลักษณะ	รหัสผนัง	พื้นที่ (ม ²)	รวม (ม ²)
ด้านหน้าอาคาร	-เสาค.ส.ล. และคาน ค.ส.ล.	N [*] -1	2.5					
	-ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ	N-2	4.4		-กระจกใสหนา 5 มม.	N-2	5.1	9.5
รวม				6.9				12.0
ด้านหลังอาคาร	-เสาค.ส.ล. และคาน ค.ส.ล.	N-1	2.5					
	-ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ	N-2	4.4		-กระจกใสหนา 5 มม.	N-2	5.1	9.5
รวม				6.9				12.0
ข้าง	-ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ	N-Side	5 ^{**}					

* เมื่อด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศเหนือ หากด้านหน้าหันไปทางทิศทางอื่น ๆ พยัญชนะจะเปลี่ยนตาม

****** เป็นพื้นที่สมมุติ เนื่องจากไม่ว่าจะมีพื้นที่ขนาดเท่าใด ค่า OTTV ของผนังหีบด้านข้าง ก็จะมีค่าความร้อนต่อตารางเมตรเท่าเดิมเสมอ

ตารางที่ 4.2. แสดงค่า OTTV ของ "ตึกแถวในลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"
ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปี ของผนังหีบด้านข้างหน่วยริมสุด เมื่อหันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้

AZIMUTH ANGLE = -45									

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q

SE-SIDE	5.0	3.2	15.0	-	-	-	-	-	240.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 48.0 W/sq m

หมายเหตุ : ขนาดพื้นที่ (Aw) เป็นการสมมุติขึ้น เนื่องจากไม่ว่าจะมีพื้นที่เท่าใด
ค่า OTTV ก็ยังมีค่าเท่าเดิม

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปีของกรอบอาคารด้านหน้า เมื่อหันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้

AZIMUTH ANGLE = -45									

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q

SE1	2.5	3.0	10.0	-	-	-	-	-	75.0
SE2	9.5	3.2	15.0	5.1	5.9	5.0	186.9	0.750	1321.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 81.6 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 69.4 W/sq m (15% reduction)

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปีของกรอบอาคารด้านหลัง เมื่อหันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้

AZIMUTH ANGLE = -45									

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q

SE1	2.5	2.3	10.0	-	-	-	-	-	57.5
SE2	9.5	3.2	15.0	5.1	5.9	5.0	186.9	0.890	1454.5

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 88.4 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 75.2 W/sq m (15% reduction)

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปี ของผนังที่ปาดข้างหน่วยริมสุด เมื่อหันสู่ทิศเหนือ

AZIMUTH ANGLE = 180									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
SID-N.	5.0	3.2	15.0	-	-	-	-	-	240.0

 OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 48.0 W/sq m

หมายเหตุ : ขนาดพื้นที่ (A_w) เป็นการสมมุติขึ้นเนื่องจากไม่ว่าจะมีขนาดพื้นที่เท่าใด
 ค่า OTTV ก็ยังมีค่าเท่าเดิม

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปีของกรอบอาคารด้านหน้า เมื่อหันสู่ทิศเหนือ

AZIMUTH ANGLE = 180									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
N1	2.5	3.0	10.0	-	-	-	-	-	75.0
N2	9.5	3.2	15.0	5.1	5.9	5.0	111.3	0.863	1096.5

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

 <<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
 OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 58.2 W/sq m (15% reduction)

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปีของกรอบอาคารด้านหลัง เมื่อหันสู่ทิศเหนือ

AZIMUTH ANGLE = 180									
SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
N1	2.5	3.0	10.0	-	-	-	-	-	75.0
N2	9.5	3.2	15.0	5.1	5.9	5.0	111.3	0.897	1115.5

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

 <<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
 OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 59.2 W/sq m (15% reduction)

4.3. ค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (Cooling Load)

กับการตรวจสอบความสบายทางอุณหภูมิ

ข้อมูลที่ใส่ในโปรแกรมเพื่อคำนวณค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (ภาระความร้อน, Cooling Load)

1. ใช้หน่วยเมตริกในการออกแบบ
2. โครงการตั้งที่กรุงเทพฯ เมื่อคำนวณอาคารหันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้ หรือทิศเหนือ

3. อุณหภูมิออกแบบภายนอก 35 องศาเซลเซียส กระเปาะแห้ง
30.8 องศาเซลเซียส กระเปาะเปียก

(หมายเหตุ : ค่าอุณหภูมิข้างต้นคือค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในรอบปี จากตารางสถิติทางด้านสภาพอากาศ ของกรมอุตุนิยมวิทยา ปี พ.ศ.

4. อุณหภูมิออกแบบภายใน

กรณีที่ 1 : 25 องศาเซลเซียส กระเปาะแห้ง ความชื้น 50 %

(ทั่วไปเพื่อหาขนาดเครื่องปรับอากาศจริง)

กรณีที่ 2 : 29.7 องศาเซลเซียส กระเปาะแห้ง ความชื้น 75 %

(หมายเหตุ : กรณีดังกล่าว คือ ค่าอุณหภูมิ ECI สูงสุดที่ยังอยู่ในเกณฑ์สบาย

เมื่อการเคลื่อนไหวลมเท่ากับ 0 เมตร/วินาที ทั้งในการคำนวณภาระความเย็นเพื่อการปรับอากาศนี้ เป็นการคำนวณภาระความเย็นต่ำที่สุดที่สามารถทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบาย เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่าง "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่างกับรูปแบบที่นำเสนอเท่านั้น ค่าภาระความเย็นที่ได้ ไม่เหมาะสมในการนำไปเลือกซื้อขนาดของเครื่องปรับอากาศในความเป็นจริง)

5. ออกแบบโดยใช้เดือน เมษายน (เนื่องจากเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุดในรอบปี)
6. ต้องการวิเคราะห์ภาระความเย็นตลอด 24 ชั่วโมง และหาเวลาที่เกิดภาระความเย็นสูงสุด (Peak Load)
7. เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมที่ไม่มีการคำนวณค่าโดยตรงของอุปกรณ์บังแดดมาเกี่ยวข้อง ค่า SC ที่ใช้ได้มาจากการประมวลผลในโปรแกรม OTTV ที่ผ่านมา
8. อุณหภูมิแตกต่างข้างห้องโดยรอบ 5 องศาเซลเซียส (เนื่องจากสมมุติให้อุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิสูงสุดของอากาศธรรมชาติ)
9. จำนวนผู้ใช้ในแต่ละห้อง 2 คน (ชิน, ทำงานเบา ๆ)
10. อุปกรณ์แสงสว่างใช้ 0.2 KW (ค่าสมมุติโดยประมาณให้ค่าน้อยเนื่องจากต้องการเปรียบเทียบผลทางด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลัก)

- 11. อุปกรณ์มอเตอร์ใช้ 0.1 KW (ค่าสมมุติโดยประมาณให้ค่าน้อยเนื่องจากต้องการเปรียบเทียบผลทางด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลัก) แบบ Motor and Driven Machine in Space โดยค่า $Eff. = 80 \%$
- 12. อุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างอุณหภูมิห้องกับอุณหภูมิอากาศที่ออกมาจากคอยล์เย็น 10 องศาเซลเซียส
- 13. ค่าความปลอดภัย (Safety Factor) = 8 %

ตารางที่ 4.3. ข้อมูลการคำนวณภาระความเย็นในการปรับอากาศ ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง สำหรับห้องนอนพ่อ-แม่

รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.ม.)	ค่า U (วัตต์/ตรม. °C)	หมายเหตุ
ส่วนด้านนอกอาคารหันสู่ทิศ ตะวันออกเฉียงใต้			
- กระฉกโลหะ 5 มม.	5.1	5.98	SC เท่ากับ 0.75
- เสาและคานคอนกรีต 20 ซม.	2.5	2.874	เมื่อหันสู่ทิศ SE
- ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ ทั้ง 2 ด้าน	4.4	3.236	และเท่ากับ 0.863 เมื่อหันสู่ทิศ N
กรณีหน่วยริม			(จากการประมวลใน OTTV)
- ผนังด้านข้างก่ออิฐฉาบ ปูนเรียบ หันสู่ทิศ SW	24	3.236	
- ผนังด้านข้างก่ออิฐฉาบ ปูนเรียบ เมื่อหันสู่ทิศ NE	24	3.236	

รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.ม.)	ค่า U (วัตต์/ตรม. °C)	หมายเหตุ
ส่วนด้านในอาคารที่ไม่โดนแดด -ผนังด้านข้างหน่วยอื่นในลักษณะ ก่ออิฐฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ข้าง ข้างละ -ผนังภายในหน่วยในลักษณะ ก่ออิฐฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน -ผนังกระจกในหนา 5 มม.	24 8 4	2.597 2.597 4.086	ในที่นี้คิดประตุในลักษณะ ผนังก่ออิฐฉาบ ปูนเรียบ
ฝ้าเพดาน -พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบแผ่นมี การเทคอนกรีตห้บและฉาบปูน เรียบที่ผิว	32	2.315	
พื้น -พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบแผ่นมี การเทคอนกรีตห้บและฉาบปูน เรียบที่ผิว	32	2.315	

ตารางที่ 4.4. แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนพ่อ-แม่

4.4.1. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
 Space Name : MASTER BED-ROOM
 Design Condition : CDW CWS %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 25.0 X 50.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.4	0.5	3.0	0.84
2:00	2.4	0.5	2.9	0.82
3:00	2.3	0.5	2.8	0.80
4:00	2.2	0.5	2.8	0.78
5:00	2.3	0.5	2.8	0.80
6:00	2.3	0.3	2.6	0.74
7:00	2.4	0.3	2.7	0.77
8:00	2.7	0.3	3.0	0.84
9:00	2.8	0.0	2.8	0.80
10:00	3.0	0.0	3.0	0.86
11:00	3.2	0.0	3.2	0.90
12:00	3.2	0.0	3.2	0.90
13:00	3.2	0.0	3.2	0.90
14:00	3.2	0.0	3.2	0.90
15:00	3.1	0.0	3.1	0.89
16:00	3.1	0.0	3.1	0.89
17:00	3.0	0.0	3.0	0.86
18:00	3.2	0.3	3.4	0.97
19:00	3.0	0.3	3.3	0.93
20:00	2.9	0.3	3.1	0.89
21:00	2.8	0.3	3.0	0.86
22:00	2.9	0.5	3.4	0.97
23:00	2.8	0.5	3.3	0.95
24:00	2.6	0.5	3.1	0.89
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	20.7
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	542.4 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 3400 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.97 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก(ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 5.1 : 12 = 0.425 : 1

ผนังด้านใน 4 : 12 = 0.334 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 9.1 : 72 = 0.126 : 1

4.4.2. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : SW
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB XRH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 25.0 X 50.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	3.0	0.5	3.5	1.01
2:00	2.8	0.5	3.3	0.94
3:00	2.5	0.5	3.1	0.87
4:00	2.4	0.5	2.9	0.83
5:00	2.4	0.5	2.9	0.83
6:00	2.3	0.3	2.5	0.71
7:00	2.4	0.3	2.6	0.74
8:00	2.5	0.3	2.8	0.80
9:00	2.7	0.0	2.7	0.76
10:00	2.8	0.0	2.8	0.81
11:00	3.1	0.0	3.1	0.88
12:00	3.2	0.0	3.2	0.90
13:00	3.4	0.0	3.4	0.95
14:00	3.6	0.0	3.6	1.02
15:00	3.9	0.0	3.9	1.11
16:00	4.2	0.0	4.2	1.20
17:00	4.4	0.0	4.4	1.24
18:00	4.7	0.3	5.0	1.42
19:00	4.7	0.3	5.0	1.41
20:00	4.5	0.3	4.7	1.34
21:00	4.2	0.3	4.4	1.26
22:00	4.1	0.5	4.6	1.30
23:00	3.8	0.5	4.3	1.23
24:00	3.4	0.5	3.9	1.10
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	24.7
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	965.4 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 4700 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 1.34 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก(ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ช่องผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 5.1 : 12 = 0.425 : 1

ผนังด้านใน 4 : 12 = 0.334 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 9.1 : 72 = 0.126 : 1

4.4.3. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.1	0.3	2.4	0.69
2:00	2.1	0.3	2.4	0.67
3:00	2.0	0.3	2.3	0.65
4:00	1.9	0.3	2.2	0.64
5:00	2.0	0.3	2.3	0.66
6:00	2.1	0.2	2.2	0.63
7:00	2.2	0.2	2.3	0.66
8:00	2.4	0.2	2.6	0.73
9:00	2.6	0.0	2.6	0.73
10:00	2.8	0.0	2.8	0.78
11:00	2.9	0.0	2.9	0.83
12:00	2.9	0.0	2.9	0.83
13:00	2.9	0.0	2.9	0.83
14:00	2.9	0.0	2.9	0.82
15:00	2.9	0.0	2.9	0.82
16:00	2.9	0.0	2.9	0.81
17:00	2.8	0.0	2.8	0.78
18:00	2.9	0.2	3.0	0.86
19:00	2.7	0.2	2.9	0.82
20:00	2.6	0.2	2.7	0.78
21:00	2.5	0.2	2.6	0.75
22:00	2.6	0.3	2.9	0.82
23:00	2.5	0.3	2.8	0.80
24:00	2.3	0.3	2.6	0.74
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	18.1
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	588.3 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 06.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่าอุณหภูมิออกแบบภายในในกรณีที่ 2 นี้ สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ แต่ทั้งนี้จะต้องมีขนาดหน้าต่างระบายลมธรรมชาติ (ไม่ใช่ช่องเปิดติดตายเพื่อแสงสว่าง) ที่เพียงพอด้วย

หากจะให้อุณหภูมิภายในอาคาร อยู่ในขอบเขตสูงสุดของความสบาย (29.7 °C, RH 75 % หรือ = 27.7 °C ECI) อุณหภูมิภายนอกที่จะนำมาใช้ได้ต้องเท่ากับ 28.7 °C นั่นคือความแตกต่างของอุณหภูมิ (ΔT) เท่ากับ 1 °C (จากตารางที่ 3.4 จะเห็นว่า ตั้งแต่เวลา 20.00 น. - 6.00 น. ของทั้งปี อุณหภูมิเกือบทั้งหมดอยู่ในขอบเขต 28.7 °C ยกเว้น 20.00 น. ของเดือนเมษายน = 30 °C, พฤษภาคม = 29 °C เท่านั้นที่มีอุณหภูมิเกิน 28.7 °C)

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2200 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาวะความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_c = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = $1.692 \text{ ม}^3/\text{วินาที}$

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ $0.6 \text{ ม.}/\text{วินาที}$ (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $1.692/0.3 = 5.64 \text{ ตร.ม.}$

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ใช้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

(หมายเหตุ : การตรวจสอบค่าภาวะความเย็นในการปรับอากาศ ขนาดของเครื่องปรับอากาศและขนาดของช่องเปิด ที่สามารถเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ เมื่อด้านหน้าอาคารหันในทิศต่าง ๆ นอกเหนือจากนี้ แสดงไว้ในภาคผนวก ค.)



ตารางที่ 4.5. ข้อมูลการคำนวณภาระความเย็นในการปรับอากาศ ของ
"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง สำหรับห้องนอนลูก (รูปแบบตัวอย่าง)

รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.ม.)	ค่า U (วัตต์/ตรม.°C)	หมายเหตุ
ส่วนด้านนอกอาคารหันสู่ทิศ ตะวันออกเฉียงใต้			
- กระฉกในหนา 5 มม.	5.1	5.93	SC เท่ากับ 0.75
- เสาและคานคอนกรีต 20 ซม.	2.5	2.874	เมื่อหันสู่ทิศ SE
- ผนังก่ออิฐมวลเบาปูนเรียบ ทั้ง 2 ด้าน	4.4	3.236	และเท่ากับ 0.863
กรณีหน่วยริม			เมื่อหันสู่ทิศ N (จากการประมวลใน OTTV)
- ผนังด้านข้างก่ออิฐมวลเบา ปูนเรียบ หันสู่ทิศ SW	15	3.236	
- ผนังด้านข้างก่ออิฐมวลเบา ปูนเรียบ เมื่อหันสู่ทิศ NE	15	3.236	
ส่วนด้านในอาคารที่ไม่โดนแดด			
- ผนังด้านข้างหน่วยอื่นในลักษณะ ก่ออิฐมวลเบาปูนเรียบทั้ง 2 ข้าง ข้างละ	15	2.597	ในที่นี้คิดประตูในลักษณะ ผนังก่ออิฐมวล เบาปูนเรียบ
- ผนังภายในหน่วยในลักษณะ ก่ออิฐมวลเบาปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน	8	2.597	
- ผนังกระฉกในหนา 5 มม.	4	4.086	
ฝ้าเพดาน			
- ฝ้าคอนกรีตสำเร็จรูปแบบแผ่นมี การเทคอนกรีตทับและฉาบปูน เรียบที่ผิว	20	3.077	หลังคาแบบราบแบบ ลาดฟ้า

รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.ม.)	ค่า B (วัตต์/ตรม. °C)	หมายเหตุ
พื้น - พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบแผ่นมีการเทคอนกรีตห้บและฉาบปูนเรียบที่ผิว	20	2.315	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOP-HOUSE
 Space Name : CHILDREN
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 25.0 X 50.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.2	0.5	2.8	0.78
2:00	2.1	0.5	2.6	0.73
3:00	1.9	0.5	2.4	0.68
4:00	1.8	0.5	2.3	0.65
5:00	1.7	0.5	2.2	0.64
6:00	1.7	0.3	2.0	0.55
7:00	1.9	0.3	2.1	0.60
8:00	2.3	0.3	2.5	0.71
9:00	2.6	0.0	2.6	0.74
10:00	3.1	0.0	3.1	0.87
11:00	3.6	0.0	3.6	1.02
12:00	3.9	0.0	3.9	1.11
13:00	4.2	0.0	4.2	1.19
14:00	4.4	0.0	4.4	1.26
15:00	4.6	0.0	4.6	1.31
16:00	4.6	0.0	4.6	1.31
17:00	4.5	0.0	4.5	1.29
18:00	4.5	0.3	4.7	1.35
19:00	4.1	0.3	4.4	1.25
20:00	3.7	0.3	3.9	1.12
21:00	3.3	0.3	3.5	1.01
22:00	3.2	0.5	3.7	1.05
23:00	2.9	0.5	3.4	0.97
24:00	2.6	0.5	3.1	0.88
GRAND TOTAL TONS-DAY =			23.1	
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD =			365.4	L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 3900 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 1.12 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 5.1 : 12 = 0.425 : 1

ผนังด้านใน 4 : 12 = 0.334 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 9.1 : 72 = 0.126 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.6	0.3	1.9	0.55
2:00	1.4	0.3	1.7	0.50
3:00	1.3	0.3	1.6	0.44
4:00	1.2	0.3	1.5	0.42
5:00	1.1	0.3	1.4	0.40
6:00	1.1	0.2	1.3	0.36
7:00	1.3	0.2	1.4	0.40
8:00	1.7	0.2	1.8	0.51
9:00	2.0	0.0	2.0	0.58
10:00	2.5	0.0	2.5	0.71
11:00	3.0	0.0	3.0	0.85
12:00	3.3	0.0	3.3	0.95
13:00	3.6	0.0	3.6	1.03
14:00	3.9	0.0	3.9	1.10
15:00	4.0	0.0	4.0	1.14
16:00	4.0	0.0	4.0	1.15
17:00	4.0	0.0	4.0	1.12
18:00	3.9	0.2	4.0	1.15
19:00	3.5	0.2	3.7	1.05
20:00	3.1	0.2	3.2	0.92
21:00	2.7	0.2	2.8	0.81
22:00	2.6	0.3	2.9	0.82
23:00	2.3	0.3	2.6	0.73
24:00	2.0	0.3	2.3	0.64
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	18.3
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	796.8 L/S

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1300 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาวะความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.00 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $1.00/0.3 = 3.34$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ แต่ช่วงเวลาที่ภาวะความร้อนเกิน 1400 วัตต์จะไม่เพียงพอ นั่นคือ จะได้รับความสบายแค่เวลา 5.00 น. และ 6.00 น. เท่านั้น

(หมายเหตุ : การตรวจสอบด้านอื่น ๆ ที่เหลือ แสดงอยู่ในภาคผนวก ค.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7. แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก (สมมุติไม่ได้อยู่-
ใต้คาน้ำ

4.7.1. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : SW -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 25.0 X 50.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.4	0.5	3.0	0.84
2:00	2.4	0.5	2.9	0.83
3:00	2.3	0.5	2.9	0.81
4:00	2.3	0.5	2.8	0.80
5:00	2.3	0.5	2.9	0.81
6:00	2.4	0.3	2.6	0.75
7:00	2.4	0.3	2.7	0.76
8:00	2.7	0.3	2.9	0.83
9:00	2.7	0.0	2.7	0.77
10:00	2.9	0.0	2.9	0.81
11:00	2.9	0.0	2.9	0.83
12:00	2.8	0.0	2.8	0.81
13:00	2.8	0.0	2.8	0.79
14:00	2.7	0.0	2.7	0.75
15:00	2.6	0.0	2.6	0.74
16:00	2.6	0.0	2.6	0.74
17:00	2.5	0.0	2.5	0.72
18:00	2.7	0.3	2.9	0.84
19:00	2.6	0.3	2.9	0.83
20:00	2.6	0.3	2.8	0.81
21:00	2.6	0.3	2.8	0.80
22:00	2.7	0.5	3.3	0.92
23:00	2.7	0.5	3.3	0.93
24:00	2.6	0.5	3.1	0.88

GRAND TOTAL TONS-DAY	=	19.4
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD	=	205.2 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 พบที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 3300 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.92 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 5.1 : 12 = 0.425 : 1

ผนังด้านใน 4 : 12 = 0.334 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 9.1 : 72 = 0.126 : 1

4.7.2. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS				
Job	:	EXAM. SHOP-HOUSE		
Space Name	:	CHILDREN		
Design Condition	:	CDW	CWB	%RH
Outside	:	35.0	30.8	X
Inside	:	25.0	X	50.0
Design Month	:	April		

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.0	0.5	2.5	0.71
2:00	1.9	0.5	2.4	0.69
3:00	1.9	0.5	2.4	0.68
4:00	1.8	0.5	2.4	0.67
5:00	1.9	0.5	2.4	0.69
6:00	1.9	0.3	2.2	0.63
7:00	2.1	0.3	2.3	0.66
8:00	2.3	0.3	2.6	0.73
9:00	2.4	0.0	2.4	0.68
10:00	2.5	0.0	2.5	0.72
11:00	2.6	0.0	2.6	0.75
12:00	2.6	0.0	2.6	0.73
13:00	2.5	0.0	2.5	0.72
14:00	2.4	0.0	2.4	0.69
15:00	2.4	0.0	2.4	0.68
16:00	2.4	0.0	2.4	0.67
17:00	2.3	0.0	2.3	0.64
18:00	2.4	0.3	2.7	0.76
19:00	2.3	0.3	2.6	0.73
20:00	2.2	0.3	2.5	0.70
21:00	2.1	0.3	2.4	0.68
22:00	2.3	0.5	2.8	0.80
23:00	2.3	0.5	2.8	0.79
24:00	2.1	0.5	2.6	0.74

GRAND TOTAL TONS-DAY	=	17.0
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD	=	169.6 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 2800 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.80 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 5.1 : 12 = 0.425 : 1

ผนังด้านใน 4 : 12 = 0.334 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 9.1 : 72 = 0.126 : 1

4.7.3. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 33.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.7	0.3	2.0	0.56
2:00	1.6	0.3	1.9	0.53
3:00	1.6	0.3	1.9	0.53
4:00	1.5	0.3	1.8	0.52
5:00	1.6	0.3	1.9	0.54
6:00	1.7	0.2	1.8	0.52
7:00	1.8	0.2	1.9	0.53
8:00	2.0	0.2	2.2	0.62
9:00	2.1	0.0	2.1	0.61
10:00	2.3	0.0	2.3	0.63
11:00	2.4	0.0	2.4	0.68
12:00	2.3	0.0	2.3	0.66
13:00	2.3	0.0	2.3	0.64
14:00	2.2	0.0	2.2	0.62
15:00	2.1	0.0	2.1	0.61
16:00	2.1	0.0	2.1	0.59
17:00	2.0	0.0	2.0	0.57
18:00	2.1	0.2	2.3	0.65
19:00	2.0	0.2	2.2	0.62
20:00	1.9	0.2	2.1	0.59
21:00	1.9	0.2	2.0	0.57
22:00	2.0	0.3	2.3	0.66
23:00	2.0	0.3	2.3	0.65
24:00	1.8	0.3	2.1	0.60
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	14.3
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	532.1 L/S

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1800 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาวะความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิด
ไม่เพียงพอ)

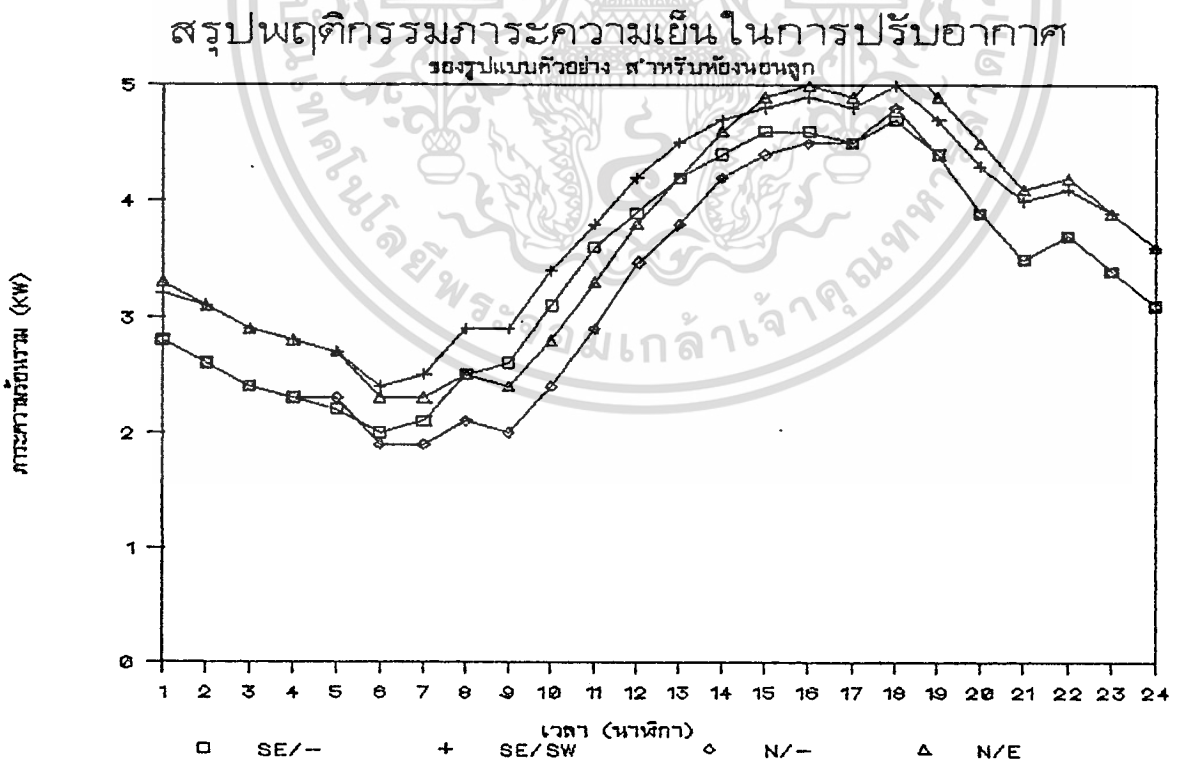
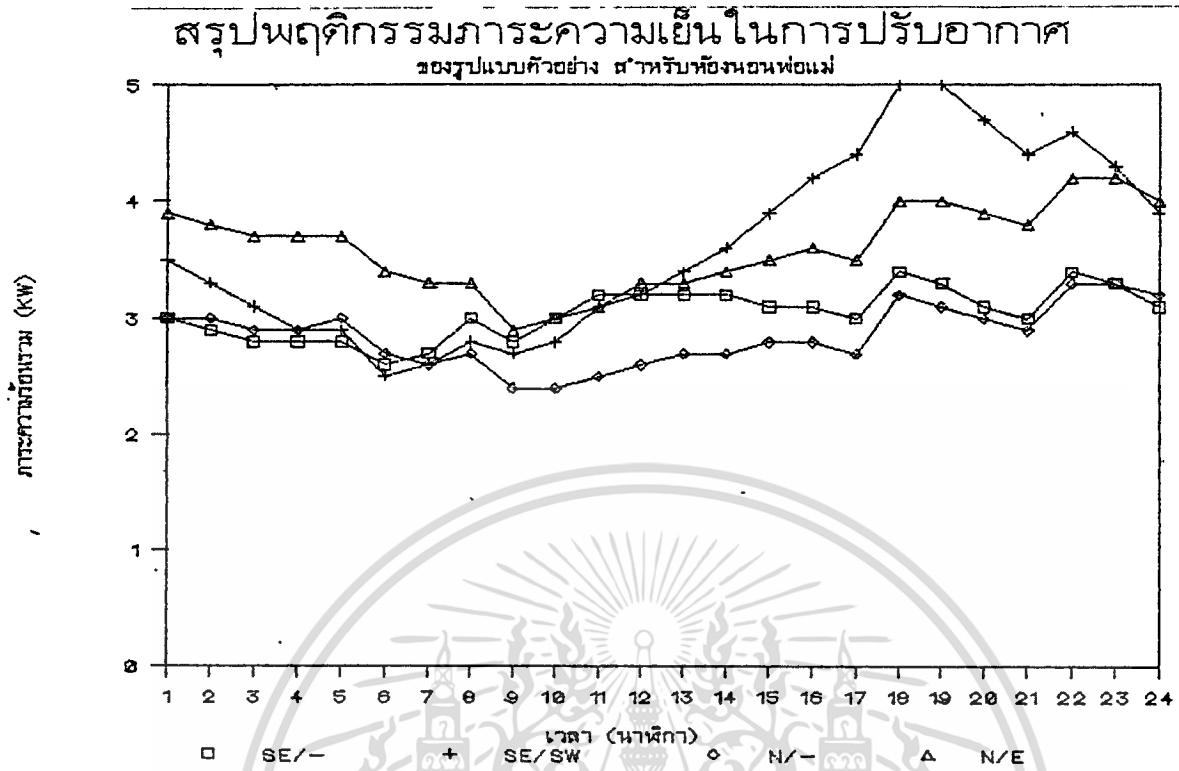
สมการ $Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$
(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)
 $V = 1800 / (1300 \times 1)$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.385 ม³/วินาที
กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $1.385 / 0.3 = 4.62$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

(หมายเหตุ : การตรวจสอบด้านอื่น ๆ ที่เหลือ แสดงอยู่ในภาคผนวก ค.)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

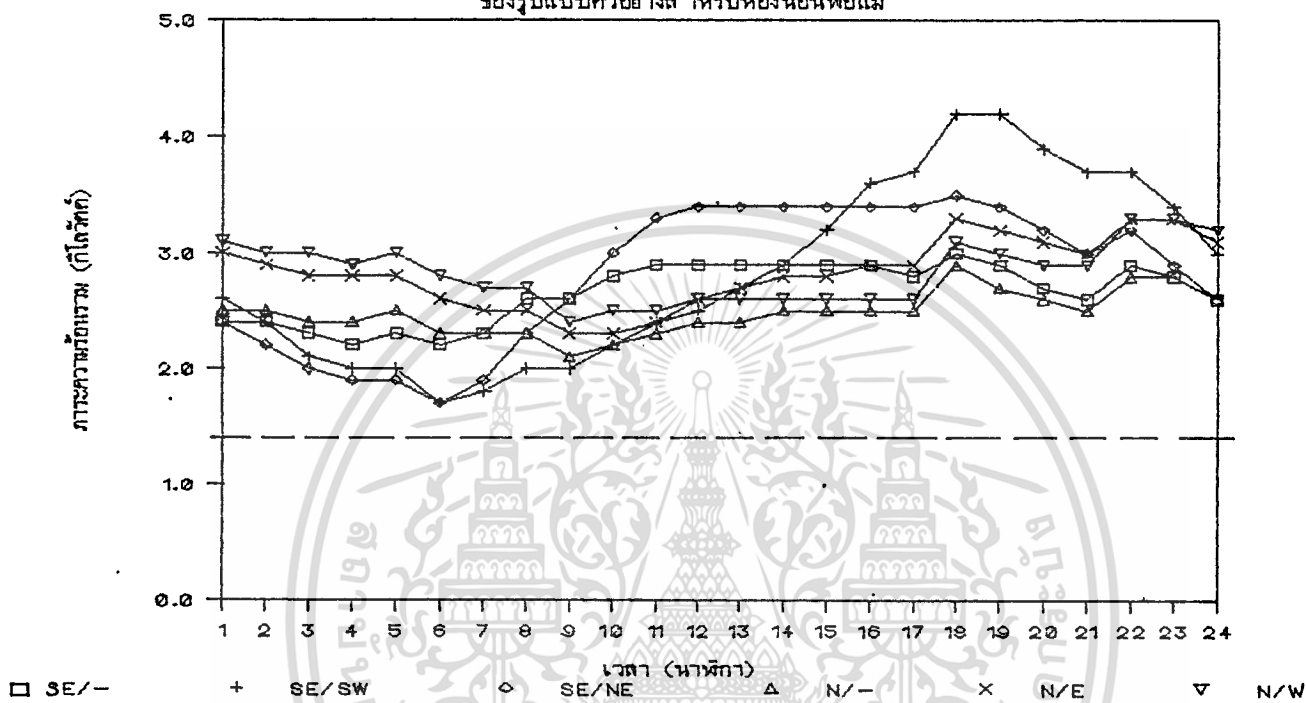
ภาพที่ 4.5. สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศ ของอาคารตัวอย่างที่ทำการทดสอบ
ในห้องต่าง ๆ



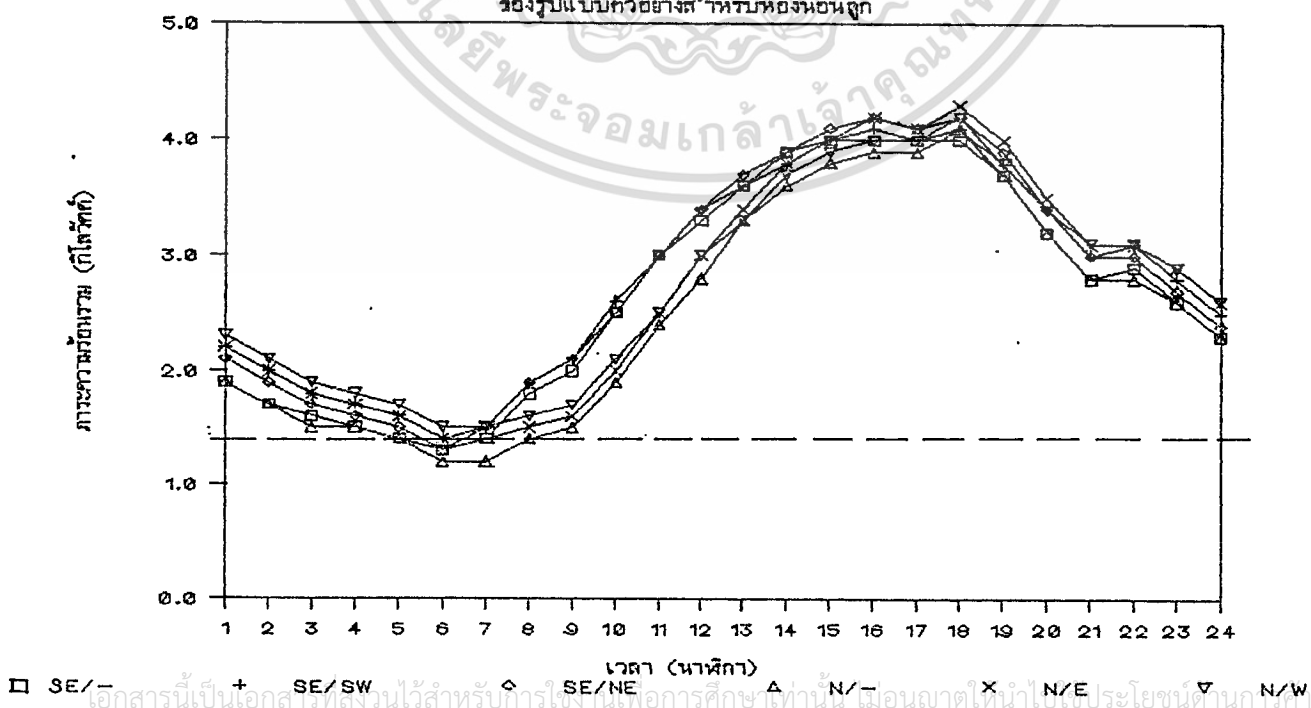
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.6. สรุปการตรวจสอบความเป็นไปได้ ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ของรูปแบบตัวอย่าง (หมายเหตุ : ได้ขีดเส้นประคือลมขนาด 0.6 เมตร/วินาที จากภายนอกอาคาร สามารถผลักภาระความร้อนภายในออกไปได้ ในขณะที่น้ำอากาศภายนอกเข้ามาใช้ในอาคารด้วย)

ภาระความร้อนในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ของรูปแบบตัวอย่างสำหรับห้องนอนพ่อแม่



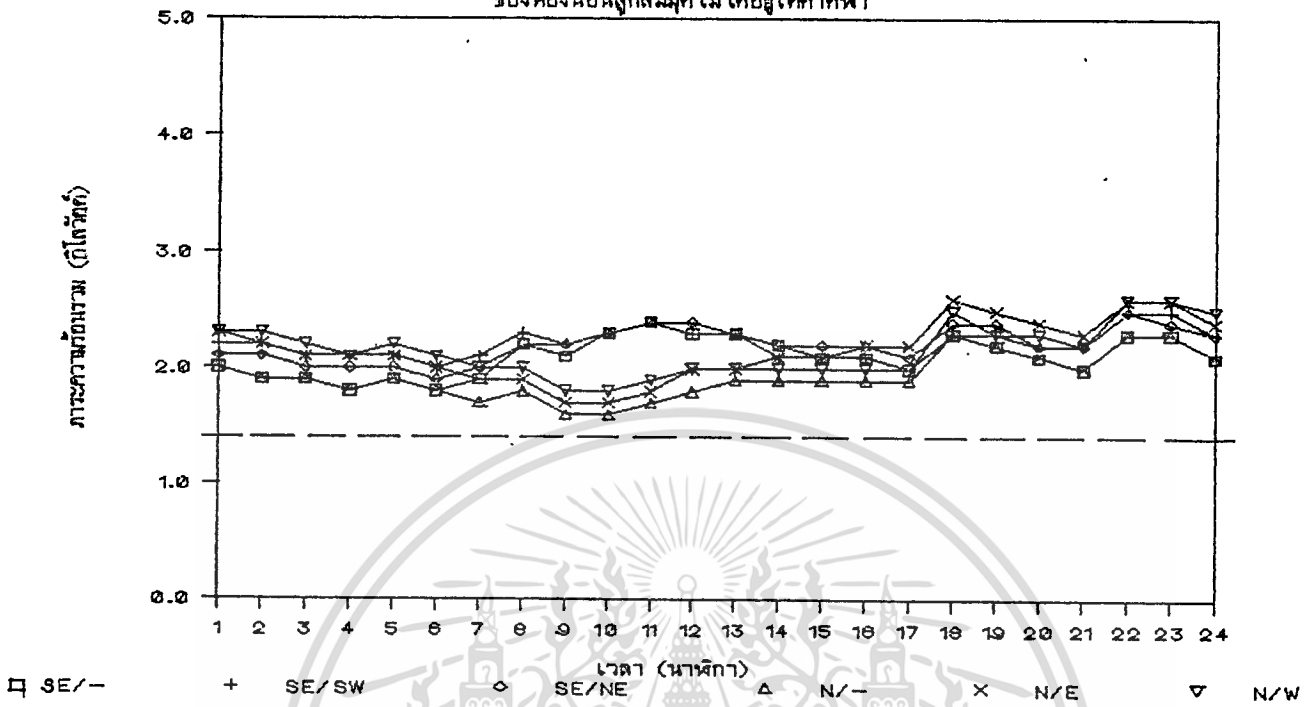
ภาระความร้อนในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ของรูปแบบตัวอย่างสำหรับห้องนอนลูก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระความร้อนในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

รองห้องนอนถูกสมมุติไม่ให้มีอยู่ที่อากาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4. การตรวจสอบความสลายทางแสงสว่าง

การตรวจสอบความสลายทางแสงสว่าง สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่างนี้ เป็นการตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในอาคารจริงด้วยลักซ์มิเตอร์ ระบบดิจิทัล ซึ่งผลการตรวจสอบ เป็นไปดังนี้



ตารางที่ 4.8. ค่าระดับความสว่างที่ได้จากการตรวจวัด ณ อาคาร
 “ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย” รูปแบบตัวอย่าง

	ตำแหน่งวัดค่า	ค่ามาตรฐาน CIE ^๓ (LUX)	ค่าที่วัดได้ (LUX)												เปิดหลอดไฟ (กลางคืน)			
			กรณีไม่เปิดหลอดไฟ (กลางวัน)															
			6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00						
ชั้นที่ 1	1. ประกอบการค้า (ทั่วไป)	300	-	3	15	20	6	6	98	98	98	24.00						
	2. ห้องอาหาร	200	-	48	69	60	2	4	62	62	62	62						
	3. ห้องครัว	500	-	356	1503	13850	224	232	68	68	68	68						
	4. ห้องน้ำ, ส้วม	100	-	13	13	17	1	0	12	12	12	12						
	- บันได	100	-	0	5	7	2	2	42	42	42	42						
ชั้นที่ 2	1. ห้องนอน	50	-	70	45	35	6	9	47	47	47	47						
	- บริเวณทั่วไป																	

	ตำแหน่งที่วัดค่า	ค่ามาตรฐาน CIE* (LUX)	ค่าที่วัดได้ (LUX)									
			กรณีไม่เปิดหลอดไฟ (กลางวัน)								เปิดหลอดไฟ (กลางคืน)	
			6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00
- ไฟฟ้าเลี้ยง	เตียง	200	-	109	140	136	26	58	206	206	206	206
	หัวนอนโต๊ะ	500	-	60	45	49	15	20	489	489	489	489
2. ห้องนั่งเล่น, รับประทานอาหาร - บริเวณทั่วไป - หนังสืออ่านเล่น (นาน ๆ ครั้ง) - เก้าอี้คนเฝ้า	ทั่วไป	100	-	2	2	2	1	1	76	76	76	76
	นั่งงาน	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	นั่งงาน	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ทั่วไป	100	-	174	173	220	81	52	31	31	31	31
3. วัดผ้า	ผ้าห่ม	100	-	1	2	2	1	1	29	29	29	29
4. ห้องน้ำ, ส้วม	น้ำ	100	-	1	2	2	1	1	30	30	30	30
	บันได	100	-	1	2	2	1	1	30	30	30	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารผลงานวิจัยสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

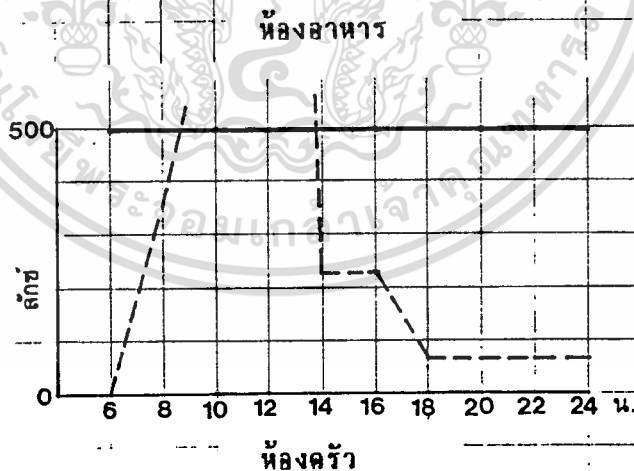
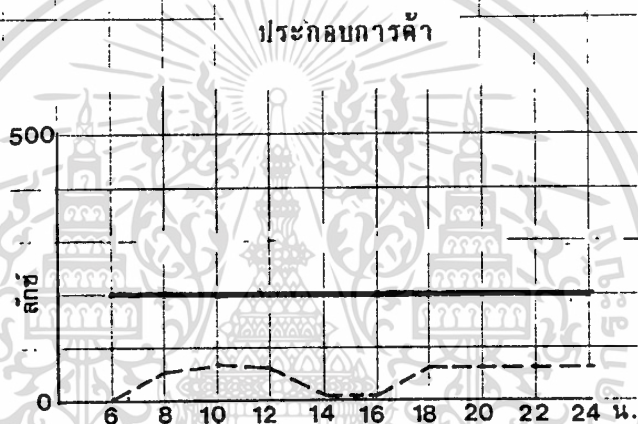
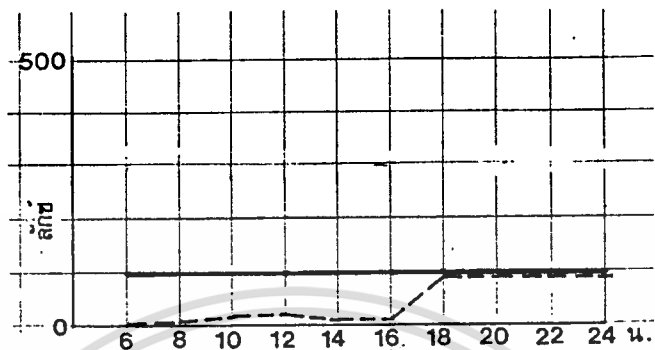
	ตำแหน่งที่วัดค่า	ค่ามาตรฐาน CIE* (LUX)	ค่าที่วัดได้ (LUX)										
			กรณีไม่เปิดหลอดไฟ (กลางวัน)							เปิดหลอดไฟ (กลางคืน)			
			6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	
ชั้นที่ 3			-	-	3	4	3	1	1	82	82	82	82
	1. โถงเลนยกประสงค์	100	-	-	90	103	120	112	96	46	46	46	46
	2. ห้องนอนหน้า	50	-	-	142	203	214	205	169	485	485	485	485
	- โต๊ะอ่านหนังสือ	50	-	-	53	70	70	72	86	48	48	48	48
	- ห้องนอนหลัง	500	-	-	1015	560	507	261	240	514	514	514	514
			-	-	1015	560	507	261	240	514	514	514	

หมายเหตุ : วัด ณ กทม. วันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2536 สภาพห้องว่างมีเมฆบางส่วนเป็นก้อน
กระจายทั่วห้องฟ้า ช่วงเวลา 14.00 น. ห้องฟ้าเริ่มมืดครึ้ม และตั้งแต่เวลา
18.00 น. คือค่าที่วัดจากแสงสว่างของหลอดไฟฟ้าที่มีอยู่ในอาคาร

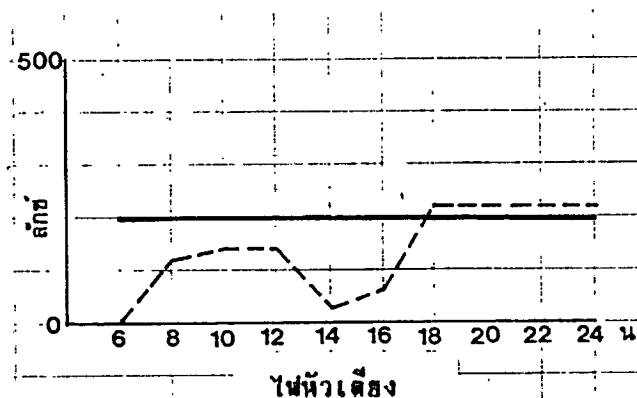
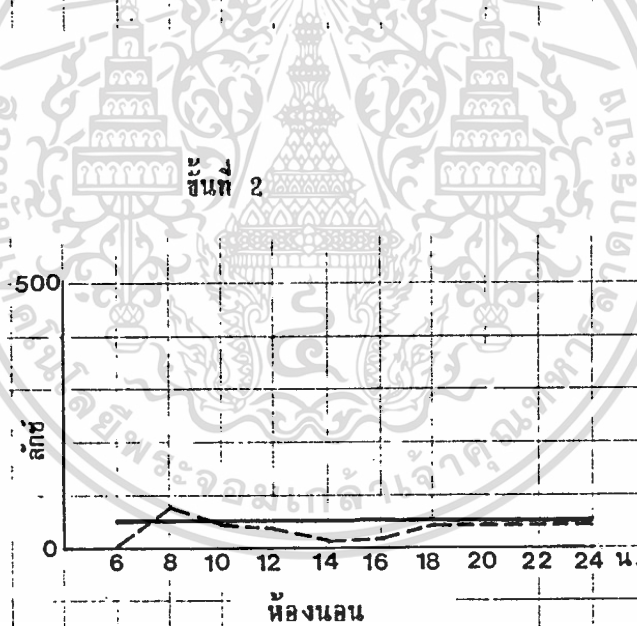
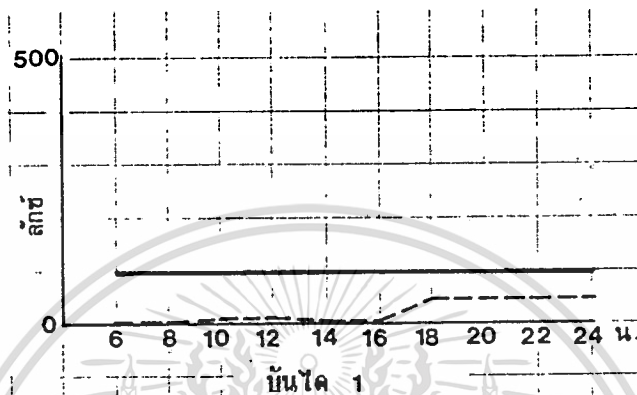
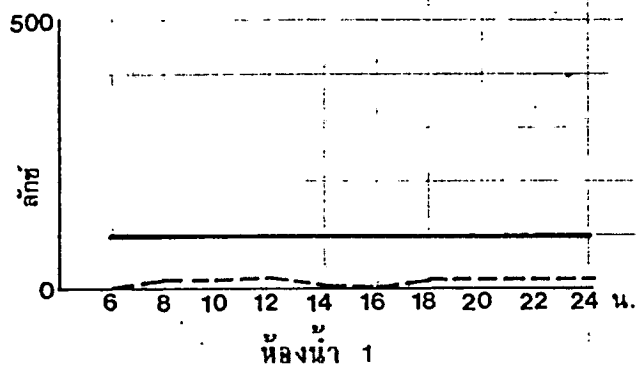
* ค่ามาตรฐาน CIE : COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE
(คณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล)

กราฟแสดงค่าที่วัดได้เปรียบเทียบกับมาตรฐาน โดยเส้นทึบ คือ ค่ามาตรฐาน
และเส้นประคือ ค่าที่วัดได้จากลักซ์มิเตอร์

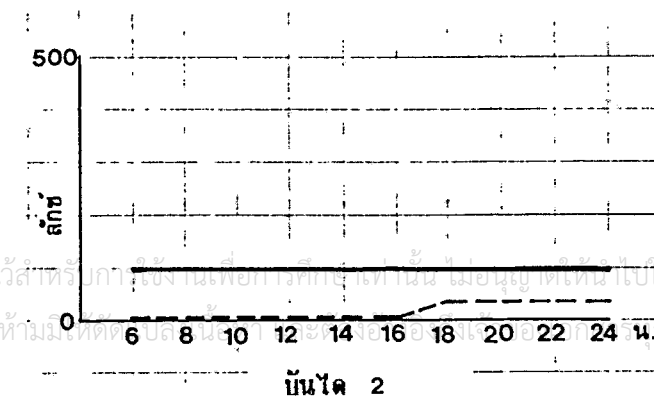
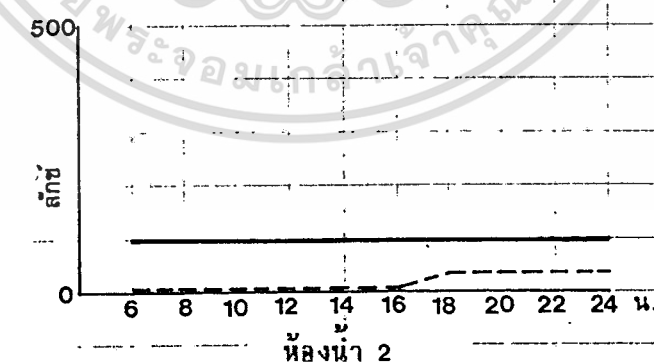
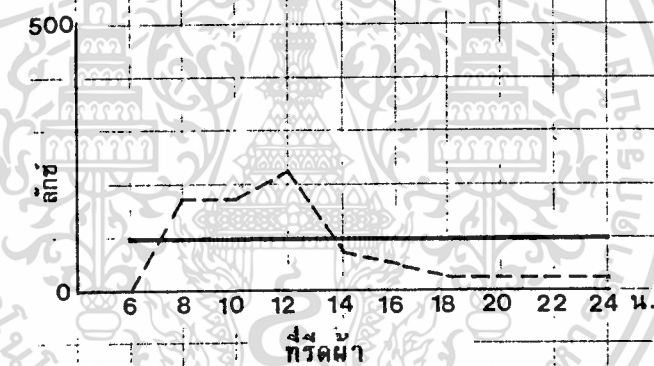
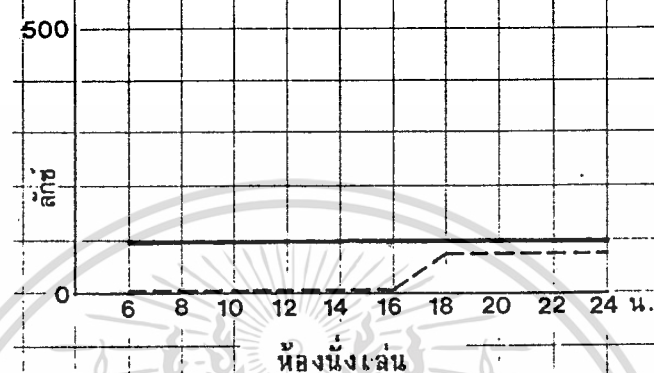
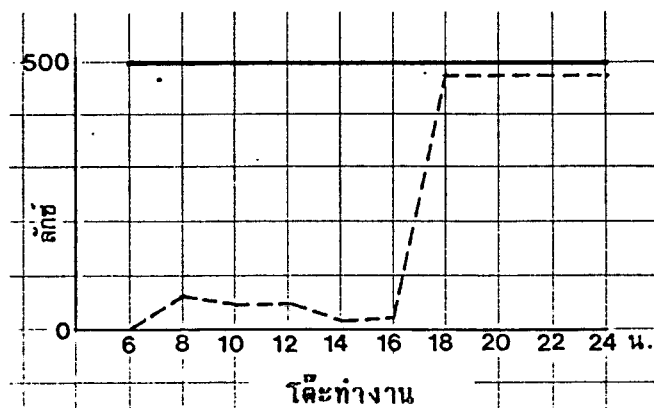
ชั้นที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

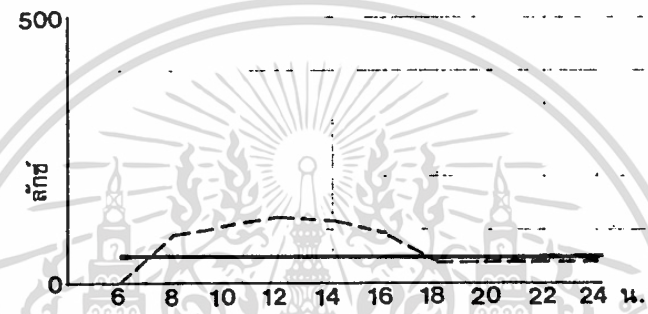
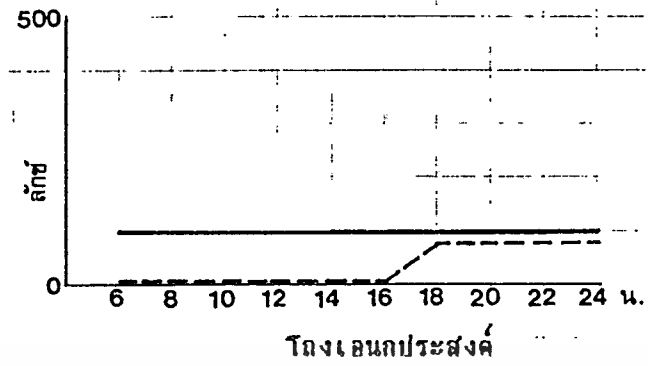


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

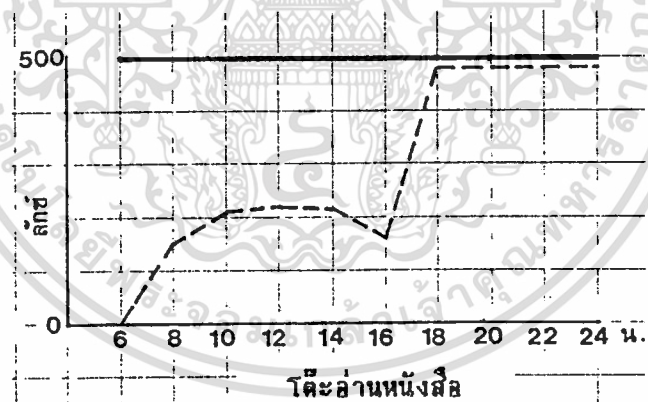


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ที่มีการนำไปใช้

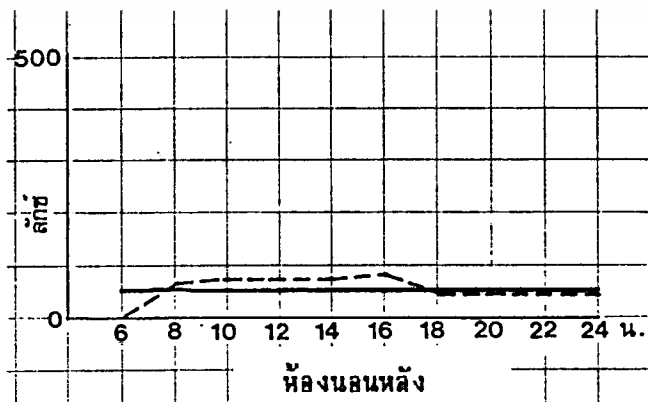
ชั้นที่ 3



ห้องนอนหน้า

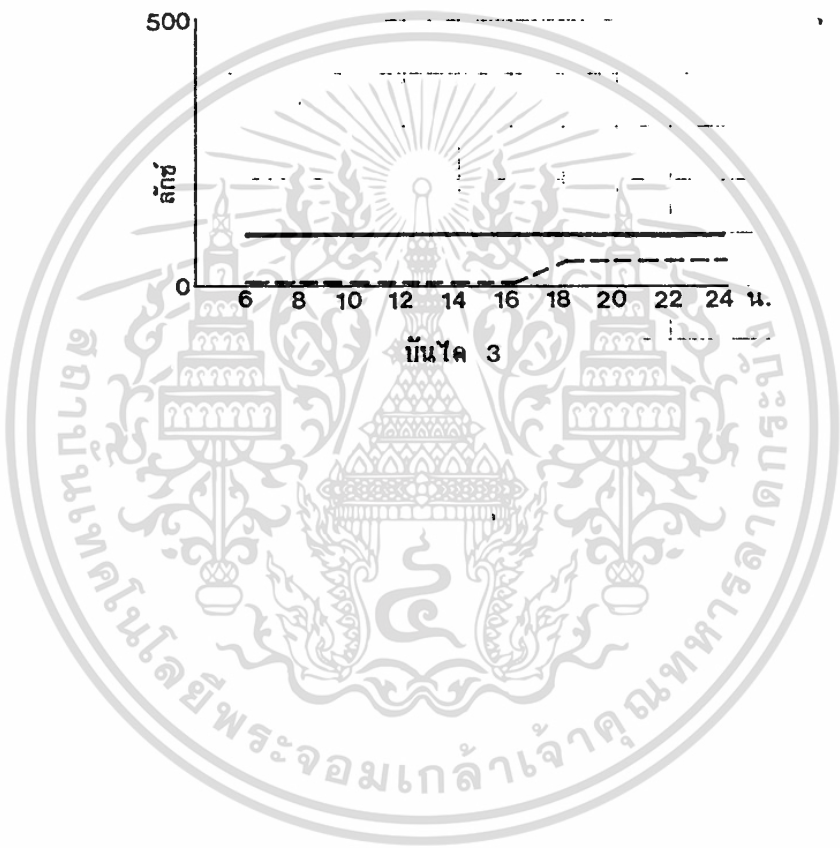
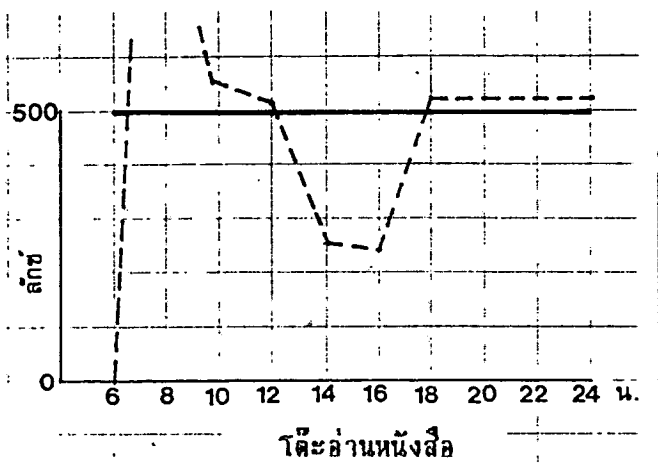


โต๊ะอ่านหนังสือ



ห้องนอนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5. สรุปผลการตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่างของรูปแบบตัวอย่าง

จากตัวอย่างการตรวจสอบความสบายทางอุณหภูมิของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง พบว่าถึงแม้ว่าสภาพอากาศในช่วงเวลากลางวันจะอยู่ในเกณฑ์สบายแล้ว แต่ห้องนอนพ่อแม่และห้องนอนลูก จะไม่สามารถได้รับความสบายจากการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องมาจากขนาดช่องเปิดระบายอากาศที่ไม่พอเพียง กล่าวคือ มีขนาดไม่สอดคล้องกับภาระความร้อนภายใน (ในที่นี้พบว่า ช่องเปิดแสงสว่างกระจกส่วนบนไม่ควรทำเป็นแบบติดตาย ควรออกแบบให้มีลักษณะเปิดได้ เพื่อช่วยในการระบายอากาศ เป็นการเพิ่มพื้นที่ให้ลมธรรมชาติเข้ามาได้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้อาคารรูปแบบตัวอย่างนี้ ได้รับภาวะสบายทางอุณหภูมิในขอบเขตเวลาที่กว้างขึ้น

เนื่องจากลักษณะของห้องต่าง ๆ เช่นห้องนั่งเล่นครอบครัวและห้องอาหาร มีลักษณะรูปแบบทางสถาปัตยกรรมคล้ายคลึงกัน ทั้งสองห้องที่ได้มีการคำนวณผลและแสดงการตรวจสอบต่าง ๆ ให้เห็น ดังนั้นภาระความร้อนอันเกิดจากตัวสถาปัตยกรรม จึงมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าที่แตกต่างกันได้แก่ ค่าความร้อนเนื่องจากจำนวนผู้ใช้อาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งในอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ระหว่างรูปแบบตัวอย่างกับรูปแบบที่นำเสนอนี้ ค่าดังกล่าวจะถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ในขั้นตอนการเปรียบเทียบผลระหว่างรูปแบบตัวอย่างและรูปแบบที่นำเสนอจะได้ค่าความแตกต่างเช่นเดียวกับการคิดรวมจำนวนคน และอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าไป

กรณีที่ไม่มิลมพัดเข้าในอาคาร (สภาพอากาศหนึ่ง) : เนื่องจากไม่มิลมพัดเข้าในอาคาร กรณีเช่นนี้ความร้อนที่เกิดภายในอาคารไม่สามารถระบายออกได้โดยธรรมชาติ และเนื่องจากไม่มีระบบ PASSIVE ภายในอาคาร ดังนั้นต้องใช้พัดลมไฟฟ้าช่วย ให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศขึ้นภายในห้อง หรืออาจเป็นพัดลมไฟฟ้าที่ตั้งอากาศภายนอกเข้ามาใช้ภายในอาคาร อย่างไรก็ตามหากยังไม่ได้รับความสบายอีก จำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศ จึงจะได้รับความสะดวกสบาย

กรณีที่มิลมพัดเข้าในอาคาร : เนื่องจาก ขนาดช่องเปิดหน้าต่างระบายอากาศมีขนาดเล็ก ในขณะที่ภาระความร้อนในการปรับอากาศมีค่าสูง ดังนั้นจากการตรวจสอบให้เห็นเป็นตัวอย่างจะพบว่า หากความเร็วลมต่ำ อากาศที่อยู่ในขอบเขตสบายภายนอกที่ผ่านเข้ามาภายในแต่ละห้อง มีปริมาณไม่เพียงพอในการผลลัการะความร้อน (ภาระความร้อนในการปรับอากาศ, Cooling Load) ออกไป ซึ่งยังคงทำให้ห้องร้อนอยู่เช่นเดิม ผู้ใช้อาคารจะไม่สามารถได้รับความสบาย

หากความเร็วลมสูงขึ้นในระดับหนึ่ง จึงจะสามารถผลลัการะความร้อนภายในห้องออกไปได้ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายในขอบเขตเวลาที่กว้างขึ้น สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่างนี้ไม่มีระบบ PASSIVE ภายในอาคารดัง

นั้นลมจะสามารถพัดเข้าอาคารได้ในกรณีทางด้านหน้าและหลังอาคาร ของอาคารหันสู่ทิศเหนือและใต้เป็นหลัก หรือการจัดวางผังกลุ่มโดยรวมของอาคาร ที่เชื่ออำนวยความสะดวกการระบายลมให้แก่หน่วยเท่านั้น มิเช่นนั้นการระบายอากาศหรือออกสู่ภายนอกจะไม่สามารถเป็นไปได้

อย่างไรก็ดีแม้ว่าจะมีลมขนาดที่มากพอในการนำปริมาตรอากาศภายนอกเข้ามา ผลกระทบจากความร้อนภายในอาคารออกไปได้ แต่หากอากาศที่ผ่านเข้ามาอยู่เกินขีดความสบายก็ไม่สามารถทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางอุณหภูมิได้ และเนื่องจากไม่มีระบบ PASSIVE ดังนั้นวิธีแก้ไขประการเดียว คือใช้เครื่องปรับอากาศไฟฟ้า เท่านั้น

ลักษณะของความสบายทางอุณหภูมิสำหรับผู้ใช้อาคาร "ติดแกวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่างที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณี สามารถสรุปออกมาได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.9. ผลสรุปลักษณะของความสบายทางอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในอาคาร "ติดแกวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง

MODE	การแก้ปัญหาโดย	เป็นไปได้	ผลสรุป	เลือกใช้
1. กรณีไม่มีลม	-CON	☒	-ไม่สามารถเป็นไปได้	☐
(ไม่มีลมพัดเข้า	-PASSIVE	☒	-ไม่มี	☐
ในอาคาร	-ACTIVE	☒	-ต้องใช้พัดลมดึงอากาศในช่วงเวลาที่อากาศภายนอกอยู่ในเกณฑ์ความสบาย ใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาที่เหลืออยู่	☒
2. ก. กรณีมีลมและ	-CON	☒	-การระบายอากาศโดยธรรมชาติเป็นไปได้ ยกเว้นลมจะมีความเร็วสูง เนื่องจากหน้าต่างระบายอากาศมีขนาดเล็ก	☐
อากาศภายนอก	-PASSIVE	☒	-ไม่มี	☐
อยู่ในเกณฑ์	-ACTIVE	☒	-ใช้พัดลมช่วยดูดอากาศเข้ามาได้	☒
ความสบาย	-CON	☒	-เป็นไปได้	☐
ข. กรณีมีลม แต่	-PASSIVE	☒	-ไม่มี	☐
อากาศภายนอก	-ACTIVE	☒	-ต้องใช้เครื่องปรับอากาศเท่านั้น	☒
อยู่เกินเกณฑ์				
ขีดความสบาย				

หมายเหตุ : CON คือ CONVENTIONAL DESIGN
 PASSIVE คือ PASSIVE DESIGN
 ACTIVE คือ ACTIVE DESIGN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบระดับความสว่างของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่างพบว่า ห้องนอนพ่อแม่ และห้องนอนลูก ในเวลากลางวัน มีระดับความสว่างใกล้เคียงระดับความสว่างมาตรฐานอยู่แล้ว ยกเว้นบริเวณที่ต้องการความสว่างเป็นพิเศษ เช่น โต๊ะอ่านหนังสือ จำเป็นต้องมีการใช้หลอดไฟฟ้าช่วย การวัดตรวจสอบทำในเดือนสิงหาคม ดังนั้นในเดือนที่ดวงอาทิตย์อ้อมได้ เช่น เดือนธันวาคม ระดับความสว่างน่าจะเกินพอ อย่างไรก็ตามความสว่างดังกล่าว เป็นความสว่างที่นำเข้ามาในอาคารในลักษณะที่ไม่ถูกต้อง กล่าวคือ เป็นแสงสว่างที่ได้จากแสงโดยตรงของดวงอาทิตย์ (Direct Sunlight) ซึ่งจะนำความร้อนเข้ามาภายในอาคารมากด้วย

ส่วนห้องอื่น ๆ นอกจากนี้ ความสว่างจะต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งสิ้น จะมีก็เพียงแต่ห้องครัว และห้องรีดผ้าเท่านั้นที่บางเวลาจะได้รับความสว่างที่ได้มาตรฐาน ซึ่งสามารถสรุปลักษณะระดับแสงสว่างในเวลากลางวันได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.10 แสดงระดับความสว่างในเวลากลางวันที่เกิดขึ้นในอาคาร
"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง

พื้นที่	ระดับความสว่างที่พอเพียง					สาเหตุและหมายเหตุ
	เมื่ออาคารหันทิศ	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	
ประกอบการค้า	0	0	0	0	0	—
ห้องอาหาร	0	0	0	0	0	—เนื่องจากมีการต่อเติม
ห้องครัว	1	1	1	1	1	—เนื่องจากมีการต่อเติม แต่ได้รับความสว่างจากการเจาะช่องแสงสว่างที่หลังคา
ห้องน้ำชั้น 1	0	0	0	0	0	—ได้รับความสว่างอยู่ข้างจากช่องแสงห้องครัว
บันไดชั้น 1	0	0	0	0	0	—ไม่ได้รับความสว่างเลย
ห้องนอนพ่อแม่-ทั่วไป	1	1	1	1	1	—แต่แสงสว่างดังกล่าวในบางเวลาเป็นแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ และในระยะลึกของห้องจะมีลดลงต่ำกว่ามาตรฐาน

พื้นที่

ระดับความสว่างที่พอเพียง

เมื่ออาคารหันทิศ	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	สาเหตุและหมายเหตุ
-ไฟหัวเตียง	2	2	2	2	-ต้องมีการเปิดหลอดไฟฟ้าช่วยตลอดเวลาที่มีการใช้
-โต๊ะทำงาน	1	1	1	1	-ต้องมีการเปิดหลอดไฟฟ้าช่วยตลอดเวลาที่มีการใช้ แต่หลอดไฟฟ้าที่เลือกใช้ยังมีระดับความสว่างเพียงพอแค่เกือบได้มาตรฐาน
ห้องนั่งเล่น(นักผ่นครอบครัว)	0	0	0	0	-ไม่ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติเลย
ที่รีดผ้า	1	1	1	1	-
ห้องน้ำชั้น 2	0	0	0	0	-เนื่องจากการวางช่องแสงไม่ถูกต้อง
บันไดชั้น 2	0	0	0	0	-ไม่ได้รับแสงสว่างเลย
โถงเอนกประสงค์	0	0	0	0	-ไม่ได้รับแสงสว่างเลย
ห้องนอนหน้า-หัวไป	2	2	2	2	-แต่พัดนำความร้อนเข้ามาในอาคารด้วยเนื่องจากแสงที่ส่องเข้ามาเป็นแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์
-โต๊ะอ่านหนังสือ	1	1	1	1	-ต้องใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าช่วย
ห้องนอนหลัง-หัวไป	1	1	1	1	-แต่พัดนำความร้อนเข้ามาในอาคารด้วยเนื่องจากแสงที่ส่องเข้ามาเป็นแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์
-โต๊ะอ่านหนังสือ	1	1	1	1	-ต้องใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าช่วย
บันไดชั้น 3 (ชั้นตากผ้า)	0	0	0	0	-ไม่ได้รับแสงสว่างเลย เนื่องจากการเจาะช่องแสงสว่างที่ไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : 0 คือ ไม่เพียงพอ

1 คือ เพียงพอบางเวลา หรือ เกือบเพียงพอ

2 คือ เพียงพอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดในการออกแบบอาคาร เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิและแสงสว่าง

- 5.1. ภาวะความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร
- 5.2. การศึกษาการออกแบบอาคาร เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ
 - 5.2.1. ขั้นตอน CONVENTIONAL DESIGN
 - 5.2.2. ขั้นตอน PASSIVE DESIGN
 - 5.2.3. ขั้นตอน ACTIVE DESIGN
- 5.3. แสงสว่างที่สามารถนำมาใช้ภายในอาคาร
- 5.4. การศึกษาการออกแบบเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารด้วยวิธีการ "Daylight Factor"
- 5.5. หลักการให้แสงสว่างจากธรรมชาติและการวางตำแหน่งช่องเปิดแสงสว่าง
- 5.6. การศึกษาการออกแบบแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Artificial Light) ด้วยวิธี "ลูเมน"

บทที่ 5

การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดในการออกแบบอาคาร เพื่อแก้ปัญหา เรื่อง อุณหภูมิและแสงสว่าง

5.1. ภาวะความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ซึ่งมีผลต่อร่างกายมนุษย์ ที่ทำให้รู้สึกร้อนหนาวนั้นมีอยู่ 2 ประเภท คือ ความร้อนแฝง (Latent Heat) เป็นความร้อนซึ่งเกิดจากความชื้นในอากาศ และความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ความร้อนเหล่านี้มีที่มาจาก 2 ทาง ได้แก่ ความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

- ความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร : สามารถส่งผลต่ออาคารด้วยการถ่ายเท

ความร้อน โดยมีวิธีการถ่ายเทความร้อน คือ

1. การนำความร้อน : เกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิภายนอก และอุณหภูมิภายใน ทำให้เกิดการนำความร้อนผ่านผนัง และวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ เข้าสู่อาคาร

2. การพาความร้อน : เกิดขึ้นจากการระบายอากาศ และรอยรั่วต่าง ๆ ซึ่งทำให้อากาศร้อนจากภายนอกเข้ามาได้

3. การแผ่รังสีความร้อน : เกิดจากรังสีของดวงอาทิตย์ ซึ่งผ่านกระจกเข้ามาภายในอาคารโดยตรง หรือกระทบกับผนังและหลังคาแล้วจึงถ่ายเทเข้าสู่อาคารอีกทีหนึ่ง การแผ่รังสีนี้มี 2 แบบ คือ รังสีโดยตรง (Direct Solar Radiation) และรังสีแผ่กระจาย (Diffuse or Sky Radiation)

- ความร้อนที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมภายในอาคาร : เกิดจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในห้อง และจากผู้อยู่อาศัยในอาคารเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร เพื่อให้เห็นลักษณะการคิดค่าความร้อนรวมได้ดังนี้

ก. ความร้อนสัมผัส

1. จากแหล่งความร้อนนอกอาคาร โดย

- การนำความร้อน ผ่าน ผนัง, กระจก, เพดาน, พื้น, หลังคา
- การแผ่รังสีความร้อน ผ่าน กระจก, ผนัง, หลังคา, เพดาน
- การพาความร้อน ผ่าน ช่องเปิด, รอยร้าวต่าง ๆ (เกิดกับห้องปิดน้อยมาก)

2. จากแหล่งความร้อนในอาคาร โดย

- การนำความร้อน จากผู้อยู่อาศัย, ผนังระหว่างห้อง, เพดานระหว่างชั้น
- การแผ่รังสี จากผู้อยู่อาศัย, อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ
- การพาความร้อน จากผู้อยู่อาศัย และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

ข. ความร้อนแฝงจากแหล่งความร้อนภายในอาคาร

อันได้แก่ ผู้อยู่อาศัย และความชื้นในอากาศ

หรือสามารถสรุปได้อีกแบบ โดยแยกเป็นการถ่ายเทความร้อนในอาคาร มี 5 แบบ คือ

1. คน และ เครื่องใช้ไฟฟ้า

- คน คำนวณโดย คิดจำนวนคน x ค่าคงที่เฉลี่ย(ความร้อน)
- เครื่องใช้ไฟฟ้า

ก. แบบไม่มีมอเตอร์ คำนวณโดยสมการ

$$Q = W \times 3.4 \dots\dots\dots(1.1.)$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อน (บีทียู*/ชม.)

W คือ จำนวนวัตต์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า และหลอดไฟ

3.4 คือ ค่าคงที่ซึ่งเปลี่ยนจากวัตต์เป็น บีทียู/ชม.

ข. แบบมีมอเตอร์ (สำหรับหลอดไฟลู่ออเรสเซนส์ ต้องเพิ่มปริมาณความร้อนไปอีก 25%**) เนื่องจากบัลลาสต์) คำนวณโดยใช้สมการ

$$Q = W \times 3.4 \times 1.25 \dots\dots\dots(1.2.)$$

2. จากการแทรกซึมหรือรอยร้าวต่าง ๆ (Infiltration) เป็นการถ่ายเทแบบการพาความร้อน

- การเปิดหน้าต่าง
- รุ้ร้าวและรอยแยกต่าง ๆ คำนวณได้จากสมการ

* บีทียู (BTU.) มาจากชื่อเต็ม British Thermal Unit

** , ค่านี้เปลี่ยนแปลงตามขนาดวัตต์ของหลอด

$$Q = C_p \times V \times (t_o - t_i) \dots\dots(2.)$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อน (วัตต์)

C_p คือ ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ

V คือ ปริมาณอากาศที่เข้ามา
(ม³/วินาที)

t_o คือ อุณหภูมิภายนอก (องศา C)

t_i คือ อุณหภูมิภายใน (องศา C)

3. การถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction) เนื่องจากจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

- จากพื้น, ฝ้า และผนังภายใน (จากข้างห้อง)

คำนวณได้จากสูตร

$$Q = U \times A \times (t_o - t_i) \dots\dots(3.)$$

เมื่อ U คือ ค่าการนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ

A คือ พื้นที่ของส่วนต่าง อันได้แก่ พื้น,
ฝ้าเพดานและผนังภายใน (ม²)

$$\text{หมายเหตุ : } U_{\text{รวม}} = \frac{1}{R_{\text{รวม}}}$$

$$\text{โดย } R_{\text{รวม}} = R_o + \frac{b_1}{K_1} + \frac{b_2}{K_2} + \dots + \frac{b_n}{K_n} + R_i$$

เมื่อ $R_{\text{รวม}}$ คือ ค่าความต้านทานความร้อนรวม
(W/m²K)⁻¹

R_o คือ ความต้านทานความร้อนของอากาศ
ที่ผิวด้านนอกของผนังอาคาร

R_i คือ ความต้านทานความร้อนของอากาศ
ที่ผิวด้านในของผนังอาคาร

b คือ ความหนาของวัสดุแต่ละชั้น (ม.)

K คือ สัมประสิทธิ์ของการนำความร้อน
ของวัสดุ (W/mK)

n คือ จำนวนชนิดของวัสดุที่ประกอบเป็น
ผนังอาคาร

4. การถ่ายเทความร้อนของหน้าต่างกระจก

โดย การถ่ายเทแบบการแผ่รังสี คำนวณจากสมการ

$$Q = A \times SC \times SF \dots\dots\dots(4.1.)$$

เมื่อ A คือ พื้นที่กระจก (m^2)

SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด ที่เกิด
จากค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของ
กระจกเอง (SPEC จากบริษัท)
และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของ
อุปกรณ์บังแดดให้แก่กระจก

SF คือ Solar Gain Factor ในแต่ละทิศ

และโดย การถ่ายเทแบบการนำความร้อน คำนวณจากสมการ

$$Q = U \times A \times (t_o - t_i) \dots\dots\dots(4.2.)$$

เมื่อ U คือ ค่าความร้อนที่ส่งผ่านกระจก

(Thermal Transmittance Value
of Glass)

5. การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบและหลังคา ที่ส่วนนอกของอาคาร (Heat Gain Through Exterior Wall and Roof)

คำนวณจากสมการ

$$Q = U \times A \times (t_o - t_i) \dots\dots\dots(5.)$$

เมื่อ U คือ ค่าการนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ

A คือ พื้นที่ผนัง, หลังคา

t_o คือ Temperature Solar Air หรือเท่ากับ
อุณหภูมิใกล้ผนัง - อุณหภูมิที่ผนัง(อากาศ)
(องศา C)

t_i คือ อุณหภูมิภายใน (องศา C)

ปริมาณความร้อนรวมจากการถ่ายเททั้ง 5 แบบดังกล่าว เรียกว่า "ภาระความเย็น
เพื่อการปรับอากาศ, Cooling Load" (ในงานวิจัยนี้บางครั้งจะใช้คำว่า "ภาระความร้อนรวม"
ซึ่งถือว่ามีความหมายเหมือนกัน) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการใส่
ข้อมูลต่าง ๆ เข้าไป จากนั้นคอมพิวเตอร์จะคำนวณผล "ปริมาณความร้อนรวม" หรือ
"ภาระความเย็นเพื่อการปรับอากาศ" ออกมาให้เห็นเป็นตัวเลขที่ชัดเจน ซึ่งจะสามารถนำไป
วิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้

5.2. การศึกษาการออกแบบอาคาร เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ

การออกแบบอาคารเพื่อแก้ปัญหาทางด้านสภาพอากาศนั้น มีวิธีแก้ปัญหาอยู่ 3

ขั้นตอน คือ

1. CONVENTIONAL DESIGN
2. PASSIVE DESIGN
3. ACTIVE DESIGN

ในขั้นตอน CONVENTIONAL DESIGN เป็นการออกแบบพื้นฐานทั่วไป เพื่อพยายามแก้ปัญหาสภาพอากาศ ในบริเวณนั้น ๆ หากในขั้นนี้ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ PASSIVE DESIGN จะเป็นการออกแบบเพิ่มเติมในขั้นต่อไปที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา ระบบ PASSIVE DESIGN นี้เป็นการนำเทคนิค-กลไกต่าง ๆ เข้ามาช่วยเพื่อปรับสภาพอากาศภายในอาคาร ให้ผู้ใช้อาคารได้รับช่วงเวลาสบายมากขึ้น ระบบนี้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพิ่มขึ้น แต่จะคุ้มค่าง่ายกว่า ระบบ ACTIVE DESIGN เนื่องจากเป็นการลงทุนครั้งเดียว (ในที่นี้หมายถึงคุ้มกว่า ACTIVE DESIGN ที่ใช้ไฟฟ้า ที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน เนื่องจาก ACTIVE DESIGN ที่ใช้พลังงานอื่น ๆ ยังมีราคาแพงอยู่มาก) หากระบบ PASSIVE DESIGN ยังไม่สามารถแก้ปัญหาสภาพอากาศภายในอาคารได้หมด จึงจะนำ ACTIVE DESIGN เข้ามาช่วยเสริมเพื่อให้ช่วงเวลาไม่สบายที่เหลือหมดไป

5.2.1. ขั้นตอน CONVENTIONAL DESIGN

การออกแบบแก้ปัญหาลักษณะแรก คือ การออกแบบพื้นฐานเพื่อให้อาคารมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศที่เป็นอยู่ โดยมีได้นำเทคนิค-กลไกต่าง ๆ เข้ามาช่วย อันได้แก่ การจัดวางผังอาคาร, ลักษณะการวางแนวอาคาร, ทิศทางช่องเปิดในการระบายอากาศ เป็นต้น

สำหรับอาคารที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร สามารถสรุปลักษณะการออกแบบในขั้นตอนนี้ด้วยวิธีการของ Mahoney* ได้ตั้งในตารางที่ 5.1. ผลสรุปดังกล่าวเป็นการบ่งบอกลักษณะโดยทั่ว ๆ ไปของอาคารในเขตภูมิอากาศแบบ ทกม. อย่างไรก็ตามก็ดีลักษณะในการออกแบบแต่ละข้อที่แจกแจงตามวิธีการดังกล่าว ต้องมีการวิเคราะห์ความเหมาะสมกับประเภทของอาคารที่จะออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายใน

* วิธีการของ Mahoney นี้ ถูกคิดค้นโดย Carl.T.Mahoney เป็นการวิเคราะห์โดยการบันทึกค่าสถิติของอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ทิศทางลม, ปริมาณน้ำฝน ลงในตาราง จะได้ผลสรุปที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับอาคารซึ่ง Mahoney ได้วิเคราะห์ไว้

ตารางที่ 5.1. การสรุปลักษณะของอาคารตามวิธีการของ Mahoney

องค์ประกอบในการออกแบบ	รายละเอียดในองค์ประกอบ
1. การจัดวางอาคาร	- การจัดวางอาคารให้วางอาคารให้ส่วนแคบอยู่ด้านทิศตะวันออก-ตะวันตก ส่วนยาวของอาคารไปทางทิศเหนือและทิศใต้
2. พื้นที่ในอาคาร	- ควรเป็นส่วนโล่งให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่กั้นผนังทึบ
3. การระบายอากาศ	- อาคารควรมีลักษณะทางเดินจ่ายออกด้านเดียว (room single banked) เพื่อให้มีทิศทางเปิดให้อากาศถ่ายเทได้มากไม่ควรมีห้องใช้งานซ้อนห้องกัน
4. ช่องเปิด	- ขนาดใหญ่ - มีพื้นที่ส่วนเปิด 40% - 80% ของพื้นที่ผนัง - ช่องเปิดอยู่ด้านทิศเหนือใต้
5. ตำแหน่งของช่องเปิด	- อยู่ทิศเหนือและใต้ ระดับช่วงตัว (Body Height) เพื่อเปิดรับลม
6. การป้องกันช่องเปิดของอาคาร	- กันฝนสาดเข้าทางช่องเปิดด้านใต้
7. ผนัง	- วัสดุเบา - Time lag ล้น

องค์ประกอบในการออกแบบ	รายละเอียดในองค์ประกอบ
8. หลังคา	- วัสดุเบา, สะท้อนความร้อน - มีช่องว่างในส่วนหลังคา หรือมีฉนวนกันความร้อน

ที่มา : จากรายงานวิจัยเรื่อง "การออกแบบอาคารนักศึกษาที่ใช้พลังงานต่ำ"
โดย รศ.อรศิริ ปาณินท์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร,
ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์, หน้า 24-26

5.2.2. ขั้นตอน PASSIVE DESIGN

แม้ว่าจะมีการออกแบบอาคารในลักษณะ CONVENTIONAL DESIGN อย่างเหมาะสมแล้วก็ตาม สภาพอากาศในเขตกรุงเทพฯ ก็ยังมีช่วงเวลาที่อยู่เหนือเขตความสบาย (Comfort Zone) อยู่มาก (หมายเหตุ : ช่วงเวลาที่อยู่เหนือเขตความสบายนี้จะแสดงให้เห็นในหัวข้อ 6.1. การวิเคราะห์สภาพความสบาย ทางด้านอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา ของอากาศในเขต กทม.) การนำเอาเทคนิค-กลไก เข้ามาช่วยปรับสภาพตัวแปรบางตัวของอุณหภูมิสบาย (Thermal Comfort) เป็นวิธีที่สามารถทำให้ สภาพอากาศอยู่ในช่วงเขตความสบายได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นการประหยัดไฟฟ้า เนื่องจากการใช้เครื่องปรับอากาศได้ในระดับหนึ่ง

การออกแบบโดยใช้เทคนิค-กลไกเข้ามาช่วยนี้ ทุกระบบมีความเกี่ยวข้องกับความร้อนจากแสงอาทิตย์ทั้งสิ้น บางระบบยังนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาก่อนให้เกิดประโยชน์ในระบบกลไกอีกด้วย ดังนั้นวิธีต่าง ๆ สามารถเรียกรวมได้ว่า "PASSIVE SOLAR SYSTEM" ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. WATER TRICKING ON ROOF SYSTEM

ระบบนี้ใช้วิธีการวางท่อน้ำบนหลังคา ซึ่งจะพ่นละอองน้ำออกมาทั่วบริเวณพื้นหลังคา ความร้อนจากแสงอาทิตย์จะช่วยให้น้ำระเหยกลายเป็นไอ และไอน้ำนี้จะนำความร้อนออกไปด้วยการทดลองที่มหาวิทยาลัยฟลอริดา สหรัฐอเมริกาได้วางท่อน้ำบนหลังคาอาคารทั้งที่เป็นหลังคาแบนและหลังคาจั่ว ที่ปลายท่อน้ำออกเป็นรูปพัด (Fan Shape) หลังจากพ่นน้ำไปนาน 45 นาที ปรากฏว่าอุณหภูมิภายใต้หลังคาซึ่งเดิมอุณหภูมิ 150 องศาฟาเรนไฮต์

ลดลงเหลือ 100 องศาเรนไฮส์¹

2. ROOF POUND SYSTEM

คล้ายกับระบบแรก แต่ใช้วิธีการขังน้ำไว้บนพื้นหลังคาสูง ประมาณ 3-4 นิ้ว และมีแผ่นฉนวนกันความร้อนซึ่งสามารถเปิดปิดได้ อยู่บนที่ขังน้ำ การทำงานของระบบนี้ คือ ในเวลากลางวันจะปิดแผ่นฉนวนกันความร้อนนี้ น้ำที่เย็นจากการคายความร้อนในตอนกลางคืนจะดูดความร้อนจากภายในห้องออกไป และในช่วงเวลากลางคืนจะเปิด แผ่นฉนวนความร้อน เพื่อให้ น้ำคายความร้อนสู่ภายนอก

เคยมีผู้ทำการทดลองเพื่อการวิจัยในกรุงเทพฯ คือสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ผลจากการทดลองพบว่าอุณหภูมิภายในอาคารจะลดลงถึง 2 องศาเซลเซียส จากอาคารปกติที่ไม่ใช้ระบบนี้²

3. INDUCED VENTILATION SYSTEM

คือ วิธีการที่นำเอาการไหลของอากาศ อันเนื่องมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิมาใช้ให้เกิดประโยชน์ วิธีการอันนี้เคยมีการใช้กันมาในอดีต ได้แก่การระบายอากาศด้วยปล่องความร้อน เช่น โรงเลียงสัตว์, โรงงานแป้ง, อาคารตึกแถวรุ่นเก่า³

วิธีการนี้จะเกิดผลได้ดี ในกรณีที่ช่องลมออกมีอุณหภูมิแตกต่างจากช่องลมเข้ามา มาก ๆ อีกทั้งระดับของช่องระบายทั้งสองต่างกันมากเท่าไร อัตราการถ่ายเทก็ยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพ วิธีการดังกล่าวทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า "Stack effect" และ "Chimney effect" (ต่างกันเล็กน้อย)

¹วิเชียร สุวรรณรัตน์, ภูมิอากาศวิทยาในการออกแบบสถาปัตยกรรม ,

(กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2531), หน้า 43, บรรทัดที่ 21-24

²ปรีชญา รังสิรักษ์, ผลงานแสงอาทิตย์กับอาคาร , (กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง), หน้า 36, บรรทัดที่ 4-6

³สมสิทธิ์ นิตยะ, "การออกแบบอาคารให้มีการประหยัดพลังงาน", เอกสารการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29, การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง , (กรุงเทพฯ: สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์), หน้า 28, บรรทัดที่ 26-27

4. EARTH INTEGRATED BUILDING

อุณหภูมิใต้ดินต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ การฝังบางส่วนของอาคารลงไปช่วยให้ลดพื้นที่ในการรับความร้อนเข้าสู่อาคาร อีกทั้งอุณหภูมิในดินค่อนข้างต่ำ และมีความสม่ำเสมออยู่เกือบตลอดเวลา สำหรับกรุงเทพฯ อุณหภูมิใต้ดินที่ความลึกประมาณ 4 เมตร จะค่อนข้างสม่ำเสมอประมาณ 27 องศาเซลเซียส ตลอดทั้งปี¹

5. COOLED PIPE SYSTEM

จากการที่อุณหภูมิใต้ดินต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิใต้น้ำต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศมาก การฝังท่อลงในดินหรือน้ำแล้ว นำเอาอากาศผ่านเข้าสู่ท่อเข้ามาใช้ในอาคาร อากาศที่ได้นี้จะมียุณหภูมิต่ำกว่า อากาศภายนอกเนื่องจากการคายความร้อนให้แก่ท่อที่ฝัง

6. EVAPORATIVE COOLING

คือการให้อากาศที่จะเข้าสู่อาคาร ผลิตความชื้นเข้ามาด้วย เช่น การให้ลมพัดผ่านน้ำ หรือ น้ำตกจำลองก่อนที่จะเข้าสู่อาคาร ระบบนี้มักใช้กับสภาพอากาศที่มีความชื้นน้อย

7. WHOLE HOUSE FAN

เป็นการใช้พัดลมดูดอากาศที่ฝ้าเพดาน เพื่อดูดอากาศที่เย็นกว่าเข้าไปแทนที่อากาศร้อนใต้หลังคา แต่วิธีนี้ควรระวังเรื่องลมย้อนกลับ เนื่องจากแรงลมด้านทางออกมีมากกว่า

8. DESICCANT COOLING

เป็นวิธีการที่พยายามจะลด ความชื้นของอากาศ ภายในห้องเนื่องจากความชื้นที่มีปริมาณสูง จะทำให้การระเหยที่ผิวกายของมนุษย์เป็นไปได้ยาก และทำให้เกิดความร้อนแฝงขึ้นภายในห้อง

ปัจจุบันมีการวิจัย เพื่อหาชนิดของวัสดุดูดความชื้นที่เหมาะสมอยู่ แต่เท่าที่ผ่านมา มีการทดลองใช้ เกสรและถ่านจากวัสดุต่าง ๆ โดยมีการใช้ร่วมกับระบบอื่น เพื่อให้สามารถนำเกสรหรือถ่านที่อิ่มความชื้นแล้ว กลับมาใช้ได้อีก

5.2.3. ขั้นตอน ACTIVE DESIGN

นอกจากการออกแบบในขั้นตอน CONVENTIONAL DESIGN และ PASSIVE DESIGN

¹ปรีชญา รังสิรักษ์, พลังงานแสงอาทิตย์กับอาคาร, (กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง), หน้า 36, บรรทัดที่ 22-23

แล้ว หากสภาพอากาศยังมีช่วงเวลาที่อยู่เหนือเขตความสบายอีก ช่วงเวลาดังกล่าวสามารถแก้ไขโดยวิธีการนำระบบกลไกเข้ามาช่วยซึ่งเรียกว่า "ACTIVE DESIGN"

ACTIVE DESIGN ที่เห็นกันอยู่ทั่วไป ก็ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ นั่นเอง (แท้จริงแล้วระบบ ACTIVE ไม่ได้มีเฉพาะเครื่องปรับอากาศ ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าเท่านั้น เครื่องปรับอากาศ ซึ่งใช้พลังงานอื่น ๆ เช่นแสงอาทิตย์ หรือ การใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยาทางเคมีเข้ามาช่วย ก็ล้วนแล้วแต่เป็น ACTIVE DESIGN ทั้งสิ้น แต่ในการวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องปรับอากาศไฟฟ้าเท่านั้น เนื่องจากใช้พลังงานประเภทอื่น ๆ ในการสร้างระบบ ACTIVE ยังมีราคาสูงอยู่มากในปัจจุบัน)

เครื่องปรับอากาศ : โดยความหมายของการปรับอากาศ¹ คือการปรับอากาศเพื่อความสบาย และสุขภาพ หมายถึงการควบคุมอากาศดังนี้

1. อุณหภูมิ (เพื่อความเย็น)
2. ความชื้น (ความชื้นสัมพัทธ์)
3. การเคลื่อนไหลของอากาศ (การหมุนเวียนอากาศ)
4. ความสะอาดของอากาศ (โดยการกรองอากาศ)
5. การระบายอากาศ (โดยการนำเอาอากาศภายนอกเข้ามา)

ดังนั้นเครื่องปรับอากาศจึงเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยปรับสภาพตัวแปรทั้งหมด ของสภาวะอากาศ เพื่อให้มนุษย์อยู่ในเขตความสบาย (Comfort Zone) นั่นเอง ในปัจจุบันสามารถแบ่งเครื่องปรับอากาศตามความเหมาะสมในการใช้งานได้ดังนี้

ก.แบบเครื่องติดหน้าต่าง (Room Air Conditioner or Window Type)

เครื่องแบบนี้ส่วนประกอบต่าง ๆ รวมอยู่ในตัวถัง (Casing) อันเดียวกัน ขนาดของเครื่องอยู่ระหว่าง 8,000 บีทียู/ชม. ไปจนถึงขนาด 30,000 บีทียู/ชม. (2.5 ตัน)

ความเหมาะสม : เครื่องแบบนี้สะดวกในการติดตั้ง โดยมักเจาะช่องที่กำแพงหรือผนังพร้อมท้าวางกบไม้ หรือวางบนขอบวงกบหน้าต่างได้เลย

การใช้งาน : ใช้ในงานที่ต้องการโยกย้ายเครื่องได้สะดวก หรือต้องการติดตั้งอย่างเร่งด่วน การทำความเย็นโดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบนี้ จะคล่องตัวใช้งานได้ดี แต่ก็มีปัญหาเรื่องเสียงดังจากเครื่อง

¹ทวี เวชณัติ, "การควบคุมงานก่อสร้าง", เอกสารหมายเลข 2 "ความรู้ทางด้านระบบปรับอากาศ", (กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์), หน้า 2, บรรทัดที่ 11-18

ข.แบบเครื่องชนิดแยกส่วน (Split Type Air Conditioner)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จะระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled) แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ เครื่องเป่าลมเย็น (Fan-Coil Unit) และเครื่องระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Condensing Unit) เครื่องเป่าลมเย็นจะเป็นส่วนที่ติดตั้งภายในอาคาร ส่วนเครื่องระบายความร้อนด้วยอากาศจะต้องวางอยู่ด้านนอกเพื่อให้มีการนำลมร้อนทิ้งสู่อากาศได้สะดวก อีกประการ เครื่องระบายความร้อนนี้จะมีเสียงดัง จึงมักนิยมติดตั้งเครื่องนี้ห่างไปจากห้องที่ปรับอากาศเพื่อป้องกันเสียงรบกวนเข้ามา เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีขนาดตั้งแต่ 1 ตันไปจนถึง 50 ตัน เครื่องขนาด 1 ถึง 3 ตันมักจะใช้กับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กติดตั้งภายในห้อง ส่วนเครื่องที่โตกว่านี้จะใช้เดินท่อลมในการส่งจ่ายลมเย็น

ความเหมาะสม : การใช้งานมักคำนึงถึงปัญหาเรื่องเสียงดัง โดยมากมักจะแยกเครื่องระบายความร้อน ด้วยอากาศให้อยู่ห่างจากห้องที่ใช้ปรับอากาศ เนื่องจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ และ น้ดลมระบายความจะมีเสียงดัง ดังนั้นสถาปนิกต้องระวังไม่ลืมนัดบริเวที่วางเครื่องระบายความร้อนไว้ด้วย

การใช้งาน : เครื่องแบบชนิดแยกส่วนนี้ การใช้งานเหมาะสำหรับห้องที่ต้องการความเย็นมากกว่าเครื่องแบบติดหน้าต่าง อีกทั้งเครื่องแบบนี้มีราคาสูงกว่าแบบติดหน้าต่างไม่มากนัก ผู้ที่ควบคุมเครื่องมีความรู้แค่ เปิด-ปิดเครื่องเป็นก็สามารถใช้เครื่องได้

ค.แบบเครื่องชนิดทำน้ำเย็น (Water Chiller)

เครื่องแบบนี้มีขนาดทำความเย็นสูง โดยมากใช้น้ำซึ่งทำให้เย็นจากตัวเครื่องเย็นเป็นตัวกลางในการทำน้ำเย็น ส่วนประกอบของเครื่องแบบนี้มี อีวาปอเรเตอร์ คอนเดนเซอร์, คอมเพรสเซอร์ (มีทั้งแบบลูกสูบ และแบบเหียนตินัก) และแผงควบคุมการทำงานของเครื่อง (Control Panel) เครื่องปรับอากาศชนิดทำน้ำเย็นมีขนาดตั้งแต่ 50 ตัน ถึง 100 ตันขึ้นไป

ความเหมาะสม : เครื่องแบบนี้ใช้สำหรับอาคารที่ต้องการทำความเย็นขนาดใหญ่ ตัวเครื่องมีราคาแพงแต่อายุการใช้งานทนทานมาก สถาปนิกต้องออกแบบให้มีห้องเครื่อง ซึ่งมักจะจัดไว้ชั้นใต้ดิน (Basement) หรือชั้นพื้นดิน (Ground Floor)

การใช้งาน : เครื่องแบบนี้เหมาะสำหรับอาคารขนาดใหญ่ ๆ เพราะลงทุนในขั้นแรกสูง (First Cost) แต่ระบบนั้น Flexible ได้ดีมาก ต้องการช่างที่มีความรู้เรื่องเครื่องเย็นเป็นผู้ควบคุมเครื่อง

5.3. แสงสว่างที่สามารถนำมาใช้ภายในอาคาร

แหล่งแสงสว่างที่สามารถนำมาใช้ภายในอาคารนั้นมีที่มาจาก 2 แหล่งใหญ่ อันได้แก่

1. แสงสว่างจากธรรมชาติ (Natural Daylight)
2. แสงสว่างหลอดไฟฟ้าประดิษฐ์ (Artificial Light)

สำหรับแสงสว่างจากธรรมชาตินั้น ได้แก่ แสงจากดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน โดยจะพยายามนำมาใช้ให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถเป็นไปได้เพื่อจะได้เป็นการประหยัดพลังงาน และลดค่าใช้จ่ายระยะยาวให้แก่ผู้ใช้อาคาร ในกรณีที่ยังตำแหน่งแสงสว่างจากธรรมชาติไม่เพียงพอ จึงจะมีการนำหลอดไฟฟ้าประดิษฐ์มาช่วย เพื่อให้ได้ความสว่างเหมาะสมกับกิจกรรมที่เกิดขึ้น ส่วนในเวลากลางคืนจะใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าประดิษฐ์

แสงจากดวงอาทิตย์นี้ มีทั้งในรูปแบบ แสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Beam Sunlight) และแสงที่กระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Light or Daylight) แสงอาทิตย์โดยตรงนั้นไม่ควรนำมาใช้ในการให้แสงสว่างโดยตรง เนื่องจากความเข้มของแสงอยู่ในระดับที่สูงมาก ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาเรื่องแสงจ้าที่เข้าตา (Glare) แม้ว่าจะมีเทคนิคหลายอย่าง ในการนำแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Beam Sunlight) มาใช้ได้ แต่สำหรับประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศในเขตร้อน ความร้อนที่เข้ามาพร้อมกับแสงแบบนี้จะมากจึงไม่เหมาะที่จะนำแสงอาทิตย์โดยตรงมาใช้ แสงที่สามารถนำมาใช้ได้เป็นแสงแบบที่กระจายจากท้องฟ้า

"แสงที่กระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Light or Daylight) เป็นแสงธรรมชาติที่เหมาะสมจะนำมาใช้ให้แสงสว่างในอาคาร แต่ในการใช้แสงนี้มีเรื่องที่ต้องศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของแสง ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และสภาวะในบรรยากาศซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามวัน, เวลา และฤดูกาล" ซึ่งทำให้เกิดสภาพของท้องฟ้าแตกต่างกัน และแยกลักษณะท้องฟ้าได้ดังนี้

ก. ท้องฟ้ามีดมน (Overcast Sky) เป็นสภาพท้องฟ้าในแถบยุโรป ความสว่างของท้องฟ้าในแนวราบ จะมีค่าเป็นหนึ่งในสามส่วนของด้านตั้งฉาก และแสงสว่างที่เข้าสู่หน้าต่างในด้านต่าง ๆ ของอาคารจะมีค่าใกล้เคียงกัน

‘มาลินี ศรีสุวรรณ, "การใช้แสงสว่างธรรมชาติเพื่อประหยัดพลังงานในอาคาร", เอกสารการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29 เรื่อง การประหยัดพลังงาน ในอาคารและเมือง, (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์), ไม่ปรากฏเลขที่หน้า

ข. ท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมบางส่วน (Cloudy Sky or Intermediate Sky)

ท้องฟ้าแบบนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในย่านเส้นศูนย์สูตร ท้องฟ้าจะมีเมฆปกคลุมบางส่วนเป็นประจำ ซึ่งยังแบ่งย่อยได้เป็นสองแบบคือ Scattered Cloud ในฤดูที่อากาศแห้ง (DRY Season) และ Broken Cloud ในฤดูที่อากาศชื้น (WET Season)

ค. ท้องฟ้าแจ่มใส (Clear Sky) การกระจายแสงของท้องฟ้าแบบนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และปริมาณของฝุ่นในบรรยากาศ โดยทั่วไปแล้วท้องฟ้าแจ่มใสจะมีแสงสว่างในแนวราบ มากกว่าในแนวตั้งฉาก

CLOUDINESS INDEX (CI)	ความถี่ (ทั้งหมด 4320 ชม.)	เปอร์เซ็นต์
(0) Clear Sky	3	0.07
(1-5) Scattered Cloud	88	2.0
(6-9) Broken Cloud	1,619	37.5
(10) Overcast Sky	456	10.4

ตารางที่ 5.2. ความถี่ของสภาพท้องฟ้าแบบต่าง ๆ ของกรุงเทพมหานคร

ที่มา : ดร.สุรพงษ์ จิระรัตนานนท์, DAYLIGHT, ASEAN-US PROJECT ON ENERGY CONSERVATION IN BUILDING, (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กันยายน 2531), หน้าที่ 2

วิธีการออกแบบนำแสงสว่างจากธรรมชาติ (Daylighting Design) มาใช้ในอาคารที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 3 วิธีซึ่งได้แก่

1. Daylight Factor Method
2. CIE Method และ
3. IES Method

วิธีการออกแบบ CIE Method มีข้อจำกัด คือ ท้องฟ้าที่ใช้ออกแบบจะต้องเป็นแบบท้องฟ้ามีดม (Overcast Sky), ไม่มีแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Beam Sunlight) ส่วนวิธีการออกแบบ IES Method มีข้อจำกัดคือ ในการคำนวณจะใช้แสงจากด้านบน (Top Light) และแสงจากการสะท้อนของพื้นเป็นหลัก โดยให้ความสำคัญกับแสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้าโดยตรง (Sky Component) น้อยมาก

5.4. การศึกษาการออกแบบเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ เข้ามาใช้ในอาคารด้วยวิธีการ "Daylight Factor"

และจากตารางที่ 5.2. จะเห็นได้ว่าความถี่ ของห้องฟ้าแบบต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร การออกแบบด้วย CIE Method และ IES Method ค่าที่ออกแบบจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก โดยในหมู่นักวิชาการเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า สำหรับสภาพห้องฟ้าในประเทศไทย การออกแบบด้วย "Daylight Factor Method" จะได้ค่าการออกแบบแสงสว่างจากธรรมชาติที่เกิดขึ้นภายในอาคารใกล้เคียงความจริงมากกว่า โดยจะกำหนดค่าการยอมรับของศักยภาพของการใช้งาน หากมากกว่า 80% ถือว่าสามารถนำมาใช้ได้

นอกเหนือจากการออกแบบ เพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ (Daylight) เข้ามาใช้ในอาคารในเวลากลางวันแล้ว สำหรับบางตำแหน่งของอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่จะนำเสนอนี้ หากมีความสว่างไม่เพียงพอ จะใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าประดิษฐ์ (Artificial Light) เข้ามาช่วย ส่วนตอนกลางคืนความสว่างที่นำมาใช้ จะได้จากการออกแบบแสงสว่างจากการใช้แสงไฟฟ้าประดิษฐ์

การออกแบบแสงสว่างจากธรรมชาติด้วยวิธีนี้ อาศัยค่าอัตราส่วนของความส่องสว่างที่ได้รับ ณ จุดใดจุดหนึ่งในอาคารต่อความส่องสว่างทางแนวราบ จากท้องฟ้าที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง เป็นเปอร์เซ็นต์ (แสงอาทิตย์โดยตรง หรือ "Direct Beam Sunlight" จะไม่ใช่สำหรับคิดค่าความส่องสว่างทั้งภายในและภายนอกอาคาร) ดังแสดงเป็นสูตรได้คือ

$$\text{Daylight Factor (D.F.)} = \frac{\text{ความส่องสว่างที่ได้รับ ณ จุดอ้างอิง}}{\text{ความส่องสว่างทางแนวราบนอกอาคาร}} \times 100$$

ความส่องสว่างทางแนวราบนอกอาคาร

ค่าที่ได้จะหมายถึงเปอร์เซ็นต์ความส่องสว่าง ณ ตำแหน่งที่ต้องการ ความส่องสว่างจากนอกอาคารในทิศต่าง ๆ โดยสามารถอ่านค่า D.F. ที่ต้องการนี้ได้จากกราฟสถิติที่มีผู้ทำไว้ (ค่าที่ได้จากกราฟนี้ ไม่ใช่ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดความสว่างโดยตรง แต่ใช้ข้อมูลในเรื่องการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ทั้งรังสีตรงและกระจาย แล้วแปลงค่าเป็นข้อมูลเรื่องความส่องสว่างโดยการใช้ค่า Luminous Efficacy¹ เข้ามาช่วยประมวลผล) ค่าของ D.F. นี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแสง 3 อย่างซึ่งกระจายเข้าสู่อาคาร โดยสามารถแยกองค์ประกอบของแสงได้จาก

¹ มาลินี ศรีสุวรรณ, "การใช้แสงสว่างธรรมชาติ เพื่อประหยัดพลังงานในอาคาร", เอกสารการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29, การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง, (กรุงเทพฯ : สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์), ไม่ปรากฏเลขที่หน้า

สมการดังต่อไปนี้

$$D.F. = S.C. + ERC + IRC$$

เมื่อ S.C. คือ แสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้าโดยตรง
(Sky Component)

ERC คือ แสงที่ได้รับหลังจากการสะท้อนจากพื้นอาคารหรือพื้น
ผิวอื่น ๆ ภายนอกอาคาร (Externally Reflected
Component)

IRC คือ แสงที่ได้รับ ณ จุดอ้างอิงหลังจากการสะท้อนจากพื้นผิวภายใน
ในห้อง (Internally Reflected Component)

สำหรับตัวแปรย่อยของ S.C., ERC และ IRC จะแสดงให้เห็นในบทที่ 6 หัวข้อ

6.8. เรื่อง การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคารที่มีผลต่อการออกแบบ เพื่อนำแสงสว่าง
จากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร

5.5. หลักการให้แสงสว่างจากธรรมชาติและการวางตำแหน่งช่องเปิดแสงสว่าง

การนำแสงสว่างจากธรรมชาติ (Daylight) เข้ามาใช้ในอาคาร สำหรับ
ประเทศไทย มีหลักการที่ควรคำนึงซึ่งสามารถสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

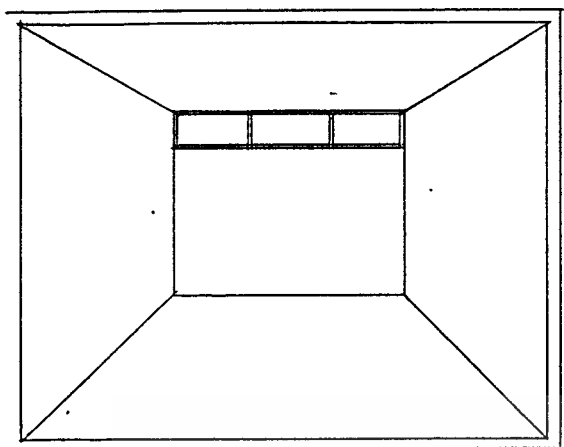
1. หลีกเลี่ยงการให้แสงโดยตรง จากช่องเปิดแสงจากด้านบน (Sky Light)
เนื่องจากแสงที่ได้รับจะทำให้ความร้อนภายในสูง ซึ่งไม่เหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทย
อีกทั้งแสงมีความจ้ามาก ทำให้เกิดความไม่สบายทางสายตา

2. ให้นิยามการใช้แสงสะท้อนจากสิ่งต่าง ๆ เพราะจะทำให้แสงที่ได้รับมีความนุ่ม
เกิดความสบายทางสายตามากกว่า และการกระจายแสงจะดีกว่าด้วย

3. หากเป็นไปได้ ค่าการสะท้อนแสงของส่วนที่อยู่เหนือระดับสายตาควรมีค่า
มากกว่าค่าการสะท้อนแสงของส่วนที่อยู่ใต้ระดับสายตา เนื่องจากจะทำให้ไม่เกิดการสะท้อนของ
แสงเข้าสู่สายตาโดยตรงมาก

ลักษณะการวางตำแหน่งของช่องเปิดแสงสว่างมีหลักการหลัก ๆ ดังต่อไปนี้

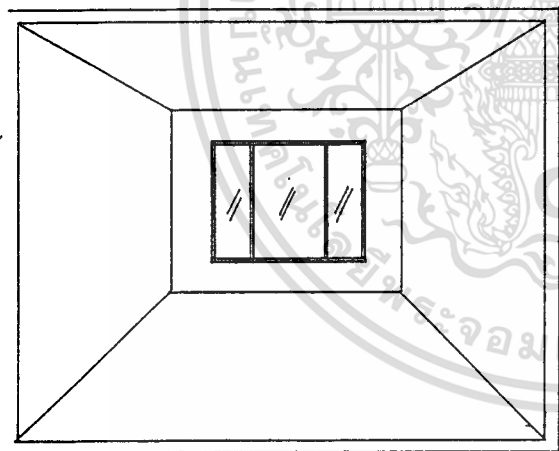
1. เมื่อช่องเปิดอยู่สูง และมีลักษณะเล็กแต่กว้าง : ช่องเปิดลักษณะนี้สามารถช่วย
ให้แสงส่องไปได้ลึกและกระจายทั่วถึง, แต่จะไม่ได้ทัศนียภาพจากภายนอก เพดานและผนังส่วนบน
ควรมีค่าการสะท้อนสูงแต่ควรมีลักษณะผิวด้าน



- แสงที่เข้ามาโดยตรงถึงเพดาน จะช่วยลดความจ้าของแสงจากหน้าต่าง
- แหล่งแสงเริ่มแรกแบบนี้จะให้แสงกระจายได้ทั่วห้องและแสงส่องได้ไกลในตำแหน่งลึก ๆ
- การสะท้อนที่ผิวผนังมาก ซึ่งช่วยลดความแตกต่าง (Contrast) ระหว่างกระจกกับพื้นที่รอบห้อง

ภาพที่ 5.1. แสดงลักษณะช่องเปิดอยู่สูง, เล็กแต่กว้าง

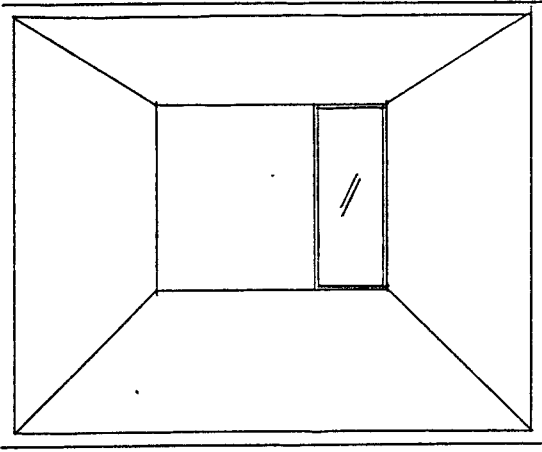
2. เมื่อเปิดช่องในตำแหน่งตรงกลาง โดยขอบวงกลมล่างอยู่ต่ำ : ช่องเปิดลักษณะนี้ แสงจะส่องลงพื้นมาก ทำให้พื้นเห็นได้ชัด, เห็นทัศนียภาพจากภายนอก แต่ต้องระวังค่าแสงสะท้อนที่พื้นเข้าสู่ตามาก



- หน้าต่างที่เปิดกว้าง โดยอยู่ในมุมของสายตา (Conovision) ช่วยให้ตามองเห็นการเคลื่อนไหวภายนอกได้ดี
- พื้นจะทำหน้าที่เป็นแหล่งแสงที่ส่อง (Secondary Light Source)

ภาพที่ 5.2. แสดงลักษณะช่องเปิดตรงกลางผนัง

3. ช่องเปิดที่ริมผนังโดยเปิดตั้งแต่พื้นถึงเพดาน : ช่องเปิดลักษณะนี้ สามารถช่วยให้เข้าใจขนาดและรูปร่างของห้องได้ชัดเจน แต่ต้องระวังเรื่องมุมมอง, การระบายอากาศ และสภาพอากาศที่มีผลกระทบ



ภาพที่ 5.3. แสดงลักษณะช่องเปิดที่ริมผนัง

- ค่าการสะท้อนที่ผนังจะสูง โดยทำหน้าที่เป็นแหล่งแสงที่สอง (Secondary Light - Source) ที่สามารถนำมาใช้
- การสะท้อนที่พื้นจะต่ำกว่าบริเวณที่ชิดกระจก แต่ต้องหลีกเลี่ยงแสงแดดโดยการที่มากกระทบพื้น อันจะทำให้เกิดความจ้า (Glare) ขึ้น

5.6. การออกแบบแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Artificial Light) ด้วยวิธี ลูเมน (Lumen method)

การออกแบบแสงสว่างจากการใช้แสงประดิษฐ์ (Artificial Light) โดยทั่วไปสามารถคำนวณเพื่อหาขนาดแสงสว่างที่ต้องการได้ 2 วิธีคือ

1. วิธีจุดต่อจุด (Point by Point)
2. วิธีลูเมน (Lumen method)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะเลือกใช้ วิธีลูเมน เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถใช้การคำนวณความสว่างเฉลี่ยที่ตกลงบนพื้นที่ทำงานได้ ซึ่งเป็นการสะดวกในการทำวิจัยเพื่อวิเคราะห์ผลในขั้นต่อไป ดังจะสามารถออกแบบโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\phi = \frac{EA}{CU \cdot MF}$$

โดยที่ ϕ คือ ฟลักซ์แสงสว่าง (Lm)

E คือ ความสว่าง (Lx)

A คือ พื้นที่ห้อง (m^2)

CU คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์

(Coefficient of Utilization)

MF คือ ค่าการบำรุงรักษา (Maintenance Factor)

บทที่ 6

การวิเคราะห์การออกแบบอาคาร ที่เหมาะสม เพื่อแก้ปัญหา เรื่องอุณหภูมิและแสงสว่าง สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.

- 6.1. สภาพความสบายทางด้านอุณหภูมิ ในแต่ละช่วงเวลาของอากาศในเขต กทม.
- 6.2. รูปทรงที่เหมาะสม สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม. ในการแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิให้แก่ผู้ใช้อาคาร
- 6.3. ขนาดความกว้าง และความยาวที่เหมาะสม สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม. ในการแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิและแสงสว่างให้แก่ผู้ใช้อาคาร
- 6.4. การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคาร ที่มีผลต่อการเกิดภาระความร้อนภายในอาคาร
- 6.5. การวิเคราะห์ CONVENTIONAL DESIGN เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.
- 6.6. การวิเคราะห์ PASSIVE DESIGN เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.
- 6.7. การวิเคราะห์ ACTIVE DESIGN เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.
- 6.8. การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคาร ที่มีผลต่อการนำแสงสว่างจากธรรมชาติ เข้ามาใช้ในอาคาร
- 6.9. การวิเคราะห์ส่วนประกอบร่วมทางสถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อความสบายทางอุณหภูมิ และ ความสบายทางแสงสว่าง
- 6.10. การวิเคราะห์ช่วงเวลาที่ต้องการแสงกันแดด ในเขต กทม. กับการพิจารณาเลือกรูปแบบและวัสดุของแผงบังแดด

บทที่ 6

การวิเคราะห์การออกแบบอาคาร ที่เหมาะสม เพื่อแก้ปัญหา เรื่องอุณหภูมิและแสงสว่าง สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งที่พักอาศัย" ในเขต กทม.

6.1. สภาพความสบายทางด้านอุณหภูมิ ในแต่ละช่วงเวลาของอากาศในเขต กทม.

จากค่าสถิติด้านภูมิอากาศในเขต กทม. (ตารางที่ 3.1.) เมื่อนำมาประมวลผลด้วยวิธีการของมาตรฐาน EC1 จะได้ตารางแสดงค่าอุณหภูมิบอกความสบายของเขต กทม. กรณีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (หมายเหตุ : เส้นขีดวงในแต่ละตารางแสดงค่า 27.7°C EC1 ซึ่งถือเป็นค่าสูงสุดที่ยังอยู่ในเกณฑ์สบายของการวิจัยนี้)

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	21.5	23.2	24.8	26.1	25.6	25.2	25.0	25.0	25.1	24.5	22.9	20.9
02	20.6	22.7	24.4	25.3	24.8	24.8	24.2	24.3	24.5	24.2	22.2	20.4
04	19.6	22.1	23.7	24.6	24.2	24.2	23.8	23.9	24.0	23.7	21.8	19.6
06	19.1	21.5	23.1	24.2	23.9	23.7	23.4	23.4	23.3	23.1	21.4	18.9
08	20.1	22.2	24.1	25.1	24.6	24.6	24.0	24.0	24.2	24.0	22.0	19.8
10	25.3	26.7	27.9	29.3	29.0	27.9	27.8	27.8	27.9	27.5	26.1	24.7
12	28.0	29.2	30.4	31.5	30.6	30.2	29.7	29.7	29.9	29.5	28.6	27.4
14	29.5	30.5	31.5	32.6	32.1	31.2	30.8	30.7	31.0	30.5	29.6	28.9
16	28.5	29.9	30.8	32.1	31.4	30.7	30.2	30.2	30.3	30.0	29.0	28.1
18	26.3	27.7	28.9	30.2	29.5	28.7	28.5	28.6	28.5	28.2	27.1	25.7
20	23.8	25.3	26.7	27.9	27.2	26.9	26.6	26.6	26.6	26.3	24.8	23.3
22	22.4	24.1	25.7	27.0	26.2	25.9	25.7	25.8	25.6	25.2	23.9	21.9

ตารางที่ 6.1.

ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของความเร็วลมของเขต กทม.

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : สภาพอากาศดี

(ความเร็วลม = 0 ม./วินาที)

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	19.4	20.6	22.0	23.3	23.1	22.7	22.5	22.6	23.1	22.7	21.0	18.9
02	18.5	20.2	21.6	22.6	22.4	22.3	21.8	21.9	22.4	22.3	20.3	18.4
04	17.5	19.6	20.8	21.8	21.8	21.7	21.3	21.4	22.0	21.8	19.9	17.5
06	17.0	19.0	20.2	21.4	21.4	21.2	20.9	20.9	21.3	21.2	19.5	16.8
08	18.0	19.7	21.2	22.3	22.1	22.0	21.5	21.6	22.2	22.2	20.1	17.8
10	23.2	24.1	25.0	26.5	26.5	25.4	25.3	25.3	25.9	25.7	24.1	22.7
12	26.0	26.6	27.5	28.8	29.2	27.6	27.2	27.3	27.8	27.6	26.6	25.4
14	27.5	28.0	28.6	29.9	29.6	28.7	28.3	28.2	29.0	28.6	27.6	26.9
16	26.5	27.3	28.0	29.4	29.0	28.1	27.7	27.8	28.3	28.1	27.0	26.0
18	24.2	25.1	26.0	27.5	27.0	26.1	26.1	26.1	26.5	26.4	25.1	23.7
20	21.7	22.7	23.8	25.2	24.8	24.4	24.1	24.2	24.6	24.4	22.8	21.3
22	20.3	21.5	22.9	24.3	23.8	23.4	23.3	23.3	23.6	23.4	21.9	19.9

ตารางที่ 6.2.

ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของความเร็วลมของเขต กทม.

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลมเฉลี่ยของผลัดเดือน

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	20.2	21.9	23.5	24.8	24.3	23.9	23.7	23.8	23.8	23.2	21.6	19.6
02	19.3	21.4	23.1	24.0	23.6	23.6	22.9	23.1	23.2	22.9	20.9	19.1
04	18.3	20.8	22.4	23.3	22.9	22.9	22.5	22.6	22.7	22.4	20.6	18.3
06	17.8	20.2	21.8	22.9	22.6	22.5	22.1	22.1	22.0	21.8	20.1	17.6
08	18.8	20.9	22.8	23.8	23.3	23.3	22.7	22.8	22.9	22.7	20.7	18.5
10	24.0	25.4	26.6	28.0	27.7	26.6	26.5	26.5	26.6	26.2	24.8	23.4
12	26.7	27.7	29.1	30.2	29.3	28.9	28.4	28.4	28.6	28.2	27.3	26.1
14	28.2	29.3	30.2	31.3	30.8	29.9	29.5	29.4	29.7	29.2	28.3	27.6
16	27.2	28.6	29.6	30.9	30.1	29.4	28.9	28.9	29.0	28.7	27.7	26.8
18	25.0	26.4	27.6	28.9	28.2	27.4	27.2	27.3	27.2	26.9	25.8	24.4
20	22.5	24.0	25.4	26.6	25.9	25.6	25.3	25.4	25.3	25.0	23.5	22.1
22	21.1	22.8	24.4	25.7	24.9	24.6	24.4	24.5	24.3	23.9	22.6	20.6

ตารางที่ 6.3.

ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของความเร็วลมของเขต กทม.

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 0.5 ม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	19.6	21.4	23.0	24.2	23.8	23.4	23.2	23.2	23.3	22.7	21.1	19.1
02	18.7	20.9	22.6	23.5	23.0	23.0	22.4	22.5	22.6	22.4	20.4	18.6
04	17.7	20.3	21.9	22.7	22.4	22.4	22.0	22.1	22.2	21.9	20.0	17.7
06	17.2	19.7	21.3	22.3	22.1	21.9	21.6	21.5	21.5	21.3	19.6	17.0
08	18.2	20.4	22.2	23.2	22.8	22.8	22.2	22.2	22.4	22.2	20.2	18.0
10	23.5	24.8	26.1	27.4	27.1	26.1	26.0	26.0	26.1	25.7	24.2	22.9
12	26.2	27.4	28.6	29.7	28.8	28.4	27.9	27.9	28.0	27.6	26.7	25.6
14	27.7	28.7	29.7	30.8	30.2	29.4	28.9	28.9	29.2	28.6	27.7	27.1
16	26.7	28.1	29.0	30.3	29.6	28.9	28.4	28.4	28.5	28.1	27.1	26.3
18	24.5	25.8	27.1	28.4	27.7	26.9	26.7	26.8	26.7	26.4	25.2	23.9
20	22.0	23.5	24.8	26.1	25.4	25.1	24.8	24.8	24.8	24.4	22.9	21.5
22	20.6	22.2	23.9	25.2	24.4	24.1	23.9	24.0	23.8	23.4	22.1	20.1

ตารางที่ 6.4.

ค่าอุณหภูมิป้องกันความเสียหายของเขต กทม

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 1.0 ม./วินาที

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	19.2	21.0	22.6	23.8	23.4	23.0	22.8	22.8	22.9	22.3	20.7	18.7
02	18.3	20.5	22.2	23.1	22.6	22.6	22.0	22.1	22.2	22.0	20.0	18.2
04	17.3	19.9	21.5	22.3	22.0	22.0	21.6	21.7	21.8	21.5	19.6	17.3
06	16.8	19.3	20.9	21.9	21.7	21.5	21.2	21.1	21.1	20.9	19.2	16.6
08	17.8	20.0	21.8	22.8	22.4	22.4	21.8	21.8	22.0	21.8	19.8	17.6
10	23.1	24.4	25.7	27.0	26.7	25.7	25.6	25.6	25.7	25.3	23.8	22.5
12	25.8	27.0	28.2	29.3	28.4	28.0	27.5	27.5	27.6	27.2	26.3	25.2
14	27.3	28.3	29.3	30.4	29.8	29.0	28.5	28.5	28.8	28.2	27.3	26.7
16	26.3	27.7	28.6	29.9	29.2	28.5	28.0	28.0	28.1	27.7	26.7	25.8
18	24.1	25.4	26.7	28.0	27.3	26.5	26.3	26.4	26.3	26.0	24.8	23.5
20	21.6	23.1	24.4	25.7	25.0	24.7	24.4	24.4	24.4	24.0	22.5	21.1
22	20.2	21.8	23.5	24.8	24.0	23.7	23.5	23.6	23.4	23.0	21.7	19.7

ตารางที่ 6.5.

ค่าอุณหภูมิป้องกันความเสียหายของเขต กทม

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 1.5 ม./วินาที

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	18.9	20.6	22.3	23.5	23.0	22.7	22.4	22.5	22.6	21.9	20.4	18.3
02	18.0	20.2	21.9	22.7	22.3	22.3	21.7	21.8	21.9	21.6	19.7	17.9
04	17.0	19.6	21.1	22.0	21.7	21.7	21.2	21.3	21.5	21.1	19.3	17.0
06	16.5	19.0	20.5	21.6	21.3	21.2	20.8	20.8	20.8	20.5	18.8	16.3
08	17.5	19.7	21.5	22.5	22.0	22.0	21.4	21.5	21.6	21.5	19.4	17.2
10	22.7	24.1	25.3	26.7	26.4	25.4	25.2	25.2	25.4	24.9	23.5	22.2
12	25.4	26.6	27.8	28.9	28.1	27.6	27.1	27.2	27.3	26.9	26.0	24.9
14	26.9	28.0	28.9	30.1	29.5	28.7	28.2	28.1	28.4	27.9	27.0	26.4
16	25.9	27.3	28.3	29.6	28.9	28.1	27.6	27.7	27.8	27.4	26.4	25.5
18	23.7	25.1	26.3	27.6	26.9	26.1	26.0	26.0	25.9	25.6	24.5	23.2
20	21.2	22.7	24.1	25.3	24.7	24.4	24.0	24.1	24.1	23.7	22.2	20.8
22	19.8	21.5	23.1	24.4	23.7	23.4	23.2	23.2	23.1	22.6	21.3	19.3

ตารางที่ 6.6.

ค่าอุณหภูมิป้องกันความเสียหายของเขต กทม

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 2.0 ม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	18.6	20.3	22.0	23.2	22.7	22.4	22.1	22.2	22.2	21.6	20.1	18.0
02	17.7	19.9	21.6	22.4	22.0	22.0	21.4	21.5	21.6	21.3	19.4	17.6
04	16.7	19.3	20.8	21.7	21.4	21.4	20.9	21.0	21.2	20.8	19.0	16.7
06	16.2	18.7	20.2	21.3	21.0	20.9	20.5	20.5	20.5	20.2	18.5	16.0
08	17.2	19.4	21.2	22.2	21.7	21.7	21.1	21.2	21.3	21.2	19.1	16.9
10	22.4	23.8	25.0	26.4	26.1	25.1	24.9	24.9	25.0	24.6	23.2	21.9
12	25.1	26.3	27.5	28.6	27.8	27.3	26.8	26.9	27.0	26.6	25.7	24.6
14	26.6	27.7	28.6	29.8	29.2	28.4	27.9	27.8	28.1	27.6	26.7	26.1
16	25.6	27.0	28.0	29.3	28.6	27.8	27.3	27.4	27.4	27.1	26.1	25.2
18	23.4	24.8	26.0	27.3	26.6	25.8	25.7	25.7	25.6	25.3	24.2	22.9
20	20.9	22.4	23.8	25.0	24.4	24.1	23.7	23.8	23.7	23.4	21.9	20.5
22	19.5	21.2	22.8	24.1	23.4	23.1	22.9	22.9	22.7	22.3	21.0	19.0

ตารางที่ 6.7.

ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศของเขต กทม

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 2.5 ม./วินาที

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	18.3	20.0	21.7	22.9	22.4	22.1	21.8	21.9	22.0	21.4	19.8	17.8
02	17.4	19.6	21.3	22.2	21.7	21.7	21.1	21.2	21.3	21.0	19.1	17.3
04	16.4	19.0	20.5	21.4	21.1	21.1	20.6	20.8	20.9	20.5	18.7	16.4
06	15.9	18.4	19.9	21.0	20.7	20.6	20.3	20.2	20.2	19.9	18.2	15.7
08	16.9	19.1	20.9	21.9	21.4	21.4	20.8	20.9	21.0	20.9	18.8	16.7
10	22.1	23.5	24.8	26.1	25.8	24.8	24.6	24.6	24.8	24.4	22.9	21.6
12	24.9	26.1	27.3	28.3	27.5	27.0	26.5	26.6	26.7	26.3	25.4	24.3
14	26.4	27.4	28.3	29.5	28.9	28.1	27.6	27.5	27.8	27.3	26.4	25.8
16	25.4	26.8	27.7	29.0	28.3	27.5	27.0	27.1	27.2	26.8	25.8	24.9
18	23.1	24.5	25.8	27.1	26.3	25.5	25.4	25.4	25.4	25.1	23.9	22.6
20	20.6	22.2	23.5	24.8	24.1	23.8	23.4	23.5	23.5	23.1	21.6	20.2
22	19.3	20.9	22.6	23.9	23.1	22.8	22.6	22.6	22.5	22.1	20.7	18.8

ตารางที่ 6.8.

ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศของเขต กทม

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 3.0 ม./วินาที

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	18.1	19.8	21.4	22.7	22.2	21.8	21.6	21.6	21.7	21.1	19.5	17.5
02	17.2	19.3	21.0	21.9	21.4	21.4	20.8	20.9	21.1	20.8	18.8	17.0
04	16.2	18.7	20.3	21.2	20.8	20.8	20.4	20.5	20.6	20.3	18.4	16.2
06	15.7	18.1	19.7	20.8	20.5	20.3	20.0	20.0	19.9	19.7	18.0	15.5
08	16.7	18.8	20.7	21.7	21.2	21.2	20.6	20.6	20.8	20.6	18.6	16.4
10	21.9	23.3	24.5	25.9	25.6	24.5	24.4	24.4	24.5	24.1	22.7	21.3
12	24.6	25.8	27.0	28.1	27.2	26.8	26.3	26.3	26.5	26.1	25.2	24.0
14	26.1	27.1	28.1	29.2	28.7	27.8	27.4	27.3	27.6	27.1	26.2	25.5
16	25.1	26.5	27.4	28.7	28.0	27.3	26.8	26.8	26.9	26.6	25.6	24.7
18	22.9	24.3	25.5	26.8	26.1	25.3	25.1	25.2	25.1	24.8	23.7	22.3
20	20.4	21.9	23.3	24.5	23.8	23.5	23.2	23.2	23.2	22.9	21.4	19.9
22	19.0	20.7	22.3	23.6	22.8	22.5	22.3	22.4	22.2	21.8	20.5	18.5

ตารางที่ 6.9.

ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศของเขต กทม

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 3.5 ม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	17.8	19.5	21.2	22.4	22.0	21.6	21.4	21.4	21.5	20.9	19.3	17.3
02	16.9	19.1	20.8	21.7	21.2	21.2	20.6	20.7	20.8	20.5	18.6	16.8
04	15.9	18.5	20.0	20.9	20.6	20.6	20.2	20.3	20.4	20.0	18.2	15.9
06	15.4	17.9	19.4	20.5	20.3	20.1	19.8	19.7	19.7	19.5	17.8	15.2
08	16.4	18.6	20.4	21.4	21.0	21.0	20.4	20.4	20.5	20.4	18.4	16.2
10	21.7	23.0	24.3	25.6	25.3	24.3	24.2	24.2	24.3	23.9	22.4	21.1
12	24.4	25.6	26.8	27.9	27.0	26.5	26.0	26.1	26.2	25.8	24.9	23.8
14	25.9	26.9	27.9	29.0	28.4	27.6	27.1	27.0	27.3	26.8	25.9	25.3
16	24.9	26.3	27.2	28.5	27.8	27.0	26.5	26.6	26.7	26.3	25.3	24.4
18	22.7	24.0	25.3	26.6	25.8	25.0	24.9	25.0	24.9	24.6	23.4	22.1
20	20.2	21.7	23.0	24.3	23.6	23.3	23.0	23.0	23.0	22.6	21.1	19.7
22	18.8	20.4	22.1	23.4	22.6	22.3	22.1	22.2	22.0	21.6	20.2	18.3

ตารางที่ 6.10.

ค่าอุณหภูมิตั้งบอความสบายของเขต กทม

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 4.0 ม./วินาที

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	17.6	19.3	21.0	22.2	21.7	21.4	21.1	21.2	21.3	20.7	19.1	17.0
02	16.7	18.9	20.6	21.5	21.0	21.0	20.4	20.5	20.6	20.3	18.4	16.6
04	15.7	18.3	19.8	20.7	20.4	20.4	19.9	20.0	20.2	19.8	18.0	15.7
06	15.2	17.7	19.2	20.3	20.0	19.9	19.5	19.5	19.5	19.2	17.5	15.0
08	16.2	18.4	20.2	21.2	20.7	20.7	20.1	20.2	20.3	20.2	18.1	16.0
10	21.4	22.8	24.0	25.4	25.1	24.1	23.9	23.9	24.1	23.7	22.2	20.9
12	24.2	25.3	26.5	27.6	26.8	26.3	25.8	25.9	26.0	25.6	24.7	23.6
14	25.7	26.7	27.6	28.8	28.2	27.4	26.9	26.8	27.1	26.6	25.7	25.1
16	24.7	26.0	27.0	28.3	27.6	26.8	26.3	26.4	26.5	26.1	25.1	24.2
18	22.4	23.8	25.0	26.3	25.6	24.8	24.7	24.7	24.7	24.4	23.2	21.9
20	19.9	21.5	22.8	24.0	23.4	23.1	22.7	22.8	22.8	22.4	20.9	19.5
22	18.5	20.2	21.9	23.2	22.4	22.1	21.9	21.9	21.8	21.4	20.0	18.0

ตารางที่ 6.11.

ค่าอุณหภูมิตั้งบอความสบายของเขต กทม

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 4.5 ม./วินาที

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	17.4	19.1	20.8	22.0	21.5	21.2	20.9	21.0	21.1	20.4	18.9	16.8
02	16.5	18.7	20.4	21.3	20.8	20.8	20.2	20.3	20.4	20.1	18.2	16.4
04	15.5	18.1	19.6	20.5	20.2	20.2	19.7	19.8	20.0	19.6	17.8	15.5
06	15.0	17.5	19.0	20.1	19.8	19.7	19.3	19.3	19.3	19.0	17.3	14.8
08	16.0	18.2	20.0	21.0	20.5	20.5	19.9	20.0	20.1	20.0	17.9	15.8
10	21.2	22.6	23.8	25.2	24.9	23.9	23.7	23.7	23.9	23.4	22.0	20.7
12	24.0	25.1	26.3	27.4	26.6	26.1	25.6	25.7	25.8	25.4	24.5	23.4
14	25.5	26.5	27.4	28.6	28.0	27.2	26.7	26.6	26.9	26.4	25.5	24.9
16	24.5	25.8	26.8	28.1	27.4	26.6	26.1	26.2	26.3	25.9	24.9	24.0
18	22.2	23.6	24.8	26.1	25.4	24.6	24.5	24.5	24.4	24.1	23.0	21.7
20	19.7	21.3	22.6	23.8	23.2	22.9	22.5	22.6	22.6	22.2	20.7	19.3
22	18.3	20.0	21.7	23.0	22.2	21.9	21.7	21.7	21.6	21.1	19.8	17.8

ตารางที่ 6.12.

ค่าอุณหภูมิตั้งบอความสบายของเขต กทม

ตามมาตรฐาน ECI

กรณี : ความเร็วลม = 5.0 ม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางแสดงค่าอุณหภูมิขบอบความสบายของเขต กทม. กรณีที่มีความเร็วลมต่าง ๆ ในเบื้องต้นพบว่าสภาพอากาศในเขต กทม. โดยส่วนใหญ่ อยู่ในเกณฑ์สบาย

หากดูตารางที่ 6.2. ซึ่งเป็นกรณีที่อยู่อาศัยความเร็วมเฉลี่ยในแต่ละเดือนมาประมวลผลสามารถกล่าวได้ว่า สภาพอากาศโดยมากของเขต กทม. อยู่ในเกณฑ์สบาย จะมีก็เพียงช่วงเวลาประมาณ 12.00 น.-16.00 น. ของเดือน กุมภาพันธ์ - ตุลาคม เท่านั้น ที่อยู่ในเกณฑ์สบาย

ตารางที่ 6.1., 6.3. - 6.12. เป็นกรณีที่สภาพอากาศ มีความเร็วลมขนาดต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีความเร็วลมเพิ่มขึ้น สภาพอากาศที่เกินขีดความสบายก็จะมีช่วงเวลาน้อยลง (หมายเหตุ : ความเร็วลมขนาด 5 ม./วินาที คือ ความเร็วลมสูงสุดที่ไม่ทำให้กระดากปลิว การกำหนดความเร็วลมนี้สามารถดูได้จากภาคผนวก ข.)

ในช่วงเวลาที่อากาศอยู่ในเกณฑ์สบาย หากสามารถนำอากาศในช่วงเวลาดังกล่าวเข้ามาใช้ในอาคารได้ ทั้งในกรณีธรรมชาติพัดเข้ามาเองหรืออาจใช้พัดลมไฟฟ้าช่วย ผู้ใช้อาคารก็จะได้รับความสบาย การออกแบบในช่วงเวลานี้ใช้การออกแบบในขั้น CONVENTIONAL DESIGN ที่เหมาะสมก็เป็นการเพียงพอ อย่างไรก็ตามก็จะต้องมีการวิเคราะห์เรื่องวัสดุประกอบอาคาร และความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาในอาคารประกอบด้วย ทั้งนี้เพราะ ระยะเวลาในการส่งผ่านความร้อน (Time Lag) ของวัสดุ และคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุมีผลต่อเนื่องทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน และยังคงดูช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ในแต่ละพื้นที่ ว่ามีความจำเป็นมากน้อยเพียงใด ส่งผลต่อเวลาที่ดำเนินการกิจกรรมในพื้นที่อื่นหรือไม่โดยในที่นี่จะแยกพื้นที่ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ตามลักษณะช่วงเวลาที่ใช้ ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ที่มีการใช้ เฉพาะช่วงเวลากลางวันเป็นส่วนมาก เช่น พื้นที่ประกอบการค้า
2. พื้นที่ที่มีการใช้ เฉพาะช่วงเวลากลางคืนเป็นส่วนมาก เช่น ห้องนอนพ่อแม่, ลูกจ้าง
3. พื้นที่ที่มีการใช้ ทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน เช่น ห้องพักผ่อนครอบครัว ในการพักผ่อน 4 เดือน

การแบ่งพื้นที่เป็น 3 ลักษณะดังกล่าว เกี่ยวพันไปถึง การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะได้อธิบายในขั้นตอน CONVENTIONAL DESIGN และ PASSIVE DESIGN ต่อไป

ส่วนในช่วงเวลา ที่อากาศเกินขีดความสบาย การออกแบบเพียง ขั้นตอน CONVENTIONAL DESIGN ยังไม่เป็นการเพียงพอ ที่จะทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบาย การนำ PASSIVE DESIGN เข้ามาช่วย จะสามารถทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับช่วงเวลาที่อากาศอยู่ในเกณฑ์สบายเพิ่มมากขึ้น หากยังมีช่วงเวลาที่อากาศเกินขีดความสบายอีก การใช้ ACTIVE DESIGN เข้ามาช่วยในช่วงเวลาดังกล่าว สามารถทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางอุณหภูมิได้

6.2. รูปทรงที่เหมาะสมสำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม. ในการแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิให้แก่ผู้ใช้อาคาร

การวิเคราะห์สภาพความสบายทางอุณหภูมิ ในแต่ละช่วงเวลาของอากาศในเขต กทม. ในบทที่ 6 หัวข้อ 6.1. จากตารางที่ 6.1. จะเห็นว่าถึงแม้จะไม่มีลมพัดเลย (ความเร็วลม = 0 ม./วินาที) ช่วงเวลาประมาณ 20.00 - 8.00 น. สภาพอากาศในเขตกรุงเทพฯ ก็ยังอยู่ในเกณฑ์สบาย ต่อเมื่อมีลมพัดเกิดขึ้น ก็จะเกิดช่วงเวลาที่สภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์สบาย เพิ่มขึ้นอีก (ตารางที่ 6.3.- 6.12.) การออกแบบอาคารในขั้นแรก จึงควรออกแบบให้อาคารสามารถระบายลมธรรมชาติได้ดี เพื่อนำอากาศในช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์สบายเข้ามาใช้ภายในอาคาร

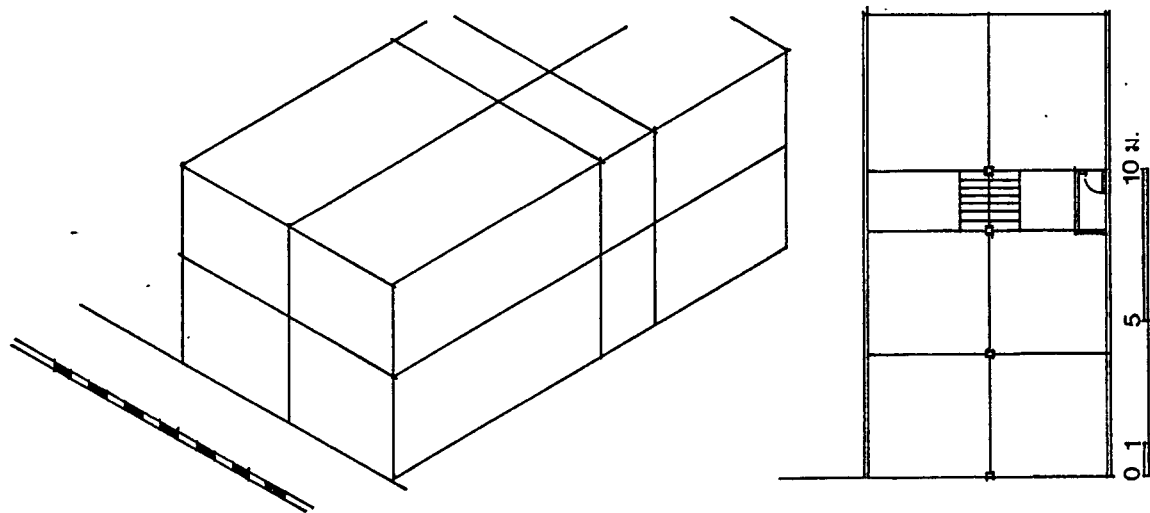
หากจะจัดให้แต่ละพื้นที่ของอาคารได้รับลมธรรมชาติ และแสงสว่างจากธรรมชาติ มากที่สุดนั้น สามารถจัดวางองค์ประกอบได้สองแบบคือ จัดเรียงไปตามแนวราบต่อกันแบบหนึ่ง และจัดเรียงไปตามแนวตั้งซ้อน ๆ กันแบบหนึ่ง แต่การจัดแบบใดแบบหนึ่งดังกล่าวมีข้อเสียเปรียบอยู่หลายประการ อันได้แก่ ค่าก่อสร้างสูง, ลื่นเปื้อนสิ่งสกปรก (สำหรับการจัดแบบแนวราบ), การเชื่อมต่อของแต่ละองค์ประกอบไม่ค่อยสมบูรณ์, ระยะทางเดินไกล ฯลฯ ดังนั้นการจัดองค์ประกอบควรใช้ทั้งสองแบบร่วมกันโดยยังคงให้รับลมธรรมชาติและแสงสว่างได้มาก

ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับบันไดเพื่อใช้เป็นทางสัญจรหลักภายในอาคารนั้น ควรวางอยู่กึ่งกลางระหว่างองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง นั่นหมายถึงลักษณะของอาคารจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยมีบันไดอยู่ส่วนกลาง เมื่อลงพิจารณาความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบและขนาดพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันสามารถแยกองค์ประกอบเป็นพื้นที่ 2 ส่วนได้ดังนี้

พื้นที่ส่วน ก.	ส่วนกลาง	พื้นที่ส่วน ข.
(บริเวณที่มีพื้นที่ประมาณ 32-35 ม ²)	(ห้องน้ำและบันได)	(บริเวณที่มีพื้นที่ประมาณ 20 ม ²)

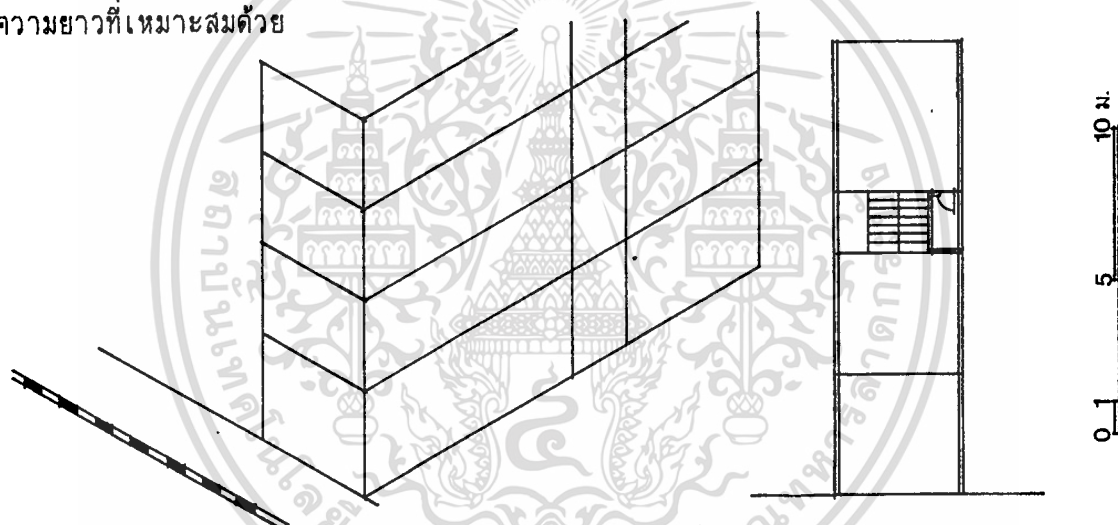
พื้นที่ประกอบการค้า	บันได	พื้นที่เก็บของ
พื้นที่พักผ่อนครอบครัว	บันได	ห้องครัว, ห้องอาหาร
ห้องนอนพ่อ, แม่	บันได	ห้องนอนลูก 1
พื้นที่ซักล้าง, ตากผ้า, ริดผ้า, เก็บน้ำ	บันได	ห้องนอนลูก 2
		ห้องนอนลูกจ้าง

เมื่อนำองค์ประกอบต่าง ๆ มาจัดรูปทรง เพื่อให้ได้รับลมธรรมชาติ และแสงสว่างจากธรรมชาติ สามารถจัดรูปทรงในเบื้องต้นได้ 4 แบบดังนี้



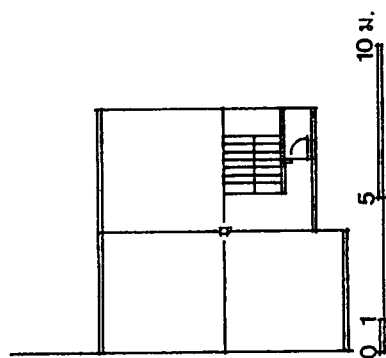
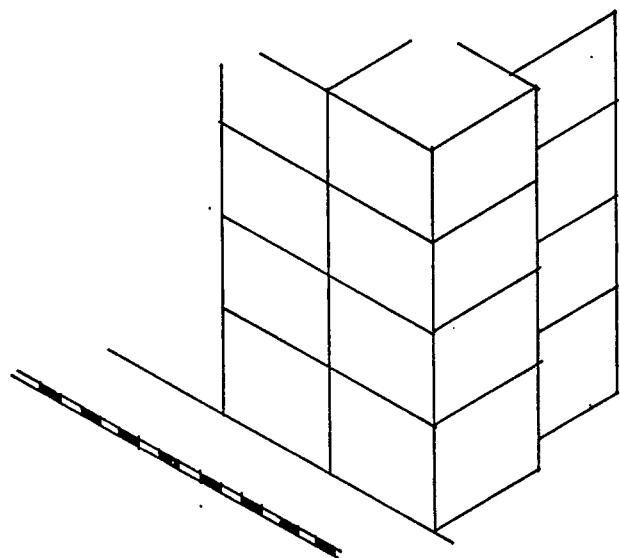
ภาพที่ 6.1. รูปทรงอาคารแบบที่ 1

การจัดรูปทรงแบบนี้มีลักษณะแคบ-ยาว และต่อเรียงเป็นสองหน่วยติดต่อกัน มีการเปิดช่องแสงในส่วนกลางอาคารบริเวณที่เป็นบันได เพื่อนำแสงสว่างเข้ามาช่วยในบริเวณลึกของพื้นที่ส่วน ก. และพื้นที่ส่วน ข. การระบายลมธรรมชาติสามารถเป็นไปได้แต่จะต้องมีการพิจารณาความยาวที่เหมาะสมด้วย



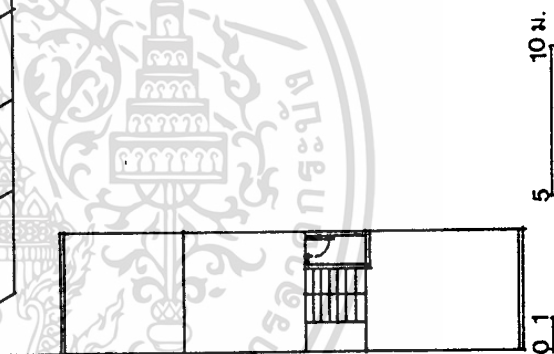
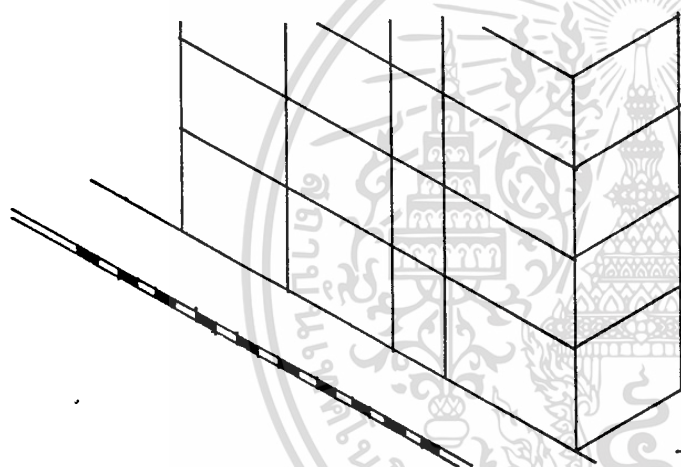
ภาพที่ 6.2. รูปทรงอาคารแบบที่ 2

การจัดรูปทรงแบบนี้มีลักษณะแคบ-ยาว คล้ายแบบแรก แต่มีการจัดเรียงพื้นที่ส่วนที่มีขนาดเดียวกัน ขึ้นไปในแนวตั้งทั้งหมด และมีการเปิดช่องแสงในส่วนกลางอาคารบริเวณที่เป็นบันได เพื่อนำแสงสว่างเข้ามาช่วยในบริเวณลึกของพื้นที่ส่วน ก. และพื้นที่ส่วน ข. การระบายลมธรรมชาติสามารถเป็นไปได้ แต่จะต้องมีการพิจารณาความยาวที่เหมาะสมด้วย



ภาพที่ 6.3. รูปทรงอาคารแบบที่ 3

การจัดรูปทรงแบบนี้มีลักษณะคล้ายรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีการยื่นออกบางส่วน มีการจัดเรียงพื้นที่ที่มีขนาดเดียวกันขึ้นไปในแนวดิ่ง และจัดพื้นที่ทั้งสองส่วนที่มีขนาดต่างกันต่อเรียงไปตามแนวนอน การระบายลมธรรมชาติ และแสงสว่างเป็นไปได้โดยสะดวก



ภาพที่ 6.4. รูปทรงอาคารแบบที่ 4

การจัดรูปทรงแบบนี้ มีลักษณะหน้ากว้างแต่ตื้น มีการจัดเรียงพื้นที่ส่วนที่มีขนาดเดียวกันขึ้นไปในแนวดิ่ง โดยหันด้านยาวของแต่ละส่วนรับลมธรรมชาติ และแสงสว่างจากธรรมชาติให้มากที่สุด

อย่างไรก็ดี แม้ว่ารูปทรงทั้ง 4 แบบในข้างต้น จะสามารถทำให้พื้นที่ของแต่ละองค์ประกอบ ได้รับลมธรรมชาติ และแสงสว่างจากธรรมชาติ แต่พื้นผิวโดนแดดที่ไม่เท่ากัน ส่งผลต่ออุณหภูมิภายในไม่เท่ากันด้วย กล่าวคือ รูปทรงที่มีพื้นที่ผิวที่โดนแดดน้อยกว่า ความร้อนจากภายนอกจะถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารน้อยกว่า ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในเพิ่มขึ้นน้อยกว่า ผลที่ตามมาคือ ภาระความร้อนภายในอาคารที่เกิดจากความร้อนภายนอกอาคารก็จะน้อยตามไปด้วย ซึ่งจะทำให้ความต้องการขนาดพื้นที่ช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศเล็กลง และใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเล็กลงได้ ดังนั้นรูปทรงที่มีพื้นที่รับแดดน้อยที่สุด จึงดีที่สุดในแง่ที่ความร้อนจาก

ภายนอกถ่ายเทเข้าในอาคารน้อยที่สุด

รูปทรงแบบที่	พื้นที่ที่โดนแดด (หน่วย : m^2)					
	ส่วนหน้า	ส่วนหลัง	ส่วนบน	รวมกรณีหน่วย อยู่กลางแถว	ส่วนข้าง	รวมกรณีหน่วย อยู่ริมแถว
1	52	52	120	224	97.5	321.5
2	50	50	60	160	187.5	347.5
3	100	137.5	61	298.5	62.5	361
4	187.5	187.5	60	435	50	485

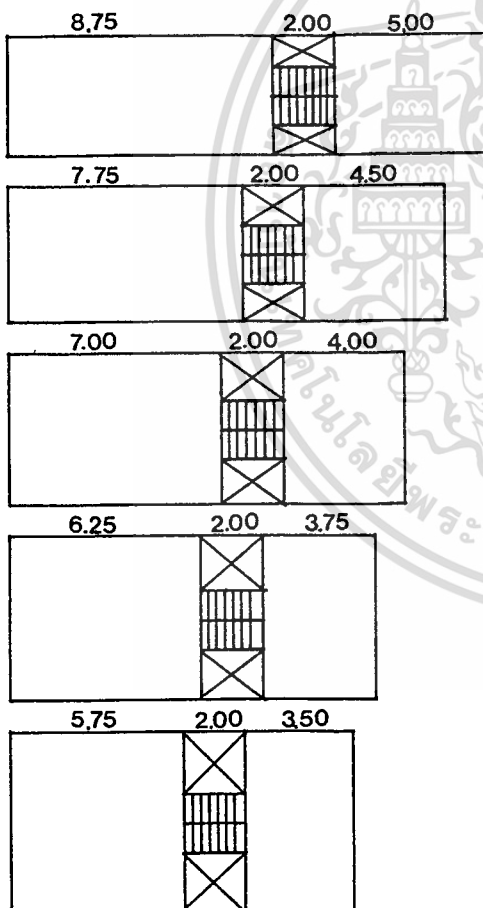
ตารางที่ 6.13 การเปรียบเทียบพื้นที่ที่โดนแดดของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปทรงต่าง ในกรณีหน่วยที่อยู่ตำแหน่งกลางแถวและกรณีหน่วยที่อยู่ตำแหน่งริมแถว

จะเห็นได้ว่ารูปทรงแบบที่ 2 มีพื้นที่ผิวโดนแดดน้อยที่สุด สำหรับกรณีหน่วยที่อยู่กลางแถว และรูปทรงแบบที่ 1 มีพื้นที่ผิวโดนแดดน้อยที่สุด สำหรับหน่วยที่อยู่ริมแถว สำหรับรูปทรงแบบที่ 1 หากดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ดินและค่าก่อสร้างประกอบด้วย จะเห็นได้ว่าค่าลงทุนสูงมาก ทำให้เวลาขายจะขายได้ลำบาก การก่อสร้างรูปทรงแบบที่ 2 ที่หน่วยริมแถว แม้จะมีพื้นที่ผิวรับแดดที่มากกว่า แต่ก็สามารถหาวิธีป้องกันได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการลงทุนน้อยกว่าการก่อสร้างรูปทรงแบบที่ 1 มาก ดังนั้น สรุปได้ว่า - หน่วย "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม. ทั้งกรณีที่อยู่ตำแหน่งกลางแถว และตำแหน่งริมแถว ที่มีรูปทรงหน้าแคบแต่ลึก (แบบที่ 2) เป็นรูปทรงที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ ให้แก่ผู้ใช้อาคาร

อย่างไรก็ดีในเรื่องการระบายอากาศโดยธรรมชาติ และการนำแสงสว่างลงที่ส่วนกลางของอาคาร จะต้องมีการพิจารณาเรื่องขนาดความกว้างและความลึก เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมที่สุด สำหรับอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในขั้นต่อไป

6.3. ขนาดความกว้างและความยาวที่เหมาะสม สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"
ในเขต กทม. ในการแก้ปัญหาเรื่องอุทกภัย และแสงสว่างให้แก่ผู้ใช้อาคาร

เมื่อนำเฟอร์นิเจอร์มาจัดลงในพื้นที่แต่ละองค์ประกอบ โดยพิจารณาให้แสงสว่างภายในอาคารประกอบ จะได้ขนาดความกว้างและความยาวของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่อยู่ในเกณฑ์พิจารณา คือ 4.00 ม. x 15.75 ม., 4.50 ม. x 14.25 ม., 5.00 ม. x 13.00 ม., 5.50 ม. x 12.00 ม., 6.00 ม. x 11.25 ม. (หน่วยที่มีขนาดความกว้าง 3.50 ม. ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่จะนำมาพิจารณา เนื่องจากมีขนาดคับแคบเกินไป อีกทั้งการออกแบบให้แสงสว่างแก่ภายในอาคารกระทำได้ลำบาก ส่วนขนาดความกว้าง 6.50 ม. ขึ้นไป ผู้ซื้อสามารถเลือกซื้อตึกที่มีขนาดความกว้าง 3.50 ม. ต่อกัน 2 หน่วย เป็นทางเลือกที่จะเหมาะสมกว่า แต่ในกรณีของผู้ประกอบการคงจะเป็นการลำบากที่จะต้องสร้าง และขายทุก ๆ 2 หน่วยให้แก่ผู้ซื้อทุกรายด้วย ดังนั้นขนาด 6.50 ม. ขึ้นไปก็จะไม่นำมาพิจารณา)



ขนาดความกว้าง x ความยาว (ม.)	การระบายอากาศโดยธรรมชาติ และแสงสว่างจากธรรมชาติ	ภาวะความร้อน อันเกิดจากพื้นที่ผิวรับแดดภายนอก
4.00 x 15.75	1	5
4.50 x 14.25	2	4
5.00 x 13.00	3	3
5.50 x 12.00	4	2
6.00 x 11.25	5	1

ตารางที่ 6.14 การเปรียบเทียบข้อเด่นและข้อด้อยของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในขนาดความกว้าง x ความยาวต่าง ๆ

หมายเหตุ : ค่า 1 - 5 เป็นค่าเรียงลำดับจากดีน้อยที่สุด ไปถึงดีมากที่สุด

การพิจารณาขนาดความกว้างความยาวของ “ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย” ทั้ง 5 แบบข้างต้น ชัดเจนและข้อดีข้อแตกต่างกันในเรื่องเกี่ยวกับ ความสบายทางอุณหภูมิ และความสบายทางแสงสว่าง ดังนี้

1. ในการพิจารณาบรรยากาศโดยธรรมชาติ และการนำแสงสว่างจากธรรมชาติ เข้ามาภายในอาคาร “ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย” ที่มีความกว้างมากกว่า จะมีการระบายอากาศโดยธรรมชาติที่ดีกว่า และได้แสงสว่างจากธรรมชาติมากกว่า

2. แต่ “ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย” ที่มีขนาดความกว้างน้อยกว่า จะมีการระคายความร้อนที่เกิดจากความร้อนภายนอกอาคารน้อยกว่า ทำให้ในช่วงเวลาที่เปิดใช้เครื่องปรับอากาศ จะเสียค่าไฟฟ้าน้อยกว่า

จะเห็นได้ว่าความกว้าง x ความยาวที่ขนาดต่าง ๆ ข้างต้น มีข้อเด่นและข้อด้อย ไปคนละแบบดังนั้นจะพิจารณาความเหมาะสมในด้านอื่น ประกอบอีก ดังต่อไปนี้

ก. ระดับความสว่างกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้น : หากพิจารณาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในอาคารประเภทนี้ กับระดับความสว่างที่ต้องการ อาคาร “ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย” ที่มีความกว้าง 6.00 เมตร แม้จะสามารถนำแสงสว่างจากภายนอกเข้ามาได้มากที่สุด แต่ระดับความสว่างที่ได้รับสำหรับแต่ละพื้นที่มีมากเกินไปจนเกินไป (จากการทดสอบ “ตึกแถว” ตัวอย่าง ด้วยลักซ์มิเตอร์ ดังกราฟในบทที่ 4 พบว่า อาคารประเภทนี้ที่มีขนาดความกว้าง 4.00 เมตร หากห้องที่อยู่ติดหน้าตึกมีความลึกไม่มากกว่า 5.00 เมตร ระดับความสว่างที่ได้รับจะมีค่าใกล้เคียง 50 ลักซ์ กล่าวคือ มากกว่าและน้อยกว่าอยู่บ้าง ขึ้นอยู่กับทิศทางเดินของดวงอาทิตย์ ซึ่งระดับความสว่างดังกล่าว นำมาใช้กับห้องนอนและห้องพักผ่อนครอบครัวได้)

ข. การสิ้นเปลืองพื้นที่ดิน : อาคาร “ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย” ที่มีขนาดความกว้างมาก อันได้แก่ ความกว้าง 5.50 ม. และ 6.00 ม. เมื่อนำไปจัดวางผัง จะสิ้นเปลืองที่ดิน ด้านหน้าที่เป็นถนน และที่ดินด้านหลังที่ต้องเว้นระยะไว้ตามกฎหมาย มากกว่าอาคารประเภทเดียวกันที่มีความกว้างน้อย

ค. การลงทุนและราคาค่าก่อสร้าง : ขนาดความกว้างที่ 5.50 ม. และ 6.00 ม. เป็นขนาดที่มีราคาค่าก่อสร้างสูงมาก คานต้องหนาและใหญ่ โครงสร้างก็ต้องสร้างให้รับน้ำหนักได้มากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นขนาดดังกล่าวจึงไม่เหมาะในการลงทุน

ง. ขนาดของวัสดุในปัจจุบัน : ขนาดความกว้างที่ 4.00 ม. - 5.00 ม. เป็นขนาดที่มีราคาในส่วนโครงสร้างที่ใช้เหล็กเส้นเป็นวัสดุรวม ไม่แตกต่างกันมาก กล่าวคือในปัจจุบันมีการผลิตเหล็กเส้นที่มีขนาดความยาว 12.00 ม. ออกมาขายโดยมีราคาไม่แตกต่างจากความยาว 10.00 ม. ที่มีขายแต่เดิมมากนัก (เมื่อคิดต่อหน่วยความยาวที่เท่ากัน) ซึ่งจะนำมาใช้สร้างคานที่มีความยาว 5.00 ม. และ 4.00 ม. ได้ อย่างไรก็ตามที่ขนาดความกว้าง 4.00 ม. และ 4.50 ม. การออกแบบช่องแสงสว่างของช่วงกลางอาคารยังมีขนาดคับแคบเกินไป ทำให้แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะท้อนจากส่วนบนของอาคารไม่สามารถส่องลงไปถึงชั้นต่ำ ๆ ของอาคารได้

จ. เส้นรอบรูปของอาคารกับพื้นที่ผนังที่ลดลง : หากเปรียบเทียบเส้นรอบรูป ขนาดความกว้างที่ 5.00 ม. จะมีเส้นรอบรูปที่สั้นกว่าขนาดความกว้างที่ 4.00 ม. ถึง 3.50 ม. ซึ่งแสดงว่าถ้าอาคารสูง 12.50 ม. จะสามารถลดพื้นที่ผนังลงได้ถึง 43.75 ตารางเมตร (ในขณะที่มีพื้นที่ใช้สอยภายในเทียบเท่ากัน)

จากการนิยามดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ขนาดความกว้าง x ความยาวที่ 5.00 ม. x 13.00 ม. เป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในการแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิและแสงสว่าง ให้แก่ผู้ใช้อาคาร และสามารถเป็นไปได้ในการลงทุนด้วย

6.4. การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคาร ที่มีผลต่อการเกิดภาวะความร้อนภายในอาคาร

จากหัวข้อ 5.1 เรื่อง ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร สามารถวิเคราะห์ "ภาระความร้อนเพื่อการปรับอากาศ, Cooling Load" จากการถ่ายเท ความร้อน 5 แบบ ดังกล่าว โดยแยกเป็นส่วนที่เกิดจากตัวสถาปัตยกรรม และไม่ใช้จากตัวสถาปัตยกรรมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบอาคารได้ดังนี้

1. ความร้อนที่เกิดจากคน และเครื่องใช้ไฟฟ้า : ความร้อนส่วนนี้ไม่ใช่ผลที่เกิดจากตัวสถาปัตยกรรมเป็นต้นเหตุ ส่วนใหญ่จะเกิดจากคนและเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก (แท้จริงแล้วตัวสถาปัตยกรรมก็มีส่วนเกี่ยวข้องอยู่เช่นกัน เช่น หากห้องมีอุณหภูมิสูง คนที่อยู่ในห้องดังกล่าว ก็จะมีอัตราการถ่ายเทความร้อนแตกต่างจากเมื่ออยู่ในห้องที่มีอุณหภูมิต่ำ แต่อย่างไรก็ตามในการวิจัยนี้จะถือว่า กรณีดังกล่าวมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก โดยจะกำหนดให้เป็นค่าคงที่ค่าหนึ่งสำหรับแต่ละบุคคล ซึ่งอยู่ในสภาพปกติและประกอบกิจกรรมเบา ๆ ประเภทต่าง ๆ)

2. ความร้อนที่เกิดจากการแทรกซึม หรือรอยรั่วต่าง ๆ : ความร้อนที่เกิดจากฝีมือหรือเทคนิคในการก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งไม่ใช่ผลที่เกิดจากการออกแบบตัวสถาปัตยกรรม โดยในการวิจัยนี้จะถือว่าเหตุการณ์ดังกล่าวมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนน้อยมาก

3. ความร้อนที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิจากพื้นภายใน, ฝ้าภายในและผนังภายใน : ความร้อนนี้เกิดจากตัวสถาปัตยกรรม แต่เป็นส่วนซึ่งเป็นองค์ประกอบภายในที่ไม่โดนแดดโดยตรง เมื่อดูจากสมการ 3 ในหัวข้อ 5.1 คือ

$$Q = U \times A \times (t_o - t_i)$$

จะเห็นว่าพื้นที่ในแต่ละส่วน (A) เป็นค่าคงที่ เนื่องจากการพิจารณาและกำหนดขนาดที่แน่นอนของตึกแถวประเภทนี้, ความแตกต่างของอุณหภูมิข้างห้องและภายในห้อง ($t_o - t_i$) ก็เป็นค่าคงที่ (ผนังดังกล่าวได้แก่ ผนังที่กั้นระหว่างหน่วย, ผนังภายใน ซึ่งจะได้มีการพิจารณาคัดเลือกให้เห็นความเหมาะสมใน CONVENTIONAL DESIGN) ดังนั้นค่าที่น่าสนใจที่ควรนำมาใช้ในการเลือกวัสดุสร้างผนังภายใน, ฝ้าภายในและผนังภายในของตัวสถาปัตยกรรมคือจะต้องเลือกวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ (U-VALUE น้อย)

4. ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนของหน้าต่างกระจกด้านนอก

และ 5. ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนของผนังที่ด้านนอก และหลังคา : ความร้อนจาก 4 และ 5 นี้ เป็นความร้อนที่เกิดจากตัวสถาปัตยกรรมในส่วนกรอบอาคาร ที่ความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกมีผลโดยตรง และเพื่อให้สะดวกแก่การเข้าใจ จะแยกความร้อนที่เกิดขึ้นเป็น 2 ส่วน คือ

ก. การถ่ายเทความร้อนที่กระจกและผนังทึบ

กับ ข. การถ่ายเทความร้อนที่หลังคา

ก. การถ่ายเทความร้อนที่กระจก และผนังทึบ

เป็นความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาด้วยวิธีการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) และการนำความร้อน (Conduction) เป็นหลัก การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นนี้สามารถแยกให้เห็นได้ดังนี้

กระจก : ส่วนที่โดนแดด ถ่ายเทความร้อนโดย

- Conduction Gain จากสมการ

$$Q_{f1} = A_f \times U_f \times \Delta t$$

- Direct Radiation และ

- Diffuse Radiation คิดรวมกันจากสมการ

$$Q_{f2} = A_f \times SC \times SF$$

หมายเหตุ : ตัวย่อ f หมายถึงกระจก

: ส่วนที่อยู่ภายใต้ร่มเงา ถ่ายเทความร้อนโดย

- Conduction Gain คิดรวมอยู่ใน Q_{f1}

- Direct Radiation ไม่มี

- Diffuse Radiation ไม่มี (น้อยมาก)

ผนังทึบ : ส่วนที่โดนแดด ถ่ายเทความร้อนโดย

- Conduction Gain และ
- Direct Radiation และ
- Diffuse Radiation จากสมการ

$$Q_w = A_w \times U_w \times TD_{eq}$$

โดย TD_{eq} (Equivalent Temperature Difference)

คือ ค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ขึ้นกับระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุ (แสดงอยู่ในภาคผนวก ข. เรื่อง "ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

สำหรับผนัง

หมายเหตุ : ตัวย่อ W หมายถึงผนังทึบ

: ส่วนที่อยู่ภายในได้รับเงา ถ่ายเทความร้อนโดย

- Conduction Gain คิดรวมอยู่ใน Q_w
- Direct Radiation ไม่มี
- Diffuse Radiation ไม่มี (น้อยมาก)

จากการวิเคราะห์ข้างต้น การถ่ายเทความร้อนที่กระจกและผนังทึบดังกล่าว คือ การถ่ายเทความร้อนผ่านทางกรอบอาคารนั่นเอง ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านทางกรอบอาคารนี้ เรียกว่า "ค่า OTTV" (Overall Thermal Transfer Value) ซึ่งรวมความร้อนแสดงเป็นสมการ ได้ดังนี้

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

- * "ในกรณีของการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร จะเป็น การถ่ายเทความร้อนแบบสภาวะไม่คงที่ ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์, การแผ่รังสีของผนังอาคาร, อุณหภูมิภายนอกอาคาร รวมทั้งลักษณะโครงสร้างของอาคาร อย่างไรก็ตาม การคำนวณความร้อนที่ถ่ายเทแบบสภาวะไม่คงที่นั้นมีความยุ่งยาก ซับซ้อนมาก จึงได้มีการปรับการคำนวณแบบสภาวะไม่คงที่ ให้อยู่ในรูปแบบสภาวะคงที่ ด้วย การเสนอค่า TD_{eq} "

เมื่อ OTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านทางกรอบอาคาร (W/m^2)

A_w คือ พื้นที่ของผนังทึบ (m^2)

U_w คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ
($W/m^2 K$)

TD_{eq} คือ ค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Equivalent Temperature Difference, K) สำหรับผนัง

A_f คือ พื้นที่ของกระจก (m^2)

U_f คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก ($W/m^2 K$)

ΔT คือ ค่าผลต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร (K)

SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient)

โดย $SC = SC_1 \times SC_2$

เมื่อ SC_1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก

SC_2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

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

เมื่อ G คือ อัตราส่วนของพื้นที่ที่กระจกโดนแสงแดดต่อพื้นที่ทั้งหมด หรือเท่ากับ $(A_s)/A$

A_s คือ พื้นที่กระจกส่วนโดนแสง (m^2)

A คือ พื้นที่รวมของกระจก (m^2)

I_D คือ พลักซ์ของรังสีโดยตรงดวงอาทิตย์ (W/m^2)

I_u คือ พลักซ์ของรังสีกระจายของดวงอาทิตย์ (W/m^2)

I_t คือ พลักซ์ของรังสีรวมดวงอาทิตย์ (W/m^2)

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (W/m^2)

โดย $SF = \text{ค่าคงที่} \times CF$

เมื่อ ค่าคงที่ คือ ค่าคงที่รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนหน้าต่างที่ยอมรับนำมาใช้ในเขต กทม. (เท่ากับ 160)

CF คือ ค่าตัวประกอบแก้ไข (Correction Factor) สำหรับมุมเอียงหนึ่ง ๆ ในทิศหนึ่ง ๆ ของกระจกส่วนผนัง

A_o คือ พื้นที่รวมทั้งหมดของผนัง (m^2)

จากสมการ OTTV โดยอาศัยความสัมพันธ์ของค่าย่อยของแต่ละตัวแปร ทำให้สามารถวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคารที่โดนแดดได้ดังต่อไปนี้

ก.1. ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านทางกรอบอาคารนี้จะน้อยที่สุด

เมื่อ -ไม่มีส่วนที่เป็นกระจกเลย และ

-ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (U_w) มีค่าต่ำ

จากการวิเคราะห์นี้สำหรับแต่ละหน่วยของอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งนักอาศัย" ในเขตกทม. ที่จะนำเสนอคงเป็นไปได้ยากในกรณีที่จะไม่ใช้กระจกเลย เนื่องจากยังต้องการการระบายอากาศโดยธรรมชาติ เพื่อช่วยให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายทางอุณหภูมิ ในกรณีที่สภาพอากาศภายนอกอยู่ในเกณฑ์สบาย (Comfort Zone), ต้องการแสงสว่างจากธรรมชาติ (Daylight) มาใช้ในเวลากลางวันให้มาก และยังต้องการทัศนียภาพจากภายนอกอาคาร โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์พบว่า หน่วยที่อยู่ริมชายสุดและขวาสุดของแถวในส่วนผนังด้านข้างไม่ควรมีส่วนที่เป็นกระจกเลย (ในกรณีนี้แสงสว่าง (Daylight) ที่เข้ามาทางส่วนอื่น ๆ ต้องพอเพียงที่จะทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายอยู่แล้วด้วย)

ก.2. ขนาดของพื้นที่กระจกไม่ควรมากนัก ควรมีขนาดเพียงพอที่สามารถระบายอากาศโดยธรรมชาติ ในช่วงเวลาที่อากาศภายนอกอยู่ในเกณฑ์สบายได้ และสามารถให้แสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารในช่วงเวลากลางวันได้อย่างพอเพียงเท่านั้น

ก.3. หากค่าการถ่ายเทความร้อนของกระจกมีค่าต่ำ ความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาก็จะน้อย ดังนั้นหากเป็นไปได้ควรเลือกใช้กระจกที่มีค่าการนำความร้อน (U_g) ต่ำ (แต่ทั้งนี้ต้องสัมพันธ์กับการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ในเวลากลางวันด้วย)

ก.4. ค่า SC_1 นอกให้รู้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกที่เลือกใช้ควรมีค่าต่ำ

ก.5. ค่า SC_2 จะน้อยที่สุดเมื่อส่วนที่เป็นกระจกอยู่ใต้ร่มเงาตลอดเวลา แสดงว่าควรจะต้องออกแบบแผงบังแดดให้ส่วนที่เป็นกระจกเกิดร่มเงาได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (ทั้งนี้ต้องดูค่าอุณหภูมิภายในและค่าใช้จ่ายด้านอื่น ๆ ประกอบด้วย)

ก.6. ค่า SF นอกให้รู้ว่าการหันกรอบอาคารไปในทิศทางที่ค่า CF มีค่าน้อยที่สุด ค่าความร้อนที่ผ่านเข้ามาก็จะน้อยที่สุด จากการอ่านค่าตัวประกอบแก้สำหรับผนัง พบว่าผนังด้านทิศเหนือซึ่งระนาบของผนังทำมุมกับระนาบพื้นเท่ากับ 90 องศา จะมีค่าน้อยที่สุด (ดังจะแสดงในภาคผนวก ข. เรื่องค่าตัวประกอบแก้สำหรับผนัง)

อย่างไรก็ดี ลักษณะของผนังที่หันรับความร้อนจากภายนอกนี้ มิได้มีในทิศทางเดียว หากแต่มีทิศทาง 2 ด้าน หรือ 3 ด้านตามลักษณะตำแหน่งในแถวดังนี้

ก.6.1. หน่วยที่อยู่ช่วงกลางของแถว : ได้แก่ ผนังด้านหน้าและด้านหลัง โดยมีทิศทางตรงข้ามกัน

ทิศด้านหน้าอาคาร	ค่าตัวประกอบแก้ไขสำหรับผนัง (CF) (ในการนี้หมายถึงด้านหน้าและด้านหลังมีพื้นที่พอ ๆ กัน และ กำหนดให้ค่าตัวแปรทุกตัวเป็นค่าคงที่ที่เท่ากัน)		
	ด้านหน้า	ด้านหลัง	ผลรวม
เหนือ	0.70	1.11	1.81
ใต้	1.11	0.70	1.81
ตะวันออกเฉียงเหนือ	0.87	1.13	2.00
ตะวันตกเฉียงใต้	1.13	0.87	2.00
ตะวันออก	1.12	1.03	2.15
ตะวันตก	1.03	1.12	2.15
ตะวันออกเฉียงใต้	1.17	0.84	2.01
ตะวันตกเฉียงเหนือ	0.84	1.17	2.01

ตารางที่ 6.15 แสดงผลรวมของค่าตัวประกอบแก้ไขสำหรับผนังที่มีการรับความร้อนจากภายนอกของหน่วยที่อยู่ช่วงกลางของแถว

ผลรวมดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การหันด้านหน้าอาคารในทิศเหนือหรือใต้ ความร้อนที่ผ่านเข้ามาในอาคารจะน้อยที่สุด โดยปกติการสร้างอุปกรณ์บังแดดมักเป็นส่วนของอาคารออกมาในด้านหน้าของอาคารมากกว่าด้านหลัง (เมื่อพิจารณาพระราชบัญญัติและการเว้นระยะด้านหลังให้น้อยที่สุดประกอบ และโดยความเป็นจริงด้านหลังของอาคารประเภทนี้มักไม่ได้รับการใส่ใจจากทุก ๆ ฝ่าย) ซึ่งทำให้ตึกแถวเท่าที่ผ่านมามีส่วนมาก ค่า OTTV ของด้านหลังอาคารมีค่าสูงกว่าด้านหน้าอาคารเสมอ ตัวอย่างผลดังกล่าวดูได้จาก การคำนวณค่า OTTV ของ "ตึกแถวตัวอย่างที่นำมาทดสอบ" ในบทที่ 4 ดังนั้นจึงควรหันด้านหน้าของอาคารในทิศทางที่มีค่าตัวประกอบแก้ไขมากกว่า ในขณะที่ผลรวมค่าตัวประกอบแก้ไขเท่ากัน ซึ่งสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า ลำดับที่ดีที่สุดของการหันด้านหน้าของอาคารเป็นไปดังนี้

1. ทิศใต้ ดีที่สุด
2. ทิศเหนือ
3. ทิศตะวันตกเฉียงใต้
4. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

5. ทิศตะวันออกเฉียงใต้
6. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
7. ทิศตะวันออก
8. ทิศตะวันตก แยกที่สุด

อย่างไรก็ตามหากมีการสร้างอุปกรณ์บังแดดในด้านหน้าและด้านหลังอาคาร ให้บังแดดได้ตลอดเวลา หรือไม่สามารถบังแดดได้เลยเหมือนกันแล้ว การหันด้านหน้าอาคารในทิศที่มี ผลรวมเท่ากันจะได้ผลอย่างเดียวกัน ซึ่งลำดับที่ดีที่สุดของการหันด้านหน้าของอาคาร จะเป็นไปดังนี้

1. ทิศเหนือ หรือทิศใต้ ดีที่สุดเหมือนกัน
2. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หรือทิศตะวันตกเฉียงใต้
3. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ หรือทิศตะวันออกเฉียงใต้
4. ทิศตะวันตก หรือทิศตะวันออก ... แยกที่สุดเหมือนกัน

ก.6.2. หน่วยที่อยู่ริมสุดของแถว : ได้แก่วังด้านหน้า-ด้านหลัง โดยมีทิศทางตรงกันข้าม และที่ผนังด้านข้างริมสุดที่ไม่ติดหน่วยอื่น จากการวิเคราะห์ได้ผลสรุปในข้อ ก.1 ว่า ด้านหนึ่งด้านใดจะมีความร้อนถ่ายเทเข้าอาคารน้อยที่สุด เมื่อเป็นผนังทึบทั้งหมดและมีค่าการนำความร้อน (U) ต่ำ ในส่วนผนังด้านข้างริมสุดที่ไม่ติดหน่วยอื่นนี้ หากได้มีการออกแบบให้มีพื้นที่หน้าต่างเข้าและออก ในส่วนด้านหน้าและด้านหลังอย่างเพียงพอ ในการระบายอากาศธรรมชาติ (เมื่ออากาศภายนอกอยู่ในเกณฑ์สบาย) แล้ว ก็ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีการเปิดที่เป็นกระจก เนื่องจากจะเป็นการเพิ่มภาระความร้อน ให้แก่อาคารโดยเปล่าประโยชน์ อย่างไรก็ตามแม้ว่าจากสมการ OTTV ผนังทึบที่เหมือนกันจะมีค่าเท่ากันในทุกทิศทางก็ตาม แต่เมื่อดูช่วงเวลาในการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกจากผนัง ในช่วงบ่ายไปถึงช่วงกลางคืนแล้ว สามารถสรุปได้ว่าด้านที่หันสู่ทิศทางด้านทิศตะวันออก จะดีกว่าทิศตะวันตกสำหรับ อาคารประเภท "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม. (หมายเหตุ : การสรุปว่า หันทิศเหนือดีกว่าในช่วงลำดับท้าย ๆ เพราะ จำนวนชั่วโมงที่แสงอาทิตย์ใน กทม. อ้อมในทิศเหนือน้อยกว่าทิศใต้) ดังนั้นการเรียงลำดับที่ดีที่สุดของการหันด้านหน้าของอาคารและหน่วยริมเป็นไปดังนี้

1. ทิศใต้ หน่วยริมด้านทิศตะวันออก
2. ทิศใต้ หน่วยริมด้านทิศตะวันตก
3. ทิศเหนือ หน่วยริมด้านทิศตะวันออก
4. ทิศเหนือ หน่วยริมด้านทิศตะวันตก
5. ทิศตะวันตกเฉียงใต้ หน่วยริมด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้
6. ทิศตะวันตกเฉียงใต้ หน่วยริมด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

7. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หน่วยริมด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้
8. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หน่วยริมด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
9. ทิศตะวันออกเฉียงใต้ หน่วยริมด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
10. ทิศตะวันออกเฉียงใต้ หน่วยริมด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้
11. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ หน่วยริมด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
12. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ หน่วยริมด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้
13. ทิศตะวันออก หน่วยริมด้านทิศเหนือ
14. ทิศตะวันออก หน่วยริมด้านทิศใต้
15. ทิศตะวันตก หน่วยริมด้านทิศเหนือ
16. ทิศตะวันตก หน่วยริมด้านทิศใต้

ก.7. นอกจากนี้ผนังทึบที่โดนแดดโดยตรงจาก Direct Radiation (ไม่ได้มีการแสดงผลไว้ในสมการ OTTV) มีค่าการถ่ายเทความร้อนมากกว่าผนังทึบที่ไม่โดนแดด ดังจะสังเกตได้จากสภาพจริงที่เกิดขึ้นทั่วไป ดังนั้นแล้วหากเป็นไปได้ การออกแบบผนังแดดควรมีส่วนที่ทำให้ผนังทึบเกิดร่มเงาได้มาก

ข. การถ่ายเทความร้อนที่หลังคา

เช่นเดียวกับส่วนผนังทึบด้านนอกและกระจกด้านนอก ความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาในส่วนนี้ เข้ามาด้วยวิธีการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) และการนำความร้อน (Conduction) เป็นหลัก ส่วนความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาด้วยวิธีการพาความร้อน (Convection) นั้น มีอยู่บ้างแต่มีปริมาณน้อย โดยในที่นี้จะสมมติว่า หลังคามีสลักหีบปิดอย่างสนิท, ไม่มีรอยรั่วหรือรูอากาศที่สามารถทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการพาได้เลย

การวิเคราะห์ประมวลผลด้วยวิธีการอินทิเกรต (Integrating) เท่าที่มีการศึกษากันไว้พบว่า การถ่ายเทความร้อนที่เข้ามาทางหลังคา และเข้าสู่อาคารทางฝ้าเพดาน โดยทั่วไปแล้วมีอัตราส่วนโดยประมาณคือ

- โดยวิธีการนำความร้อนและการพาความร้อน 13%*
- โดยวิธีการแผ่รังสีความร้อน 87%*

หมายเหตุ : เปอร์เซ็นต์ คือ ความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาทางหลังคา

หากไม่รวมความร้อนที่ผ่านเข้ามาด้วยวิธีการพาความร้อน (Convection) ดังที่ได้สมมติเหตุการณ์ไว้ในข้างต้น การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นทางหลังคา สามารถแยกให้เห็นได้เช่นเดียวกับการถ่ายเทความร้อนที่กระจกและผนังทึบด้านนอก ค่าการถ่ายเทความร้อนทางหลังคาดังกล่าว เรียกว่า "ค่า RTTV (Roof Thermal Transfer Value) ซึ่งแสดง

* บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด, ข้อมูลแผ่นสะท้อนความร้อนซีแพคโมเนีย, เอกสารประกอบการบรรยาย

เป็นสมการได้ดังนี้

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

เมื่อ RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา (W/m^2)

A_r คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนทึบ (m^2)

U_r คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนทึบ (W/m^2K)

TD_{eq} คือ ค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Equivalent Temperature Difference, K) ระหว่างภายนอกและภายในสำหรับหลังคา

A_s คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนโปร่งแสง (ช่องรับแสงแบบ Sky Light) (m^2)

U_s คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนโปร่งแสง (W/m^2K)

ΔT คือ ค่าผลต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร สำหรับประเทศไทย เท่ากับ 5 องศาเซลเซียส

SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหลังคาส่วนโปร่งแสง (ช่องรับแสงแบบ Sky Light ที่ทำมุมเอียงกับระนาบพื้นตั้งแต่ ศูนย์องศา และไม่เกิน 65 องศา

หมายเหตุ : หากองศา มากกว่านี้ ช่องรับแสงนี้จะมีลักษณะเหมือน กระจกในส่วนผนัง ซึ่งการคำนวณต้องคิดรวมอยู่ในการคำนวณความร้อนของผนัง)

โดยตัวประกอบย่อย มีลักษณะเหมือนกับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของกระจกในส่วนผนัง (กรอบอาคาร)

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (W/m^2)

โดย $SF = \text{ค่าคงที่} \times CF$

เมื่อ ค่าคงที่ คือ ค่าคงที่รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนช่องรับแสง ที่ยอมรับนำมาใช้ในเขต กทม. (เท่ากับ 370)

CF คือ ค่าตัวประกอบแก้ไข (Correction Factor) สำหรับมุมเอียงหนึ่ง ๆ ในทิศหนึ่ง ๆ ของช่องแสงส่วนหลังคา

A_o คือ พื้นที่รวมทั้งหมดของหลังคา (m^2)

จากสมการ RTTV และ ค่าย่อยของแต่ละตัวแปร ทำให้สามารถ

วิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

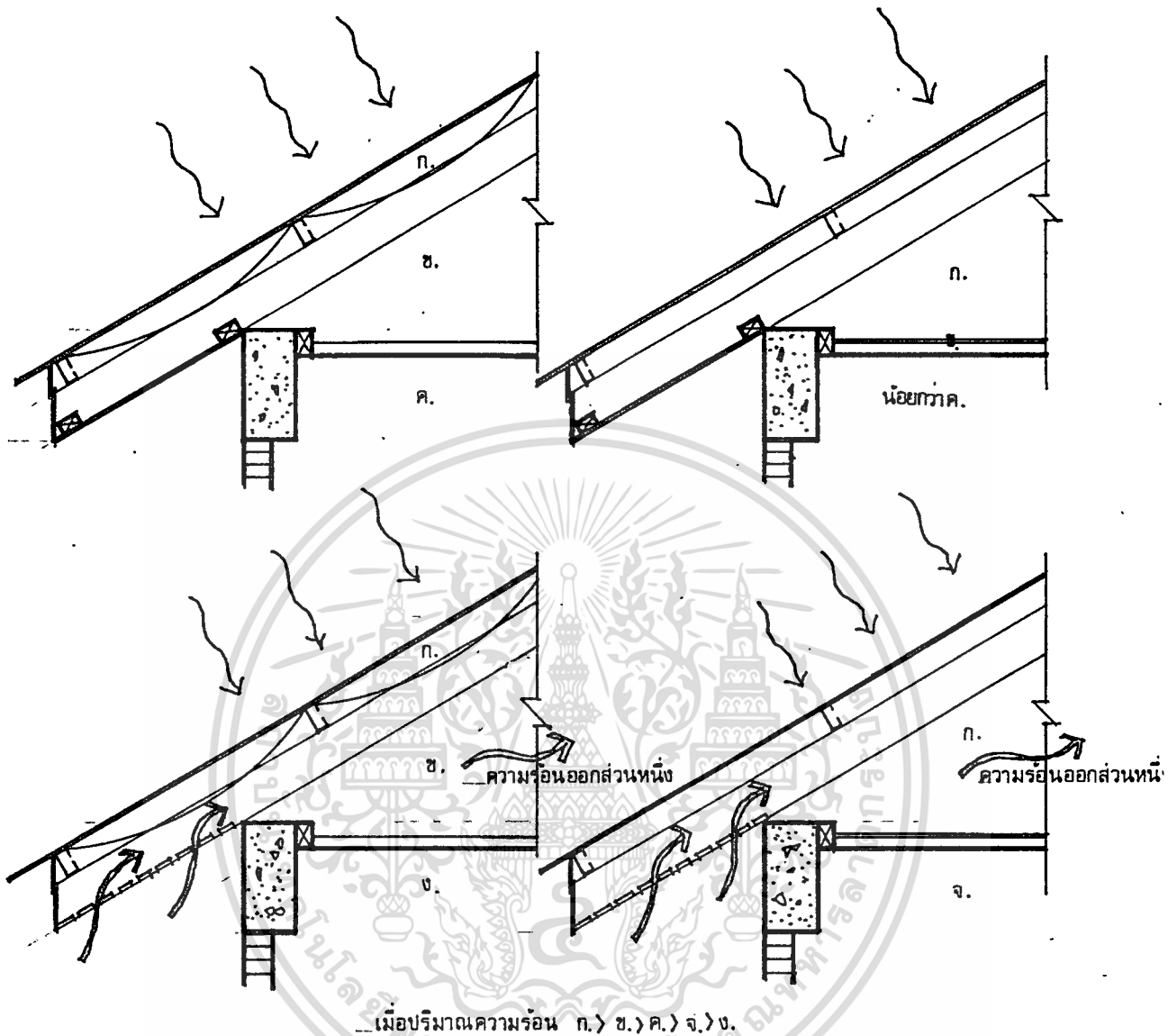
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข.1. ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านทางหลังคานี้ จะน้อยที่สุด เมื่อไม่มีส่วนที่เป็นส่วนโปร่งแสง (ในลักษณะช่องรับแสงแบบ Sky Light) และ
- ข.2. วัสดุหลังคามีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนทึบ (U_r) มีค่าต่ำ
- ข.3. ในกรณีเมื่อเปรียบเทียบค่าการระบายความร้อนของห้องที่อยู่ใต้รูปทรงของหลังคา ที่ใช้วัสดุแบบเดียวกันในทิศทางเดียวกัน จะพบว่าหลังคาที่ทำมุมเอียงกับระนาบพื้นมากกว่า จะมีปริมาตรที่ได้หลังคามากกว่า แสดงว่ามีอากาศที่ใช้เป็นฉนวนได้ ในปริมาตรที่มากกว่าซึ่งจะทำให้ห้องที่อยู่ใต้รูปทรงหลังคานั้นได้รับความร้อนน้อยกว่า (หมายถึงห้องเย็นกว่านั่นเอง)
- ข.4. จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการอินทิเกรต (Integration) เท่าที่มีการศึกษากันมาที่กล่าวแล้วในเบื้องต้น ทำให้ทราบว่าค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาทางหลังคาที่มากที่สุดเข้ามาด้วยวิธีการแผ่รังสีความร้อน ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้วัสดุ ซึ่งสะท้อนความร้อนจากการแผ่รังสีได้มาก

หากที่ชายคามีลักษณะปิด (ระบบปิด) ตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุสะท้อนรังสีควรอยู่ที่เหนือระนาบฝ้าเพดาน ไม่ใช่ติดที่ตำแหน่งใต้ระนาบหลังคา เนื่องจากปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคาเข้ามา จะกระจายความร้อนให้แก่ปริมาตรอากาศที่มากกว่า ปริมาณความร้อนที่สะสมอยู่ต่อหน่วยเดียวกันจึงน้อยกว่า และเมื่อผ่านวัสดุสะท้อนรังสีเข้ามาในอาคารใต้ฝ้าเพดาน จะมีปริมาณความร้อนต่อหน่วยเดียวกัน น้อยกว่านั่นเอง

แต่หากที่ชายคามีลักษณะเปิด (ระบบเปิด) เพื่อช่วยระบายความร้อนของอากาศใต้หลังคาด้วยวิธีการพาความร้อนออก สมควรจะติดตั้งวัสดุสะท้อนรังสีไว้ในตำแหน่งใต้ระนาบหลังคา เพื่อให้ความร้อนที่จะถ่ายเทเข้ามาสู่ส่วนอากาศใต้หลังคามีปริมาณน้อย ทำให้การระบายความร้อนเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

สำหรับสภาพอากาศในเขต กทม. ในช่วงเวลากลางวันเกือบตลอดทั้งปี ค่าอุณหภูมิมีค่าไม่ต่ำมาก จึงไม่สมควรจะสะสมความร้อนไว้ใต้หลังคา (ในเวลากลางวัน) เพื่อจะนำมาใช้ในตอนกลางคืน ดังนั้นหลังคาของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม. นี้ จึงควรใช้หลังคาแบบเปิด และมีวัสดุสะท้อนความร้อนติดที่ใต้ระนาบหลังคา อย่างไรก็ตามในฤดูหนาว อากาศในช่วงกลางคืนอาจมีอุณหภูมิต่ำมาก ดังนั้นจึงควรออกแบบฝ้าชายคาให้สามารถปิดได้ด้วย



ภาพที่ 6.5. (บน) แสดงความแตกต่างกัน ของตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุสะท้อนรังสีความร้อน เมื่อได้ขยายคามมีการปิด (ระบบปิด)

(ล่าง) แสดงความแตกต่างกัน ของตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุสะท้อนรังสีความร้อน เมื่อได้ขยายคามมีการเปิดเพื่อระบายอากาศร้อนออกไปได้ส่วนหนึ่ง (ระบบเปิด)

ข.5. จากข้อ ข.4.สามารถวิเคราะห์ต่อไปได้อีกว่า สมควรจะทำห้องเปิดเพื่อระบายความร้อน ใต้หลังคาออกไปโดยเร็ว โดยห้องเปิดเข้าและออกจะต้องมีพื้นที่เพียงพอในการระบาย ความร้อนรวม (COOLING LOAD) ในส่วนใต้หลังคาที่ออกไป หรือหากการระบาย อากาศโดยธรรมชาติเป็นไปได้โดยลำบาก อาจจำเป็นต้องติดตั้งช่องระบายอากาศ (ROTARY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

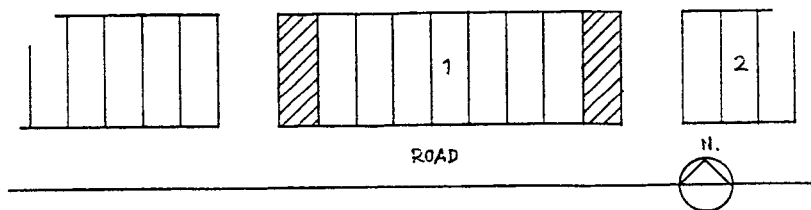
WIND TURBINE) เพื่อช่วยระบายอากาศร้อนออกไป

6.5. การวิเคราะห์ CONVENTIONAL DESIGN เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิสำหรับ "ตึกแถว ลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.

ปัญหาเรื่องอุณหภูมิภายในอาคารที่ทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบายหรือไม่นั้น เกิดจาก ตัวแปรสาเหตุทางด้านอุณหภูมิ 4 ประการคือ อุณหภูมิ (กระเปาะแห้ง), ความชื้น, ความเร็วลม และผลกระทบจากการแผ่รังสี ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพอากาศและความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ในกรณีที่สภาพอากาศภายนอกอยู่ในเกณฑ์สบายไม่ต้องการปรับปรุงตัวแปรตัวใด การออกแบบใน ชั้น CONVENTIONAL DESIGN ที่เหมาะสม และพยายามให้ความร้อนจากภายนอกถ่ายเทเข้าสู่ ภายในอาคารน้อยที่สุด ก็เป็นการเพียงพอที่จะทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางอุณหภูมิได้ ซึ่งจะแยกการวิเคราะห์รายละเอียดต่าง ๆ ได้ดังนี้

6.5.1. การจัดวางอาคารเพื่อรับลม

สำหรับอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" การจัดวางอาคารสำหรับ แต่ละหน่วยโดยให้ส่วนยาวของอาคาร อยู่ในด้านทิศเหนือและใต้ เพื่อให้มีพื้นที่ในการระบาย อากาศได้มากที่สุดนั้น แม้ว่าจะเป็นวิธีการจัดวางหน่วยอาคารที่ดีแต่จะเป็นไปได้ยาก เนื่องจาก ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้พื้นที่ของอาคารประเภทนี้ประกอบกับค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง อย่างไรก็ตามโดยความเป็นจริงการวางทุกหน่วยย่อยของตึกแถว โดยให้ส่วนยาวหันรับลมจากทิศเหนือ และทิศใต้นั้น ไม่มีความจำเป็นนัก เนื่องจากการสร้างอาคารประเภทนี้ จะสร้างต่อเนื่องกัน ไปในแนวยาว ทำให้กลุ่มอาคารโดยรวมมีพื้นที่ด้านหน้ากว้าง อันเป็นการดักลมให้แก่หน่วยย่อย ดังนั้น โดยหลักการดังกล่าวสามารถกล่าวได้ว่า การวางแถวกลุ่มอาคารควรหันด้านยาวของแถว อาคารในด้านทิศเหนือและใต้จะรับลมได้ดีที่สุด และไม่ควรวางอาคารให้แถวของอาคารหันสู่ด้าน ทิศตะวันตกและตะวันออก (การวิเคราะห์นี้ยังสอดคล้องกับเรื่องการวิเคราะห์ส่วนประกอบของ อาคาร ที่มีผลต่อการเกิดภาวะความร้อนภายในอาคารอีกด้วย)



ภาพที่ 6.6.ผังการจัดทิศทางของแถวอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"

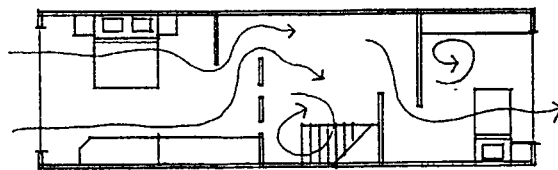
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพจะเห็นได้ว่า สำหรับยูนิตสุดท้ายของแถวอาคารชุดที่ 1 ทั้งในด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกนั้น ยูนิตดังกล่าว ส่วนยาวของอาคารมีพื้นที่รับความร้อนจากทางด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกมาก ดังนั้นสำหรับยูนิตริมนี้ จะต้องมีการแก้ปัญหาเพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร ด้วยการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม และไม่ควรจะมีช่องเปิดลมหรือช่องเปิดแสงสว่างเลย

หมายเหตุ : การวางแถวอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ตามทิศทางที่ได้วิเคราะห์นี้ แม้จะดีที่สุดแต่ทว่าอาคารที่เกิดขึ้นจริงนั้น จะเกิดในลักษณะยาวไปตามแนวของถนน ซึ่งการกำหนดทิศทางที่แน่นอนเช่นนี้ สำหรับทุก ๆ แห่ง คงจะกระทำได้ยาก ดังนั้นจะมีการวิเคราะห์อาคารใน 8 ทิศทางหลักในขั้นต่อไป อย่างไรก็ตามสำหรับการหันด้านหน้าอาคารสู่ทิศตะวันออกหรือตะวันตกนั้น หากเป็นไปได้ในความเป็นจริง ผู้วิจัยเห็นว่าไม่ควรสร้างเป็นอย่างยิ่ง

6.5.2. การจัดพื้นที่ในอาคาร

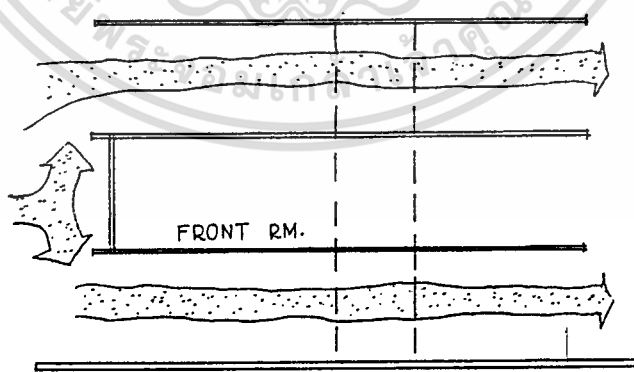
การวิเคราะห์ตามวิธีการของ Mahoney ได้พบว่าควรเป็นส่วนโล่งให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก และไม่มีการกั้นผนังทึบนั้น หมายถึง การจัดผังในแต่ละหน่วย ควรมีลักษณะเป็น "Open Plan" (การจัดผังแบบเปิด) โดยทั่วไปตึกแถวส่วนมากจะทำเป็นห้องโล่ง ซึ่งมีลักษณะแคบยาวมาก ผู้ใช้อาคารจึงได้ต่อเติมให้มีการกั้นผนังระหว่างห้อง เพื่อให้เกิดความเป็นสัดส่วนซึ่งทำให้เกิดมีลักษณะห้องซ้อนกันมากมาย อันเป็นสาเหตุใหญ่อีกประการ ที่ทำให้การระบายอากาศโดยธรรมชาติเป็นไปได้ยาก การจัดพื้นที่ภายในที่เหมาะสมควรจัดในลักษณะ "Open Plan" แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเป็นส่วนตัวด้วย พื้นที่ที่ไม่ต้องการความเป็นส่วนตัวมากนัก สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" เช่น บริเวณพักผ่อนครอบครัว, บริเวณทานอาหาร จึงไม่ควรมีผนังกั้น อย่างไรก็ตามก็ควรออกแบบให้มีลักษณะปิดได้ในบางเวลาที่จำเป็นจะต้องใช้เครื่องอากาศ เช่น การใช้ผนังบานเฟี้ยมพลาสติก หรือบานเฟี้ยมไม้ลูกนกกระจก ส่วนพื้นที่ที่ต้องการความเป็นส่วนตัวมาก เช่น ห้องนอนต่าง ๆ ควรออกแบบผนังระหว่างห้องให้มีลักษณะเปิดและปิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติส่วนอื่นได้ เมื่อต้องการ แต่จะต้องมีความเป็นส่วนตัวอยู่ เช่น การใช้บานเกล็ดกระจกผ้าชนิดปรับมุมได้ และไม่ต้องใส่มุ้งลวด



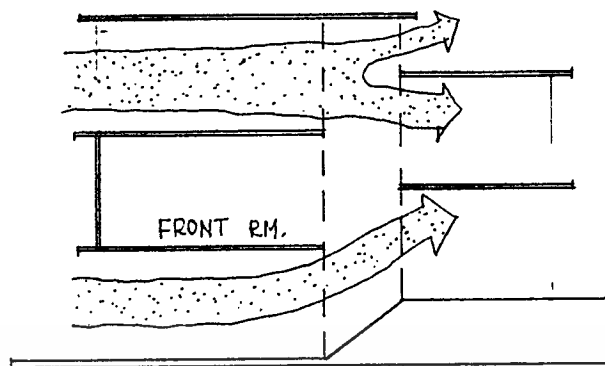
ภาพที่ 6.7. แสดงตัวอย่างการแบ่งส่วนพื้นที่ภายในโดยใช้การแบ่งพื้นที่แบบ "Open Plan" เพื่อให้การระบายอากาศโดยธรรมชาติเป็นไปได้โดยสะดวกอีกวิธีหนึ่ง

6.5.3. การระบายอากาศของอาคาร

สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" อาคารควรมีลักษณะทางเดินจ่ายด้านเดียว (Room Single Banked) เพื่อให้มีทิศทางเปิดให้อากาศถ่ายเทได้มาก นั่นหมายถึง โถงจ่ายเข้าห้องควรมีพื้นที่ไม่มาก เพื่อให้ส่วนที่เหลือสามารถเปิดระบายอากาศได้มาก อีกทั้งไม่ควรมีห้องซ้อนกัน เพื่อให้อากาศระบายได้สะดวก วิธีการจัดผังภายในแบบ "Open Plan" แม้จะแก้ปัญหาได้วิธีหนึ่ง แต่ก็ควรให้มีห้องซ้อนกันน้อยที่สุดสำหรับในแต่ละชั้น การจัดพื้นที่ส่วนหน้าและส่วนหลังอาคารแบบต่างระดับ เป็นวิธีหนึ่งซึ่งใช้ได้ผลดีสำหรับการแก้ปัญหาห้องซ้อนกัน เนื่องจากหากห้องส่วนหน้าห้องใดห้องหนึ่งมีการปิดหน้าต่าง ห้องส่วนหลังก็ยังสามารถมีการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้บ้าง แต่ทั้งนี้ต้องระวังเรื่องความเป็นส่วนตัวด้วย



ภาพที่ 6.8. ลักษณะการจัดให้ห้องส่วนหน้าและส่วนหลังอยู่ในชั้นเดียวกัน แม้จะมีการจัดพื้นที่ภายในแบบ "Open Plan" ถ้าห้องส่วนหน้าซึ่งรับลมมีการปิดหน้าต่าง จะทำให้ห้องส่วนหลังไม่เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติด้วย



ภาพที่ 6.9. ลักษณะการจัดห้องส่วนหน้าและส่วนหลังต่างระดับกัน จะทำให้ห้องส่วนหลังมีโอกาสในการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้ดีกว่า

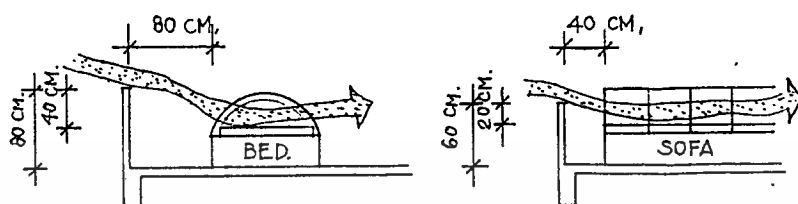
6.5.4. ขนาดช่องเปิดของอาคาร

เพื่อให้การระบายอากาศโดยธรรมชาติของอาคารในเขตกรุงเทพฯ เป็นไปอย่างเหมาะสม ควรเปิดช่องเปิด 40% - 80% ของพื้นที่ผนัง ซึ่งควรเปิดในทิศทางเหนือ-ใต้ สำหรับขนาดของช่องเปิดของอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ซึ่งต้องอยู่ในเกณฑ์ 40% - 80% ของพื้นที่ผนังนี้จะต้องมีการวิเคราะห์ร่วมกับเรื่อง การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร เพื่อให้อาคารมีการระความร้อนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะได้สรุปเปอร์เซ็นต์ที่เหมาะสม ของช่องเปิดในขั้นตอนต่อ ๆ ไป เปอร์เซ็นต์ช่องเปิดที่เหมาะสมสำหรับอาคาร ที่มีความต้องการ ให้ผู้อยู่อาศัยสามารถใช้ทั้งระบบระบายอากาศโดยธรรมชาติ และเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาที่จำเป็น (เนื่องเป็นการประหยัดพลังงานแก่อาคาร) นั้น มีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากอาคารที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศต้องการช่องเปิดน้อย เพื่อย่นยาลดการถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่อาคารให้น้อยที่สุด (ยังไม่ได้อ้างถึงการนำแสงสว่างจากภายนอกเข้ามาใช้) แต่สำหรับกรณีใช้การระบายอากาศจากธรรมชาติในเวลาที่ยังอากาศภายนอกอยู่ในเกณฑ์สบายแล้ว ก็มีความต้องการช่องเปิดที่เพียงพอเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายด้วยเช่นกัน

6.5.5. ตำแหน่งของช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศ

อยู่ในแนวเหนือและใต้ ที่ระดับช่วงตัว (Body Height) เพื่อเปิดรับลม สำหรับระดับช่วงตัวนี้ คือระดับที่เกิดกิจกรรมต่าง ๆ อันได้แก่ การนั่ง, การนอน ซึ่งโดยมาก ระดับที่ทำกิจกรรม ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" จะอยู่สูง 40 เซนติเมตรจากพื้น ประกอบกับระยะห่างของการวางเฟอร์นิเจอร์กับช่องเปิดต้องสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของลม เช่น

หากช่องเปิดมีความสูง 80 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตรจากพื้น การวางเฟอร์นิเจอร์ เพื่อให้ผู้ประกอบกิจกรรมได้รับความสบาย จะต้องอยู่ห่างจากผนังด้านลมเข้า อย่างน้อยเป็น ระยะเท่ากับ 80 เซนติเมตร

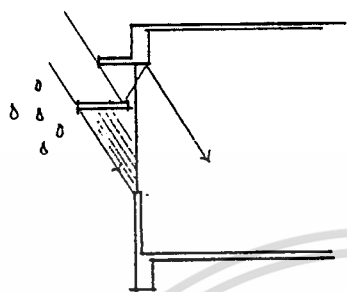


ภาพที่ 6.10. แสดงระดับของการเปิดหน้าต่างเพื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม ที่เกิดขึ้นโดย จะต้องสัมพันธ์กับระยะห่างของการวางเฟอร์นิเจอร์ตามลักษณะการเคลื่อนตัวของลม

และ 40 เซนติเมตรตามลำดับ อย่างไรก็ตามการออกแบบช่องเปิดที่ตำแหน่งต่ำ ๆ จากพื้นห้อง ควรระวังเรื่องภาวะความร้อนภายในอาคารประกอบกับความเป็นส่วนตัวของผู้อยู่อาศัยร่วมด้วย อนึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่า ตำแหน่งช่องเปิดที่อยู่สูงจากระดับพื้นห้อง 80 เซนติเมตร เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีความเป็นส่วนตัวมากกว่าช่องเปิดที่อยู่สูงจากพื้นห้อง 60 เซนติเมตร ประกอบกับค่าใช้จ่ายในการสร้างแผงบังแดดเพื่อลดรังสีความร้อน (Direct Radiation) จากดวงอาทิตย์ให้แก่ช่องเปิดที่เป็นกระจกจะน้อยกว่า แม้ว่าจะระยะของการวางเฟอร์นิเจอร์เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบาย และอาจทำให้เสียพื้นที่ในระยะห่างนี้ไป แต่หากมีการวางเฟอร์นิเจอร์ เช่น ตู้เตี้ย หรือโซฟายาว โดยเฉพาะแบบติดตายที่ผนังด้านรับลมแล้ว การใช้พื้นที่ภายในห้องก็จะเกิดการสูญเสียไปน้อย อีกทั้งยังเป็นตัวช่วยท่วงความร้อนได้ในระดับหนึ่งด้วย

6.5.6. การป้องกันช่องเปิดของอาคาร

จากการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Mahoney นั้น ได้ผลว่าจะต้องมีการกันฝนสาดเข้าทางช่องเปิดด้านใต้ การทำเครื่องป้องกันฝนสาดนี้หากมีการวิเคราะห์ร่วมกับการออกแบบแผงบังแดด เพื่อป้องกันรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ โดยที่พยายามจะนำเอาแสงสว่าง(ไม่ใช่แดด)จากธรรมชาติ ในเวลากลางวันเข้ามาใช้ในอาคารด้วยแล้ว ผลที่ได้จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่อาคารหลากหลายประการทีเดียว ประโยชน์ดังกล่าวได้แก่



- กันฝนสาด
- กันแดด
- ได้แสงสว่างจากภายนอกมากขึ้น
(Reflect Light)

ภาพที่ 6.11. ตัวอย่างการทำเครื่องป้องกันฝนซึ่งใช้เป็นทั้งแผงบังแดด
ที่ให้ประโยชน์หลายประการ

นอกจากในด้านทิศใต้แล้ว แท้จริงฝนที่สาดเนื่องจากกระแสลมนั้น มีในทิศต่าง ๆ อันเนื่องมาจากกระแสลมเปลี่ยนทางเพราะสิ่งก่อสร้างโดยรอบอาคาร ดังนั้นจึงควรทำเครื่องป้องกันฝนในทุกทิศทางให้แก่ช่องเปิดของอาคาร "ติดแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ซึ่งจะได้ประโยชน์ในการกันแดดแก่อาคารด้วย

6.5.7. ผนังของอาคาร "ติดแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"

ผนังภายนอกของอาคารในส่วนที่มีการใช้สอยทั้งในเวลากลางคืนและกลางวัน :

การใช้วัสดุเบาที่มี Time Lag^{*} สั้น เหตุผลแท้จริงจากการวิเคราะห์นี้มีที่มาจากในช่วงเวลาบ่าย วัสดุจะมีการรับความร้อนมาก อุณหภูมิจากผิววัสดุภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิภายใน ทำให้ความร้อนจากภายนอกพยายามจะเข้ามาสู่ภายใน ในทางกลับกันช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก (เนื่องจากการรับความร้อนในช่วงเวลาบ่าย) ดังนั้นหากผนังของอาคารมี Time Lag สั้น ก็จะมีการถ่ายเทความร้อนออกจากอาคารได้รวดเร็วกว่า (กรณีนี้ใช้กับอาคารที่มีการพักอาศัยในช่วงเวลากลางคืนเท่านั้น เพราะสำหรับอาคารที่ไม่มีการใช้

^{*}Time Lag คือ ช่วงเวลาหนึ่งที่ความร้อนจากผิววัสดุด้านหนึ่ง ทะลุผ่านไปถึงผิววัสดุด้านตรงกันข้าม ซึ่งเป็นคุณสมบัติของวัสดุประเภทหน่วงความร้อน

สอยในเวลากลางวัน การถ่ายเทความร้อนจากภายในในระยะเวลาอันสั้น ก็ไม่มีความจำเป็น ตัวอย่างเช่น อาคารสำนักงาน เป็นต้น)

อีกลักษณะ คือ อาคารที่มีความหนาของมวลมาก เช่นมีการก่ออิฐหลาย ๆ ชั้น ค่า Time Lag ยาวนานมาก ๆ ทำให้ความร้อนจากภายนอกเข้าไปไม่ถึงภายใน ในช่วงเวลากลางวัน พอช่วงเวลากลางคืนก็มีทิศทางย้อนกลับเพราะอุณหภูมิในมวลผนังสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ดังนั้นอุณหภูมิภายในจึงค่อนข้างคงที่อยู่ตลอดเวลา (ตัวอย่างนี้เห็นได้จากอาคารในแถบทะเลทราย ซึ่งอุณหภูมิภายนอกในช่วงเวลากลางวันร้อนมาก และอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนหนาวมาก) การใช้วัสดุทำผนังที่มีน้ำหนักมาก ๆ นี้ แม้จะใช้เป็นวิธีในการรักษาอุณหภูมิภายในได้ดีแต่เนื่องจากการบีบรัดทางเศรษฐกิจ การทำผนังหนักรวมถึงโครงสร้างใหญ่ใช้เหล็กมากฐานราก และเสาใหญ่ (กรณีใช้ระบบเสาและคาน ซึ่งช่วงก่อสร้างในประเทศไทยคุ้นเคยกับระบบนี้) ทำให้ค่าก่อสร้างแพงตามกันไปหมด

อย่างไรก็ดีสำหรับพื้นที่ของอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในบริเวณที่มีการใช้สอยในช่วงเวลากลางคืนและกลางวันด้วย เช่น ห้องพักผ่อนครอบครัว และห้องนอนลูกในช่วงเวลาปิดเทอมนั้น ในส่วนผนังภายนอกที่มีการถ่ายเทความร้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ผนังที่มีการใช้วัสดุเบาซึ่งมี Time Lag สั้น ยังไม่เป็นการเพียงพอ จะต้องมีการป้องกันความร้อนที่เข้าสู่อาคารในเวลากลางวัน การใช้วัสดุที่มีค่าความเป็นฉนวนกันความร้อนดีรวมอยู่ในส่วนของผนังด้วย จะทำให้ความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้น้อย (โดยปกติวัสดุทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภทอันได้แก่ วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน คือ ไม่ยอมให้ความร้อนผ่านไปได้โดยง่าย, มีการสะท้อนความร้อนออกไป และวัสดุที่เป็นตัวนำความร้อน คือ ยอมให้ความร้อนผ่านไปได้ แต่ต้องใช้เวลาในการส่งผ่าน)

จากเหตุผลที่กล่าวมา สามารถวิเคราะห์ลักษณะผนังภายนอกของอาคารในส่วนที่มีการใช้สอยทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนที่เหมาะสม "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ได้ คือ

กรณีที่ 1 ผนังประกอบ (Composite Wall) โดยส่วนนอก เลือกใช้วัสดุเบาที่มี Time Lag สั้น แต่ส่วนในต้องมีการป้องกันรังสีความร้อนในเวลากลางวัน

กรณีที่ 2 เลือกใช้วัสดุเบาที่มี Time Lag ยาวนานและค่าการนำความร้อนต่ำ

กรณีที่ 3 เลือกใช้วัสดุที่มีมวลมาก เกิด Time Lag ยาวนาน

แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงเรื่องค่าใช้จ่ายในด้านต่าง ๆ และการบำรุงรักษา

ประกอบในการเลือกใช้วัสดุด้วย

ผนังภายนอกของอาคาร ในส่วนที่มีการใช้สอยเฉพาะในเวลากลางวัน :

สามารถเลือกใช้วัสดุที่มีค่า Time Lag ยาวนาน เพียงแค่ตลอดเวลาที่มีการใช้สอยในพื้นที่นั้น ก็เป็นการเพียงพอ แต่สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในส่วนพื้นที่ที่มีการใช้สอยเฉพาะในเวลากลางวัน เช่น ห้องครัว, ห้องทานอาหาร และ พื้นที่

ประกอบการค้า พื้นที่ดังกล่าวมีส่วนเกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่มีการใช้สอยทั้งในเวลากลางวัน และ กลางคืนอย่างใกล้ชิด ทำให้ความร้อนที่ถ่ายเทออกมาจากผนังในเวลากลางคืนของพื้นที่ดังกล่าว จะส่งผลต่อพื้นที่อื่น ๆ ได้ ดังนั้น ผนังภายนอกของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ทั้งหมด จึงควรเป็นผนังในลักษณะ 3 กรณีที่กล่าวมาแล้ว

ผนังภายใน : หากมีการป้องกันความร้อนจากภายนอกให้แก่อาคารได้ทั้งหมดแล้ว ในส่วนผนัง ภายในต่าง ๆ อันได้แก่ ผนังระหว่างหน่วยและผนังกันห้อง ก็ไม่มีความจำเป็นในการเลือก สรรวัสดุเพื่อป้องกันความร้อนอีกต่อไป หากแต่ขึ้นอยู่กับ ความแข็งแรง, ราคาค่าก่อสร้าง ฯลฯ ตามความเหมาะสม

ตารางที่ 6.16 การเปรียบเทียบรูปแบบต่าง ๆ ของผนังที่นำมาพิจารณาเลือกใช้

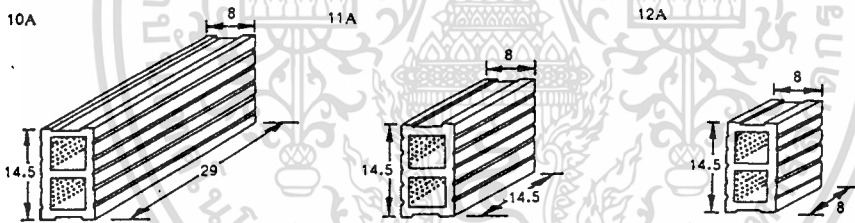
(หมายเหตุ : ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ของวัสดุต่าง ๆ และตัวอย่าง การคำนวณค่า U แสดงไว้ในภาคผนวก ข.)

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก - ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ($R_{รวม}$)	ค่าการนำ ความร้อนรวม ($U_{รวม}$)	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น
1. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐมวลเบา 8 ซม. (ครึ่งแผ่น) ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	0.309	3.236	450	
2. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐมวลเบา 8 ซม. 2 ชั้น (เต็มแผ่น) ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	0.408	2.45	600	น้ำหนักเพิ่มอีก ประมาณเท่าตัว โครงสร้างที่ต้องใหญ่ ตามไปด้วย
3. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐมวลเบา 8 ซม. ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว	0.509	1.964	550	

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ($R_{รวม}$)	ค่าการนำ ความร้อนรวม ($U_{รวม}$)	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น

4. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 0.955 1.047 565
 ก่ออิฐมวลเบา 8 ซม.
 ช่องว่างอากาศ 10 ซม.
 แผ่นยิปซัม 12 มม.
 (แบบมีอลูมิเนียมพอยต์)

5. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. 0.356 2.809 285 น้ำหนักประมาณ
 ทาสีขาว 2 ด้าน 80-85 kg/m²
 (-อิฐ 15 มม. ไม่ใช่แบบโชว์ผนัง
 -ช่องว่างอากาศ 50 มม.
 -ตัวอิฐ 15 มม.)



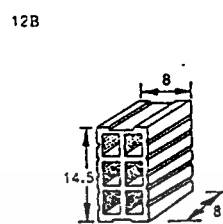
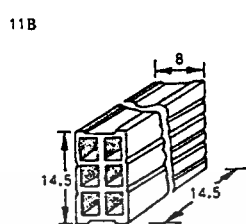
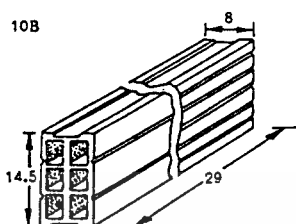
6. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 0.402 2.488 470
 ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม.
 (แบบข้อ 5)
 ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว

7. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. 0.579 1.727 405-420 อาจเกิดการแตกร้าว
 ทาสีขาว (แบบข้อ 5) และรอยร้าวซึมได้
 ช่องว่างอากาศ 10 ซม.
 แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก - -ภายใน)	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ($R_{รวม}$)	ค่าการนำ ความร้อนรวม ($U_{รวม}$)	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น
8. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. ทาสีขาว (แบบข้อ 5) ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว (แบบมีอลูมิเนียมฟอยล์)	1.025	0.975	435	
9. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. (แบบข้อ 5) ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว	0.602	1.661	505-520	
10. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. (แบบข้อ 5) ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว (แบบมีอลูมิเนียมฟอยล์)	1.048	0.954	535	
11. อิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. (อีกแบบ) ทาสีขาว 2 ด้าน (-ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม.)	0.508	1.969	285	น้ำหนักประมาณ 75-80 kg/m ²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ($R_{รวม}$)	ค่าการนำ ความร้อนรวม ($U_{รวม}$)	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น



12. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 0.554 1.805 470

ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม.

(แบบข้อ 11)

ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว

13. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 14.5 ซม. 0.530 1.886 300

ทาสีขาว 2 ด้าน

(-ตัวอิฐ 15 มม.

-ช่องว่างอากาศ 50 มม.

-ตัวอิฐ 15 มม.

-ช่องว่างอากาศ 50 มม.

-ตัวอิฐ 15 มม.

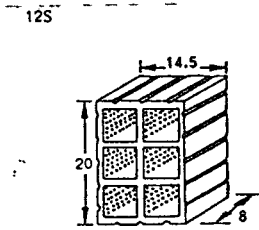
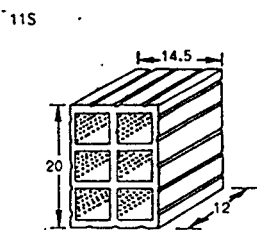
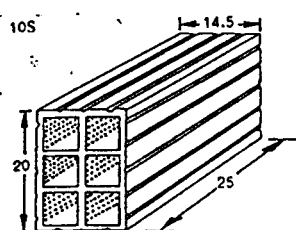
น้ำหนักประมาณ

105 kg/m²

14. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 0.576 1.736 435

ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 14.5 ซม.

ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว



เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการนำเสนอข้อมูลเท่านั้น ไม่ควรใช้เพื่อการตัดสินใจใดๆ โดยผู้ใช้งานควรตรวจสอบข้อมูลก่อนการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบผนังรูปแบบต่าง ๆ แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบในด้านราคา และค่าการนำความร้อนซึ่งสามารถใช้เป็นเหตุในการตัดสินใจเบื้องต้นได้ สำหรับผนังในรูปแบบต่าง ๆ ที่ได้ยกตัวอย่างมานี้ บางรูปแบบมีข้อดีในเรื่องค่าการนำความร้อนต่ำมาก แต่ก็มีความสูงเกินความจำเป็น หรือบางรูปแบบค่าการนำความร้อนต่ำ ราคาไม่สูงแต่อาจเกิดปัญหาเรื่องการบำรุงรักษา ดังการเปรียบเทียบในตาราง ผู้วิจัยจึงได้เสนอที่จะใช้ผนังดังรูปแบบต่อไปนี้

ผนังภายนอกของอาคาร (ส่วนที่โตนแดด) :

ส่วนหน้าและหลังอาคาร (ใต้หน้าต่าง) ของทุกหน่วย เลือกใช้ผนังก่ออิฐโปรงหนา 8 ซม. ชนิดมีช่องอากาศสองช่อง มีการฉาบปูนเรียบทาสีขาวทั้ง 2 ด้าน มีค่าการนำความร้อน 1.805 วัตต์/ตรม. C ในราคาประมาณ 470 บาท/ตรม. ซึ่งแพงกว่าการก่ออิฐมวลคู่ครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทาสีขาวทั้ง 2 ด้านในลักษณะแบบตึกแถวตัวอย่าง 20 บาท/ตรม.

ส่วนผนังด้านข้างหน่วยริมสุด ผนังด้านนี้จะมีการรับแดดโดยตรงมาก ดังนั้นจึงควรเลือกใช้รูปแบบที่มีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าส่วนหน้าและหลังอาคาร ในลักษณะดังกล่าวเลือกใช้ผนังก่ออิฐโปรงหนา 14.5 ซม. ชนิดมีช่องว่างอากาศสองช่อง มีการฉาบปูนเรียบทาสีขาวทั้ง 2 ด้าน มีค่าการนำความร้อน 1.736 วัตต์/ตรม. C ราคาประมาณ 485 บาท/ตรม. แพงกว่าการก่ออิฐมวลคู่ครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทาสีขาวทั้ง 2 ด้านในลักษณะตึกแถวตัวอย่าง 35 บาท/ตรม.

ผนังภายในระหว่างหน่วย :

ผนังระหว่างหน่วยในชั้นล่างซึ่งใช้ประกอบการค้า เนื่องจากความร้อนซึ่งอาจมีเพิ่มขึ้นจากประเภทของการค้า ดังนั้นสมควรจะต้องมีการป้องกันความร้อนอันเกิดจากการถ่ายเทของหน่วยข้าง ๆ ในระดับหนึ่ง ผนังส่วนนี้จากการเปรียบเทียบในตารางจึงเลือกใช้ผนังก่ออิฐโปรงหนา 14.5 ซม. ในลักษณะเดียวกับผนังด้านข้างหน่วยริมสุด

ผนังระหว่างหน่วยในชั้นอื่น ๆ นั้น ลักษณะกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดความร้อนมาก อีกทั้งความร้อนที่สะสมอยู่ในห้องของหน่วยข้างๆก็ไม่มาก เนื่องจากมีการป้องกันความร้อนในส่วนด้านหน้า, หลังและข้าง ไว้ดังที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้น ดังนั้นผนังส่วนนี้จึงเลือกใช้ผนังก่ออิฐมวลคู่ครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้านทาสีขาว

ผนังภายในกันระหว่างห้อง :

เนื่องจากมีการป้องกันความร้อนจากภายนอกอาคารอยู่ในชั้นหนึ่งแล้ว และความร้อนอันเนื่องมาจากภายในหน่วยเองมีในประมาณไม่มาก (ในส่วนที่มีความร้อนเกิดขึ้นมาก เช่น ห้องครัว, ห้องน้ำ และส่วนประกอบการค้าจะต้องหาทางนำความร้อนในขณะที่เกิดภาวะออกไปโดยเร็ว) และไม่ต้องการความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศมาก ดังนั้นสามารถเลือกใช้ผนังซึ่งมีน้ำหนักเบา เช่น ผนังยิปซัมบอร์ดได้ เนื่องมาจากง่ายต่อการก่อสร้าง ราคาไม่แพง และโดยการคำนวณค่าการนำความร้อนก็มีค่าต่ำด้วย แต่ปัญหาเรื่องความเป็นส่วนตัวอันเกิดจากเสียงภายในหน่วยเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สมควรจะต้องพิจารณาไว้ในชั้นหนึ่ง แบบมีรูพุนจะ

สามารถลดความเสี่ยงได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งน่าจะเป็นการเพียงพอเนื่องจากไม่ใช่อาคารสาธารณะ
นอกจากการคัดเลือกรูปแบบและวัสดุผนังที่เหมาะสมในส่วนที่โดนแดด ตามการ
พิจารณาข้างต้นแล้ว มีเหตุผลสนับสนุนว่า ผนังอิฐโปร่งสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเรื่อง
อุณหภูมิได้เหมาะสมกว่าผนังก่ออิฐมวลอยู่ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6.17 แสดงการเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานปรับอุณหภูมิระหว่าง
อุณหภูมิปกติกับอุณหภูมิซึ่งวัดจากอาคารทดลอง

การทดสอบ	รายละเอียด	จำนวนหน่วยที่ เกินMAXของ COMFORT ZONE	การเปรียบเทียบ หน่วยจากตาราง เปรียบเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์	อัตราเปรียบ- เทียบเป็น เปอร์เซ็นต์
อุณหภูมิปกติ	วัดจาก Climatological data ของกรมอุตุนิยมวิทยา	112	-	-
อาคารทดลอง 1	ผนังก่ออิฐมวลชั้นเดียว	105	ประหยัดกว่า 7 หน่วย	6.2 %
อาคารทดลอง 2	ผนังก่ออิฐมวลสองชั้น	90	ประหยัดกว่า 22 หน่วย	19.6 %
อาคารทดลอง 3	ผนังไม้ชั้นเดียว	111	ประหยัดกว่า 1 หน่วย	0.8 %
อาคารทดลอง 4	ผนังไม้สองชั้น ช่องว่าง 7.5 ซม.	92	ประหยัดกว่า 20 หน่วย	17.8 %
อาคารทดลอง 5	ผนังกระเบื้องกระดาน 8 มม. ชั้นเดียว	116	ประหยัดกว่า 4 หน่วย	-3.5 %
อาคารทดลอง 6	ผนังกระเบื้องกระดาน 8 มม. 2 ชั้น ช่องว่าง 7.5 ซม.	95	ประหยัดกว่า 17 หน่วย	15.1 %
อาคารทดลอง 7	ผนังก่ออิฐโปร่ง 8.5 ซม.	94	ประหยัดกว่า 18 หน่วย	16.1 %

ที่มา : อรศิริ ปาณินท์, การออกแบบอาคารนักร้องที่ใช้น้ำมันต่ำ, รายงานวิจัย
(กรุงเทพ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)
หน้า 88

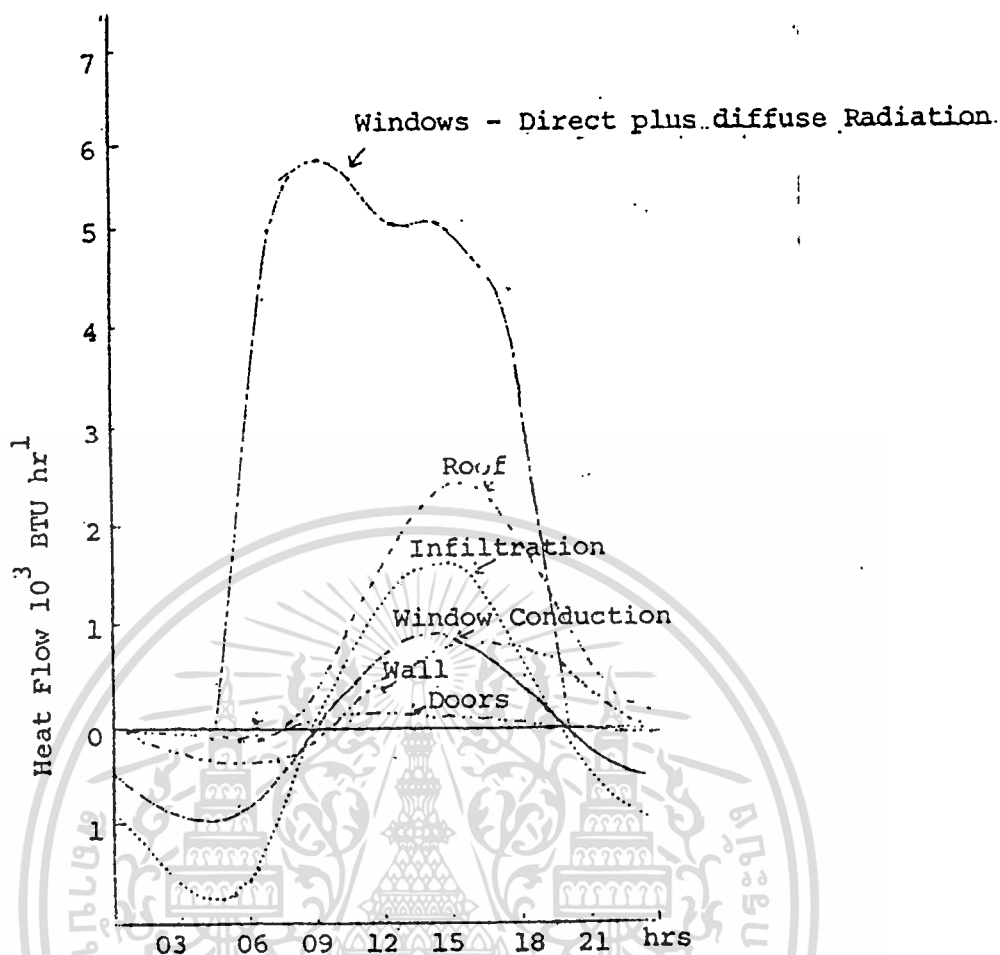
6.5.8. หลังคาอาคาร

หลักการของ Mahoney สรุปลักษณะโดยทั่วไปได้ว่า หลังคาสำหรับส่วนที่ใช้เป็นที่พักอาศัยด้วยควรเป็นวัสดุเบา, มีการสะท้อนความร้อน นอกจากลักษณะดังกล่าวแล้วควรจะต้องมีช่องว่างในส่วนหลังคา (ภายในหลังคา) หรือมีฉนวนกันความร้อนด้วย เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนในส่วนหลังคานี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับผนังของอาคาร เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของกรอบอาคารที่มีการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร อีกทั้งหลังคานี้มีการรับรังสีความร้อน (Direct Radiation) จากดวงอาทิตย์ตลอดเวลากลางวัน จึงจำเป็นต้องมีการแก้ปัญหาความร้อนให้

สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าหลังคาในยุคหลังนิยมทำหลังคาแบนเรียบแบบลาดฟ้า เนื่องจากสะดวกต่อการต่อเติมชั้นบนของอาคารขึ้นไปอีก หรือใช้เป็นบริเวณตากผ้า

การสร้างพื้น เพื่อไว้สำหรับการต่อเติมชั้นบนขึ้นไปอีก (เพื่อเป็นการจูงใจลูกค้าในการซื้อด้วยนั้น) ในทางสถาปัตยกรรม มิใช่เป็นวิธีการที่ดีนัก เนื่องจากพื้นลาดฟ้าจะมีการแตกร้าวได้ง่าย และในห้องใต้ชั้นลาดฟ้า จะเกิดความร้อนสูง หากสถาปนิกมีการเตรียมพื้นที่ไว้เป็นอย่างดี หลังคาในลักษณะลาดฟ้าก็ไม่มี ความจำเป็น ดังนั้นในส่วนหลังคาของอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" นี้ ควรจะมีการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับหลังคาของบ้านพักอาศัย

ในลักษณะเดียวกับผนัง หลังคาควรใช้วัสดุที่มี Time Lag สั้นเพื่อจะได้เป็นการระบายความร้อนออกไปโดยเร็ว เมื่อถึงเวลากลางคืน และควรมีการใช้ฉนวนกันความร้อน เพื่อสะท้อนความร้อนจากการแผ่รังสีโดยตรง (Direct Radiation) ให้มาก ในช่วงเวลากลางวัน และ หากในส่วนชายคามีการเปิดให้อากาศร้อนผ่านออกไปได้โดยการพัดด้วยแล้ว ก็ยังจะเป็นการดีในการระบายความร้อนออกไปโดยเร็ว (ลักษณะนี้คล้าย การทำหลังคา 2 ชั้น)



ภาพที่ 6.12. ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าจากส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ที่มา : สมสิทธิ์ นิตยะ, "การออกแบบอาคารให้มีการประหยัดพลังงาน", เอกสารการประชุมทางวิชาการ ในงานสถาปนิก 29, การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง, (กรุงเทพ : สมาคมสถาปนิกสยามฯ) หน้า 17

จากรูปภาพที่ 6.12 ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาจากส่วนต่าง ๆ ของอาคารแสดงให้เห็นว่า ความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางหลังคามีปริมาณสูง รองลงมาจากทางหน้าต่าง (ที่เข้ามาโดยการแผ่รังสีโดยตรงและการแผ่รังสีกระจาย ซึ่งจะได้มีการแก้ปัญหาด้วยการสร้างอุปกรณ์กันแดด ในหัวข้อ 6.10) ดังนั้นจำเป็นจะต้องมีการแก้ปัญหาให้แก่หลังคา

โดยทั่วไปภาระความร้อนที่ได้หลังคามักจะถูกแก้ปัญหาด้วยวิธีการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการนำความร้อน (U) ต่ำ และเลือกใช้แผ่นสะท้อนรังสีความร้อน เพื่อให้ความร้อนที่ผ่านเข้ามาในส่วนใต้หลังคามีปริมาณน้อย อาจมีการเจาะช่องระบายอากาศใต้หลังคา เพื่อให้เกิดการระบายความร้อนออกไปได้ส่วนหนึ่ง ด้วยวิธีการพาความร้อนซึ่งนับว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามมักจะพบว่าขนาดของช่องระบายอากาศใต้หลังคามีน้อยเกินไป ไม่เพียงพอใน

การระบายความร้อน ดังนั้นความร้อนที่หลงเหลืออยู่ก็ยังมีปริมาณสูง หากมีลมธรรมชาติพัดอยู่ตลอดเวลาการทำงานขนาดช่องระบายอากาศที่ได้หลังคาให้มีขนาดใหญ่ ก็เป็นการเพียงพอที่จะระบายความร้อนออกไปได้ในปริมาณมาก แต่ในสภาพความเป็นจริง กรณีที่สภาพอากาศนิ่งหรือมีลมธรรมชาติพัดในความเร็วดับต่ำ ๆ ความร้อนจะระบายออกไปได้น้อยมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องติดตั้งพัดลมระบายอากาศโดยธรรมชาติ (ROTARY WIND TURBINE) ด้วย ส่วนนี้ที่หลังคานี้ การแก้ปัญหาดังกล่าวเปรียบเสมือนการออกแบบในอุดมคติ (Ideal Design) ที่พยายามทำให้อุณหภูมิใต้หลังคามีค่าเท่ากับอุณหภูมิภายนอกตลอดเวลา ซึ่งสามารถเป็นไปได้ ลักษณะที่วิเคราะห์ไว้ก็คือการใช้ระบบกลไก (PASSIVE DESIGN) แบบ Stack effect เข้ามาช่วยนั่นเอง

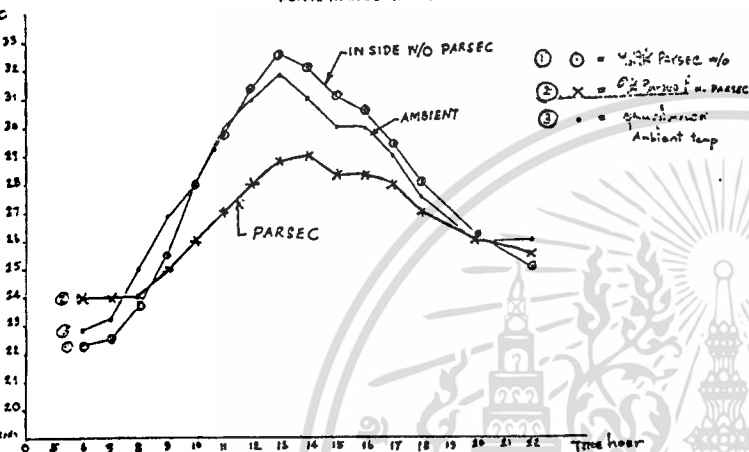
Stack effect ที่ได้ผลดีนั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับวัสดุหลังคาเป็นหลัก หากแต่ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิที่ช่องลมเข้าออก, ความสูงระหว่างช่องลมทั้งสอง, ขนาดพื้นที่ช่องเปิด, ความสามารถในการระบายอากาศและแรงเสียดทานของหัวจ่าย ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุหลังคาที่มีค่าการนำความร้อนต่ำมาก ๆ จึงไม่จำเป็นนัก อย่างไรก็ตามการใส่แผ่นอลูมิเนียมไว้ใต้ระแนงหลังคาจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่าการเลือกใช้วัสดุผนังหลังคาที่มีค่า U ต่ำแต่ราคาสูง เนื่องจากแผ่นอลูมิเนียมพอยต์ ราคาไม่แพงและช่วยลดความร้อนภายในมากกว่า ดังกราฟแสดงผลการทดสอบต่อไปนี้

ผลทดลองในประเทศไทย - Test Results in THAILAND

T.C. PHARMACEUTICAL CO., LTD. THAI-TORAY TEXTILE MILLS

การทดสอบการประหยัดพลังงานด้วย PARSEC
TEST BY MR. NITON (ENGINEER)
T.C. PHARMACEUTICAL - SAMUTSAKORN.

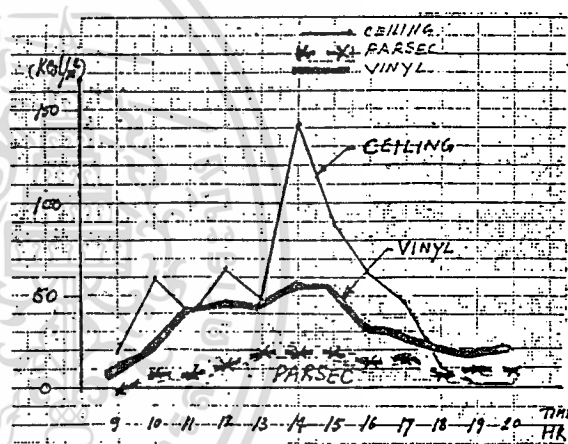
Oct. 30, 57



I. HEAT DATA

	CEILING (Kcal/m ²)	PARSEC (Kcal/m ²)	VINYL (Kcal/m ²)
MAX	88	19	56
MIN	67	4	19
X	77.5	11.5	37.5

II HEAT FLOW (6-3-55)



From graphs shown less temperature and heat flow inside after PARSEC INSTALLATION. The philosophy of energy conservation and environment improvement are observed from non heat-up furniture, all components and floor slab.

ที่มา : เอกสารข้อมูลแผ่นสะท้อนรังสีความร้อน "พาร์เสค", พาร์เสค

6.6. การวิเคราะห์ PASSIVE DESIGN เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.

ในขั้น PASSIVE DESIGN นี้ จะใช้สำหรับแก้ปัญหาในช่วงเวลาที่มีการออกแบบ CONVENTIONAL DESIGN ไม่สามารถแก้ปัญหาในเรื่องสภาพอากาศแก่ผู้ใช้อาคารได้

สำหรับการออกแบบในรูปแบบ PASSIVE SYSTEM นี้ บางระบบเป็นการยากมากที่จะวิเคราะห์ให้เห็นเป็นตัวเลขความสบาย เนื่องจากตัวแปรต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งงานวิจัยที่แสดงให้เห็นเป็นตัวเลขทางสถิติยังมีน้อยมาก ดังนั้นสำหรับระบบที่เลือกใช้บางระบบจะคำนวณให้เห็นเพียงคร่าว ๆ เท่านั้น, บางระบบจะแสดงให้เห็น หลักการซึ่งสามารถเป็นไปได้ ระบบที่สามารถนำมาใช้กับอาคารประเภทตึกแถวในเขต กทม. นั้นได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. INDUCE VENTILATION SYSTEM
2. EARTH INTEGRATED BUILDING
3. COOLED PIPE SYSTEM
4. DESICCANT COOLING

โดยสามารถแจกแจงเหตุผลในการเลือกใช้ และไม่เลือกใช้ ได้ดังต่อไปนี้

WATER TRICKING ON ROOF SYSTEM : การวางท่อน้ำ และฝนละอองน้ำบนหลังคา สำหรับอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" นี้ค่อนข้างจะเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากน้ำที่ไหลแล้วไหลลงชายคาไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากสภาพอากาศในกรุงเทพฯ. มลพิษในอากาศมากอีกทั้งบางที่ยังทำให้ความชื้นในบรรยากาศรอบอาคารสูงขึ้น (ในกรณีบ้านเดี่ยวซึ่งมีพื้นที่สีเขียวมาก หากใช้วิธีนี้อาจนำน้ำที่ไหลใช้มารดน้ำต้นไม้ได้) สถานการณ์น้ำในเขต กทม.เอง ก็ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะใช้วิธีนี้

ROOF POUND SYSTEM : การขังน้ำบนหลังคา จะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องมีการทำที่ขังน้ำไม่ให้มีการรั่วซึม และเป็นการไม่สะดวกเลยที่ผู้อยู่อาศัยจะต้องคอยเปิดและปิดแผ่นฉนวนกันความร้อนอยู่เสมอ การดูแลก็ค่อนข้างจะต้องนิถีนิถัน อีกทั้งยังอาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงได้โดยง่าย

INDUCED VENTILATION : เนื่องจากอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" นี้มีการใช้สอยในแนวตั้งระดับความสูงที่แตกต่างกันของชั้นบนสุดกับชั้นล่างสุดมีมาก ทำให้เกิดลักษณะของปล่องขึ้น เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิบนสุดและล่างสุด สภาพของอาคารเช่นนี้ เอื้ออำนวยต่อการนำ INDUCED VENTILATION SYSTEM มาใช้

EARTH INTEGRATED BUILDING : วิธีนี้สามารถนำมาใช้ได้แต่ควรระวังเรื่องค่าใช้จ่ายในการลงทุน อีกทั้งระดับห้องไม่ควรอยู่สูงมากเนื่องจากความชื้นในกรุงเทพฯ มีปริมาณสูง อันทำให้ค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนสูงตาม หากเป็นไปได้ใช้วิธีฝังเพียงครึ่งชั้น แล้วนำดินที่ขุดขึ้นมาถมอีกครั้งชั้นที่เหลือ จะเป็นการดีกว่าห้องที่ใช้ระบบนี้จะมีลักษณะเป็น "COOL STORAGE" ต้องระวังการเกิด "CONDENSATION" (การรวมตัวเป็นหยดน้ำของความชื้นในอากาศที่ผนังเนื่องจากอุณหภูมิที่ผนังต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศมาก)

COOLED PIPE SYSTEM : การนำอากาศให้ผ่านท่อฝังใต้ดินหรือใต้น้ำ เพื่อให้อุณหภูมิที่ผ่านเข้ามาในอาคารความชื้นออกนี้ ในหลักการแล้วมีทางเป็นไปได้แต่ทว่าเรื่องวัสดุที่ใช้ทำท่อนี้ ในประเทศไทยยังไม่มีผู้ทำวิจัย อีกทั้งการบำรุงรักษากระทำได้ลำบาก และอาจมีปัญหาสัตว์และแมลงต่าง ๆ อาจเข้าไปอยู่ภายในท่อได้ อันจะเป็นสาเหตุให้เกิดแหล่งแพร่เชื้อโรคได้ง่าย อย่างไรก็ตามวิธีนี้ ผู้วิจัยจะเสนอแต่เพียงในหลักการเท่านั้น ไม่แนะนำให้เอาไปใช้จริงเนื่องจากผลที่ตามมาภายหลังอาจมากกว่าที่ได้กล่าวไว้

EVAPORATIVE SYSTEM : วิธีนี้ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง สำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น เนื่องจากการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศให้เพิ่มมากขึ้น ยิ่งทำให้เกิดอุณหภูมิสบายได้

ง่าย ร่างกายมนุษย์จะระบายความร้อนจากทางผิวหนังด้วยวิธีระเหยของเหงื่อได้ลำบากมาก เกิดอาการอึดอัดไม่สบาย

WHOLE HOUSE FAN : หากมีการใช้ฉนวนกันรังสีความร้อนที่ใต้หลังคา และที่ชายคา มีการระบายอากาศออกไปได้โดยง่าย (โดยการพาความร้อนออกไปจากกระแสนลม) วิธีนี้ก็ไม่ใช่ความจำเป็น การใช้วิธีนี้ผู้อยู่อาศัยยังต้องคอยระวัง หากแรงลมด้านทางออกมากกว่า ลมอาจจะย้อนกลับเข้ามาในอาคาร อันเป็นการพาความร้อนและสิ่งสกปรกใต้หลังคาเข้ามาได้โดยง่าย

DESICCANT COOLING : เป็นที่ทราบกันดีว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในประเทศเขตร้อนชื้นมีปริมาณสูง ในกรุงเทพฯ เองความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่าประมาณ 77%* อันเป็นตัวแปรสำคัญของอุณหภูมิสบาย (Thermal Comfort) ซึ่งแก้ได้ยาก โดยหลักการแล้ววิธีการ DESICCANT COOLING นี้เหมาะที่จะนำมาใช้ในประเทศไทย เป็นอย่างยิ่ง แต่การประเมินผลออกมากระทำได้ยาก จำเป็นต้องมีการทดลองกับสถานที่จริง ดังนั้นในการประเมินผลของวิธีนี้ ผู้วิจัยจะใช้วิธีการสมมุติเป็นเปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เห็นหลักการว่าหากลดความชื้นสัมพัทธ์แล้วสภาพอุณหภูมิจะเป็นอย่างไร

ในแง่ความคิดของผู้วิจัยเอง การวางเกลือหรือถ่านในบริเวณห้องเท่านั้น ยังไม่เป็นการเพียงพอที่จะลดความชื้นออกจากอากาศ เนื่องจากปริมาตรอากาศทั้งหมดในห้องมิได้มีการสัมผัสกับถ่านดูดความชื้น ผู้วิจัยคิดว่าการให้ปริมาตรอากาศที่จะผ่านเข้ามาในอาคารได้ผ่านถ่านดูดความชื้นก่อน น่าจะให้ผลในการลดความชื้นออกจากอากาศมากกว่า แต่จะต้องใช้ร่วมกับวิธีการ INDUCED VENTILATION และ COOLED PIPE SYSTEM จึงจะได้ผลดีโดยเฉพาะช่วงเวลาที่มีการระบายอากาศโดยธรรมชาติไม่สามารถทำให้เกิดความสบายได้

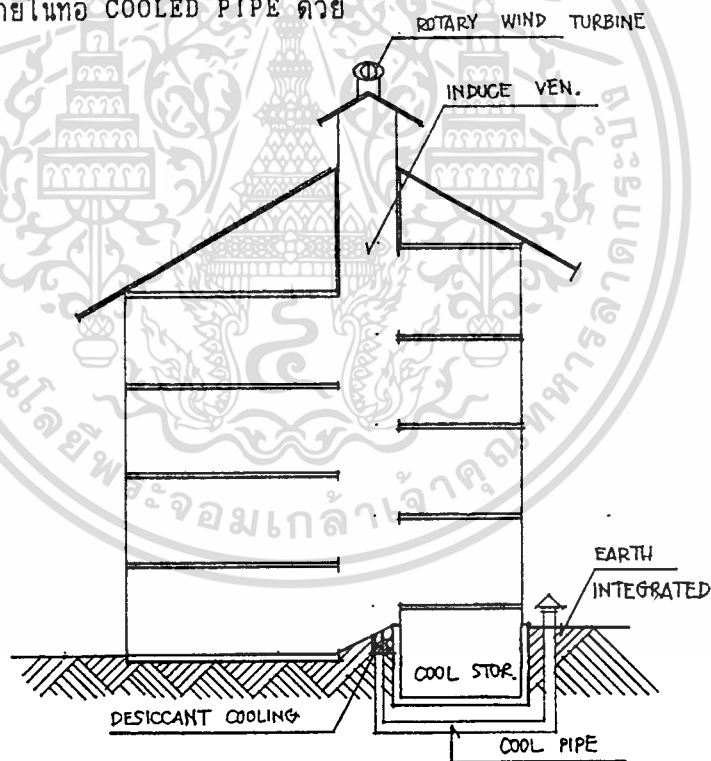
PASSIVE SOLAR SYSTEM ที่ได้วิเคราะห์ว่าเหมาะสมกับอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม. นี้ ควรจะนำมาใช้ร่วมกันเพื่อให้เกิดผลสูงสุด เนื่องจากจุดเด่นในการปรับสภาพตัวแปรทางอุณหภูมิสบาย (Thermal Comfort) ของแต่ละระบบเอง อันได้แก่

INDUCED VENTILATION	จุดเด่นคือ ช่วยให้เกิดการไหลเวียนของอากาศ (กระแสนลม)
EARTH INTEGRATED	จุดเด่นคือ ช่วยให้อุณหภูมิภายในต่ำลง
COOLED PIPE	จุดเด่นคือ นำอุณหภูมิที่ต่ำมาใช้ในอาคาร
DESICCANT COOLING	จุดเด่นคือ ช่วยลดความชื้นในอากาศที่เข้ามาในอาคาร

* ค่าสถิติ กรมอุตุนิยมวิทยา ปีค.ศ. 1961-1990 (พ.ศ.2504-2533)

การทำงานร่วมกันของแต่ละระบบ มีส่วนส่งเสริมให้แต่ละระบบเกิดประสิทธิภาพในการทำงานได้ดียิ่งขึ้น ระบบ INDUCED VENTILATION อาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างช่องลมออกและช่องลมเข้า (หนึ่งสำหรับช่องลมออกนี้ผู้วิจัยเห็นสมควรว่า จะต้องใช้พัดลมระบายอากาศโดยธรรมชาติ เรียกว่า "ROTARY WIND TURBINE" เนื่องจากแม้ความแตกต่างของอุณหภูมิในบางโอกาสจะน้อย ซึ่งทำให้ระบบ INDUCED VENTILATION ทำงานได้ผลไม่เต็มที่ กระแสลมภายนอกที่สัมผัสกับครีบบของ ROTARY WIND TURBINE ก็ยังสามารถช่วยทำให้เกิดการดูดความร้อนออกได้บ้าง) กับระยะความสูงของตำแหน่งช่องเปิดทั้งสอง ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศร้อนออกไปจากอาคาร ความแตกต่างของอุณหภูมินี้จะมากยิ่งขึ้นเมื่อนำ COOLED PIPE และ เทคนิค EARTH INTEGRATED เข้ามาเสริม การใช้ COOLED PIPE นี้ ลมเย็นที่เกิดจากการคายอุณหภูมร้อนให้แก่ท่อที่ใต้ดิน จะเร่งให้ระบบ INDUCED VENTILATION ดึงอากาศร้อนภายในอาคารออกไปโดยเร็ว

ขณะเดียวกับการใช้ COOLED PIPE เพื่อนำลมเย็นเข้ามาใช้ในอาคารนี้ จะไม่ได้ผลนักหากไม่มีลมพัดเข้าสู่ท่อ ระบบ INDUCED VENTILATION ก็ทำหน้าที่เสมือนเป็นพัดลมช่วยดูดอากาศให้เข้ามาภายในท่อ COOLED PIPE ด้วย



ภาพที่ 6.13. การทำงานร่วมกันของระบบกลไก (PASSIVE SYSTEM) ที่เลือกใช้

สำหรับห้องที่มีการฝังไว้ในดินโดยใช้เทคนิค EARTH INTEGRATED จะทำหน้าที่คล้าย COOL STORAGE ขนาดใหญ่โดยความเย็นจาก COOL STORAGE นี้จะค่อย ๆ แผ่กระจายออกไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคารซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่า ทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบาย

ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามก็ดีอากาศที่จะผ่านออกมาจาก COOLED PIPE และ COOL STORAGE นั้นหากนำถ่านดูดความชื้นโดยระบบ DESICCANT COOLING เข้ามาร่วมด้วยแล้ว ก็จะทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายทางอุณหภูมิ

นอกจากการทำงานของระบบ PASSIVE แบบต่าง ๆ ที่ช่วยเสริมกันแล้ว โดยความเป็นจริงในบางเวลา สามารถเลือกใช้เพียงบางระบบก็ได้ ยกตัวอย่างเช่น กรณีที่อากาศภายนอกอยู่ในเกณฑ์ความสบาย แต่ไม่มีลมพัดเข้าในอาคาร การใช้ ROTARY WIND TURBINE ซึ่งเป็นระบบ INDUCE VENTILATION เพียงระบบเดียวก็สามารถจะทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายได้ โดยส่วนมากการมุ่งหวังผลทางด้านความสบายทางอุณหภูมิ จากการใช้ระบบ PASSIVE ทั้งหมดล้วน ๆ นั้น ไม่มีความจำเป็นนักสำหรับสภาพอากาศในเขต กทม. ซึ่งจากการตรวจสอบสภาพอากาศในหัวข้อ 6.1. พบว่ามีช่วงเวลาอีกเพียงเล็กน้อยในรอบปีเท่านั้นที่จำเป็นต้องแก้ไข ดังนั้นการเพิ่มหรือลดตัวแปรทางด้านความสบายทางอุณหภูมิเพียงบางตัวก็สามารถทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายตลอดทั้งปีแล้ว นอกจากนี้การใช้ระบบ PASSIVE ร่วมกับ CONVENTIONAL DESIGN เป็นอีกแบบซึ่งสามารถทำให้เกิดความสบายได้ดีเช่นกัน

6.7. การวิเคราะห์ ACTIVE DESIGN เพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม.

นอกจากการใช้ระบบ PASSIVE DESIGN เข้ามาร่วมช่วยให้ผู้อยู่อาศัยเกิดช่วงภาวะสบายเพิ่มขึ้นแล้ว หากมีช่วงเวลาที่เกินขีดความสบายอีก การเปิดใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อปรับสภาพตัวแปรต่าง ๆ ให้เกิดภาวะสบายทางอุณหภูมิ จึงจะเป็นวิธีการสุดท้ายที่นำมาแก้ปัญหา เนื่องจากค่าใช้จ่ายสูง และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเป็นอันมาก

ในขั้น ACTIVE DESIGN นี้ใช้สำหรับแก้ปัญหาในช่วงเวลาที่มีการออกแบบ PASSIVE และพัฒนามิ ไม่สามารถแก้ปัญหาได้แล้ว โดยในขั้นแรก การใช้พัดลมแบบ "ตั้งพื้นหรือตั้งโต๊ะ" เข้ามาร่วมสามารถทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับภาวะสบายได้ อันเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากกว่าการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ช่วยให้เกิดความสบายในระดับหนึ่งที่ใช้พลังงานต่ำสำหรับการวิเคราะห์เพื่อประมวลผลในขั้นสุดท้าย จะกำหนดความเร็วลมของพัดลมมากที่สุดที่จะสามารถนำมาใช้ได้อยู่ที่ 5.00 m/s เนื่องจากจะไม่ทำให้เกิดความรำคาญ และกระดามปลิว (ดูได้จากภาคผนวก ข. เรื่อง "การกำหนดขนาดความเร็วลมที่ผิวพื้น" ของกรมอุตุนิยมวิทยา) หากใช้พัดลมไฟฟ้าแล้วยังไม่สามารถทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบาย การเปิดใช้เครื่องปรับอากาศ จึงจะเป็นอุปกรณ์สุดท้ายที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

เครื่องปรับอากาศที่เลือกใช้ในการออกแบบอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขต กทม. นี้ การใช้เครื่องปรับอากาศแบบเครื่องชนิดแยกส่วน ระบายความร้อนด้วยอากาศขนาดเล็ก (Split Type Air Conditioner) จะเหมาะสมที่สุด เนื่องจากห้องต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบกิจกรรมมีขนาดเล็ก และเวลาที่ใช้ประกอบกิจกรรมในแต่ละห้องแตกต่างกัน อีกทั้ง

ยังลดปัญหาเรื่องเสียงได้ในระดับหนึ่ง

การคำนวณทดสอบในขั้นตอน ACTIVE DESIGN นี้ ช่วงเวลาที่เหมาะสมจะนำมาใช้แก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิสบาย (Thermal Comfort) คือช่วงเวลาที่วิธีการ PASSIVE DESIGN ไม่สามารถทำให้อากาศอยู่ในเขตภาวะสบายได้

6.8. การวิเคราะห์ส่วนของอาคารซึ่งมีผลต่อการออกแบบ เพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร

ก. ในส่วนแสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้าโดยตรง (Sky Component, S.C.)

สามารถหาค่าเหล่านี้ได้จากหลายวิธี อันได้แก่

- จากการคำนวณ
- จากการอ่านค่าจากตาราง (Reference Daylight Tables)
- จากการใช้วิธีดู ตารางซึ่งเรียกว่า Waldram Diagram
- จาก Daylight Factor Protractors
- ฯลฯ

ในการวิจัยนี้ เลือกใช้วิธีการคำนวณนิสจุณจากสมการ และมีการถ่ายภาพประกอบ เนื่องจากรูปแบบที่นำเสนอไม่สามารถกระทำได้ด้วยวิธีการที่เหลือ และในขั้นตอนการวิเคราะห์นี้ จะยกสมการที่ใช้ในการคำนวณออกมาแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบย่อยตัวใด ที่มีผลในเรื่อง "การนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร" สมการที่สามารถใช้ในการคำนวณดังกล่าวคือ

$$S.C. = \frac{50}{\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{W}{D} \right) - \frac{D}{D^2 + H^2} \tan^{-1} \left(\frac{W}{D^2 + H^2} \right) \right] \%$$

เมื่อ $\frac{50}{\pi}$ คือ ค่าคงที่ (เท่ากับ 50×22 หรือประมาณ 157)

π

7

$\tan^{-1}$ คือ อัตราส่วนของแสงสว่างในแนวนอน (Horizon) กับแสงสว่างในแนวตั้งฉาก (Vertical) ซึ่งเป็นค่าคงที่ในแต่ละช่วงเวลา

W คือ ความกว้างของหน้าต่าง

D คือ ระยะทางจากจุดกึ่งกลางความยาวของหน้าต่างไปยังจุดอ้างอิง (ตำแหน่งที่ต้องการทราบค่า)

H คือ ความสูงของหน้าต่าง ซึ่งเริ่มตั้งแต่ความสูงระดับเดียวกับ WORKING-PLANE ไปสุดขอบหน้าต่าง

จะเห็นได้ว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับอาคารในเรื่อง การนำแสงสว่างจากธรรมชาติ มาใช้ ได้แก่ ความกว้างของหน้าต่าง (ช่องเปิดแสงสว่าง) และตำแหน่งความสูงของหน้าต่าง จากสมการ S.C. ข้างต้น ทำให้สามารถวิเคราะห์ตัวแปรในส่วนแสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้า โดยตรง (Sky Component) ได้ดังต่อไปนี้

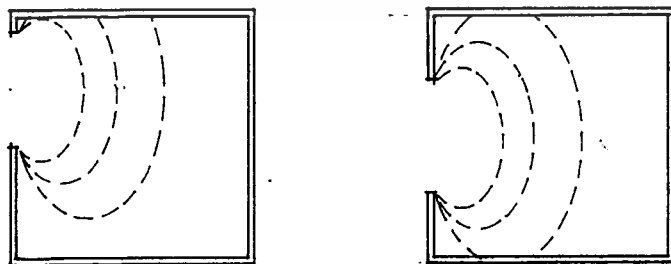
ก.1. เมื่อลองแทนค่า D ให้มีค่าคือ 4 และ 6 เมตร โดยสมมติให้ W มีขนาดคงที่ สมการจะได้เป็น

$$S.C._{4m} = \frac{50}{\pi} \left[\tan^{-1}\left(\frac{W}{4}\right) - \frac{4}{16+(H_1)^2} \tan^{-1}\left(\frac{W}{16+(H_1)^2}\right) \right] \% \dots \text{สมการที่ 1}$$

$$S.C._{6m} = \frac{50}{\pi} \left[\tan^{-1}\left(\frac{W}{6}\right) - \frac{6}{36+(H_2)^2} \tan^{-1}\left(\frac{W}{36+(H_2)^2}\right) \right] \% \dots \text{สมการที่ 2}$$

จากสมการที่ 1 และ 2 หากต้องการให้ S.C. ที่ 4 เมตร และ 6 เมตร มีค่าเท่ากันจะเห็นได้ว่าจะต้องเพิ่มค่า H_2 ขึ้น ดังนั้นแล้ว ในทางกลับกันสามารถบอกได้ว่า หากความสูงของหน้าต่างมีค่ามากขึ้น แสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้าโดยตรง (Sky Component) จะไปได้ไกลขึ้นที่ระดับ WORKING-PLANE เดียวกัน นั่นแสดงว่าหากจะให้แสงสว่างส่องไปได้ลึกที่สุด จะต้องเปิดหน้าต่าง (ช่องเปิดแสงสว่าง) สูงถึงตำแหน่งสูงสุดของห้องด้วย

ก.2 จากการดูค่าตัวแปร D ซึ่งหมายถึงระยะทางจากจุดกึ่งกลางความยาวของหน้าต่างโดยการกำหนดให้ตัวแปรทั้งหมดเท่ากัน เมื่อดูภาพที่ 4.12. ประกอบจะเห็นได้ว่า ตำแหน่งในการวางความกว้างของหน้าต่าง ทำให้ความสว่าง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในห้องมีลักษณะที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นแสดงว่าการวางตำแหน่งช่องเปิดแสงสว่าง จะต้องวางให้สัมพันธ์กับกิจกรรมที่เกิดขึ้นในห้องต่าง ๆ



ภาพที่ 6.14. แสดงผังพื้นของห้องที่มีการวางตำแหน่งของหน้าต่างช่องแสงที่แตกต่างกัน

ข. ในส่วนแสงที่ได้รับหลังจากการสะท้อนจากพื้นอาคารหรือนั้นผิวอื่น ๆ ภายนอกอาคาร
(Externally Reflected Component, ERC)

แสง ERC นี้สามารถคำนวณหาค่าได้โดยการนิยามสิ่งกีดขวางภายนอกอาคารให้มีค่าแสงสว่างเป็นเศษส่วนของ S.C. ซึ่งจะกำหนดให้ค่าความส่องสว่างของพื้นผิวที่กีดขวางมีค่าน้อยกว่าค่าความส่องสว่างของท้องฟ้าค่า ของความส่องสว่างของสิ่งกีดขวางนี้แปรเปลี่ยนไปเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในมุมสูงแตกต่างกัน จากความหมายดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ว่า

- ข.1. แสดงว่าหากเราวางตำแหน่งแผงบังแดด (ซึ่งในกรณีนี้หมายถึงสิ่งกีดขวาง) ให้ถูกต้องโดยให้มีค่าสะท้อนของวัสดุและสีที่ใช้มากเท่าใด ค่าแสงในส่วนนี้ก็จะมากด้วย
- ข.2. หากพื้นที่ของแผงบังแดด มีพื้นที่ในการสะท้อนแสงเข้าอาคาร ณ เวลาใด ๆ มาก ค่า ERC ณ เวลานั้นก็จะมาก นั่นหมายถึงการออกแบบแผงบังแดด ควรออกแบบให้เกิดพื้นที่สะท้อนแสงเข้าอาคาร ณ เวลาต่าง ๆ ในรอบปีให้มากเท่าที่จะเป็นไปได้

ค. ในส่วนแสงที่ได้รับ ณ จุดอ้างอิงหลังจากการสะท้อน จากพื้นผิวภายในห้อง
(Internally Reflected Component, IRC)

สามารถแสดงเป็นสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรออกมาได้ดังนี้

$$IRC = \frac{0.85W \times (CR_{fw} + 5R_{ew})}{A(1-R)}\%$$

เมื่อ W คือ พื้นที่หน้าต่าง

A คือ พื้นที่ทั้งหมดของฝ้าเพดาน, พื้น และกำแพง รวมทั้งพื้นที่หน้าต่าง

R คือ ค่าเฉลี่ยของการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน, พื้น และกำแพงทุกด้าน รวมทั้งหน้าต่างซึ่งมีค่าเป็นเศษส่วน

R_{fw} คือ ค่าเฉลี่ยของการสะท้อนแสงของพื้นและส่วนกำแพงที่อยู่ใต้ระดับกึ่งกลางของความสูงของหน้าต่าง

R_{ew} คือ ค่าเฉลี่ยของการสะท้อนแสงของกำแพงและเพดานซึ่งอยู่เหนือระดับกึ่งกลางของความสูงของหน้าต่าง (ไม่รวมกำแพงด้านหน้าต่าง)

C คือ ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับสิ่งกีดขวางด้านนอกหน้าต่าง
(ในกรณีที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง ค่าของ C นี้ = 39, ค่าของ C นี้จะน้อยลงเมื่อมุมของสิ่งกีดขวางวางจากจุดกึ่งกลางน้อยลง)

จากความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่า

ค.1 หากกำหนดให้ A เป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง ในเทอม $0.85W$ แสดงให้เห็นว่า

$$A(1-R)$$

ค่าแสงสว่างของ IRC จะมากขึ้นเมื่อมีพื้นที่หน้าต่าง (W) มากขึ้น และจะยิ่งมากขึ้นเมื่อ R (ค่าเฉลี่ยของการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน, พื้น และกำแพงทุกด้าน รวมทั้ง

หน้าต่าง) มีค่าเข้าใกล้ 1 (100%)

ค.2 ค่าสัมประสิทธิ์ (C) จะมีค่ามากเมื่อไม่มีสิ่งกีดขวางด้านนอกหน้าต่างมาบัง (สิ่งกีดขวางนอกหน้าต่างดังกล่าวได้แก่ อาคารข้างเคียงต่าง ๆ)-

ค.3 ค่าแสงสว่างของ IRC จะมากขึ้นเมื่อค่าเฉลี่ยการสะท้อนแสงของทั้งพื้น, ผนังกำแพง และเพดานมีค่ามาก อย่างไรก็ตามหากให้พื้น และกำแพงส่วนใต้ระดับกึ่งกลางมีค่ามาก อาจทำให้แสงจ้าสะท้อนเข้าตาได้ (อนึ่งที่ระดับกึ่งกลางนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่ายังไม่เป็นการเหมาะสมในการนำไปใช้จริง ระดับแบ่งแยกที่จะสามารถนำไปใช้จริงได้เหมาะสมควรอยู่ที่ระดับสายตามนุษย์) ดังนั้นผู้ออกแบบควรเลือกวัสดุและสีทาที่จะทำให้ค่า R_{ew} มีค่ามาก และควรเลือกวัสดุและสีทาที่ทำให้ค่า R_{ew} มีค่าต่ำ

6.9. การวิเคราะห์ส่วนประกอบร่วมทางสถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อความสบายทางอุณหภูมิ และความสบายทางแสงสว่าง

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรมของหัวข้อ 6.3. และ 6.4. พบว่ามีตัวแปรร่วมซึ่งมีผลต่อความสบายทางอุณหภูมิ และความสบายทางแสงสว่าง คือ

ส่วนประกอบ ของอาคาร	ด้านอุณหภูมิ	ด้านแสงสว่าง
1. ช่องเปิด		
ก. ขนาด	ก. เพียงพอแก่การระบายอากาศ โดยธรรมชาติ	ก. เพียงพอแก่การให้แสงสว่าง จากธรรมชาติ
ข. ตำแหน่ง	ข. ระดับได้สุดอยู่ที่ 0.80 เมตร จากพื้น	ข. เปิดถึงตำแหน่งสูงสุดของห้อง
ค. วัสดุ	ค. เลือกใช้กระจกที่มีค่า U ต่ำ และมีการสะท้อนความร้อนได้ เพราะเมื่อเวลาปิดหน้าต่าง และเปิดใช้เครื่องปรับอากาศ จะได้มีการสะท้อนความร้อนน้อยลง หมายเหตุ : การเลือกใช้กระจก ที่สะท้อนความร้อนได้ในงานวิจัยนี้ เพราะอยู่ใต้ร่มเงาเกือบตลอดเวลา จึงไม่ทำให้เกิดการสะท้อน แสงอาทิตย์แก่โดยรอบมากนัก	ค. เลือกใช้กระจกที่สามารถนำ ความสว่างจากภายนอกเข้า มาใช้ได้อย่างเพียงพอ
2. แผงบังแดด		
ก. ขนาด	ก. เพียงพอที่จะบังแดดและฝน	ก. มีพื้นที่ในการสะท้อนความ สว่างเข้าสู่อาคารทุกเวลา ที่สามารถกระทำได้
ข. ตำแหน่ง	ข. อย่างน้อยต้องสามารถทำให้ส่วน ที่เป็นกระจก(ช่องเปิดระบาย- อากาศ,แสงสว่าง)อาคารที่อยู่ใต้ ร่มเงาตั้งแต่เวลา 8.00 น.- พระอาทิตย์ตก	ข. ควรอยู่เหนือระดับสายตา
ค. วัสดุ/สี	ค. ต้องไม่นำหรือสะท้อนความ- ร้อนเข้าในอาคาร หากส่ง ผลอยู่บ้างก็ไม่ควรมากนัก	ค. สามารถสะท้อนและกระจาย แสงสว่างได้ แต่ไม่ควรมาก จนทำให้เกิดการจ้า(Glare)

6.10. การวิเคราะห์ช่วงเวลาที่ต้องการแผงกันแดดในเขต กทม.กับการพิจารณาเลือกรูปแบบและวัสดุของแผงบังแดด

แสงแดดอ่อนในเวลาเช้า เป็นสิ่งพึงปรารถนา เพราะช่วยฆ่าเชื้อโรคและให้ความอบอุ่นในฤดูหนาว แต่ในเวลาสายถึงบ่าย อุณหภูมิในเขต กทม. โดยเฉลี่ยมีค่าสูง หากมีแสงแดดส่องเข้าในอาคารอีก จะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น ทำให้ผู้อยู่อาศัยไม่ได้รับความสบาย

จากการวิเคราะห์สภาพอากาศตามตารางที่ 6.1 ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขต กทม.ตามมาตรฐาน ECI กรณีสภาพอากาศนิ่ง หรือความเร็วลมเท่ากับ 0 เมตร/วินาที ทำให้ทราบว่าอุณหภูมิจะเริ่มไม่สบายที่เวลาประมาณ 10.00 นาฬิกา จนถึง 20.00 นาฬิกา แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวไม่ควรยอมให้ความร้อนผ่านเข้ามาภายในอาคารโดยเด็ดขาด (กรณีเลือกใช้ผลการวิเคราะห์สภาพอากาศเมื่อความเร็วลมเป็น 0 เมตร/วินาที เพราะเป็นสภาพอากาศที่เลวร้ายที่สุดของเขต กทม.) และเมื่อดูอัตราพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดเฉลี่ยในแต่ละเวลาที่กรุงเทพฯ (ตารางที่ 6.18) จะพบว่าความร้อนที่มาร่วมกับอัตราพลังงานแสงอาทิตย์จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลา 7.30 - 8.30 น. อย่างไรก็ดี ยังไม่สามารถระบุเวลาที่แน่ชัดของการบังแดดได้ ทั้งนี้เนื่องจากเวลาที่ถูกต้องสำหรับการบังแดดที่ทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางอุณหภูมินั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในอาคารด้วย กล่าวคือหากอุณหภูมิภายในอาคารในช่วงเวลาเช้าต่ำมากจนทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกหนาว ควรออกแบบให้แสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์นำความร้อนเข้ามาทำให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้น ในทางกลับกันหากอุณหภูมิภายในสูงทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกร้อน อุปกรณ์บังแดดจะต้องสามารถบังแดดได้ตลอดเวลา เพื่อจะไม่ยอมให้ร้อนที่มากับแสงแดดผ่านเข้ามาในอาคาร ซึ่งอุณหภูมิภายในอาคารยังขึ้นอยู่กับตัวแปรอีกหลายตัว อาทิเช่น สภาพอากาศภายนอกในแต่ละวัน, วัสดุกรอบอาคารในการป้องกันความร้อนต่าง ๆ ฯลฯ

นอกจากจะใช้อุปกรณ์บังแดด เพื่อบังแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์แล้ว ยังสามารถนำมาพัฒนาให้ช่วยในเรื่องแสงสว่าง (Day Light) ได้ กล่าวคือ สามารถใช้อุปกรณ์บังแดดในการช่วยสะท้อนแสงสว่างจากภายนอกให้เข้ามาภายในอาคารได้มากขึ้น อันจะเป็นการประหยัดไฟฟ้าเพื่อการให้ความสว่างในเวลากลางวัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น มีอุปกรณ์บังแดดแบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ คือ อุปกรณ์บังแดดแบบปรับมุมได้ แต่จะต้องมีการออกแบบพัฒนาเพื่อนำแสงสว่างเข้ามาใช้ภายในอาคารด้วย

การเลือกใช้รูปแบบและวัสดุเพื่อใช้เป็นแผงบังแดดนั้น มีข้อคำนึงสำคัญอยู่หลายประการ อาทิเช่น

วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์บังแดดควร

- มีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศพอสมควร
- รักษาง่าย
- ไม่ก่อให้เกิดพิษ
- ไม่สะท้อนความร้อนเข้ามาภายในอาคาร
- ไม่เปล่งรังสีความร้อนออกมา

รูปแบบของอุปกรณ์บังแดด

- ปรับใช้ได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน
- ช่องว่างกว้างพอในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินหรือไฟไหม้
- ซ่อมแซมได้ไม่ลำบาก
- ทำความสะอาดได้ง่าย

จากข้อพิจารณาในส่วนวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์บังแดดที่ควรคำนึงถึง ไฟเบอร์กลาสนับเป็นวัสดุชนิดหนึ่งซึ่งอยู่ในขอบข่ายดังกล่าว อีกทั้งในปัจจุบัน การใช้ไฟเบอร์กลาสในการทำอุปกรณ์ก่อสร้างก็เริ่มเป็นที่แพร่หลาย และราคาก็ไม่สูงเหมือนในสมัยก่อน ๆ ดังนั้นนับได้ว่าเป็นวัสดุชนิดหนึ่งในปัจจุบันที่สามารถนำมาใช้สร้างส่วนประกอบของแผงบังแดดได้ (โดยเฉพาะในส่วนที่มีการปรับมุมเพื่อสะท้อนแสงสว่างเข้าในอาคาร) นอกจากการเลือกใช้ไฟเบอร์กลาสเป็นวัสดุแล้ว หากต้องการให้เกิดการสะท้อนแสงสว่างให้มาก จำเป็นต้องเลือกใช้สีทาภายนอกให้สอดคล้องกับแนวความคิดดังกล่าวด้วย สีที่มีค่าการสะท้อนแสงมากที่สุดได้แก่สีขาว ซึ่งมีค่าการสะท้อนแสงสว่างเท่ากับ 80-90 % (แสดงอยู่ในภาคผนวก ข.) ดังนั้นจึงควรเลือกใช้สีขาวในลักษณะผิวด้าน (เนื่องจากผิวมันจะทำให้เกิดแสงจ้าเข้าตาได้ง่าย)

ตารางที่ 6.18. อัตราพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดเฉลี่ยในแต่ละเวลาที่กรุงเทพฯ (วัตต์/ม²)

ช่วงเวลา	เวลา									
	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
14 มค-26 กพ	174	349	499	604	674	685	627	511	348	163
27 กพ-12 เมย	232	407	557	673	744	755	697	581	395	197
13 เมย-28 พค	256	418	546	651	697	697	639	546	395	209
29 พค-15 กค	232	383	499	593	615	581	465	441	325	197
16 กค-31 สค	232	395	523	593	615	581	523	429	302	163
1 กย-15 ตค	221	383	511	581	592	569	511	441	290	151
16 ตค-28 พย	186	360	523	627	674	650	581	488	337	139
29 พย-13 มค	174	360	499	627	685	685	615	488	314	151

หมายเหตุ : สำหรับประเทศไทยอัตราส่วนของพลังงานแบบรังสีกระจายและพลังงานทั้งหมด
บางส่วนจะให้แสงสว่างและบางส่วนจะให้ความร้อนออกมา)

ที่มา : รศ.ดร.มานิจ ทองประเสริฐ. "แสงอาทิตย์กับอาคาร", เอกสารการประชุมทาง
วิชาการในงานสถาปนิก 29, การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง , (สมาคม
สถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์), ไม่ปรากฏเลขที่หน้า

บทที่ 7

การตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิ และแสงสว่าง ของรูปแบบ อาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่นำเสนอ

- 7.1. รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของอาคาร
- 7.2. ค่า OTTV ของอาคารรูปแบบที่นำเสนอ
- 7.3. ค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (Cooling Load)
กับการตรวจสอบความสบายทางอุณหภูมิ
- 7.4. การตรวจสอบความสบายทางแสงสว่าง
- 7.5. สรุปผลการตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่างของรูปแบบที่นำเสนอ

บทที่ 7

การตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิ และแสงสว่าง ของรูปแบบ อาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่น้ำเสนอ

7.1. รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของอาคาร

ที่ตั้ง

: เขตกทม. ละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ
ลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก
ในทำเลย่านชุมชนชานเมืองในบริเวณที่ติดริมถนนใหญ่ หรือ
บริเวณทางแยกไปสู่ย่านพักอาศัย (ทำเลย่านใจกลางเมือง
ไม่มีอีกแล้ว เนื่องจากราคาที่ดินมีราคาสูงมาก ไม่คุ้มค่าใน
การลงทุน)

ลักษณะการจัดผังกลุ่มอาคาร

: สามารถวางได้ทั้งแบบแนวเส้นตรง, แนวผสมและแบบเป็นกลุ่ม

ลักษณะอาคาร

: อาคารตึกแถว สูง 4 ชั้นครึ่ง ในลักษณะ Split Level
ชั้นล่างใช้ประกอบการค้า พื้นที่ใช้สอยทั้งอาคารประมาณ
250 ตารางเมตร

ระบบโครงสร้าง

: เสาและคานหล่อในที่ ใช้ระบบพื้นเรียบ (Flat Slab)
กึ่งสำเร็จรูป ผนังก่ออิฐโปรง, อิฐมวลเบาในลักษณะที่ระบุงลงในแบบ

ฐานราก

: เสาเข็มคอนกรีตรูปตัวไอ (I) ยาว 21 เมตร

วิธีการก่อสร้าง

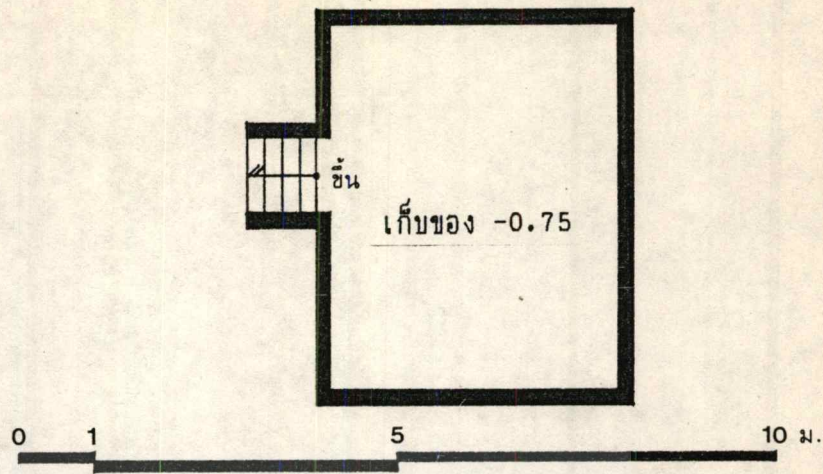
: ใช้แรงงานคนทั้งหมด ยกเว้นในขั้นตอนการตอกเสาเข็ม และการนำแผ่นพื้นกึ่งสำเร็จรูปมาวางจะใช้เครื่องจักรช่วย และอุปกรณ์บั้งแดดทั้งหมดเป็นแบบสำเร็จรูปมาจากโรงงาน โดยใช้แรงงานคนประกอบเข้ากับอาคาร

ค่าก่อสร้าง

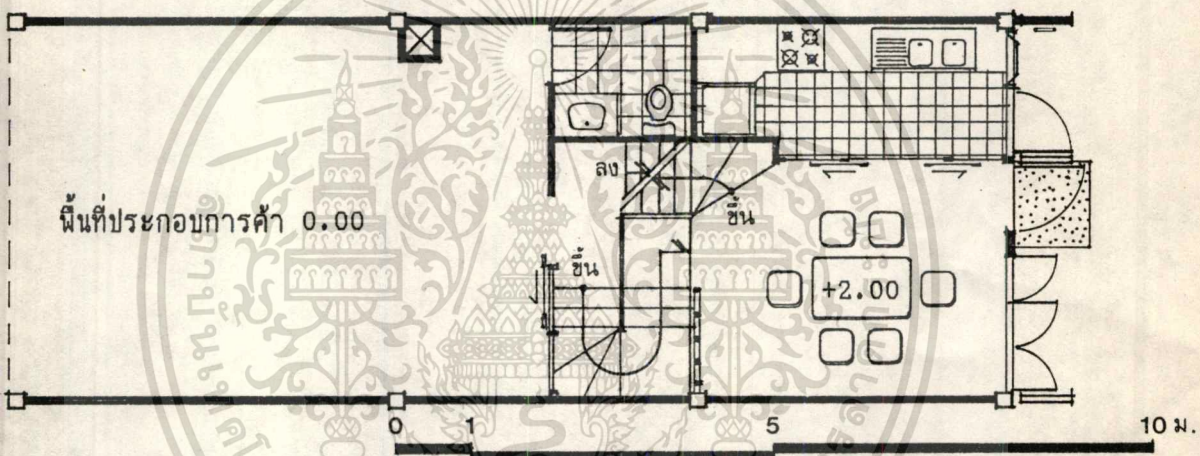
: ประมาณหน่วยละ 1,250,000 บาท ณ ปี พ.ศ. 2537
(ไม่รวมเสาเข็ม) คิดเป็นราคาเฉลี่ย 5,000 บาท/ตร.ม.
ณ ปี พ.ศ. 2537

หมายเหตุ : ราคาต่อหน่วยดังกล่าว ไม่รวม
ราคาในส่วนอุปกรณ์บั้งแดด และ
ระบบ PASSIVE อันได้แก่ ท่อต่างๆ
และ ROTARY WIND TURBINE

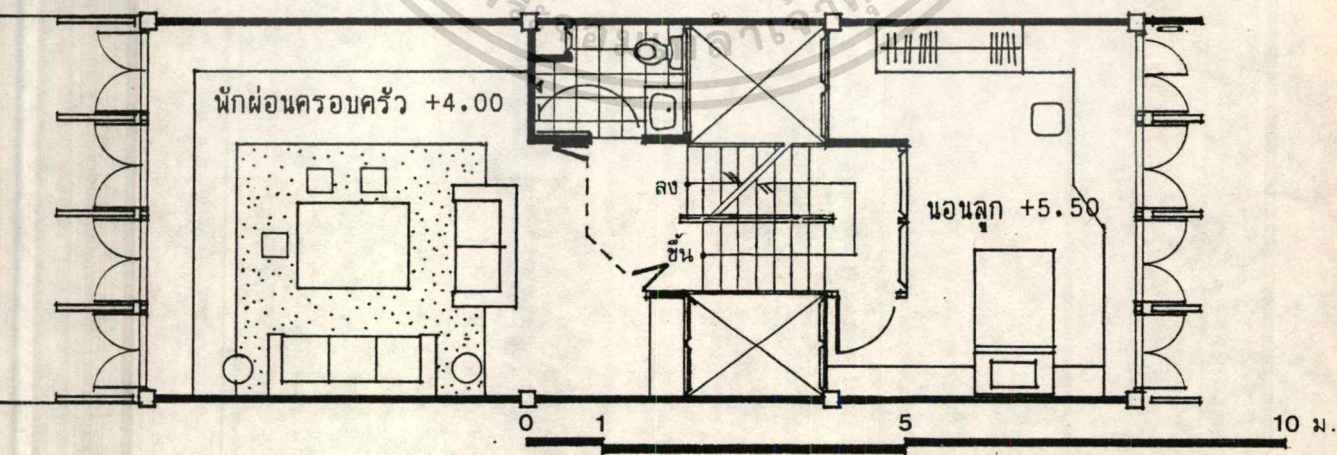




ผังพื้นชั้นใต้ดิน

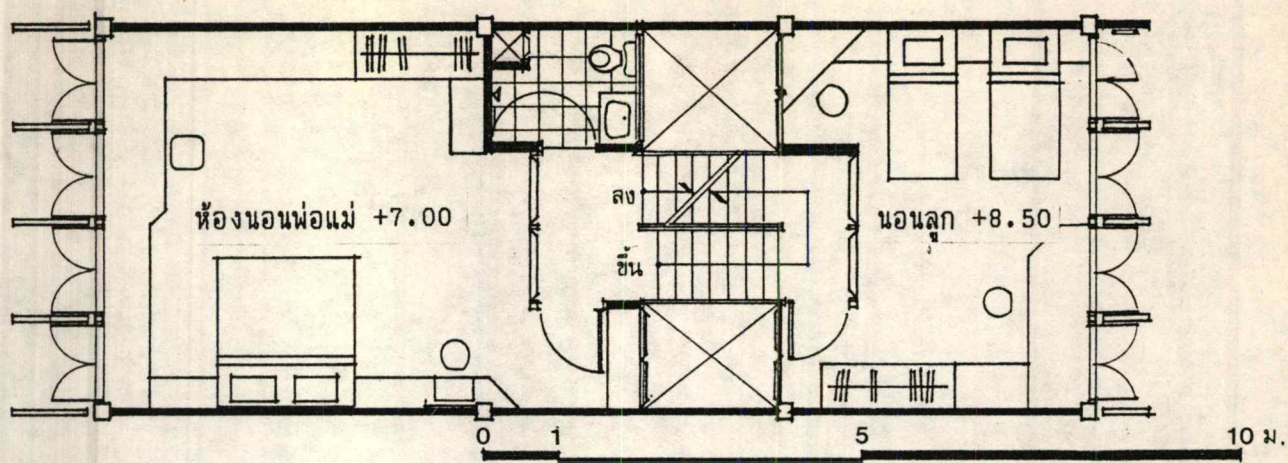


ผังพื้นชั้น 1

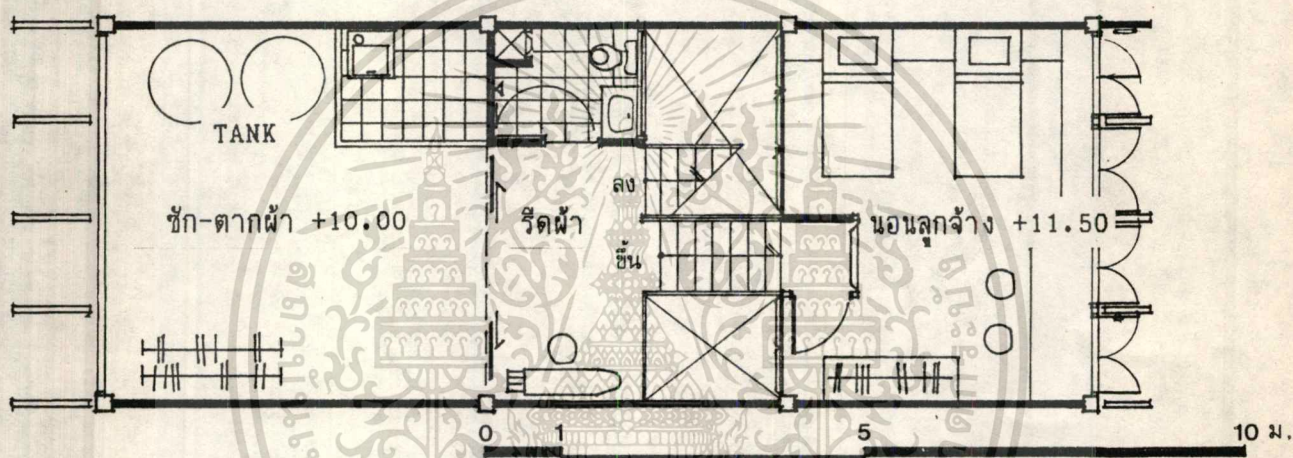


ผังพื้นชั้น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



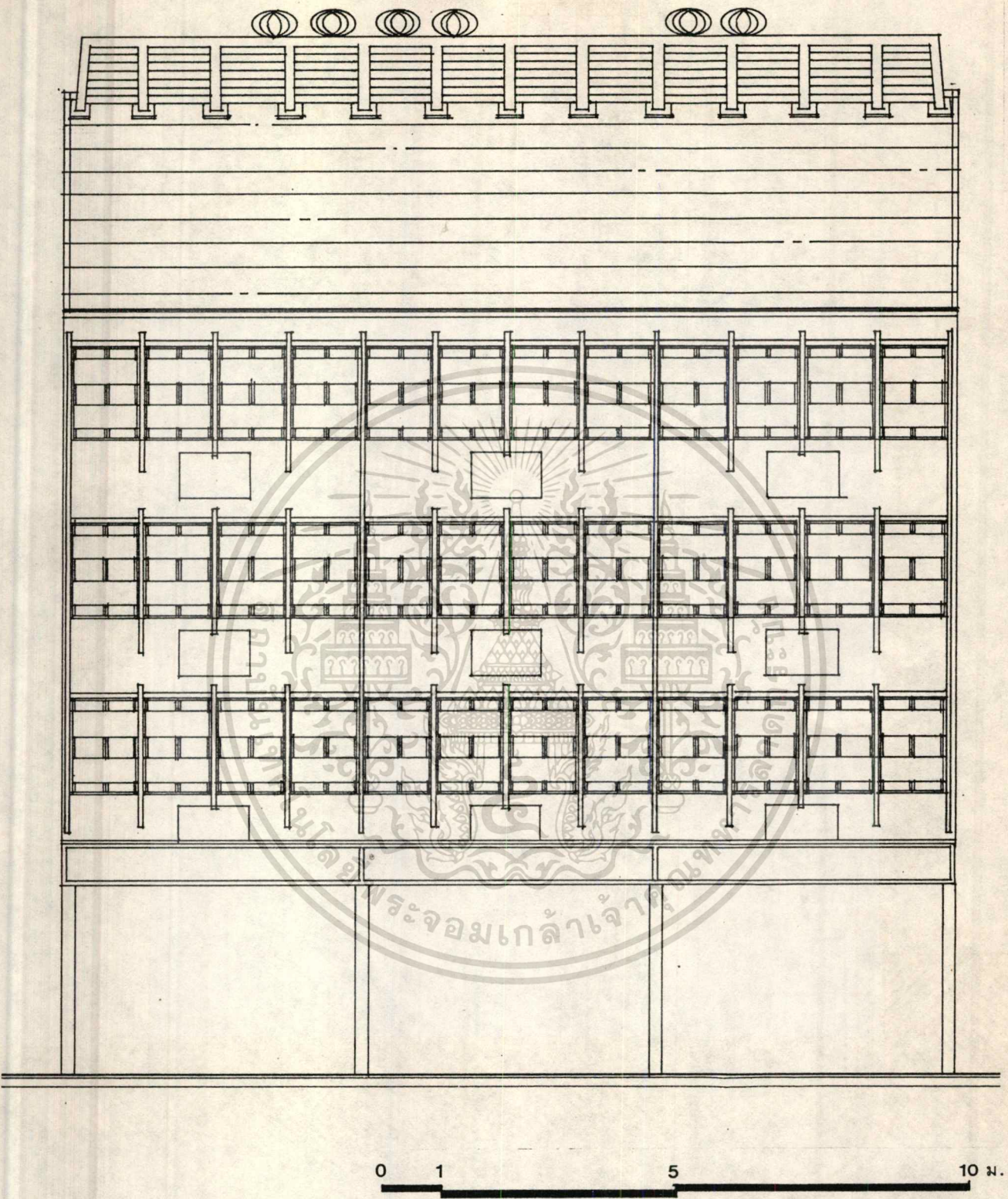
ผังพื้นชั้น 3



ผังพื้นชั้น 4

7.1. ผังพื้นแต่ละชั้นของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ

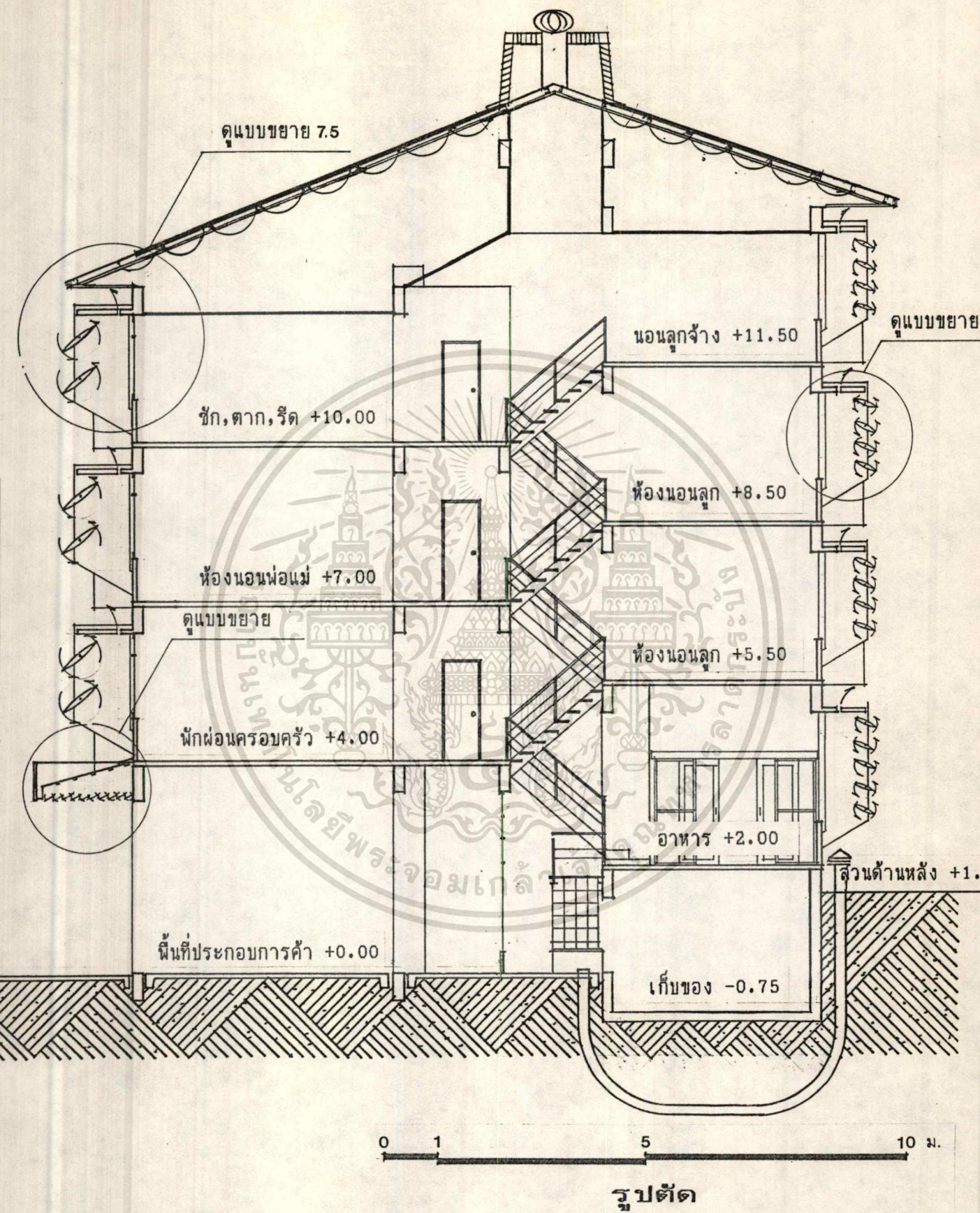
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปด้านหน้าอาคาร

7.2. รูปด้านหน้า ของอาคารรูปแบบที่นำเสนอ

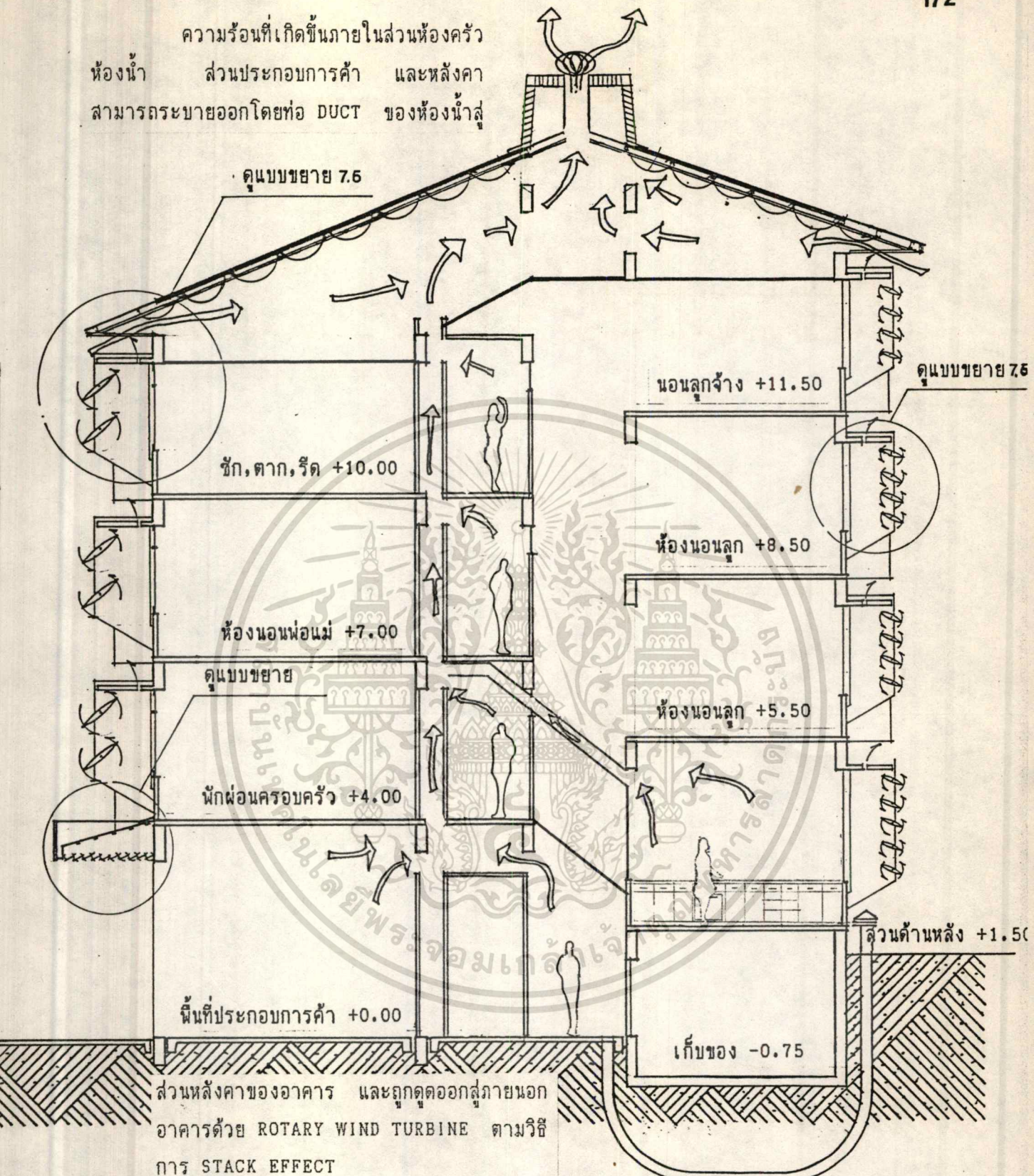
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7.3. รูปตัดของอาคาร รูปแบบที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในส่วนห้องครัว
ห้องน้ำ ส่วนประกอบการค้า และหลังคา
สามารถระบายออกโดยท่อ DUCT ของห้องน้ำสู่



7.4. รูปตัดแสดงการทำงานของระบบระบายความร้อนจากห้องน้ำ, ห้องครัว

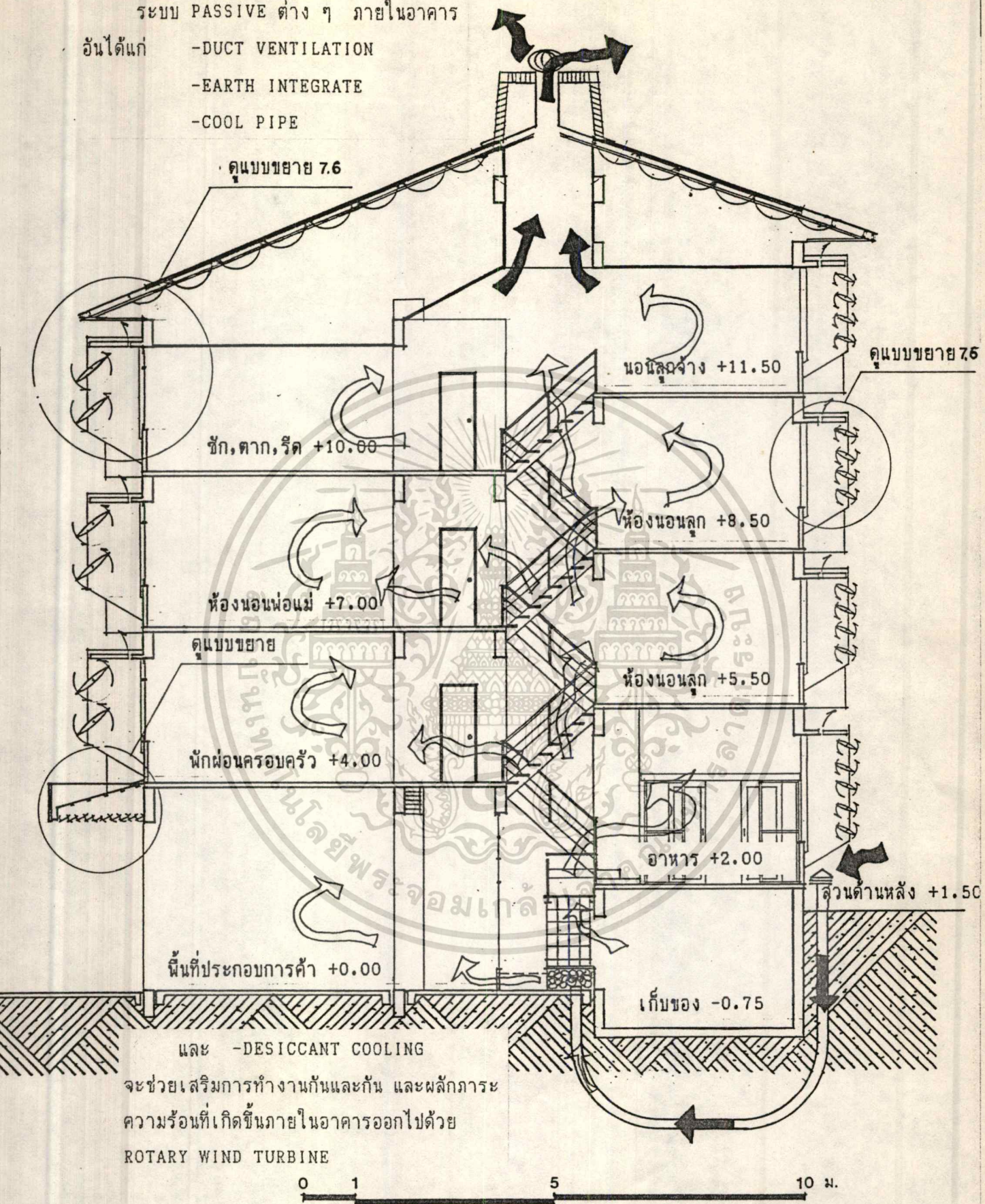
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะเพื่อการสื่อสารเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ PASSIVE ต่าง ๆ ภายในอาคาร

อันได้แก่

- DUCT VENTILATION
- EARTH INTEGRATE
- COOL PIPE

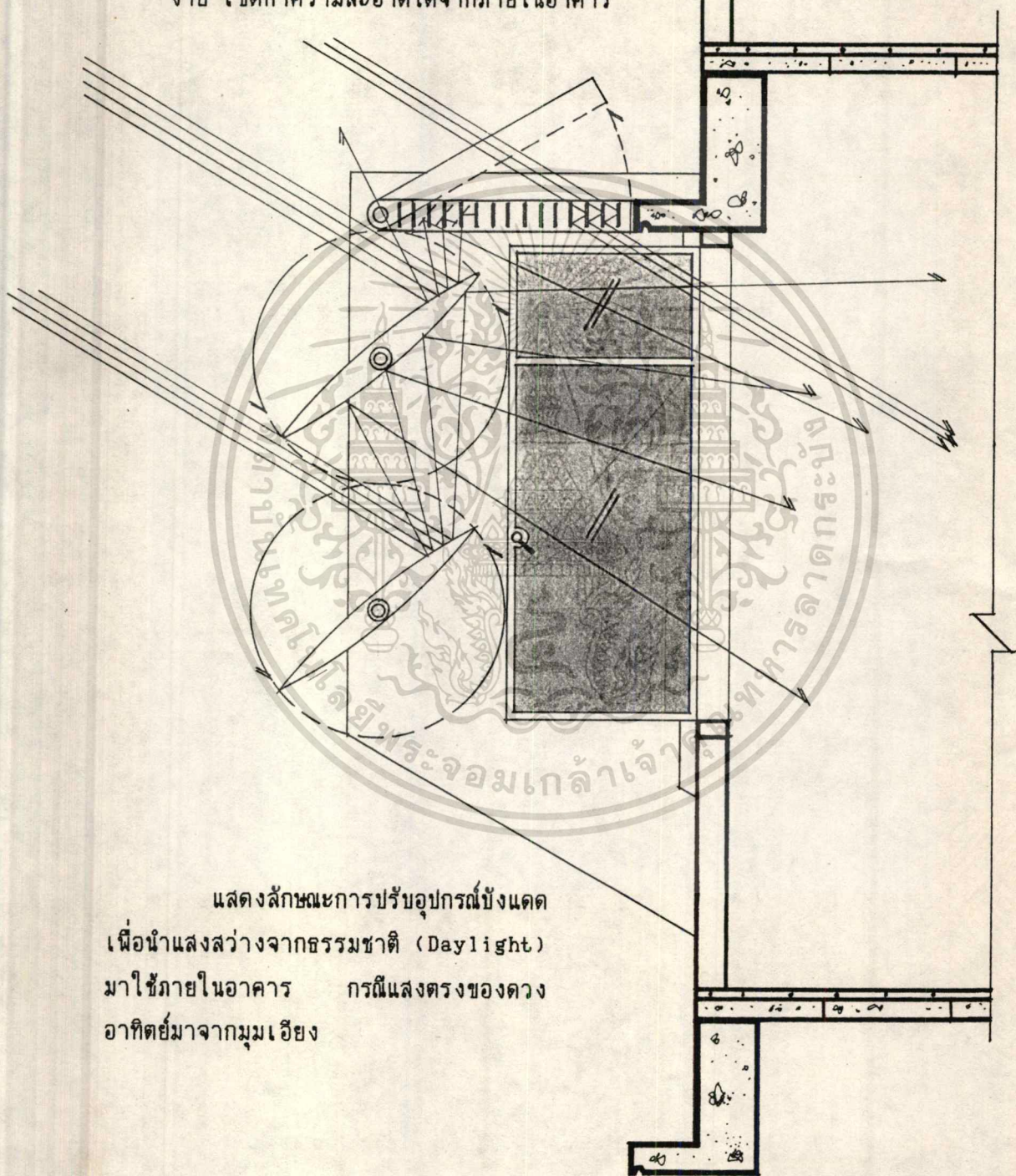


7.5. รูปตัดแสดงการทำงานของระบบ PASSIVE ในบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ ของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

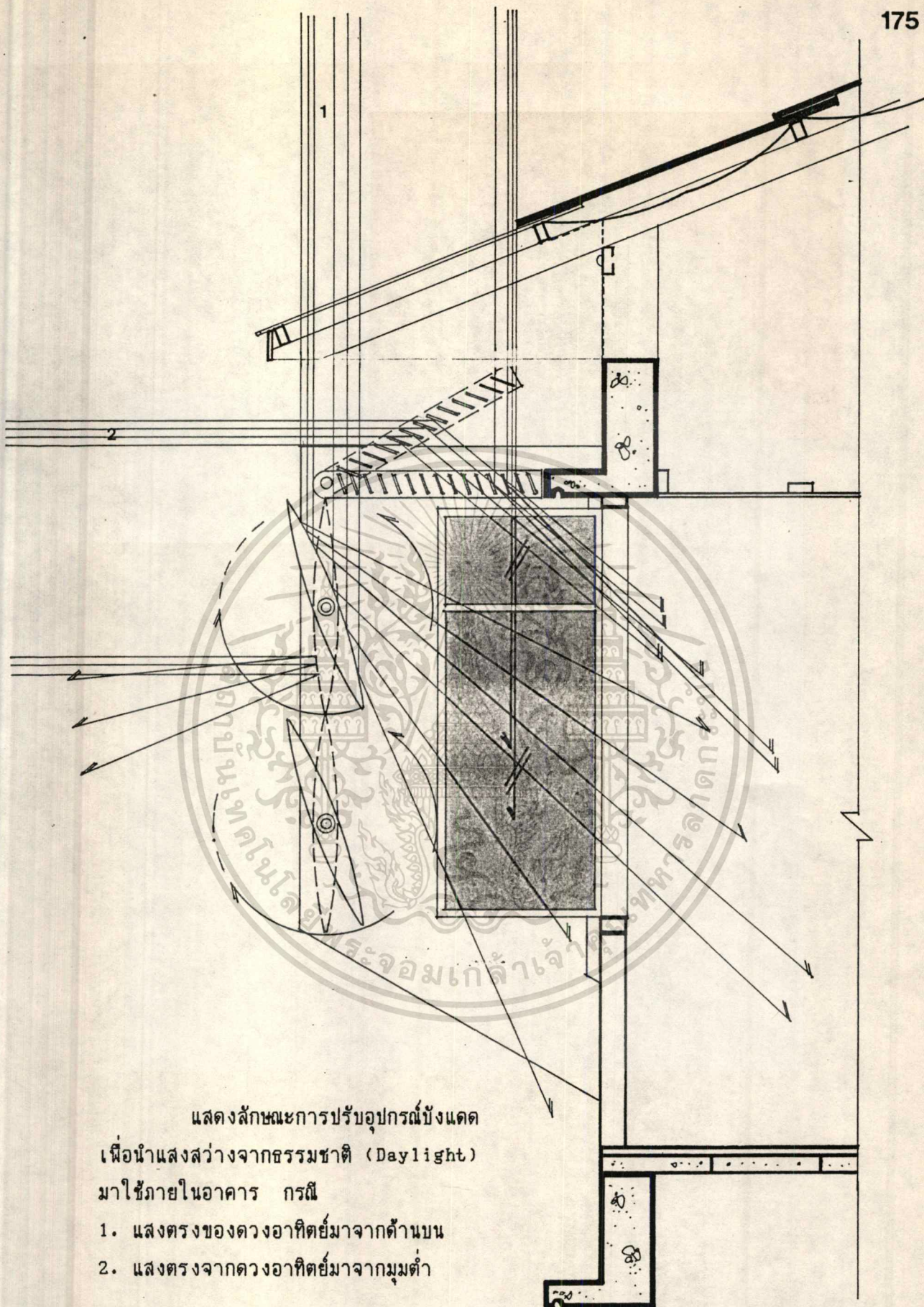
อุปกรณ์บังแดด ทำด้วยโครงเหล็ก
น้ำหนักเบา บดผิวหน้าด้วยอลูมิเนียมเคลือบสี-
ขาวด้าน มีกลไกเพื่อให้สามารถปรับมุมเอียง
ได้ด้วยมือหมุนจากภายในอาคาร อุปกรณ์
บังแดดนี้ถอด หรือประกอบติดกับอาคารได้โดย
ง่าย เช็ดทำความสะอาดได้จากภายในอาคาร



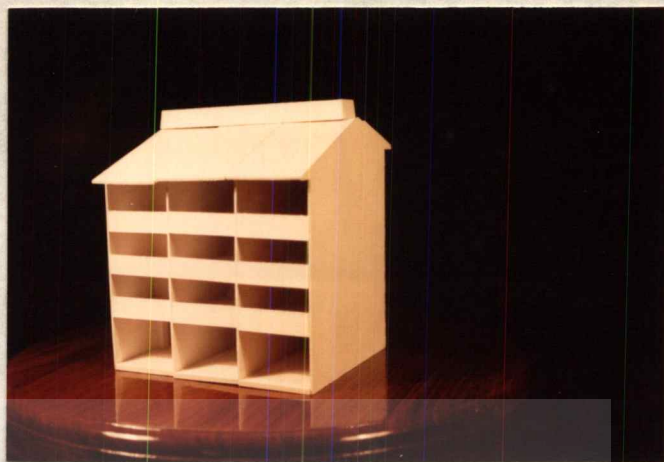
แสดงลักษณะการปรับอุปกรณ์บังแดด
เพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ (Daylight)
มาใช้ภายในอาคาร กรณีแสงตรงของดวง
อาทิตย์มาจากมุมเอียง

7.6. รูปตัดแสดงการทำงานของแผงบังแดดเมื่อแสงแดดมาในแนวเฉียง

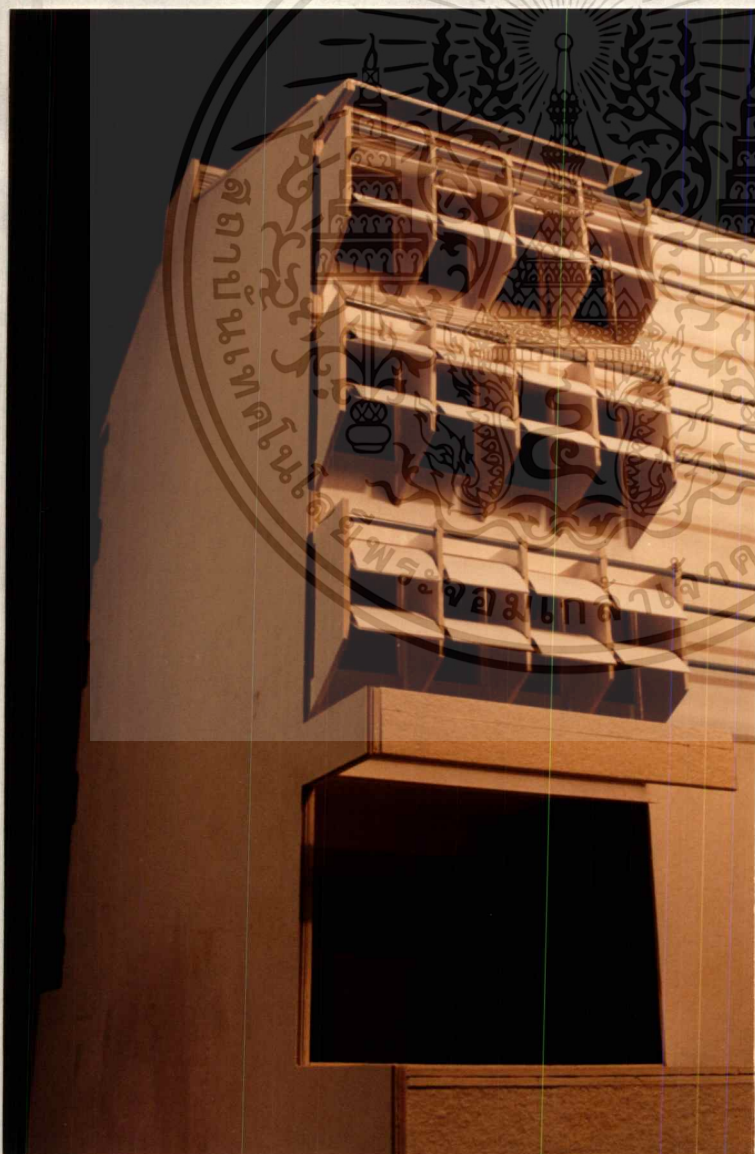
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7.7. รูปตัดแสดงการทำงานของแผงบังแดดเมื่อแสงแดดมาในแนวตั้งและแนวราบ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

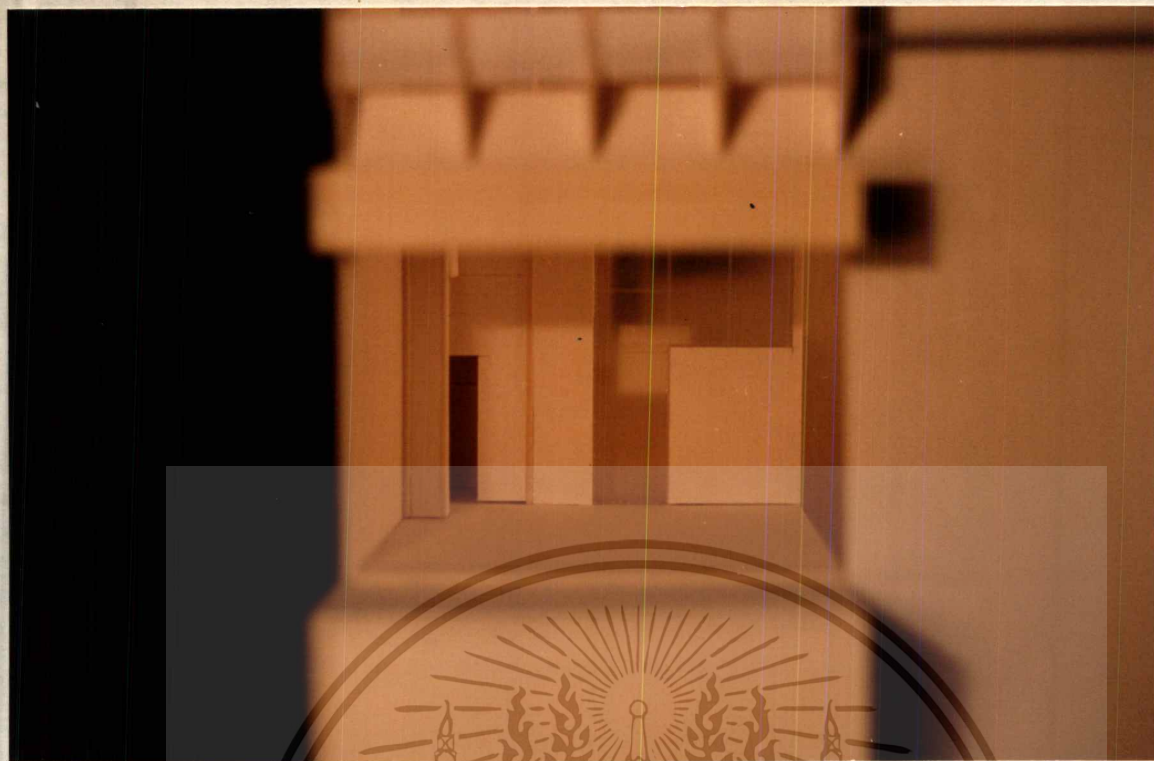


ภาพที่ 7.8 รูปทรงโดยรวมของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่นำเสนอ



ภาพที่ 7.9 รูปด้านหน้าของอาคารเมื่อมองในมุมต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.10 ที่ว่าง (SPACE) ภายในส่วนประกอบการค้า



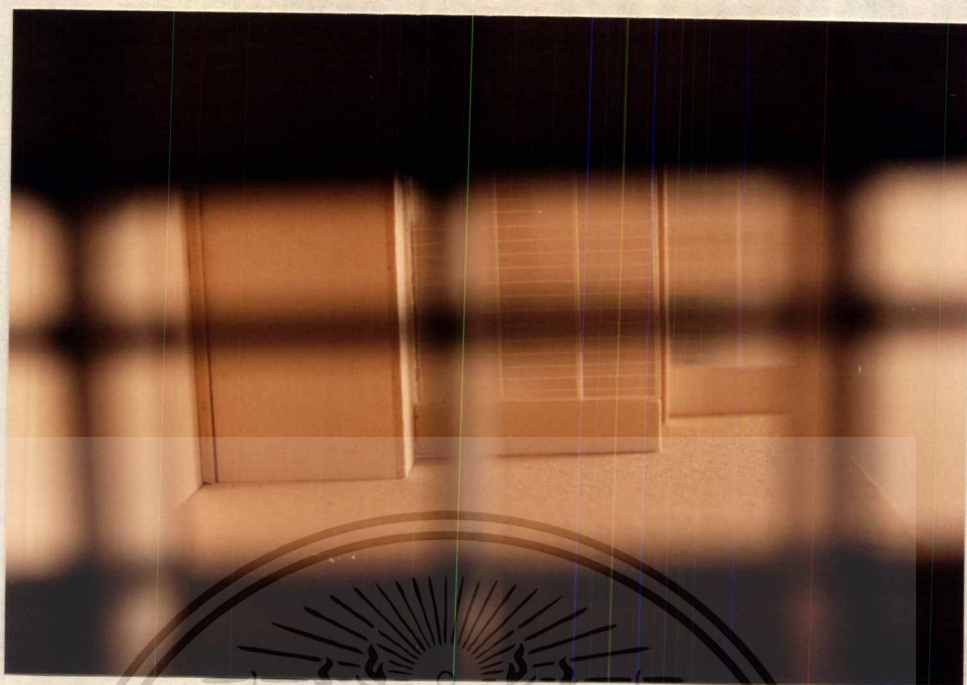
ภาพที่ 7.11 ที่ว่าง (SPACE) ในส่วนพื้นที่ประกอบการค้า, ห้องเก็บของและห้องอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7.12 ที่ว่าง (SPACE)
ภายในของห้องอาหาร

ภาพที่ 7.13 ที่ว่าง (SPACE)
ภายในของห้องครัว

ภาพที่ 7.14 ที่ว่าง (SPACE)
ภายในห้องพักผ่อนรอบครัว
เมื่อมองย้อนเข้าไปจาก
หน้าต่าง



ภาพที่ 7.15 (บน)

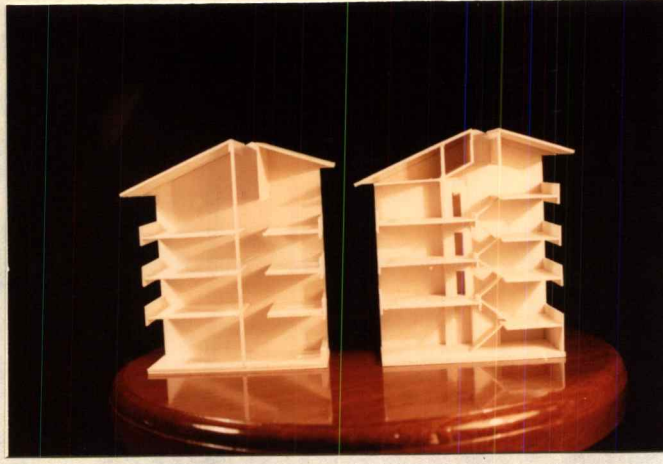
ที่ว่าง (SPACE) ภายในของห้องนอน
พ่อแม่ เมื่อมองย้อนเข้าไปจากทาง
หน้าต่าง

ภาพที่ 7.16 (ล่าง)

ที่ว่าง (SPACE) ของห้องต่าง ๆ ภายใน
อาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งที่พักอาศัย"
ที่นำเสนอ

นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

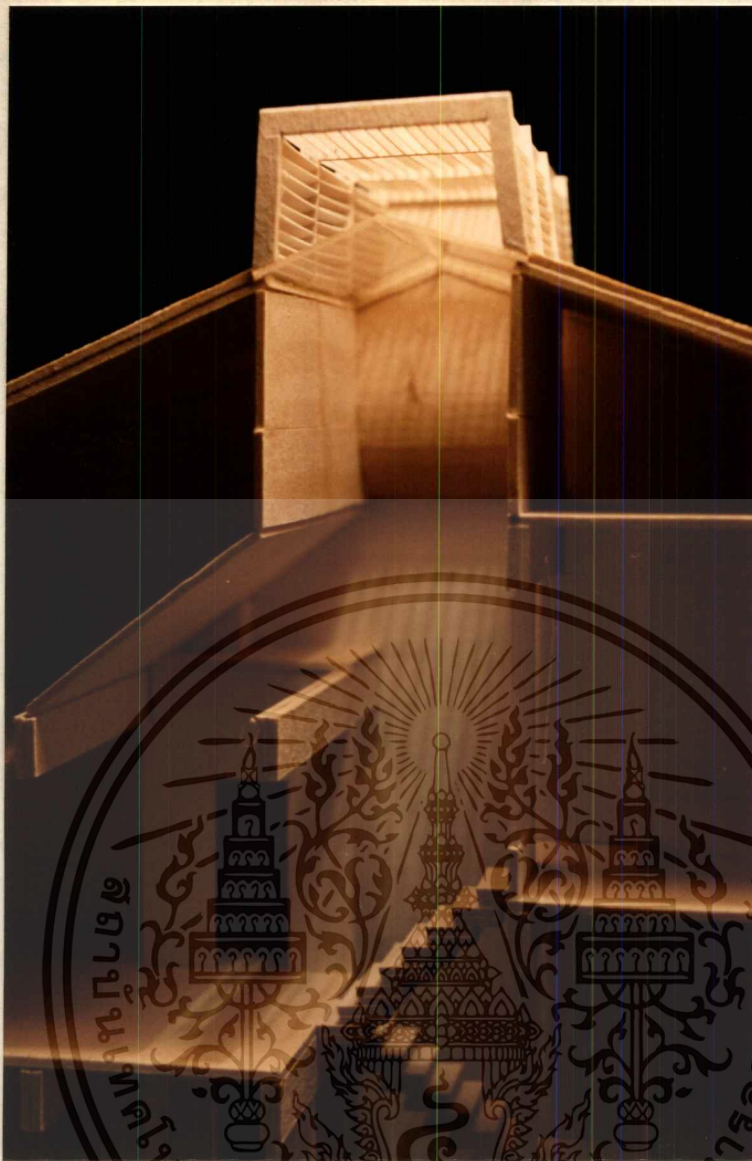


ภาพที่ 7.17 ลักษณะการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในที่ถูกต้อง ควรจัดแบบ "SPLIT LEVEL"
เนื่องจากหากห้องส่วนหน้าของชั้นใดมีการปิดหน้าต่าง ห้องด้านหลังก็ยังมีโอกาสได้รับลม
ธรรมชาติที่มากกว่า การจัดระดับพื้นที่ส่วนหน้าและหลังให้อยู่แนวระดับเดียวกัน

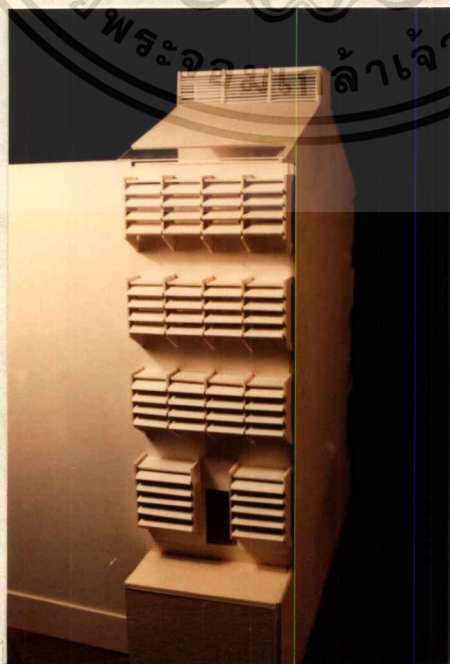


ภาพที่ 7.18 ช่วงกลางอาคารถูกเว้นไว้
ให้แสงสว่าง (Daylight) ผ่านลงมาได้
เพื่อแก้ปัญหาให้แก่บริเวณที่อยู่ในตำแหน่ง
ลึกกลางอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.19 ลักษณะและตำแหน่งของอุปกรณ์บังแดด ส่วนบนหลังคา

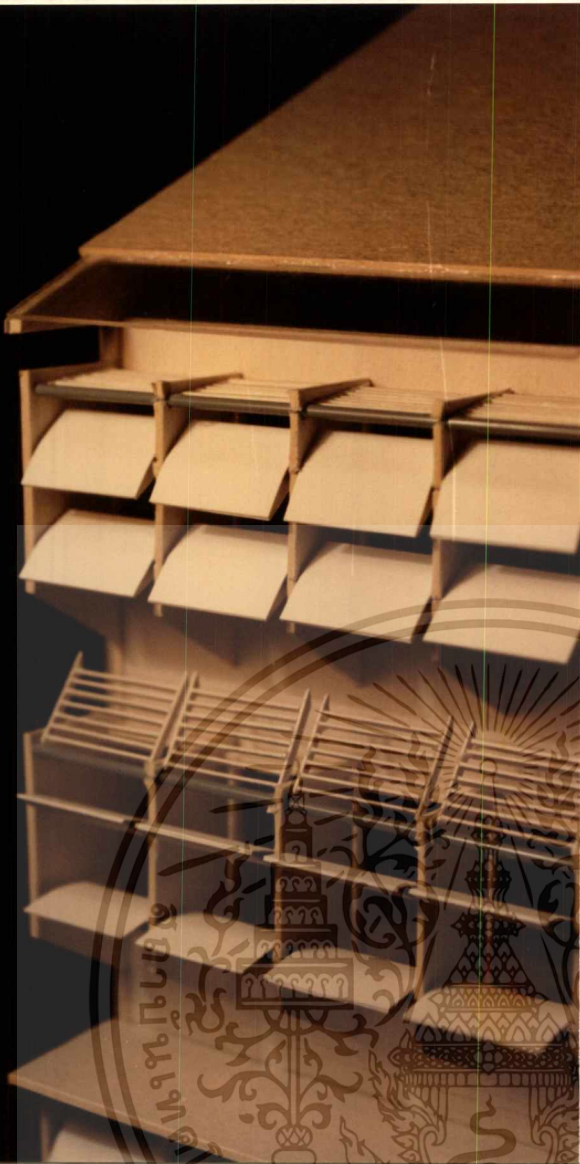


ภาพที่ 7.20 รูปด้านหลังของอาคาร
"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"
ที่น่าสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.21 (บน)

ลักษณะของ FIN และ OVER-HANGS ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ด้านหน้าอาคารสามารถปรับมุมเพื่อนำแสงสะท้อนจากแสงอาทิตย์เข้ามาใช้ภายใน

ภาพที่ 7.22 (ล่าง)

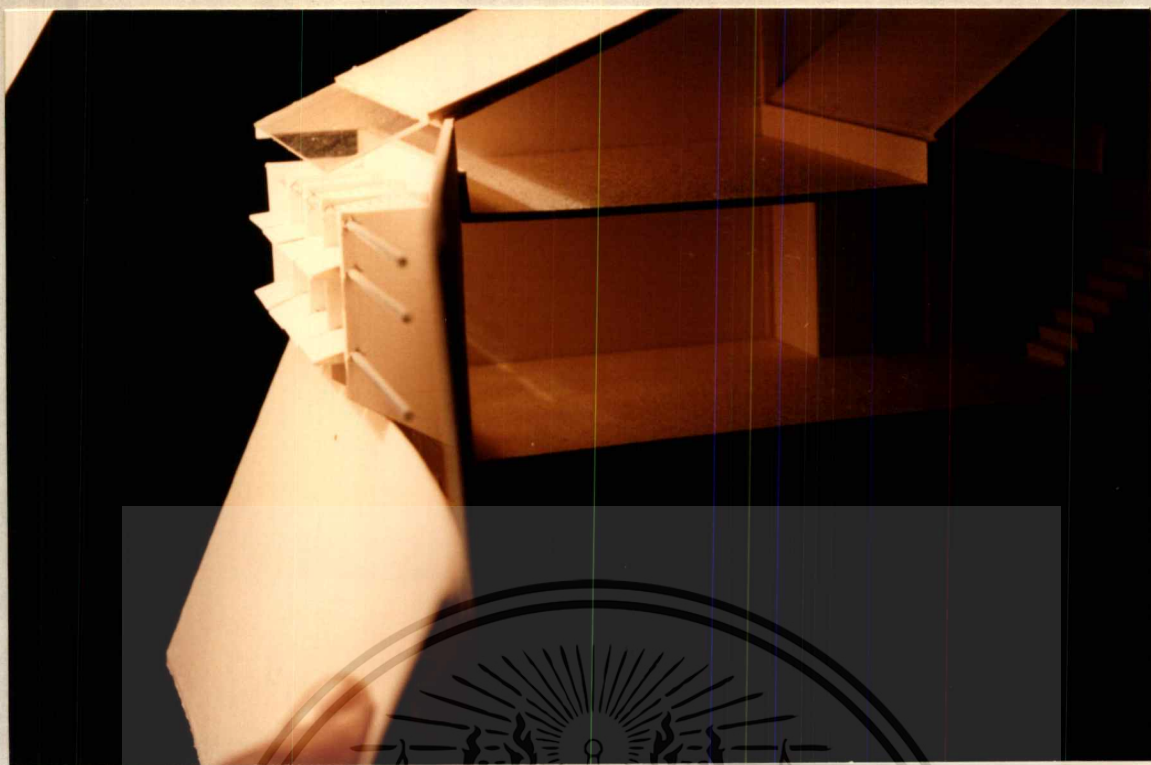
เมื่อมีการปิด OVER-HANGS ระดับที่อยู่ตรงช่วงหน้าต่าง แสงสว่างก็ยังสามารถเข้าได้ แสดงให้เห็นว่า OVER-HANGS ปรับมุมส่วนเหนือหน้าต่าง ก็มีความสำคัญในการนำแสงสว่าง (Daylight) จากภายนอกเข้ามาใช้ภายใน



เป็นเอกสารที่สง

ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

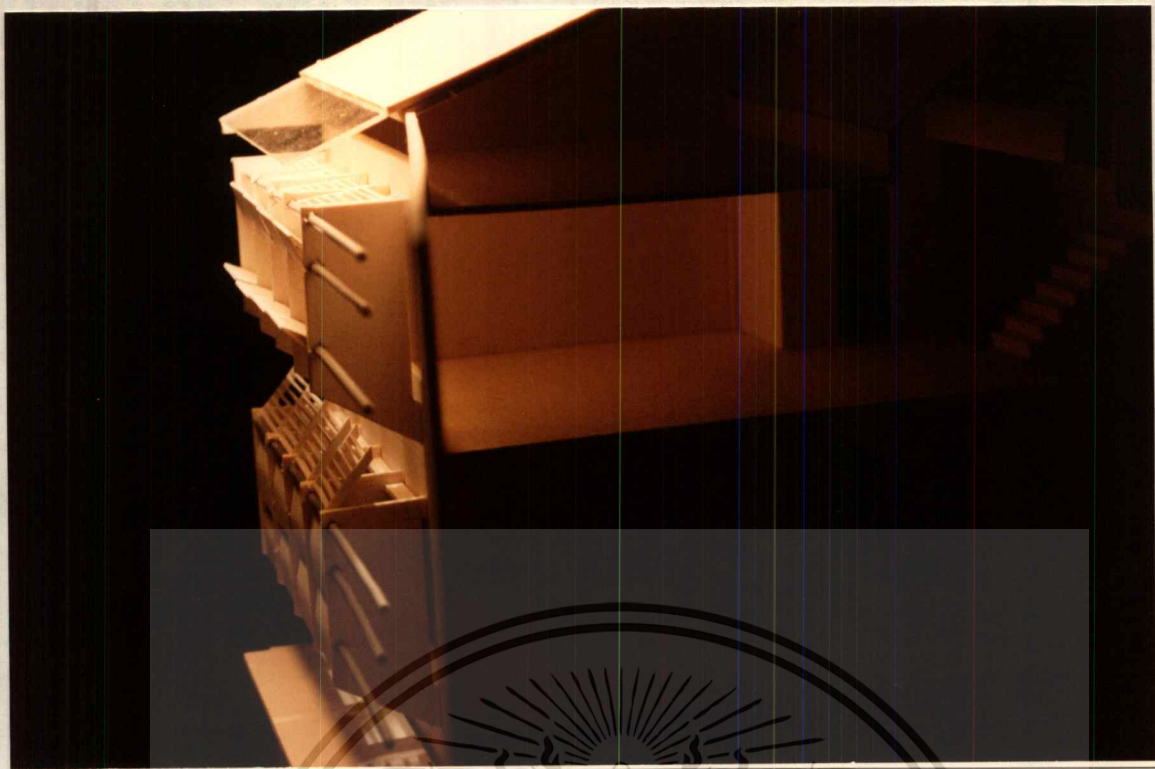


ภาพที่ 7.23 หาก OVER-HANGS มีการปรับมุมที่เหมาะสม แสงสว่างจะสามารถเข้าไป



ภาพที่ 7.24 เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ ส่องมาในแนวเฉียงกับระนาบพื้นดิน เปรียบเทียบให้เห็นการปรับมุมแผงบังแดดที่ถูกต้องในห้องชั้นบน กับการปรับมุมแผงบังแดดที่ไม่ถูกต้องในห้องชั้นล่าง จะเห็นได้ว่าการปรับมุมที่ถูกต้อง แสงสว่างจะสามารถส่องไปได้ลึกกว่า ในขณะที่แสงแดดโดยตรงไม่ส่องเข้ามาในห้องด้วย (สังเกตความสว่างได้จาก PLANE ของผนังห้องน้ำทั้งสองชั้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.25 (บน)

เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องลงมาในแนวตั้งฉากกับระนาบพื้นดิน การปรับมุมแผงบังแดดที่ถูกต้องสามารถนำแสงสว่าง

เข้ามาใช้ภายในอาคารได้ (ในรูปหากชั้นล่างมีการปรับมุมที่เหมาะสมเช่นเดียวกับชั้นบน แสงสว่างก็จะสามารถเข้าไปในอาคารได้เช่นกัน)

ภาพที่ 7.26 (ล่าง)

เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องลงมาในแนวระนาบพื้นดิน

ชั้น 4 : แสดงการปรับมุมแผงบังแดดที่ไม่ถูกต้อง, จะนำแสงแดดเข้ามาภายในอาคาร

ชั้น 3 : แสดงการปรับมุมแผงบังแดดที่ถูกต้อง, แผงบังแดด (OVER-HANGS) ส่วนเหนือหน้าต่างจะช่วยสะท้อนแสงแดด นำแสงสว่าง

(Daylight) เข้ามาใช้ภายในอาคาร

ชั้น 2 : แสดงการปรับมุมแผงบังแดดที่ไม่ถูกต้อง, แผงบังแดด (OVER-HANGS) ส่วนเหนือหน้าต่างไม่ได้มีการเอียงขึ้น เพื่อสะท้อนแสงแดด

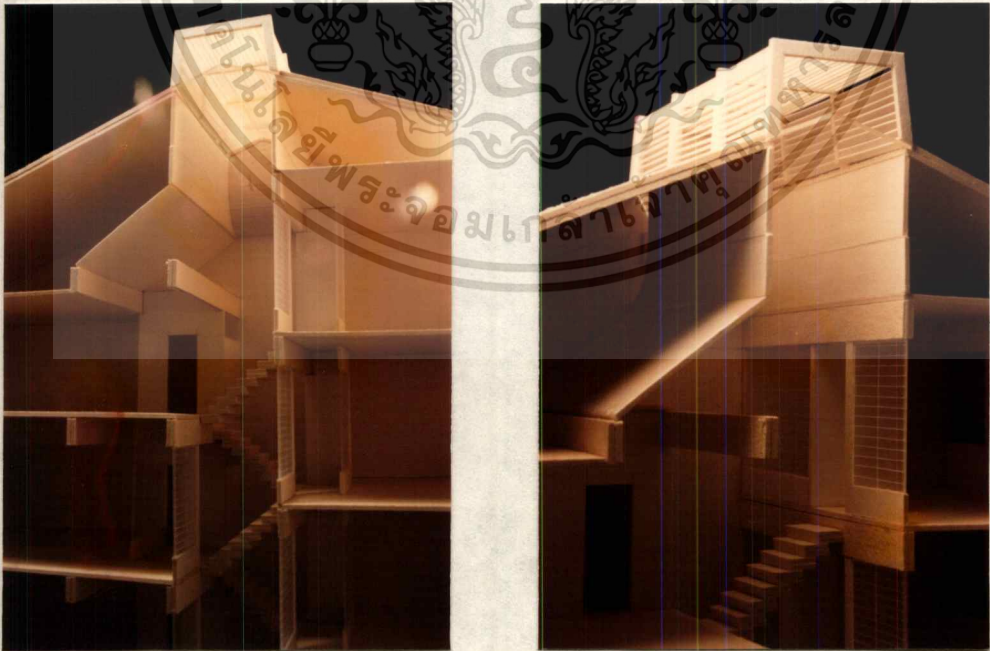
ความสว่างจะเข้ามาในห้องได้น้อยมาก

ึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.27 ลักษณะของแผงบังแดดด้านหน้าอาคาร



ภาพที่ 7.28 ลักษณะของแสงสว่างที่เข้ามาตรงช่วงกลางของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2. ค่า OTTV ของอาคารรูปแบบที่นำเสนอ

สำหรับค่า OTTV (Overall Thermal Transter Value) ในที่นี้ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทางด้านความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาภายในจาก กรอบอาคารในแต่ละด้าน ซึ่งผลการตรวจสอบเป็นไปดังนี้

ตารางที่ 7.1. ข้อมูลสรุปพื้นที่ต่าง ๆ ในการตรวจสอบค่า OTTV ของรูปแบบที่นำเสนอ

รายการ	ผนังทึบ				กระจก			
	ลักษณะ	รหัสผนัง	พื้นที่ (ม ²)	รวม (ม ²)	ลักษณะ	รหัสผนัง	พื้นที่ (ม ²)	รวม (ม ²)
ด้านหน้า อาคาร	-เสาค.ส.ล.	N*-1	3.48					
	และคาน ค.ส.ล. -ผนังก่ออิฐโปรง ฉาบปูนเรียบ	N-2	3.84		-กระจกใส หนา 6 มม.	N-2	7.68	11.52
รวม				7.32				15.0
ด้านหลัง อาคาร	-เสาค.ส.ล.	N-1	3.48					
	-ผนังก่ออิฐโปรง ฉาบปูนเรียบ	N-2	3.84		-กระจกใส หนา 6 มม.	N-2	7.68	11.52
รวม				7.32				15.0
ข้าง	-ผนังก่ออิฐโปรง ชนิด 14.5 ซม. ฉาบปูนเรียบ	N-Side	5**					

- * เมื่อด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศเหนือ หากด้านหน้าหันไปทางทิศทางอื่น ๆ ผนังนี้จะเปลี่ยนตาม
- ** เป็นพื้นที่สมมุติ เนื่องจากไม่ว่าจะมีพื้นที่ขนาดเท่าใด ค่า OTTV ของผนังทึบด้านข้าง ก็จะมีค่าความร้อนต่อตารางเมตรเท่าเดิมเสมอ

ตารางที่ 7.2. แสดงค่า OTTV ของ "ตึกแถวในลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"
รูปแบบที่นำเสนอ

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปี ของผนังด้านข้างหน่วยริมสุด เมื่อหันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้

AZIMUTH ANGLE = -45									

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q

SE-SIDE	5.0	1.7	15.0	-	-	-	-	-	127.5

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 25.5 W/sq m

หมายเหตุ : ขนาดพื้นที่ (A_w) เป็นการสมมุติขึ้น เนื่องจากไม่ว่าจะมีพื้นที่เท่าใด
ค่า OTTV ก็ยังมีค่าเท่าเดิม

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปีของกรอบอาคารด้านหน้า เมื่อหันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้

AZIMUTH ANGLE = -45									

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q

SE1	3.5	3.0	10.0	-	-	-	-	-	105.0
SE2	11.5	1.8	15.0	8.0	5.9	5.0	186.9	0.377	1110.0

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 52.8 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 44.9 W/sq m (15% reduction)

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปีของกรอบอาคารด้านหลัง เมื่อหันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้

AZIMUTH ANGLE = -45									

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q

SE1	3.5	3.0	10.0	-	-	-	-	-	105.0
SE2	11.5	1.9	15.0	8.0	5.9	5.0	186.9	0.378	1129.1

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 53.7 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 45.6 W/sq m (15% reduction)

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปี ของผนังทางด้านข้างหน่วยริมสุด เมื่อหันสู่ทิศเหนือ

ZIMUTH ANGLE = 180								

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC

IDE-N	5.0	1.7	15.0	-	-	-	-	-

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 25.5 W/sq m

หมายเหตุ : ขนาดพื้นที่ (A_w) เป็นการสมมุติขึ้นเนื่องจากไม่ว่าจะมีขนาดพื้นที่เท่าใด
ค่า OTTV ก็ยังมีค่าเท่าเดิม

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปีของกรอบอาคารด้านหน้า เมื่อหันสู่ทิศเหนือ

AZIMUTH ANGLE = 180									

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q

N1	3.5	3.0	10.0	-	-	-	-	-	105.0
N2	11.5	1.8	15.0	8.0	5.9	5.0	111.3	0.567	1051.8

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 50.3 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 42.8 W/sq m (15% reduction)

ค่า OTTV เฉลี่ยทั้งปีของกรอบอาคารด้านหลัง เมื่อหันสู่ทิศเหนือ

AZIMUTH ANGLE = 180									

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q

N1	3.5	3.0	10.0	-	-	-	-	-	105.0
N2	11.5	1.8	15.0	8.0	5.9	5.0	111.3	0.567	1051.8

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 50.3 W/sq m

<<<<<<< WITH CONTRIBUTION OF DAYLIGHT UTILIZATION >>>>>>>
OTTV OF THIS FACADE IS REDUCED TO BE 42.8 W/sq m (15% reduction)

7.3. ค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (Cooling Load)

กับการตรวจสอบความสบายทางอุณหภูมิ

ข้อมูลที่ใส่ในโปรแกรมเพื่อคำนวณค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ (ภาระความร้อน, Cooling Load)

1. ใช้หน่วยเมตริกในการออกแบบ
2. โครงการตั้งที่กรุงเทพฯ เมื่อด้านหน้าอาคารหันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้ หรือทิศเหนือ
3. อุณหภูมิออกแบบภายนอก 35 องศาเซลเซียส กระเปาะแห้ง
30.8 องศาเซลเซียส กระเปาะเปียก
(หมายเหตุ : ค่าอุณหภูมิข้างต้นคือค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในรอบปี จากตารางสถิติทางด้านสภาพอากาศ ของกรมอุตุนิยมวิทยา ปี พ.ศ.)
4. อุณหภูมิออกแบบภายใน
กรณีที่ 1 : 25 องศาเซลเซียส กระเปาะแห้ง ความชื้น 50 %
(ทั่วไปเพื่อหาขนาดเครื่องปรับอากาศจริง)
กรณีที่ 2 : 29.7 องศาเซลเซียส กระเปาะแห้ง ความชื้น 75 %
(หมายเหตุ : กรณีดังกล่าว คือ ค่าอุณหภูมิ ECI สูงสุดที่ยังอยู่ในเกณฑ์สบาย เมื่อกรณีความเร็วลมเท่ากับ 0 เมตร/วินาที ทั้งนี้การคำนวณภาระความเย็นเพื่อการปรับอากาศนี้ เป็นการคำนวณภาระความเย็นต่ำที่สุดที่สามารถทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบาย เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่าง "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่างกับรูปแบบที่นำเสนอเท่านั้น ค่าภาระความเย็นที่ได้ ไม่เหมาะสมในการนำไปเลือกซื้อขนาดของเครื่องปรับอากาศในความเป็นจริง)
5. ออกแบบโดยใช้เดือน เมษายน (เนื่องจากเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุดในรอบปี)
6. ต้องการวิเคราะห์ภาระความเย็นตลอด 24 ชั่วโมง และหาเวลาที่เกิดภาระความเย็นสูงสุด (Peak Load)
7. เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมที่ไม่มีการคำนวณค่าโดยตรงของอุปกรณ์บังแดดมาเกี่ยวข้อง ค่า SC ที่ใช้ได้มาจากการประมวลในโปรแกรม OTTV ที่ผ่านมา
8. อุณหภูมิแตกต่างข้างห้องโดยรอบ 5 องศาเซลเซียส (เนื่องจากสมมติให้อุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิสูงสุดของอากาศธรรมชาติ)
9. จำนวนผู้ใช้ในแต่ละห้อง 2 คน (อื่น, ทำงานเบา ๆ)
10. อุปกรณ์แสงสว่างใช้ 0.2 KW (ค่าสมมติโดยประมาณให้ค่าน้อยเนื่องจากต้องการเปรียบเทียบผลทางด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลัก)

11. อุปกรณ์มอเตอร์ใช้ 0.1 KW (ค่าสมมุติโดยประมาณให้ค่าน้อยเนื่องจากต้องการเปรียบเทียบผลทางด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลัก) แบบ Motor and Driven Machine in Space โดยค่า Eff. = 80 %
12. อุณหภูมิแตกต่างระหว่างอุณหภูมิห้องกับอุณหภูมิอากาศที่ออกมาจากคอยล์เย็น 10 องศาเซลเซียส
13. ค่าความปลอดภัย (Safety Factor) = 8 %

ตารางที่ 7.3. ข้อมูลการคำนวณภาระความเย็นในการปรับอากาศ ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง สำหรับห้องนอนพ่อ-แม่ (สำหรับห้องพักผ่อนครอบครัว มีลักษณะคล้ายคลึงกัน)

รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.ม.)	ค่า U (วัตต์/ตรม. °C)	หมายเหตุ
ส่วนด้านนอกอาคารหันสู่ทิศ ตะวันออกเฉียงใต้ - กระฉกสีชาหนา 5 มม. - เสาและคานคอนกรีต 20 ซม. - ผนังก่ออิฐโปรงหนา 8 ซม. ฉนวนปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน			SC เท่ากับ 0.377 เมื่อหันสู่ทิศ SE และเท่ากับ 0.567 เมื่อหันสู่ทิศ N (จากการประมวลใน OTTV)
กรณีหน่วยริม - ผนังด้านข้างก่ออิฐโปรง 14.5 ซม. ฉนวนปูนเรียบ หันสู่ทิศ SW - ผนังด้านข้างก่ออิฐโปรง 14.5 ซม. ฉนวนปูนเรียบ หันสู่ทิศ NE	15 15	1.736 1.736	ห้องน้ำจะอยู่ผนังด้านข้างที่โดนแดดเสมอ เพื่อช่วยลดความร้อนให้ภายในอาคาร

รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.ม.)	ค่า U (วัตต์/ตรม.°C)	หมายเหตุ
ส่วนด้านในอาคารที่ไม่โดนแดด -ผนังด้านข้างหน่วยอื่น ก่ออิฐฉาบปูนเรียบ -ผนังด้านข้างหน่วยอื่น(ที่มีห้องน้ำ) -ผนังภายในหน่วยในลักษณะผนังยิปซั่มแบบมีรูพรุนเก็บเสียง 12 มม. ทั้ง 2 ด้านมีช่องว่างอากาศตรงกลาง -ผนังกระจกฝ้า 5 มม. -ผนังส่วนติดห้องน้ำในลักษณะผนัง ก่ออิฐฉาบปูนเรียบ 1 ด้าน ติดกระเบื้องโมเสค 1 ด้าน	21 15 6 9 7.2	2.597 2.597 1.901 4.086 2.564	มีลักษณะเป็นแบบบานเกล็ด แต่ในการคำนวณจะถือว่าเป็นกระจกติดตาย และเพื่อแสดงให้เห็น
ฝ้าเพดาน -พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบแผ่นมีการเทคอนกรีตหีบและฉาบปูนเรียบที่ผิว	32	2.315	ในที่นี้คิดรวมพื้นที่ชานพักบันได
พื้น -พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบแผ่นมีการเทคอนกรีตหีบและฉาบปูนเรียบที่ผิว -(สำหรับห้องพักผ่อนบนที่ประกอบการค้า ข้างใต้มีช่องว่างอากาศ 10 ซม. กับแผ่นยิปซั่ม 12 มม.)	32 32	2.315 1.49	ในที่นี้คิดรวมพื้นที่ชานพักบันได พื้นที่ดังกล่าวคือ ฝ้าเพดานของห้องประกอบการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.4. แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนพ่อ-แม่

7.4.1. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -

อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB XRH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 25.0 X 50.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.5	0.5	3.0	0.85
2:00	2.4	0.5	2.9	0.83
3:00	2.3	0.5	2.9	0.81
4:00	2.3	0.5	2.8	0.81
5:00	2.4	0.5	2.9	0.83
6:00	2.4	0.3	2.7	0.76
7:00	2.5	0.3	2.7	0.77
8:00	2.7	0.3	2.9	0.83
9:00	2.7	0.0	2.7	0.78
10:00	2.9	0.0	2.9	0.81
11:00	3.0	0.0	3.0	0.85
12:00	3.0	0.0	3.0	0.84
13:00	3.0	0.0	3.0	0.85
14:00	2.9	0.0	2.9	0.83
15:00	2.9	0.0	2.9	0.83
16:00	2.9	0.0	2.9	0.82
17:00	2.8	0.0	2.8	0.79
18:00	3.0	0.3	3.2	0.92
19:00	2.9	0.3	3.1	0.89
20:00	2.7	0.3	3.0	0.85
21:00	2.7	0.3	2.9	0.83
22:00	2.8	0.5	3.3	0.94
23:00	2.8	0.5	3.3	0.94
24:00	2.6	0.5	3.1	0.88
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	20.1
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	524.8 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 3300 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.94 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 7.68 : 15 = 0.512 : 1

ผนังด้านใน 7 : 15 = 0.467 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 14.68 : 72 = 0.203 : 1

หมายเหตุ : หากเปรียบเทียบกับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" แบบตัวอย่างในลักษณะ
ทิศทางเหมือนกับตามตารางที่ 4.4.1. มีค่าภาระความร้อนลดลงเพียงเล็กน้อย
ทั้งนี้เนื่องจาก WWR มีค่าสูงกว่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.2. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : SW
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
 Space Name : MASTER BED-ROOM
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 25.0 X 50.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.6	0.5	3.1	0.89
2:00	2.6	0.5	3.1	0.89
3:00	2.5	0.5	3.0	0.86
4:00	2.5	0.5	3.0	0.85
5:00	2.5	0.5	3.1	0.87
6:00	2.5	0.3	2.8	0.79
7:00	2.6	0.3	2.8	0.80
8:00	2.8	0.3	3.0	0.86
9:00	2.8	0.0	2.8	0.80
10:00	2.9	0.0	2.9	0.83
11:00	3.0	0.0	3.0	0.86
12:00	3.0	0.0	3.0	0.86
13:00	3.0	0.0	3.0	0.86
14:00	2.9	0.0	2.9	0.83
15:00	2.9	0.0	2.9	0.83
16:00	2.9	0.0	2.9	0.83
17:00	2.8	0.0	2.8	0.80
18:00	3.0	0.3	3.3	0.93
19:00	2.9	0.3	3.2	0.91
20:00	2.8	0.3	3.1	0.88
21:00	2.8	0.3	3.0	0.86
22:00	2.9	0.5	3.5	0.98
23:00	2.9	0.5	3.5	0.98
24:00	2.8	0.5	3.3	0.93
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	20.8
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	551.2 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 3500 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.98 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 7.68 : 15 = 0.512 : 1

ผนังด้านใน 7 : 15 = 0.467 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 14.68 : 72 = 0.208 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.3. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.1	0.3	2.4	0.69
2:00	2.1	0.3	2.4	0.67
3:00	2.0	0.3	2.3	0.65
4:00	2.0	0.3	2.3	0.64
5:00	2.0	0.3	2.4	0.67
6:00	2.1	0.2	2.2	0.63
7:00	2.1	0.2	2.3	0.65
8:00	2.3	0.2	2.5	0.71
9:00	2.4	0.0	2.4	0.69
10:00	2.5	0.0	2.5	0.72
11:00	2.7	0.0	2.7	0.76
12:00	2.7	0.0	2.7	0.75
13:00	2.7	0.0	2.7	0.76
14:00	2.6	0.0	2.6	0.74
15:00	2.6	0.0	2.6	0.74
16:00	2.6	0.0	2.6	0.73
17:00	2.5	0.0	2.5	0.70
18:00	2.6	0.2	2.8	0.79
19:00	2.5	0.2	2.7	0.76
20:00	2.4	0.2	2.5	0.72
21:00	2.3	0.2	2.5	0.70
22:00	2.5	0.3	2.8	0.78
23:00	2.4	0.3	2.7	0.78
24:00	2.2	0.3	2.5	0.72
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	17.1
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	539.5 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 06.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่าอุณหภูมิออกแบบภายในกรณีนี้ 2 นี้ สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ แต่ทั้งนี้จะต้องมีขนาดหน้าต่างระบายลมธรรมชาติ (ไม่ใช่ช่องเปิดติดตายเพื่อแสงสว่าง) ที่เพียงพอด้วย

หากจะให้อุณหภูมิภายในอาคาร อยู่ในขอบเขตสูงสุดของความสบาย (29.7 °C, RH 75 % หรือ = 27.7 °C ECI) อุณหภูมิภายนอกที่จะนำมาใช้ได้ต้องเท่ากับ 28.7 °C นั่นคือความแตกต่างของอุณหภูมิ (ΔT) เท่ากับ 1 °C (จากตารางที่ 3.4 จะเห็นได้ว่า ตั้งแต่เวลา 20.00 น. - 6.00 น. ของทั้งปี อุณหภูมิเกือบทั้งหมดอยู่ในขอบเขต 28.7 °C ยกเว้น 20.00 น. ของเดือนเมษายน = 30 °C, พฤษภาคม = 29 °C เท่านั้นที่มีอุณหภูมิเกิน 28.7 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2800 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอดเวลาที่เกิดกิจกรรม)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2800 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 2.154 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $2.154 / 0.3 = 7.18$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

(หมายเหตุ : การตรวจสอบค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศ ขนาดของเครื่องปรับอากาศและขนาดของช่องเปิด ที่สามารถเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ เมื่อด้านหน้าอาคารหันในทิศทางต่าง ๆ นอกเหนือจากนี้ แสดงไว้ในภาคผนวก ค.)

ตารางที่ 7.5. ข้อมูลการคำนวณภาระความเย็นในการปรับอากาศ ของ
"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง สำหรับห้องนอนลูก(รูปแบบที่นำเสนอ)

รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.ม.)	ค่า U (วัตต์/ตรม.°C)	หมายเหตุ
ส่วนด้านนอกอาคารหันสู่ทิศ ตะวันออกเฉียงใต้ -กระจกสีชาหนา 5 มม. -เสาละคานคอนกรีต 20 ซม. -ผนังก่ออิฐโปรงหนา 8 ซม. ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน กรณีหน่วยริม -ผนังด้านข้างก่ออิฐโปรง 14.5 ซม. ฉาบปูนเรียบ หันสู่ทิศ SW -ผนังด้านข้างก่ออิฐโปรง 14.5 ซม. ฉาบปูนเรียบ หันสู่ทิศ NE	7.68 3.48 3.84 12 12	5.896 2.874 1.802 1.736 1.736	SC เท่ากับ 0.377 เมื่อหันสู่ทิศ SE และเท่ากับ 0.567 เมื่อหันสู่ทิศ N (จากการประมวลใน OTTV)
ส่วนด้านในอาคารที่ไม่โดนแดด -ผนังด้านข้างหน่วยอื่น ก่ออิฐ ฉาบปูนเรียบ -ผนังภายในหน่วยในลักษณะ ผนังยิปซั่มแบบมีรูพรุนเก็บเสียง 12 มม.ทั้ง 2 ด้านมีช่องว่าง อากาศตรงกลาง -ผนังกระจกฝ้า 5 มม.	12 6 9	2.597 1.901 4.086	
ฝ้าเพดาน -พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบแผ่นมี การเทคอนกรีตทับและฉาบปูน เรียบที่ผิว	20	2.315	

รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.ม.)	ค่า บ (วัดต์/ตรม. °C)	หมายเหตุ
พื้น -พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบแผ่นมี การเทคอนกรีตหีบและฉาบปูน เรียบที่ผิว	20	2.315	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.6. แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก

7.6.1. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -

อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 25.0 X 50.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.9	0.5	2.4	0.69
2:00	1.8	0.5	2.4	0.67
3:00	1.8	0.5	2.3	0.65
4:00	1.8	0.5	2.3	0.64
5:00	1.8	0.5	2.4	0.67
6:00	1.8	0.3	2.1	0.59
7:00	1.9	0.3	2.1	0.61
8:00	2.1	0.3	2.4	0.67
9:00	2.2	0.0	2.2	0.62
10:00	2.3	0.0	2.3	0.65
11:00	2.4	0.0	2.4	0.69
12:00	2.4	0.0	2.4	0.68
13:00	2.4	0.0	2.4	0.68
14:00	2.3	0.0	2.3	0.67
15:00	2.3	0.0	2.3	0.67
16:00	2.3	0.0	2.3	0.66
17:00	2.2	0.0	2.2	0.63
18:00	2.4	0.3	2.7	0.75
19:00	2.3	0.3	2.6	0.73
20:00	2.2	0.3	2.4	0.69
21:00	2.1	0.3	2.3	0.67
22:00	2.2	0.5	2.8	0.78
23:00	2.2	0.5	2.7	0.77
24:00	2.0	0.5	2.5	0.72
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	16.2
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	163.8 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 2800 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.78 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 7.68 : 15 = 0.512 : 1

ผนังด้านใน 7 : 15 = 0.467 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 14.68 : 72 = 0.203 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6.2. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : SW
 อดหมูมื่ออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
 Space Name : CHILDREN
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 25.0 X 50.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.0	0.5	2.5	0.71
2:00	1.9	0.5	2.4	0.69
3:00	1.9	0.5	2.4	0.68
4:00	1.9	0.5	2.4	0.67
5:00	1.9	0.5	2.4	0.69
6:00	1.9	0.3	2.1	0.61
7:00	1.9	0.3	2.1	0.61
8:00	2.0	0.3	2.3	0.65
9:00	2.0	0.0	2.0	0.58
10:00	2.1	0.0	2.1	0.61
11:00	2.2	0.0	2.2	0.63
12:00	2.2	0.0	2.2	0.62
13:00	2.2	0.0	2.2	0.63
14:00	2.1	0.0	2.1	0.61
15:00	2.1	0.0	2.1	0.61
16:00	2.1	0.0	2.1	0.61
17:00	2.1	0.0	2.1	0.58
18:00	2.3	0.3	2.5	0.71
19:00	2.2	0.3	2.5	0.70
20:00	2.1	0.3	2.4	0.68
21:00	2.1	0.3	2.3	0.67
22:00	2.3	0.5	2.8	0.79
23:00	2.3	0.5	2.8	0.79
24:00	2.1	0.5	2.6	0.74
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	15.9
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	165.7 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอดหมูมื่อของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อดหมูมื่ออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 2800 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.79 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก(ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 7.68 : 15 = 0.512 : 1

ผนังด้านใน 7 : 15 = 0.467 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 14.68 : 72 = 0.203 : 1

7.6.3. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.5	0.3	1.9	0.53
2:00	1.5	0.3	1.8	0.51
3:00	1.4	0.3	1.7	0.49
4:00	1.4	0.3	1.7	0.48
5:00	1.5	0.3	1.8	0.51
6:00	1.5	0.2	1.6	0.47
7:00	1.6	0.2	1.7	0.48
8:00	1.8	0.2	1.9	0.54
9:00	1.9	0.0	1.9	0.53
10:00	2.0	0.0	2.0	0.56
11:00	2.1	0.0	2.1	0.60
12:00	2.1	0.0	2.1	0.59
13:00	2.1	0.0	2.1	0.60
14:00	2.0	0.0	2.0	0.58
15:00	2.0	0.0	2.0	0.58
16:00	2.0	0.0	2.0	0.57
17:00	1.9	0.0	1.9	0.54
18:00	2.1	0.2	2.2	0.63
19:00	2.0	0.2	2.1	0.60
20:00	1.8	0.2	2.0	0.56
21:00	1.7	0.2	1.9	0.54
22:00	1.9	0.3	2.2	0.62
23:00	1.9	0.3	2.2	0.61
24:00	1.7	0.3	2.0	0.56
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	13.3
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	424.2 L/S

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2200 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอดเวลาที่เกิดกิจกรรม)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2200 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.692 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = 1.692/0.3 = 5.64 ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

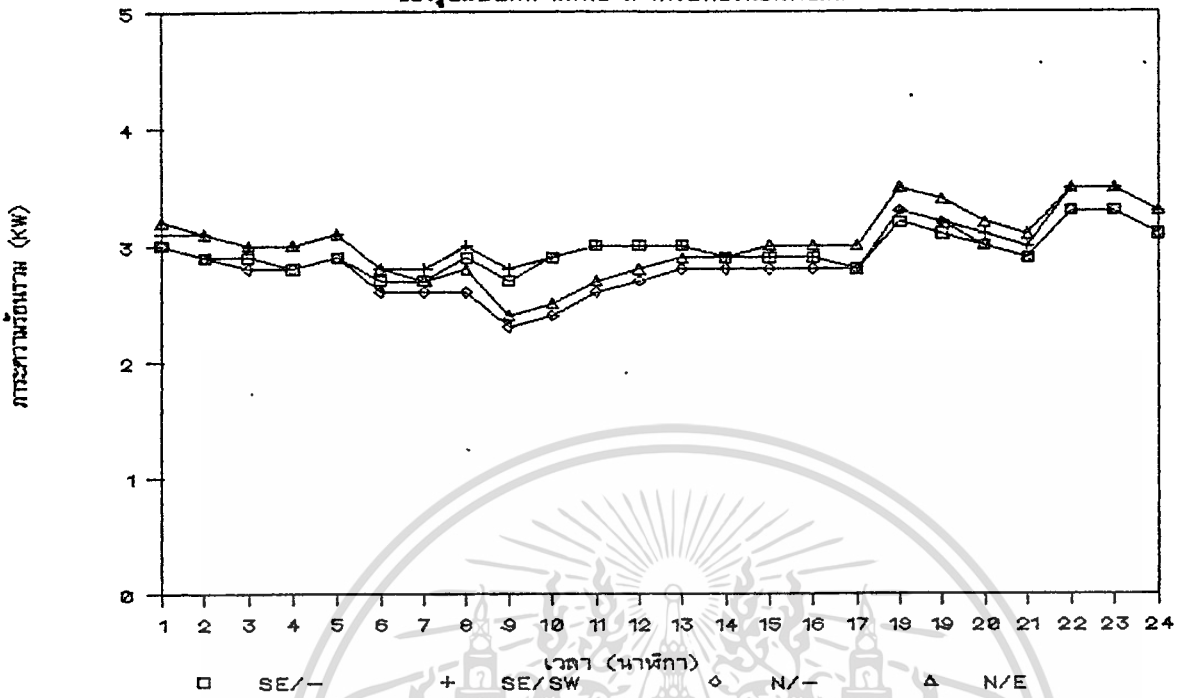
(หมายเหตุ : การตรวจสอบด้านอื่น ๆ ที่เหลือ แสดงอยู่ในภาคผนวก ค.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7.29.สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศ ของรูปแบบที่นำเสนอในห้องต่าง ๆ

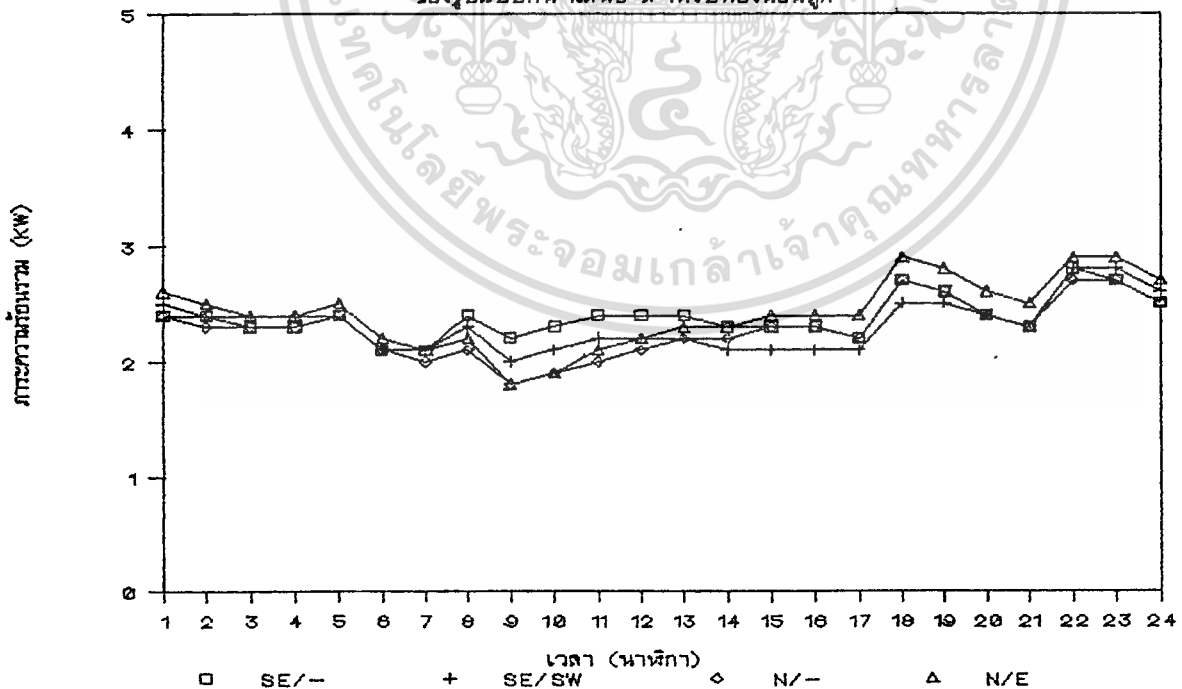
สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศ

ของรูปแบบที่นำเสนอ สำหรับห้องนอนพ่อแม่



สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศ

ของรูปแบบที่นำเสนอ สำหรับห้องนอนลูก

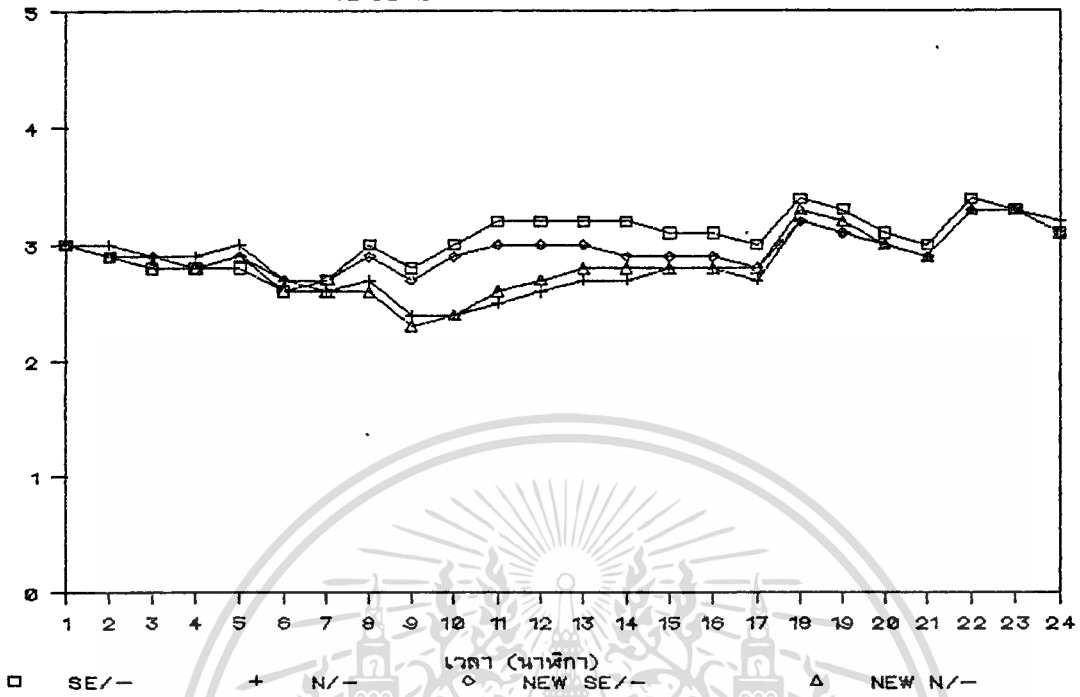


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7.30. การเปรียบเทียบพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศ ระหว่างรูปแบบ
ตัวอย่างและรูปแบบที่นำเสนอ

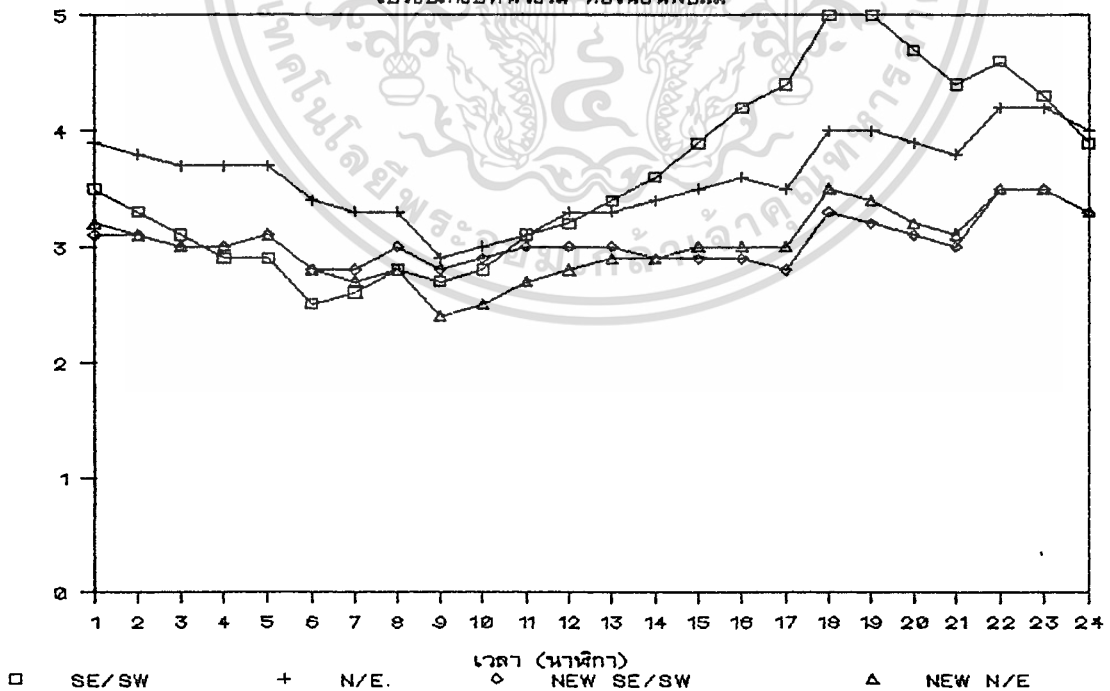
สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศ

เปรียบเทียบหน่วยกลาง ห้องนอนพ่อแม่



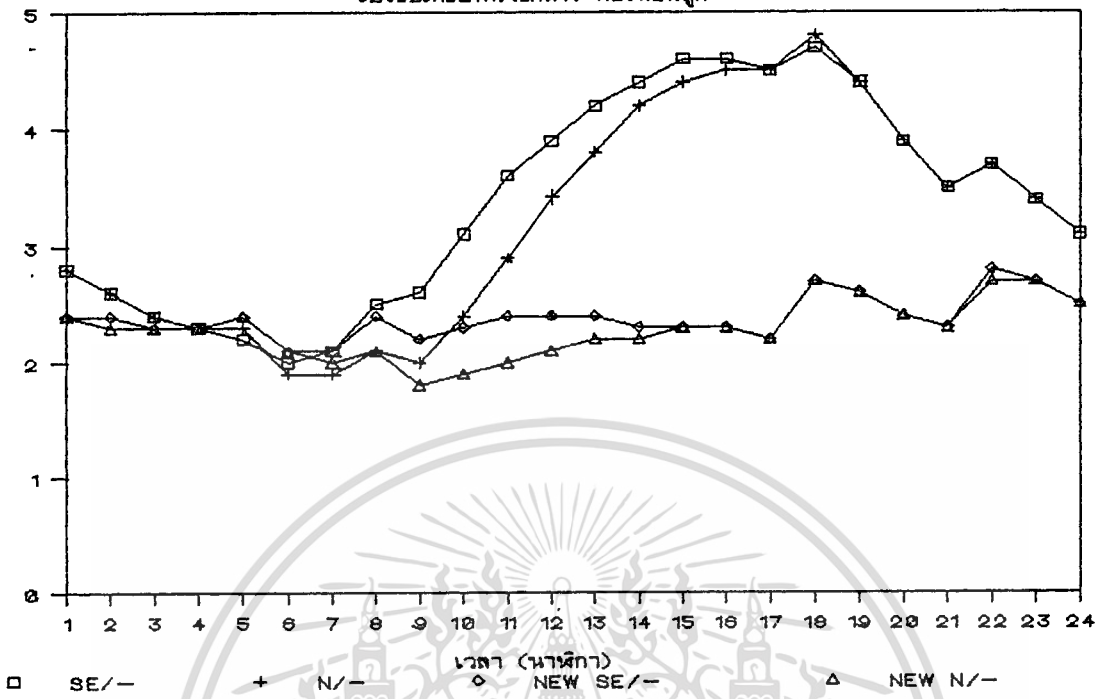
สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศ

เปรียบเทียบหน่วยริม ห้องนอนพ่อแม่

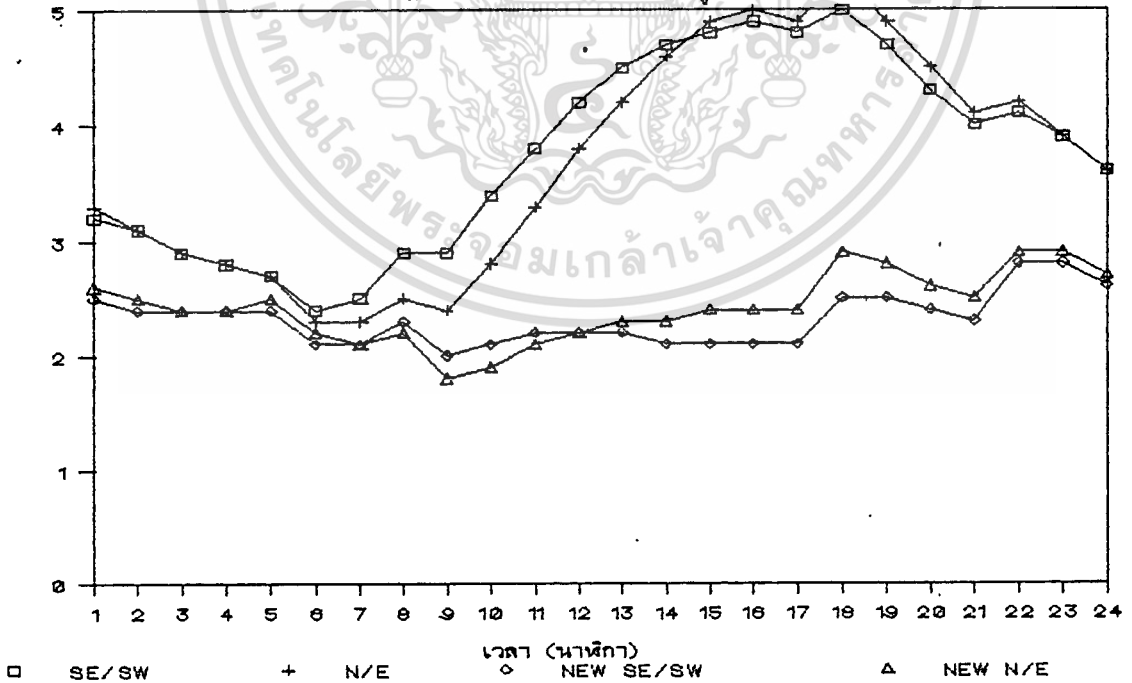


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศ เปรียบเทียบหน่วยกลาง ห้องงานช่าง

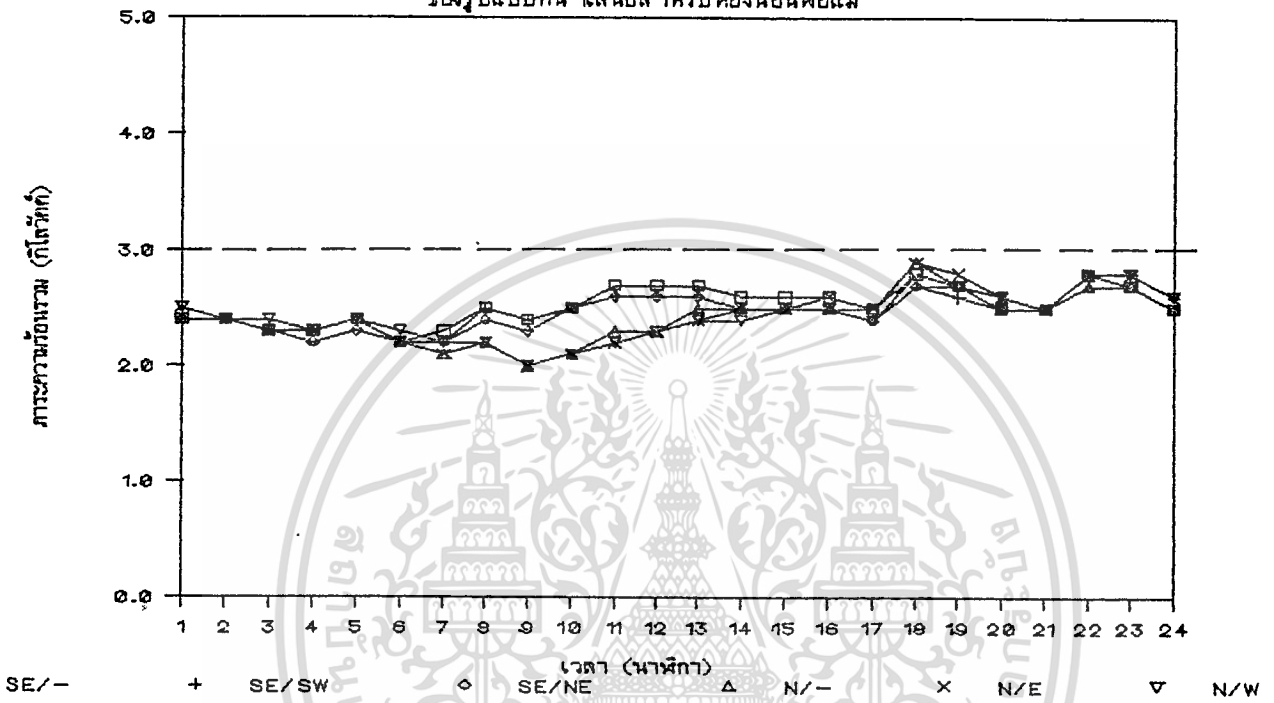


สรุปพฤติกรรมภาระความเย็นในการปรับอากาศ เปรียบเทียบหน่วยริม ห้องงานช่าง

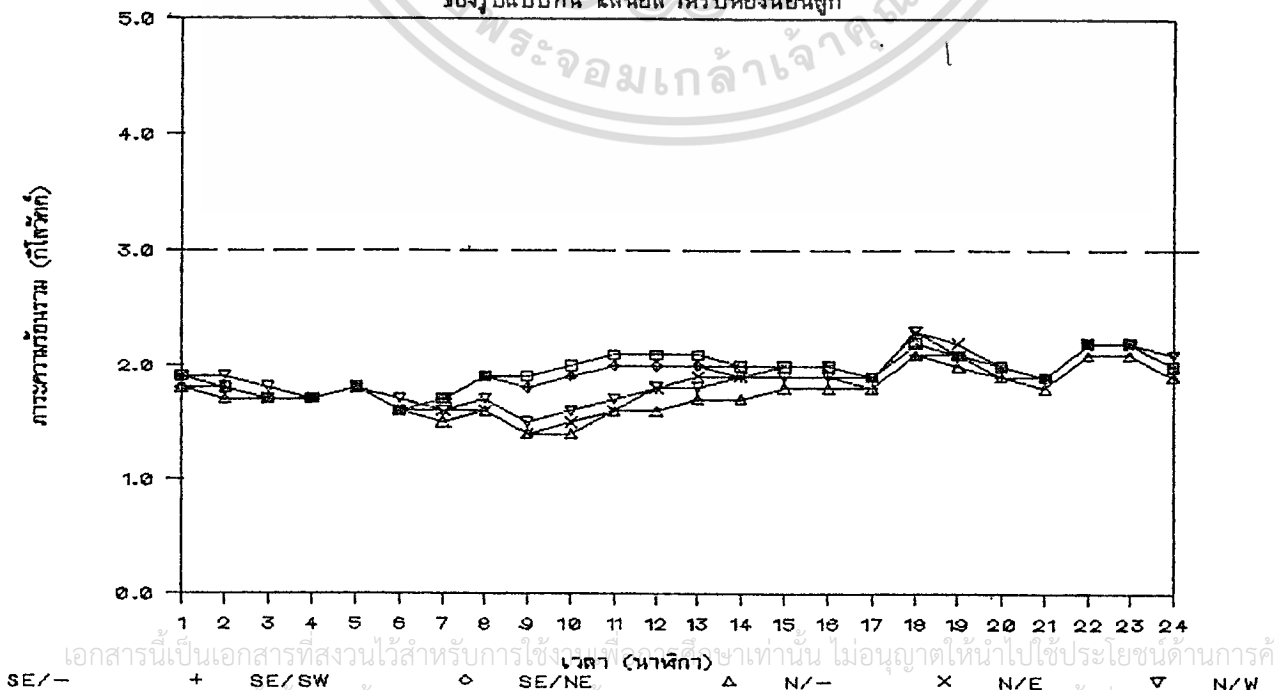


ภาพที่ 7.31.สรุปการตรวจสอบความเป็นไปได้ ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ของรูปแบบ
ที่นำเสนอ(หมายเหตุ : ได้ขีดเส้นประคือลมขนาด 0.6 เมตร/วินาที จากภายนอก
อาคาร สามารถสังเกตการระบายความร่อนภายในออกไปได้ ในขณะที่น้ำอากาศภายนอก
เข้ามาใช้ในอาคารด้วย)

การระบายความร้อนในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ
ของรูปแบบที่นำเสนอสำหรับห้องนอนพ่อแม่



การระบายความร้อนในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ
ของรูปแบบที่นำเสนอสำหรับห้องนอนลูก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะงานวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการทดสอบการระบายอากาศโดยธรรมชาติที่ผ่านมา ระบบ PASSIVE ที่นำมาใช้ภายในอาคาร ก็สามารถจะช่วยเสริมให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายได้ ซึ่งจะมีกรณีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(ในที่นี้จะกล่าวถึงระบบ PASSIVE ที่สามารถช่วยแก้ปัญหาได้ ในกรณีอุณหภูมิอากาศสูงสุดในรอบปีเท่านั้น เนื่องจากจะพิสูจน์ให้เห็นว่า แม้อุณหภูมิเกินความสบายที่จุดสูงสุด ก็ยังสามารถแก้ปัญหาได้)

กรณีไม่มีลมพัดเข้าในอาคาร

ก. หากเกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศที่ VENTILATOR ส่วนบนหลังคา กับ หน้าต่าง หรือ ช่องเปิดอาคารของ COOL PIPE

ก.1. หากเปิดหน้าต่าง

ส่วนของอุณหภูมิจาก STACK EFFECT (โดยการทำงานของ ROTARY WIND TURBINE) นั้นที่หน้าต่างทุกชั้น 54 ตอม.

อุณหภูมิทางเข้าหน้าต่าง 35°C

ในกรณีนี้หากมีแต่เฉพาะระบบ INDUCE VENTILATION แม้ว่าจะระบบจะทำงานอย่างได้ผลโดยทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศขนาดความเร็ว 5 เมตร/วินาที ขึ้นภายในอาคาร แต่ผู้ใช้อาคารก็จะยังไม่ได้รับอุณหภูมิที่อยู่ในเกณฑ์ความสบายทั้งหมดในรอบปี (ดูตารางที่ 6.12 ในหัวข้อ 6.1.)

ซึ่งค่าอุณหภูมิจะยังคงมีค่า 28.6°C ECI

ส่วนของอุณหภูมิ อุณหภูมิ 27.0°C ที่ออกมาจาก COOL PIPE (ที่ระดับใต้ดิน 4 เมตร ซึ่งแม้ว่าความชื้นของอากาศในท่อจะเพิ่มสูงขึ้น แต่หลังจากที่ผ่านถ่านดูดความชื้นในระบบ DESICCANT COOLING จะสามารถรักษาความชื้นให้คงอยู่ที่ 75 % หรือต่ำกว่าได้ โดยจะถือว่ามีการสูญเสียความชื้นในขณะที่ผ่านมาเล็กน้อย) อุณหภูมิเข้ามาภายในอาคารจากท่อที่หน้าตัด 5.4 ตรม. (สมมติที่ทั้งหมดมีพื้นที่หน้าตัดดังกล่าว) อุณหภูมิที่ออกมา 27.0°C

ดังนั้นอุณหภูมิภายในที่ไหลเวียนในอาคารจะเกิดการผสมกันซึ่งจะเท่ากับ

$$-(54 \times 35) + (5.4 \times 27) = 59.4 \times \text{อุณหภูมิเฉลี่ยของการผสม}$$

$$\text{อุณหภูมิเฉลี่ย} = 34.2$$

$$\text{RH} = 75\%$$

$$\text{ความเร็วสูงสุด} = 5 \text{ ม./วินาที}$$

จะทำให้ได้ค่า $\text{ECI} = 28.0^{\circ}\text{C ECI}$ (ซึ่งยังไม่ได้รับความสบายตามเกณฑ์)

หาก RH ลดลงเหลือ 70 % จะทำให้ได้ค่า $\text{ECI} = 27.5^{\circ}\text{C ECI}$

(ซึ่งได้รับความสบายตามเกณฑ์)

หาก RH ลดลงเหลือ 65 % จะทำให้ได้ค่า $ECI = 27.0 \text{ }^{\circ}\text{C ECI}$

(ซึ่งได้รับความสบายตามเกณฑ์)

หาก RH ลดลงเหลือ 60 % จะทำให้ได้ค่า $ECI = 26.5 \text{ }^{\circ}\text{C ECI}$

(ซึ่งได้รับความสบายตามเกณฑ์)

หาก RH ลดลงเหลือ 55 % จะทำให้ได้ค่า $ECI = 26.0 \text{ }^{\circ}\text{C ECI}$

(ซึ่งได้รับความสบายตามเกณฑ์)

หาก RH ลดลงเหลือ 50 % จะทำให้ได้ค่า $ECI = 25.5 \text{ }^{\circ}\text{C ECI}$

(ซึ่งได้รับความสบายตามเกณฑ์)

(มีข้อควรคำนึงที่สำคัญในการใช้ระบบ COOL PIPE ให้เกิดผลอีกประการ กล่าวคือ จะต้องให้อากาศที่ออกมาจาก COOL PIPE มีความเร็วสูงกว่าความเร็วอากาศที่ช่องหน้าต่างเสมอ อากาศเย็นที่ออกมาจากท่อจึงจะสามารถไปผสมกับอากาศที่เข้ามาทางหน้าต่างได้)

นอกเหนือจากนี้ ภายในอาคารยังได้รับความเย็นจากการแผ่กระจายของอุณหภูมิภายในห้องเก็บของ ในระบบ EARTH INTEGRATE (ซึ่งผ่านด้านดูดความชื้น) เพราะฉะนั้นผู้ใช้อาคารจะได้รับความสบายทางอุณหภูมิจากการใช้ระบบ PASSIVE ที่นำมาใช้

อย่างไรก็ดี หากเปิดหน้าต่างน้อยลง จะทำให้ปริมาณอากาศที่นำเข้ามาผสมในระบบ PASSIVE น้อยลง ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในที่ได้รับยิ่งเข้าใกล้ $27 \text{ }^{\circ}\text{C}$ มากขึ้น

ในชั้นสูง ๆ ของอาคาร แม้ว่าจะไม่เกิดผลดีนัก แต่กรณีที่อากาศภายนอกจะเกิดอุณหภูมิสูงสุดดังกล่าวคือ ช่วงเวลา 14.00 - 16.00 น. ในเดือนเมษายนและพฤษภาคม ซึ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว ได้แก่ การรดน้ำ เป็นต้น การแก้ปัญหาสามารถกระทำได้โดยปิดหน้าต่างภายนอกทั้งหมดของห้องนี้ เพื่อให้อากาศจากระบบ PASSIVE หมุนวนเข้าไปได้

ก.2. หากปิดหน้าต่างทั้งหมด (หน้าต่างภายนอกอาคาร)

การทำงานของระบบ PASSIVE จะทำได้เต็มที่ยิ่งขึ้น กล่าวคือ อุณหภูมิที่ไหลเวียนภายในจะหมายถึงอุณหภูมิที่ออกมาจาก COOLING PIPE ซึ่งเท่ากับ $27 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ความชื้น 75 % (สมมุติความชื้นยังคงเท่าเดิม)

ความเร็วลมภายในสูงสุด 5 ม./วินาที

ดังนั้นจะทำให้ได้ค่า $ECI = 21 \text{ }^{\circ}\text{C ECI}$

เพราะฉะนั้นผู้ใช้อาคารก็จะได้รับความสบายทางอุณหภูมิที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ข. หากไม่เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่ VENTILATOR ส่วนบนหลังคากับหน้าต่าง หรือช่องเปิดในอาคารของ COOLING PIPE (หรือเกิดความแตกต่างเพียงเล็กน้อย) อากาศ

ข.1. หากเปิดหน้าต่าง

ลักษณะของระบบ PASSIVE นี้จะคล้ายคลึงกับ กรณี ก.1. หากแต่ STACK EFFECT จะให้ผลได้ไม่ด้นัก การแก้ปัญหาจะมุ่งไปที่อากาศที่ออกมาจาก COOLING PIPE ผ่านด้าน

ลดความชื้น ทั้งนี้จะต้องใช้พัดลมไฟฟ้าช่วยในการดูดอากาศเย็นจากท่ออยู่ข้าง อย่างไรก็ตามก็ตีพัดลมก็มีการใช้ไฟฟ้าที่ต่ำมาก เมื่อเทียบกับการแก้ปัญหาด้วยการเปิดเครื่องปรับอากาศ

ข.2. หากปิดหน้าต่าง

เช่นเดียวกับกรณี ข.1. แต่ผลที่ได้จะดีกว่า ข.1. เนื่องจากไม่มีการเปิดหน้าต่าง ซึ่งจะทำให้ระบบ PASSIVE ทำงานได้เต็มที่

กรณีที่มีลมพัดเข้าในอาคาร

ไม่ว่าจะเกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศที่หัวจ่ายกับหน้าต่างมาก หรือ น้อยก็ตาม ก็จะมีลมพัดเข้าไปในอาคารอยู่แล้ว INDUCE VENTILATION ในอาคารจะเกิดผลทำให้เกิดความเร็วลมมากหรือน้อยเท่านั้น (ขึ้นกับความแตกต่างของอุณหภูมิ) ไม่ได้ช่วยทำให้อุณหภูมิ (กระเปาะแห้ง) ต่ำลง

อุณหภูมิอากาศที่สามารถช่วยได้ คือ อุณหภูมิเย็นที่ออกมาจาก COOLING PIPE โดยอุณหภูมิจะสบายมากหรือน้อยนั้นขึ้นกับขนาดหน้าต่างภายนอกที่เปิดอยู่ และความเร็วของอากาศที่หัวจ่าย COOLING PIPE ผ่านถ่านดูดความชื้นที่ออกมา อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องใช้พัดลมไฟฟ้าช่วยดูดอากาศเย็นให้ออกมาในปริมาณมาก ๆ ดังนั้นแล้วระบบ PASSIVE จึงจะสามารถแก้ปัญหาอุณหภูมิอากาศให้กับผู้ใช้อาคารให้ได้รับความสบาย

จากทุกกรณีที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ระบบ PASSIVE สามารถแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิสบายให้กับผู้ใช้อาคารได้ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ครอบคลุมเวลาที่มีอุณหภูมิเกินขีดความสบายทั้งหมด ผู้วิจัยมีความเห็นว่าจำเป็นต้องเปิดพัดลมไฟฟ้าในการดูดอากาศจาก COOLING PIPE ผ่านถ่านดูดความชื้น ในช่วงเวลาดังต่อไปนี้

ส่วนประกอบการค้า : 8.00 - 20.00 น. (ตลอดช่วงเวลาที่เปิดร้าน)

ทั้งนี้เพราะพื้นที่ประกอบการค้า ถูกแบ่งออกจากส่วนพักอาศัย โดยเด็ดขาด (มีเพียงประตูเปิดเท่านั้น) เนื่องจากมีความจำเป็นในการจัดการความร้อนที่เกิดขึ้นในส่วนประกอบการค้า ให้มีผลต่อส่วนพักอาศัยน้อยที่สุด

ส่วนพักอาศัย : ช่วงเปิดเทอมเวลา 16.00 - 18.00 น.

ช่วงปิดเทอมเวลา 12.00 - 18.00 น.

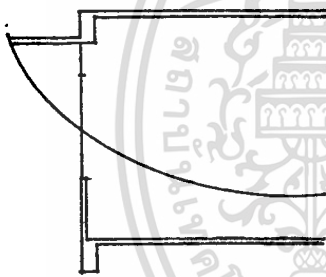
ทั้งนี้เพื่อจะได้ไม่เป็นการยุ่งยากในการใช้ระบบ PASSIVE ให้เกิดผล และในช่วงสภาพอากาศแต่ละกรณี ระบบ PASSIVE ทั้งหมดจะทำงานเองโดยอัตโนมัติ

7.4. การตรวจสอบความสบายทางแสงสว่าง

การตรวจสอบความสบายทางแสงสว่าง สำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอนี้ ไม่สามารถตรวจสอบได้จากอาคารจริง เนื่องจากยังไม่มีกรอบสร้าง ดังนั้นจะตรวจสอบด้วยการพิสูจน์สมการให้เห็นเป็นแนวทางว่าน่าจะสามารถเป็นไปได้ ประกอบกับการถ่ายภาพ ความสว่างที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง (Model) อีกขั้นตอนหนึ่ง (แม้ว่าการพิสูจน์จากสมการ และการถ่ายภาพจากแบบจำลองจะไม่สามารถยืนยันได้ ร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่เชื่อว่าจะเป็นแนวทางที่สามารถยืนยันได้ในระดับหนึ่ง)

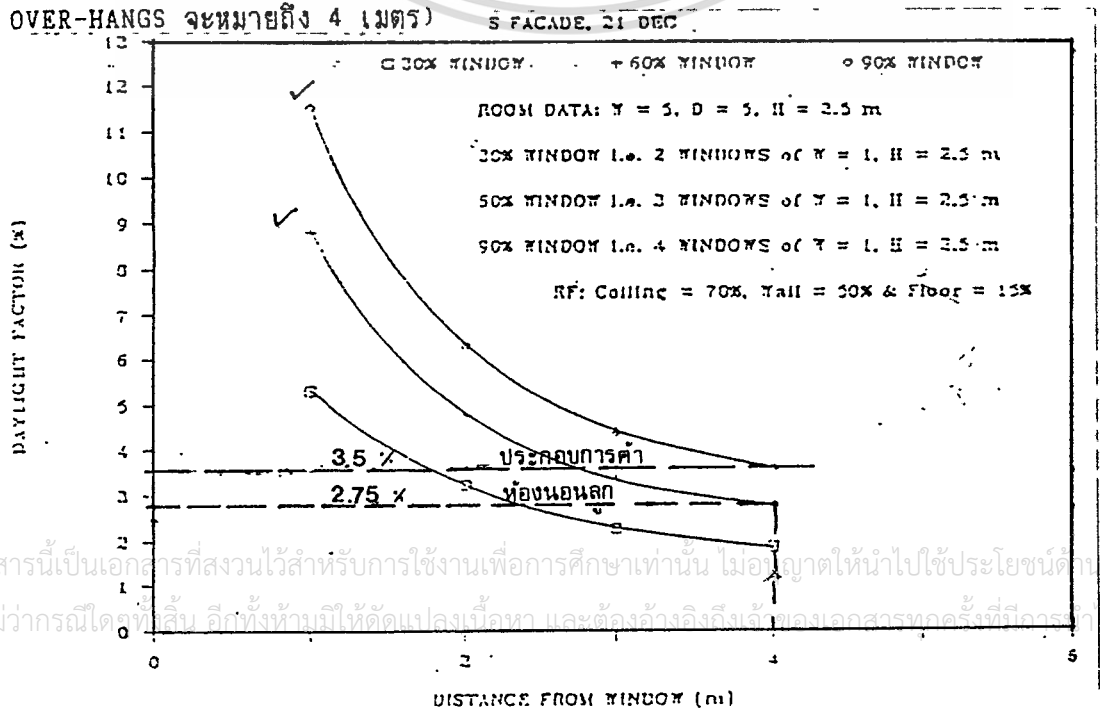
การพิสูจน์โดยใช้สมการเปรียบเทียบความสว่างที่เกิดขึ้นในอาคารระหว่าง "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบเก่าและรูปแบบที่นำเสนอมีขั้นตอนดังนี้

ก. การตรวจสอบระดับความสว่างของรูปแบบตัวอย่างด้วยวิธีการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้



จากการทำการวัดตรวจสอบในบทที่ 4 พบว่าห้องลักษณะเดียวกับห้องนอนลูกที่ชั้น 3 มีระดับความสว่างที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน นั่นคือ 50 LUX ในบริเวณทั่วไป ส่วนในบริเวณพิเศษ เช่น โต๊ะอ่านหนังสือ (ในกรณีปิดเทอมจะเกิดกิจกรรม) จำเป็นต้องใช้หลอดไฟฟ้าช่วย (หมายเหตุ: แม้ว่าห้องดังกล่าวจะมี ผนังสีฟ้าอ่อนและมีผืนเกาะที่ผนัง ซึ่งทำให้ค่า IRC ลดลง และหน้าต่างช่องเปิดไม่ได้กว้าง 4 เมตร สุดผนังด้วย)

ห้องนอนลูก ก. x ย. x ล. = 4.00 x 4.00 x 2.90 เมตร พิจารณาคัดแยกภาพการใช้งานมากกว่า 80 % โดยต้องการความสว่าง 50 LUX. ในระยะลึกของห้อง 3 เมตร (จากขอบ OVER-HANGS จะหมายถึง 4 เมตร) S FACADE, 21 DEC



ในระยะ 4 เมตรจาก OVER-HANGS อ่าน df ได้ = 2.75 %

แทน 2.75 % = 50 LUX.

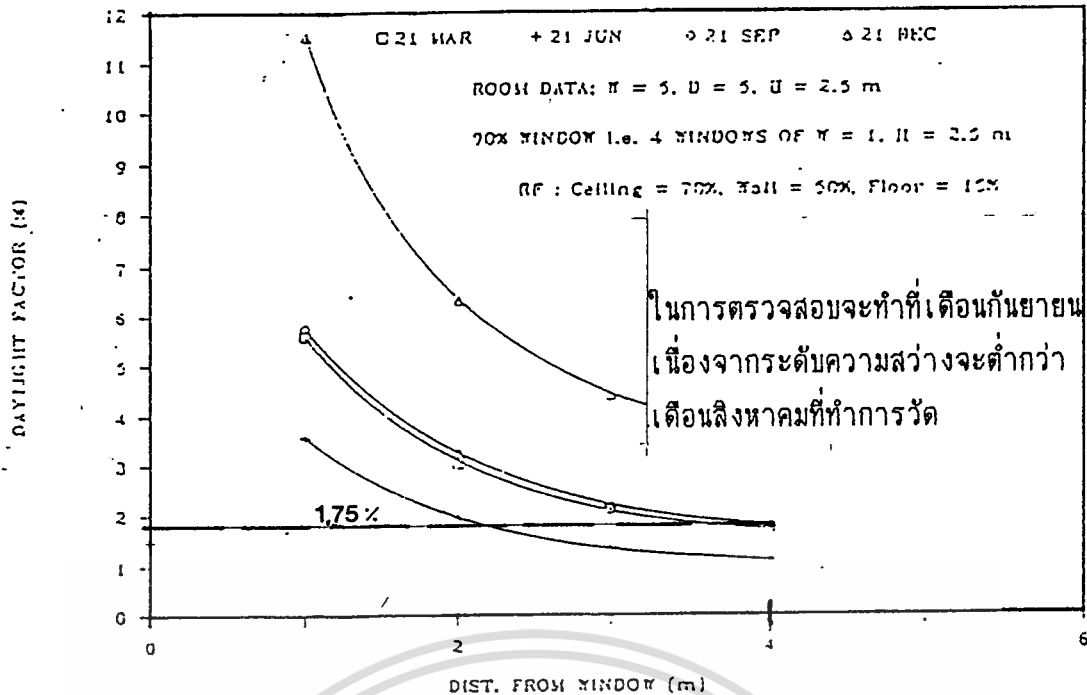
ดังนั้นความสว่างที่ต้องการภายนอกคือ 1818 LUX.

เมื่อดูตารางแจกแจงความถี่ของระดับความสว่างภายนอกอาคารพบว่า ครบคลุมเวลาความสว่าง
ในเวลากลางวันเกือบทั้งหมดในรอบปี

Frequency distribution of exterior horizontal illumination from diffuse radiation.

Illumination Level (lux)	Frequency (hours)	Relative Frequency
5,000	25	0.0083
10,000	176	0.0593
15,000	473	0.1513
20,000	524	0.1743
25,000	450	0.1496
30,000	383	0.1274
35,000	298	0.0991
40,000	236	0.0785
45,000	181	0.0620
50,000	126	0.0419
55,000	75	0.0245
60,000	39	0.0129
65,000	19	0.0063
70,000	2	0.0006

กลับไปตรวจสอบอีกครั้งว่าค่าที่ทำการตรวจสอบในเดือนสิงหาคม สอดคล้องตามตาราง
หรือไม่



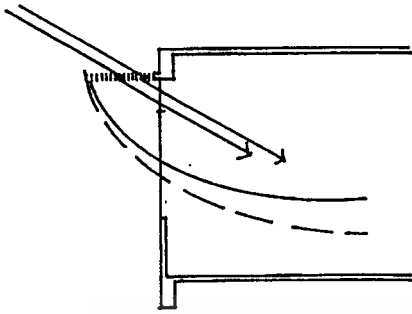
Average hourly exterior horizontal illumination (lux) from diffuse radiation for
March, June, September and December.

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

เมื่อตรวจสอบว่า ค่าความสว่างจากภายนอกในเดือนกันยายน เวลา 8.00 น.
สอดคล้องกับค่าที่วัดได้ตามตารางที่ 4.8. ในบทที่ 4

จากการตรวจสอบห้องนอนลูกที่อยู่ชั้น 3 ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย"
รูปแบบตัวอย่างทั้งวิธี ที่วัดได้โดยเครื่องวัดลักซ์มิเตอร์และการคำนวณ พบว่าห้องดังกล่าวได้รับ
ความสว่างเพียงพอ เกณฑ์มาตรฐานที่ต้องการ ดังนั้น จะถือระดับความสว่างของห้องนี้เป็น
บรรทัดฐานในการตั้งสมการเปรียบเทียบต่อไป

ข. กรณีมีเฉพาะ OVER-HANGS ปรับมุมเหนือหน้าต่าง



โดยปกติการพิจารณาความสว่างจาก Daylight จะเป็นการพิจารณาความสว่าง 4 เดือนในรอบปี ซึ่งจะมีแสงแดดอ้อมผ่านด้านหน้าแบบหนึ่งกับแสงแดดไม่ผ่านอีกแบบหนึ่ง ในกรณีพิเศษ เช่น รูปแบบที่นำเสนอนี้จะต้องแบ่งออกเป็น 2 กรณี ซึ่งแต่ละกรณีจะเป็นไปดังนี้

สมการปกติของความสว่างที่เกิดขึ้นกับห้องนอนลูก ของรูปแบบตัวอย่าง

$$Df_1 = S.C._1 + ERC_1 + IRC_1$$

ข.1. ในกรณีที่ไม่มีแสงแดดส่องกระทบ OVER-HANGS สมการจะกลายเป็น (สมมติให้ตัวแปรอื่น ๆ เท่าเดิม)

$$Df_2 = S.C._1 + (0.85 \times 0.85) \text{ค่าความสว่างเฉลี่ยของท้องฟ้า} + IRC_1$$

(หมายเหตุ: 0.85 คือค่าการสะท้อนความสว่างของสีขาว และโดยการเปิดแบบปกติ ค่า ERC_1 มักจะให้เท่ากับ $1/10$ หรือ $1/5$ ของค่าความสว่างเฉลี่ยของท้องฟ้า) แสดงว่าค่า ERC ของ Df_2 น่าจะมากกว่า Df_1 เสมอ ดังนั้นในขั้นตอนนี้สรุปได้ว่า การสร้างผนังบังแดดส่วนบน DF_2 จะมากกว่า แบบตัวอย่าง

ข.2. ในกรณีที่มีแสงแดดส่องกระทบ OVER-HANGS สมการจะกลายเป็น

$$Df_2 = S.C._1 + (0.85 \times 0.85) \text{ค่าความสว่างเฉลี่ยของท้องฟ้า} + IRC_1$$

(มากกว่าแบบปกติเพราะสามารถปรับมุมให้สะท้อนลงในตำแหน่งใด ๆ ได้ตามต้องการ)

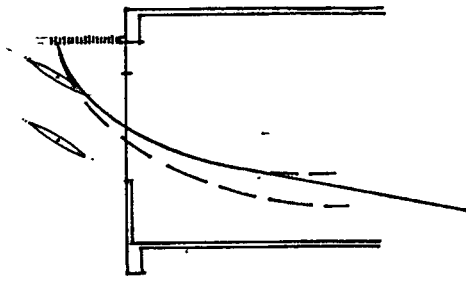
ค. กรณีอุปกรณ์บังแดดเต็มรูปแบบ

ค.1. แบบไม่มีแสงแดดส่องกระทบอุปกรณ์บังแดด

(ต้องมีการปรับมุมให้แสงสว่างเข้าได้เยอะ ๆ)

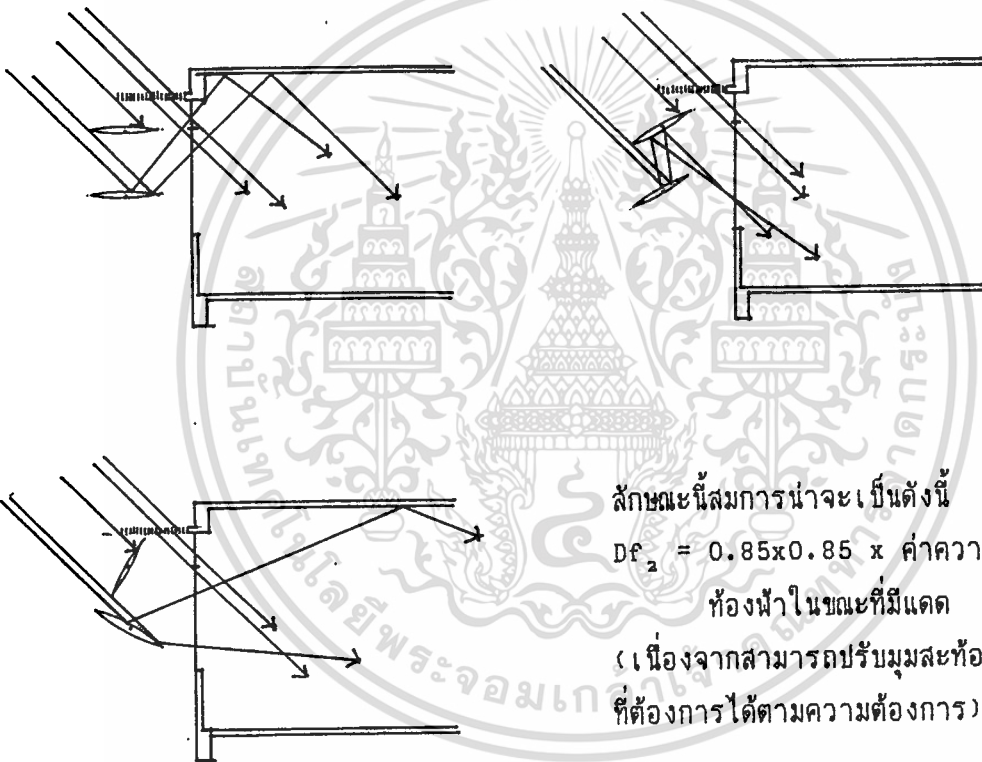
$$Df_2 = S.C._2 + ERC_2 + IRC_1$$

โดยที่ $S.C._2$ นี้จะต่ำกว่า $S.C._1$ เล็กน้อยเนื่องจากมีอุปกรณ์บังแดดตรงช่วงตำแหน่งช่องหน้าต่างมาวาง แต่ ERC_2 จะมีค่า $0.85 \times 0.85 \times S.C._1$ ซึ่งจะช่วยให้มีค่ามากกว่า ERC_1 ซึ่งกรณีแบบนี้ไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าระดับความสว่างภายในห้องที่ได้จากอุปกรณ์บังแดดมีมากกว่า



อย่างไรก็ดีเฉพาะ OVER-HANGS ส่วนเหนือหน้าต่างที่มีค่า DF ตามกรณี ข.1. จะช่วยให้ปริมาณใกล้เคียงหน้าต่างได้รับแสงสว่างที่เพียงพอ

ค.2. แบบมีแสงแดดส่องกระทบอุปกรณ์บังแดด



ลักษณะนี้สมการน่าจะเป็นดังนี้
 $DF_2 = 0.85 \times 0.85 \times \text{ค่าความสว่างเฉลี่ยของห้องในขณะที่มีแดด}$
 (เนื่องจากสามารถปรับมุมสะท้อนให้ลงที่ตำแหน่งที่ต้องการได้ตามความต้องการ)

ง. กรณีอุปกรณ์บังแดดส่วนบนหลังเพื่อนำแสงสว่างเข้าไปใช้ในอาคาร

สำหรับรูปแบบนี้จะใช้แบบ ก. ในการเปรียบเทียบสมการไม่ได้ เพราะมีลักษณะคนละแบบ อย่างไรก็ตามก็สามารถแยกเป็น 2 กรณีได้เช่นเดิมคือ

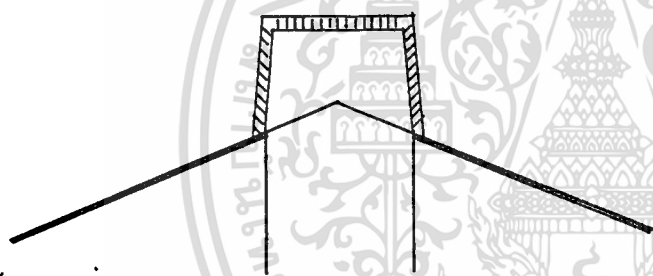
ง.1. แบบไม่มีแดดส่องกระทบอุปกรณ์บังแดด

สมการ $DF_3 = S.C._1 + 0.85 \times 0.85 (S.C._1) + IRC_1$

ณ ระยะต่ำลงมาจากแผงปรับมุม

ERC จะเท่ากับ $0.85 \times 0.85 \times (S.C._1)$

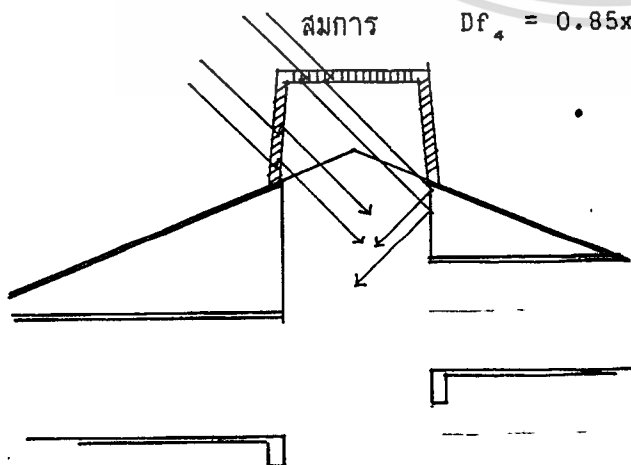
เนื่องจากสามารถปรับมุมได้



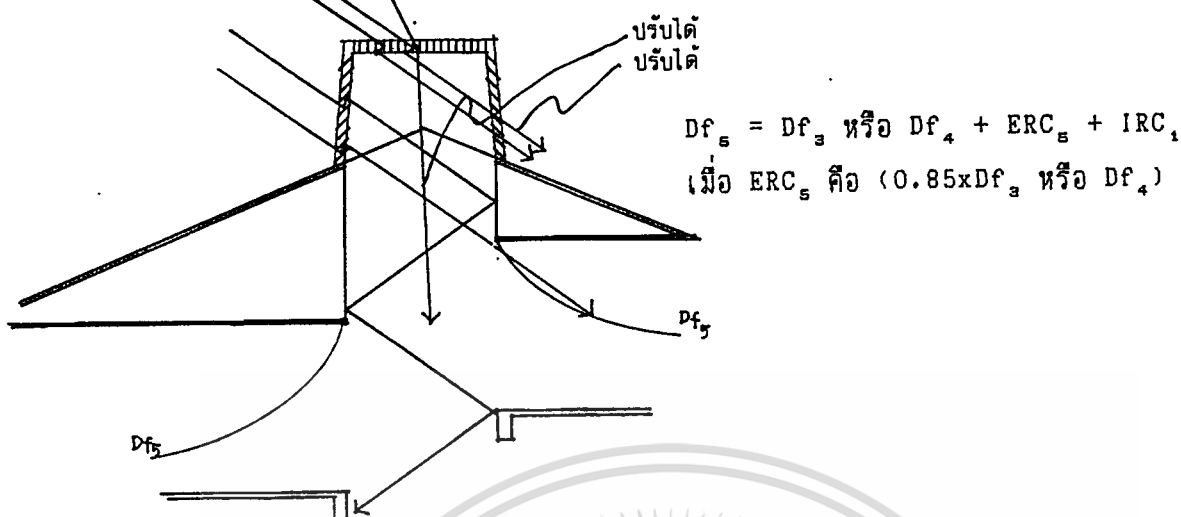
ง.2. แบบมีแดดส่องกระทบอุปกรณ์บังแดด

สมการ $DF_4 = 0.85 \times 0.85 \times \text{ค่าความสว่างเฉลี่ยของท้องฟ้าใน-}$
ขณะที่มีแดด

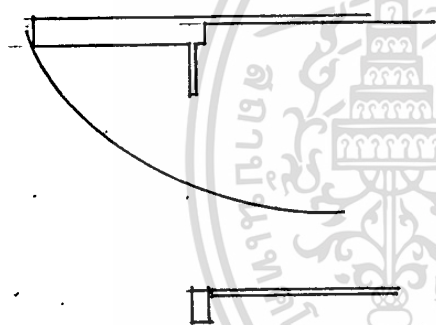
(เนื่องจากสามารถปรับให้ลงตรงช่อง-
กลางได้ตามความต้องการ)



ง.3. แสงสว่างที่กระจายเข้าสู่ห้อง (เมื่อ Df_5 คือความสว่างในห้อง)



จ. กรณีอุปกรณ์บังแดดส่วนประกอบการค้า



กรณีนี้จะใช้วิธีการตรวจสอบค่าเหมือนข้อ ก.
(ถึงแม้ว่าความสูงจะมากกว่า 2.40 เมตร แต่ในที่นี้
จะใช้กราฟค่าสถิติ df ที่มีอยู่ดังกล่าวในการตรวจสอบ)
ซึ่งเป็นไปดังนี้
ส่วนประกอบการค้า ก. x ย. x ส. = 5x 7x 3.5 ม.
ดูค่าที่ระยะ 4 เมตรจากขอบ OVER-HANGS โดย
พิจารณาศักยภาพการใช้งานมากกว่า 80 %
ซึ่งต้องการความสว่าง 300 LUX (ร้านค้าทั่วไป)

ในระยะ 4 เมตรจาก OVER-HANGS (ที่ระยะ 2 เมตรภายใน)

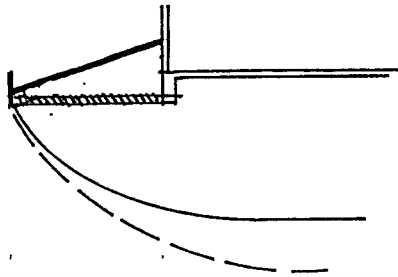
อ่าน df ได้ 3.5 % = 300 LUX

ดังนั้นความสว่างที่ต้องการจากภายนอกคือ 8571 LUX

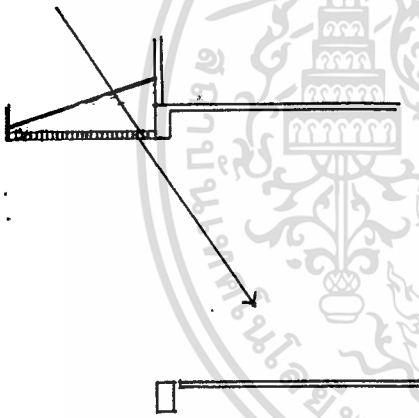
เมื่อพิจารณารางแสงและความถี่ของระดับความสว่างภายนอกอาคารพบว่า
มี 25 ชม. (กลางวัน) ในรอบปีเท่านั้น ที่มีค่าต่ำกว่า 8571 LUX แสดงว่าศักยภาพการใช้
งานดังกล่าวมีมากกว่า 80 %

อย่างไรก็ตามสำหรับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง ค่าที่ได้
จากการวัด ตรวจสอบพบว่ามีความต่ำกว่าที่คำนวณได้มาก (แม้ในระยะใกล้ ๆ ช่องเปิดค่าระดับ
ความสว่างก็ยังมีค่าต่ำมาก) สาเหตุซึ่งทำให้ระดับความสว่างมีค่าต่ำ อาจเนื่องมาจาก ลักษณะ
การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ของภายในร้าน, ผนังส่วนบนของช่องเปิด ฯลฯ

- จ.1. ไม่มีแสงแดดส่องกระทบอุปกรณ์บังแดด (ปรับให้อุปกรณ์บังแดดรับความสว่างเต็มที่)
 $DF_{\text{เง}} = S.C._1 + \text{ค่าดูดกลืนความสว่างของหลังคาโปร่งแสง} (0.85 \times 0.85 (SC_1)) + IRC$



- จ.2. มีแสงแดดส่องกระทบอุปกรณ์บังแดด
 $DF_{\text{เง}} = 0.85 \times 0.85 \times \text{ค่าความสว่างเฉลี่ยของท้องฟ้าในขณะที่มีแดด}$



การใช้อุปกรณ์บังแดดส่วนประกอบการค้าใน
 ลักษณะนี้ ค่าความสว่างที่ใกล้ช่องเปิดจะมีค่า
 $= SC$ ในขณะนั้น $+ DF_{\text{เง}}$ นั้นเอง ส่วนใน
 ระยะลึก ๆ ค่าความสว่างจะเท่ากับ $DF_{\text{เง}}$

7.5. สรุปผลการตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่างของรูปแบบที่นำเสนอ

จากตัวอย่างการตรวจสอบความสบายทางอุณหภูมิของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ พบว่าสามารถนำอากาศธรรมชาติที่อยู่ในเกณฑ์สบายแล้วเข้ามาใช้ภายในอาคารได้ เกือบตลอดช่วงเวลาที่อากาศภายนอกสบาย ขนาดช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดกว้างพอที่จะผลักระบายความร้อนที่เกิดขึ้นในห้องให้ออกไป

เนื่องจากลักษณะของห้องต่าง ๆ มีลักษณะรูปแบบทางสถาปัตยกรรมคล้ายคลึงกัน ทั้งสองห้องที่ได้มีการคำนวณผลและแสดงการตรวจสอบต่าง ๆ ให้เห็น ดังนั้นภาวะความร้อนอันเกิดจากตัวสถาปัตยกรรม จึงมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าที่แตกต่างกันได้แก่ ค่าความร้อนเนื่องจาก

จำนวนผู้ใช้อาคาร และอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งในอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ระหว่างรูปแบบตัวอย่างกับรูปแบบที่นำเสนอ ค่าดังกล่าวจะถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นในขั้นตอนการเปรียบเทียบผลระหว่างรูปแบบตัวอย่างและรูปแบบที่นำเสนอจะได้ค่าความแตกต่างเช่นเดียวกับการคิดรวมจำนวนคนและอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าไป

กรณีที่ไม่มียุติบัตรเข้าในอาคาร : เนื่องจากไม่มีลมพัดเข้าในอาคาร กรณีเช่นนี้ระบบ PASSIVE จะเข้ามาช่วยทำให้สภาพอากาศภายในอาคารดีขึ้นได้ ผู้อยู่อาศัยจะได้รับความสะดวกสบายเพิ่มขึ้น (อย่างไรก็ดี ในที่นี้เป็นการคาดการณ์ว่า ระบบ PASSIVE ต่าง ๆ น่าจะนำมาใช้อย่างได้ผลเท่านั้น การตรวจสอบผลที่แท้จริงไม่สามารถกระทำได้อย่างชัดเจน เนื่องจากจะต้องสร้างของจริงเพื่อทำการพิสูจน์)

กรณีที่มีลมพัดเข้าในอาคาร : หากอากาศภายนอกอยู่ในภาวะสบาย ขนาดช่องเปิดที่เพียงพอซึ่งมีความสมดุลกับภาระความร้อนที่เกิดขึ้นภายในห้อง จะสามารถลดภาระความร้อนที่เกิดขึ้นดังกล่าวออกไปได้โดยเร็ว ทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางอุณหภูมิ

หากอากาศภายนอกเกินขีดความสบาย ลมที่พัดเข้ามาจะลดภาระความร้อนภายในออกไปคงเหลือแต่อากาศที่ถูกเปลี่ยนเข้ามา ในขณะที่เดียวกันอากาศส่วนหนึ่งซึ่งเกิดจากการทำงานของระบบ PASSIVE จะเข้ามาผสมช่วยให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายได้ (จากการตรวจสอบสภาพอากาศในเขต กทม. ในบทที่ 6 พบว่ากรณีที่มียุติบัตรตลอดเวลานั้นจะใช้เวลาความเร็ว 5 ม./วินาที จะเหลือสภาพอากาศที่จะต้องปรับปรุงอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น)

ดังนั้น "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่นำเสนอ ผู้ใช้อาคารก็จะได้รับความสบายทางอุณหภูมิตามเกณฑ์มาตรฐาน ด้วยการออกแบบในชั้น CONVENTIONAL และ PASSIVE ก็เป็นการเพียงพอ อย่างไรก็ตามหากผู้ใช้อาคารมีความต้องการจะใช้เครื่องปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศที่เลือกซื้อก็ยังยี่ห้อเล็กกว่าเดิมได้ และค่าใช้จ่ายไฟฟ้าก็ถูกลงด้วย ซึ่งจะเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้แก่ส่วนรวม

ลักษณะของความสบายทางอุณหภูมิสำหรับผู้ใช้อาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณี สามารถสรุปออกมาได้ ดังนี้

ตารางที่ 7.7. ผลสรุปลักษณะของความสบายทางอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในอาคาร
 "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง

MODE	การแก้ปัญหาโดย	เป็นไปได้	ผลสรุป	เลือกใช้
1. กรณีไม่มีลม	-CON	☒	-เป็นไปได้ลำบาก	☐
(ไม่มีลมพัดเข้า	-PASSIVE	☒	-อาจเลือกใช้เพียงบางระบบ	☒
			หรือหลายระบบร่วมกัน	
ในอาคาร	-ACTIVE	☒	-ใช้พัดลมหรือเครื่องปรับอากาศ	☐
2. ก. กรณีมีลมและ	-CON	☒	-เป็นไปได้โดยสะดวกเพราะช่อง	☒
อากาศภายนอก			เปิดมีขนาดใหญ่ ทำให้มีความเร็ว	
อยู่ในเกณฑ์			ลมต่ำ ๆ ก็ยังสามารถผลักระ	
ความสบาย			ความร้อนออกไปได้	
	-PASSIVE	☒	-ไม่จำเป็นต้องใช้ก็สบายแล้ว	☐
	-ACTIVE	☒	-ไม่จำเป็นต้องใช้ก็สบายแล้ว	☐
ข. กรณีมีลม แต่	-CON	☒	-เป็นไปได้	☐
อากาศภายนอก	-PASSIVE	☒	-สามารถแก้ได้ด้วย PASSIVE	☒
อยู่เกินเกณฑ์			เนื่องจากการพิจารณาความสบาย	
ขีดความสบาย			ทางด้านอุณหภูมิในเขต กทม.	
			มีช่วงเวลาที่เกินขีดความสบาย	
			อีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น	

หมายเหตุ : CON คือ CONVENTIONAL DESIGN
 PASSIVE คือ PASSIVE DESIGN
 ACTIVE คือ ACTIVE DESIGN

การตรวจสอบระดับความสว่างของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบ
 ที่นำเสนอ ด้วยวิธีการนิสฺฐำนสมการตั้งในหัวข้อ 7.4. พบว่า ทุกส่วนของอาคารน่าจะได้รับความ
 สบายทางแสงสว่างตามเกณฑ์ตลอดทั้งปี มีเพียงแต่กรณีที่ไม่มีการเปิดกระจกบังแดดส่วน
 ด้านหน้าและหลังอาคารเท่านั้น ที่อาจทำให้ระดับความสว่างช่วงในของอาคารมีระดับความสว่าง
 ที่ต่ำ อย่างไรก็ตามก็ดีกว่าบริเวณส่วนในของอาคาร ที่จะไม่ได้รับความสว่างจากช่องแสงตรงส่วนกลาง
 ของอาคารซึ่งช่วยให้ได้รับความสว่างที่พอเพียงตลอดห้อง ในทุกพื้นที่ที่ใช้สอย

ในส่วนประกอบการค้ำนี้ เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านกฎหมาย และประเภทของ
กิจการค้าซึ่งต้องการระดับความสว่างและลักษณะการให้แสงสว่างที่แตกต่างกัน ดังนั้นในส่วนพื้นที่
ประกอบการค้ำนี้ จำเป็นต้องมีการศึกษาและพิจารณาแล้วแต่ละประเภทการค้าอีกครั้ง
"ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอสามารถสรุปลักษณะระดับความสว่างในเวลา
กลางวันได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7.8. แสดงระดับความสว่างในเวลากลางวันที่เกิดขึ้นในอาคาร "ติกแถวลักษณะ
พาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ

พื้นที่	ระดับความสว่างที่พอเพียง				สาเหตุและหมายเหตุ
	เมื่ออาคารหันทิศ	เหนือ	ใต้	ตะวันออก ตะวันตก	
ประกอบการค้า	1	1	1	1	-ต้องพิจารณาแล้วแต่ประเภท กิจการและต้องใช้หลอด ไฟฟ้าอยู่ข้าง
ห้องอาหาร	1	1	1	1	-อาจจำเป็นต้องใช้หลอด ไฟฟ้าช่วยในการดูที่ไม่มี แสงแดดส่องกระทบแผง กันแดด
ห้องครัว	1	1	1	1	-เหมือนห้องอาหาร
ห้องน้ำชั้น 1	2	2	2	2	-
ห้องพักผ่อนครอบครัว	2	2	2	2	-ต้องใช้หลอดไฟฟ้าเป็นบาง จุดเช่น โต๊ะทำการบ้าน หรือเล่นเกมส์ที่ต้องใช้ สายตา
ห้องนอนลูก 1	2	2	2	2	-เหมือนห้องพ่อแม่
ห้องนอนพ่อแม่-ทั่วไป	2	2	2	2	-
-ไฟฟ้าเตียง	2	2	2	2	-ต้องมีการเปิดหลอดไฟฟ้า ช่วยตลอดเวลาที่มีการใช้
-โต๊ะทำงาน	2	2	2	2	-ต้องมีการเปิดหลอดไฟฟ้า ช่วยตลอดเวลาที่มีการใช้
ห้องนอนลูก 2	2	2	2	2	-เหมือนห้องพ่อแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่

ระดับความสว่างที่พอเพียง

เมื่ออาคารหันทิศเหนือ ได้ ตะวันออก ตะวันตก ลมเหตุและหมายเหตุ					
ห้องน้ำชั้น 2	1	1	1	1	-อาจต้องเปิดหลอดไฟฟ้าในบางเวลา เนื่องจากอยู่ในตำแหน่งต่ำ ๆ ของอาคาร แสงจากหลังคาอาจไปไม่ถึง
ห้องน้ำชั้น 3	2	2	2	2	-
ห้องน้ำชั้น 4	2	2	2	2	-
ห้องรีดผ้า, ซักผ้า, ตากผ้า	2	2	2	2	-
ห้องนอนคนไข้	2	2	2	2	-
ห้องเก็บของชั้นล่างสุด	0	0	0	0	-ต้องใช้หลอดไฟฟ้าช่วยแต่กิจกรรมที่เกิดขึ้นมีไม่บ่อยครั้ง

- หมายเหตุ :
- 0 คือ ไม่เพียงพอ
 - 1 คือ เพียงพอบางเวลา หรือเกือบเพียงพอ
 - 2 คือ เพียงพอ

บทที่ 8

ความคุ้มค่าของระบบที่เพิ่มขึ้นและบทสรุปของ "ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งฟักออาศัย" ที่นำเสนอ

- 8.1. ความประหยัดที่ได้รับกับความคุ้มค่าในการลงทุน
- 8.2. บทสรุป
- 8.3. ข้อเสนอแนะ



บทที่ 8

ความคุ้มค่าของระบบที่เพิ่มขึ้นและบทสรุปของ "ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ที่นำเสนอ

8.1 ค่าก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นกับความประหยัดที่ได้รับ

เมื่อพิจารณาผลที่ได้จากการตรวจสอบความสบายทางด้านอุณหภูมิ และแสงสว่างของ "ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ระหว่าง รูปแบบตัวอย่าง กับ รูปแบบที่นำเสนอ ในบทที่ 1 และ บทที่ 7 จะเห็นได้ว่ารูปแบบที่นำเสนอสามารถแก้ปัญหาด้านอุณหภูมิและแสงสว่าง ทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายตามเกณฑ์ด้วยการใช้ธรรมชาติมาก่อให้เกิดประโยชน์ในอาคาร ในขอบเขตที่กว้างกว่า รูปแบบตัวอย่างมาก ซึ่งการคำนวณและการทดสอบต่าง ๆ ก็ได้พิสูจน์ให้เห็นแล้ว

ในหัวข้อนี้จะแสดงให้เห็นว่าค่าใช้สอยไฟฟ้าของ "ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ สามารถประหยัดลงได้มาก ซึ่งการเปรียบเทียบทางด้านอุณหภูมิจะถือเอาเกณฑ์ต่อไปนี้มาเปรียบเทียบ

1. ช่วงที่สภาพอากาศภายนอกอาคารไม่มีลมจนถึงความเร็วลม 2 เมตร/วินาที (ความเร็วลม 2 เมตร/วินาที นี้กำหนดขึ้นเนื่องจากความเร็วดังกล่าวเริ่มสามารถจะผลักรายความร้อนของติกแถวรูปแบบตัวอย่างได้)
2. ช่วงที่สภาพอากาศภายนอกมีความเร็วลม 2-5 เมตร/วินาที
3. ช่วงที่เกินความเร็วลม 5 เมตร/วินาที โดยอากาศอยู่เกินเกณฑ์ความสบายทางอุณหภูมิ

ข้อมูล : อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

ทุก ๆ 2 ชั่วโมง, ทุกเดือนธันวาคม พ.ศ. 2504 - 2533

TIME	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
00	23.5	25.0	26.7	28.0	27.3	27.0	26.7	26.7	26.5	26.0	24.7	23.0
02	22.5	24.5	26.3	27.3	26.5	26.5	26.0	26.0	25.9	25.5	24.0	22.3
04	21.5	23.9	25.5	26.5	26.0	26.0	25.5	25.5	25.3	25.0	23.5	21.5
06	21.0	23.3	24.9	26.1	25.6	25.4	25.0	24.9	24.6	24.3	23.1	20.6
08	22.0	24.0	25.0	27.0	26.3	26.3	25.7	25.7	25.5	25.3	23.7	21.8
10	27.5	28.7	30.0	31.3	30.5	29.7	29.5	29.5	29.3	29.0	28.0	27.0
12	30.5	31.3	32.5	33.7	32.5	32.0	31.5	31.5	31.3	31.0	30.5	29.8
14	32.0	32.7	33.7	34.9 ²	34.0	33.1	32.7	32.5	32.3	32.0	31.6	31.3
16	31.0	32.0	33.0	34.3	33.3	32.5	32.0	32.0	31.7	31.5	31.0	30.5
18	23.5	29.7	31.0	32.3	31.3	30.5	30.3	30.3	30.0	29.7	29.0	28.0
20	26.0	27.3	28.7	30.0	29.0	28.7	28.3	28.3	28.0	27.7	26.7	25.5
22	24.5	26.0	27.7	29.0	28.0	27.7	27.5	27.5	27.0	26.7	25.7	24.0

ก. กรณีสมมติมีความเร็วลมในหลายระดับพัดเข้าอาคารได้ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง (สมมติให้มีห้องเท่ากับรูปแบบที่นำเสนอ)

ก.1. กรณีนี้การเปิดพัดลมไฟฟ้าเพื่อดึงอากาศภายนอกเข้ามาใช้ก็จะสามารถทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายได้ โดยมีจำนวนชั่วโมงทั้งหมดในรอบปีประมาณ 8,010 ชั่วโมง (ตารางที่ 6.6 บทที่ 6)

ห้องที่มีความจำเป็นในช่วงเวลาดังกล่าว

- นอนพ่อ-แม่	พัดลม	66 วัตต์	1	ตัว	10	ชั่วโมง/วัน
นอนลูก 1	"	"	1	"	10	ชั่วโมง/วัน
นอนลูก 2	"	"	1	"	10	ชั่วโมง/วัน
นอนคนใช้	"	"	1	"	10	ชั่วโมง/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ในเวลาของกรณีใช้พัดลมทั้งหมด 4 ตัว = $4 \times 66 = 264$ วัตต์

1 วันใช้พลังงาน = $264 \times 10 = 2640$ วัตต์

12 เดือน = $2640 \times 30 \times 12$

= 950.4 KWH/ปี

สมมติค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.00 บาท/KWH ดังนั้น = $1,900$ บาท/ปี

- ห้องฝึกสอนครอบครัว 4770 ช.ม./ปี (8.00 - 23.00 น., โดยนับจากตารางที่

6.6 ตรงกับช่วงเวลาดังกล่าว)

พัดลม 66 วัตต์ 2 ตัว = $4770 \times 66 \times 2$

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2 บาท ดังนั้น เสียค่าไฟฟ้า 630 บาท/ปี

ก.2. กรณีนี้ใช้การระบายอากาศ โดยลมธรรมชาติ ก็สามารถให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบาย โดยมีจำนวนชั่วโมงทั้งหมดในรอบปีประมาณ 510 ช.ม. (นับจากตารางที่ 6.6 และ 6.12)

ช่วงเวลานี้ความเร็วลมจากอากาศภายนอก 2-5 ม./วินาที สามารถจะผลักระบายความร้อนได้ ขณะที่ผู้ใช้อาคารก็จะได้รับอากาศภายนอกที่อยู่ในเกณฑ์ที่สบายทางอุณหภูมิแล้ว ดังนั้นไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ

ก.3. กรณีนี้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศเท่านั้น จึงจะสามารถทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายได้ตามเกณฑ์ โดยมีจำนวนชั่วโมงทั้งหมดในรอบปีประมาณ 120 ช.ม. (ดูตาราง 6.12)

ห้องที่มีความจำเป็นในช่วงเวลาดังกล่าว

- บริเวณฝึกสอน 120 ช.ม. (ดู Cooling Load สูงสุด จากห้องแม่ในช่วงที่มีการใช้)

ด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลางแถว : ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 0.97 ตัน (ตาราง 4.4.1)

หน่วยริมด้าน SW : ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.42 ตัน (ตาราง 4.4.2)

ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลางแถว : ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 0.95 ตัน (ตาราง 4.4.6)

หน่วยริมด้าน E : ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1.20 ตัน (ตาราง 4.4.7)

(หมายเหตุ : ขนาดตันดังกล่าว คือ ตันที่เตรียมไว้ในช่วงเวลาที่มีการใช้สูงสุด)

การใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 1.8 KW/ตัน (ใช้เครื่องปรับอากาศระบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศขนาดเล็ก)

ดังนั้นการใช้ไฟฟ้าจะเป็นไปได้ดังนี้ (สมมติให้มีเครื่องปรับอากาศขายทุก ๆ ขนาด)

เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง = $0.97 \times 1.8 \times 120 \times 2.00$

= 420 บาท/ปี

$$\begin{aligned}
 \text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 1.42 \times 1.8 \times 120 \times 2.00 \\
 &= 614 \quad \text{บาท/ปี} \\
 \text{ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 0.95 \times 1.8 \times 120 \times 2.00 \\
 &= 410 \quad \text{บาท/ปี} \\
 \text{N หน่วยริมด้าน E} &= 1.20 \times 1.8 \times 120 \times 2.00 \\
 &= 520 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

และมีค่าเครื่องปรับอากาศอีก 1 ตัว 20,000 บาท

- ห้องนอนลูก 1 ห้อง ในช่วงเวลาปิดเทอม

ในส่วนห้องนอนลูกทั้ง 2 ห้องนี้ จะใช้สลับกับบริเวณพักผ่อน กล่าวคือ หากลูกไม่ใช่ห้องพักผ่อนก็จะเข้ามาใช้ในห้องส่วนตัว ซึ่งโดยความเป็นจริงภาระความร้อนจะเพิ่มขึ้นกว่านี้มาก (เนื่องจากอยู่ใต้หลังคาตู้ได้จากตารางที่ 4.6.1 , 4.6.2 , 4.6.6 และ 4.6.7 ซึ่งแสดงภาระความร้อนในทิศทางต่าง ๆ)

- ส่วนประกอบการค้า ในช่วง 8.00 - 20.00 น.

เนื่องจากไม่สามารถระบุประเภทของกิจการได้แน่ชัด ค่าไฟฟ้าส่วนนี้จึงไม่นำคิด

"ศึกษาลักษณะพาณิชย์กึ่งที่พักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ

- ก.1. กรณีนี้ไม่จำเป็นต้องใช้พัดลมหรือเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากมีระบบ PASSIVE สามารถช่วยให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายได้
- ก.2. กรณีนี้ก็เช่นกัน การทำงานระบบ PASSIVE สามารถช่วยให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายตามเกณฑ์
- ก.3. กรณีนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศก็ได้แต่ใช้การเปิดพัดลมดูดอากาศจาก COOL PIPE ผ่านถ้ำดูดความชื้น ขนาด 66 วัตต์ เพียง 1 ตัว ก็เพียงพอ

ห้องที่มีความจำเป็นในช่วงเวลาดังกล่าว

- บริเวณพักผ่อนตอนปิดเทอม 120 ช.ม. (ดูตาราง 6.12)

(อย่างไรก็ตาม ระบบ PASSIVE ก็ช่วยให้อาคารได้รับความสบายอยู่แล้ว

$$\text{ดังนั้น ช่วงเวลาดังกล่าวใช้พัดลมไฟฟ้า 66 วัตต์ 1 ตัว} = 66 \times 120$$

เพราะฉะนั้นใช้พลังงานทั้งหมดประมาณ 8 KWH/ปี

$$\text{สมมติค่าไฟฟ้า 2.00 บาท/KWH ดังนั้น} = 16 \quad \text{บาท/ปี}$$

- ข. กรณีสมมติลมธรรมชาติไม่สามารถพัดเข้าในอาคารได้ (เนื่องจากการหันผิดทิศ หรือตั้งอยู่ในบริเวณซึ่งลมไม่สามารถพัดเข้าในอาคารได้ หรือเกิดจากการกันห้องที่ไม่เหมาะสมภายในหน่วยเอง)

"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง (สมมติให้มีห้องเท่ากับรูปแบบที่นำเสนอ)

ข.1. ต้องใช้พัดลมเท่านั้น ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า = $1900 + 630$ บาท/ปี

(เหมือน ก.1)

ข.2. ต้องใช้พัดลมเท่านั้น ซึ่งการใช้พัดลมจะมีในห้องพักผ่อนครบครัว โดยใช้พัดลม 66 วัตต์ 2 ตัว ประมาณ 510 ช.ม. ในรอบปี

ดังนั้น จะเสียค่าไฟฟ้าในส่วนนี้ = $510 \times 66 \times 2$
= 67.32 KWH/ปี

ค่าไฟฟ้า 2.00 บาท/KWH ดังนั้น = 135.00 บาท/ปี

ข.3. ต้องใช้เครื่องปรับอากาศเท่านั้น ดังนั้นการใช้ไฟฟ้าเป็นไปดังนี้ (เหมือน ก.3.)

เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง = 420 บาท/ปี

SE หน่วยริมด้าน SW = 614 บาท/ปี

เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง = 410 บาท/ปี

N หน่วยริมด้าน E = 520 บาท/ปี

และมีเครื่องปรับอากาศอีก 1 ตัว 20,000 บาท

"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ

ข.1. เนื่องจากมีระบบ PASSIVE ช่วยจึงไม่มีความจำเป็นในการใช้พัดลม

ข.2. เนื่องจากมีระบบ PASSIVE ช่วยให้ได้รับความสบายอยู่แล้ว ดังนั้น ไม่มีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์จากระบบ ACTIVE ช่วย

ข.3. ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศก็ได้ ใช้การเปิดฉลุมุดอากาศจาก COOL PIPE ผ่านฉนวนดูดความชื้น เพียง 1 ตัว (เหมือน ก.3.)

ดังนั้นค่าไฟฟ้า = 16 บาท/ปี

นอกเหนือจากที่กล่าวมา หากผู้ใช้อาคารต้องการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศจะเสียค่าใช้จ่ายในด้านไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบตัวอย่าง

อาคารช่วงที่ 1 - ห้องนอนพ่อแม่ 10 ช.ม./วันหรือประมาณ 3600 ช.ม./ปี

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง} &= 0.97 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 12,571 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 1.34 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 17,366 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 0.95 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 12,312 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{N หน่วยริมด้าน E} &= 1.20 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 15,552 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

- ห้องนอนลูก 10 ช.ม./วัน หรือประมาณ 3600 ช.ม./ปี

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง} &= 1.12 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 14,515 \quad \text{บาท/ปี ต่อห้อง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 1.22 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 15,811 \quad \text{บาท/ปี ต่อห้อง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 1.11 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 14,385 \quad \text{บาท/ปี ต่อห้อง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{N หน่วยริมด้าน E} &= 1.27 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 16,459 \quad \text{บาท/ปี ต่อห้อง}\end{aligned}$$

- ห้องพักผ่อนครอบครัว 4770 ช.ม./ปี

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง} &= 0.97 \times 1.8 \times 4770 \times 2.00 \\ &= 16,657 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 1.42 \times 1.8 \times 4770 \times 2.00 \\ &= 24,384 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 0.95 \times 1.8 \times 4770 \times 2.00 \\ &= 16,313 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{N หน่วยริมด้าน E} &= 1.20 \times 1.8 \times 4770 \times 2.00 \\ &= 20,606 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศช่วงที่ 2 - ห้องนักผ่นครอบครัว 510 ช.ม.

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง} &= 0.97 \times 1.8 \times 510 \times 2.00 \\ &= 1,780 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 1.42 \times 1.8 \times 510 \times 2.00 \\ &= 2,607 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 0.95 \times 1.8 \times 510 \times 2.00 \\ &= 1,744 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{N หน่วยริมด้าน E} &= 1.20 \times 1.8 \times 510 \times 2.00 \\ &= 2,203 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

"ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งนักอาศัย" รูปแบบที่ 1

อากาศช่วงที่ 1 - ห้องนอนพ่อแม่ 10 ช.ม. หรือประมาณ 3600 ช.ม./ปี

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง} &= 0.94 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 12,182 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 0.98 \times 1.8 \times 4770 \times 2.00 \\ &= 12,700 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 0.94 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 12,812 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{N หน่วยริมด้าน E} &= 1.00 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 12,960 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

- ห้องนอนลูก 10 ช.ม. หรือประมาณ 3600 ช.ม./ปี

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง} &= 0.78 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 10,108 \quad \text{บาท/ปี/ห้อง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 0.79 \times 1.8 \times 4770 \times 2.00 \\ &= 10,238 \quad \text{บาท/ปี/ห้อง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 0.78 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 10,108 \quad \text{บาท/ปี/ห้อง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{N หน่วยริมด้าน E} &= 0.82 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 10,627 \quad \text{บาท/ปี/ห้อง}\end{aligned}$$

- ห้องฝึกสอนครอบครัว 4770 ช.ม./ปี

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง} &= 0.94 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 16,141 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 0.98 \times 1.8 \times 4770 \times 2.00 \\ &= 16,828 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 0.94 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 16,141 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{N หน่วยริมด้าน E} &= 1.00 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 17,172 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

อากาศช่วงที่ 2 - ห้องฝึกสอนครอบครัว 510 ช.ม./ปี

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง} &= 0.94 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 1,725 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 0.98 \times 1.8 \times 4770 \times 2.00 \\ &= 1,799 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 0.94 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 1,725 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{N หน่วยริมด้าน E} &= 1.00 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 1,836 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

อากาศช่วงที่ 3 - ห้องฝึกสอนครอบครัว 120 ช.ม./ปี

$$\begin{aligned}\text{เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE หน่วยกลาง} &= 0.94 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 406 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SE หน่วยริมด้าน SW} &= 0.98 \times 1.8 \times 4770 \times 2.00 \\ &= 424 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ด้านหน้าหันสู่ทิศ N หน่วยกลาง} &= 0.94 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 406 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{N หน่วยริมด้าน E} &= 1.00 \times 1.8 \times 3600 \times 2.00 \\ &= 432 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

และมีค่าเครื่องปรับอากาศอีก 1 ตัว 20,000 บาท

จากการพิจารณาค่าใช้จ่ายในด้านไฟฟ้าเพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางอุณหภูมินำมาเขียนสรุปเป็นตารางได้ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 8.2. ตารางแสดงระบบการวัดค่าไฟฟ้าในการบันทึกหาค่าของต้นทุน
กรณีต้นทุนไม่ได้สามารถหักไว้ในอากรจ่ายในรอบ 1 ปี

การบันทึกโดย	ระบบบัญชี (หน่วยเป็นบาท)										ระบบหักภาษี (หน่วยเป็นบาท)										ข้อสังเกตเกี่ยวกับ ช่วงเวลาที่หักภาษี										
	รวม					รวม					รวม					รวม															
	เป็นไป	N	SE	E	W	N	SE	SW	NE	เป็นไป	N	SE	SW	NE	เป็นไป	N	SE	SW	NE												
8.1. ภาษีเงินได้ 1 - CON - PASSIVE โดยหักเงินให้ จ่ายโดยเครื่องรับอากร	X ไม่ ✓ (8/)	2,530	2,530	2,530	2,530	2,530	2,530	2,530	2,530	X ไม่ ✓ (8/)	2,530	2,530	2,530	2,530	X ไม่ ✓ (8/)	2,530	2,530	2,530	2,530	X ไม่ ✓ (8/)	2,530	2,530	2,530	2,530	X ไม่ ✓ (8/)	2,530	2,530	2,530	2,530	0	หักเงิน 4 หักเงิน หักเงิน 4
8.2. ภาษีเงินได้ 2 - CON - PASSIVE โดยหักเงินให้ จ่ายโดยเครื่องรับอากร	X ไม่ ✓ (8/)	135	135	135	135	135	135	135	135	X ไม่ ✓ (8/)	135	135	135	135	X ไม่ ✓ (8/)	135	135	135	135	X ไม่ ✓ (8/)	135	135	135	135	X ไม่ ✓ (8/)	135	135	135	135	0	หักเงิน 4 หักเงิน หักเงิน 4
8.3. ภาษีเงินได้ 3 - CON - PASSIVE โดยหักเงินให้ จ่ายโดยเครื่องรับอากร	X ไม่ ✓ (8/)	1,744	1,780	2,203	1,780	1,780	1,780	1,780	1,780	X ไม่ ✓ (8/)	1,744	1,780	2,203	1,780	X ไม่ ✓ (8/)	1,744	1,780	2,203	1,780	X ไม่ ✓ (8/)	1,744	1,780	2,203	1,780	X ไม่ ✓ (8/)	1,744	1,780	2,203	1,780	0	หักเงิน 4 หักเงิน หักเงิน 4
รวม - กรณีหักเงินให้จ่าย		3,075	3,085	3,185	3,185	3,185	3,185	3,185	3,185		3,075	3,085	3,185	3,185		3,075	3,085	3,185	3,185		3,075	3,085	3,185	3,185		3,075	3,085	3,185	3,185	0	หักเงิน 4 หักเงิน หักเงิน 4
รวม - กรณีหักเงินให้จ่าย		60,024	60,933	72,274	72,274	72,274	72,274	72,274	72,274		60,024	60,933	72,274	72,274		60,024	60,933	72,274	72,274		60,024	60,933	72,274	72,274		60,024	60,933	72,274	72,274	0	หักเงิน 4 หักเงิน หักเงิน 4

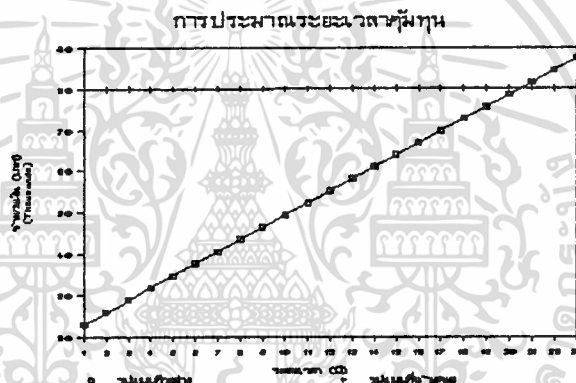
หมายเหตุ : (8/) หมายถึง โดยความเป็นจริงไม่ได้หักเงินตามแบบฉบับ
หักเงินในกรณีหักเงินให้จ่าย โดยหักเงินในกรณีหักเงินให้จ่าย โดยหักเงินในกรณีหักเงินให้จ่าย
และหักเงินในกรณีหักเงินให้จ่าย โดยหักเงินในกรณีหักเงินให้จ่าย โดยหักเงินในกรณีหักเงินให้จ่าย
ซึ่งแสดงว่าการหักเงินให้จ่ายไม่ได้หักเงินตามแบบฉบับ

ได้ดังนี้

กรณีที่ลมธรรมชาติสามารถพัดเข้าในอาคารได้ :-

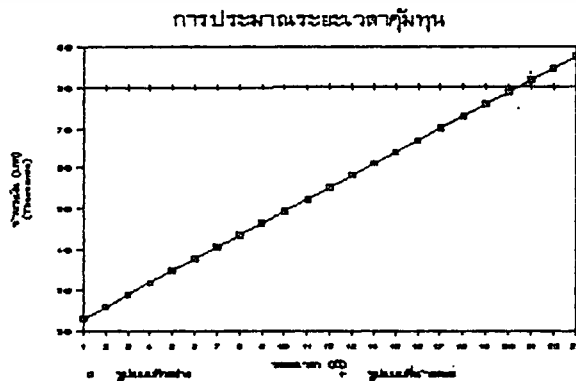
ในกรณีที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเท่าที่จำเป็น สำหรับรูปแบบตัวอย่างอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นมาได้แก่ ค่าเครื่องปรับอากาศ 20,000 บาท ในการแก้ปัญหาอากาศช่วงที่ 3 และค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในแต่ละปี "รูปแบบที่นำเสนอ" อุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้น คือ ราคาส่วนอุปกรณ์เพิ่มเติมข้างต้น และค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในแต่ละปี (ในที่นี้จะคิดระยะเวลาที่ถึงจุดคุ้มทุนจากราคาประมาณต่ำสุดให้ดูเท่านั้น) ซึ่งจะได้ว่า หน่วยกลางเมื่อหันด้านหน้าสู่ทิศ N

$$\begin{aligned} 20,000 + x(2940) &= 80,000 + x(16) \\ (2940x) - (16x) &= 60,000 \\ x &= 20.5 \text{ ปี (ระยะเวลาที่ถึงจุดคุ้มทุน)} \end{aligned}$$



หน่วยกลางเมื่อหันด้านหน้าสู่ทิศ SE

$$\begin{aligned} 20,000 + x(2950) &= 80,000 + x(16) \\ (2950x) - (16x) &= 60,000 \\ x &= 20.4 \text{ ปี (ระยะเวลาที่ถึงจุดคุ้มทุน)} \end{aligned}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยวิธีการเดียวกันทำให้ทราบว่า

หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N ด้านข้าง E จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 19.7 ปี
 หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE ด้านข้าง SW จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 19.2 ปี

กรณีที่ลมธรรมชาติไม่สามารถพัดเข้ามาในอาคารได้

ด้วยวิธีการเดียวกันทำให้ทราบว่า

หน่วยกลางเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 19.7 ปี
 หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N ด้านข้าง E จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 19.0 ปี
 หน่วยกลางเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 19.6 ปี
 หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE ด้านข้าง SW จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 18.4 ปี

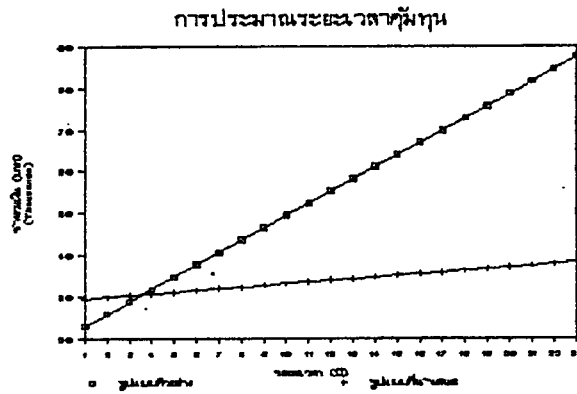
การคำนวณระยะเวลาที่ถึงจุดคุ้มทุนของระบบ PASSIVE เต็มรูปแบบ พบว่า ต้องใช้ ระยะเวลาประมาณ 18.5 - 20.5 ปี จึงจะคุ้มค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการก่อสร้าง เริ่มแรก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในระบบ PASSIVE ที่นำมาใช้แก้ปัญหาจะพบว่า ช่วงอากาศ ที่ 1 และ ที่ 2 ซึ่งมีถึง 8520 ช.ม./ปี (8,010 ช.ม.ของอากาศช่วงที่ 1 รวมกับ 510 ช.ม. ของอากาศช่วงที่ 2) สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการใช้ PASSIVE DESIGN เพียง INDUCE VENTILATION โดยเสียค่าใช้จ่ายเริ่มแรกเพียงค่า ROTARY WIND TURBINE 2 ตัวเป็น จำนวน 9,000 บาท ส่วนอากาศช่วงที่ 3 ซึ่งมี 120 ช.ม./ปี ต้องเสียค่าใช้จ่ายเริ่มแรกเพิ่ม อีกถึง 71,000 บาท ดังนั้นหากสมมติให้อากาศช่วงที่ 3 ของ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" รูปแบบที่นำเสนอ ใช้เครื่องปรับอากาศในการแก้ปัญหา การเลือกใช้ PASSIVE DESIGN เพียง ระบบ INDUCE VENTILATION จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลาดังต่อไปนี้

กรณีลมธรรมชาติสามารถพัดเข้าในอาคารได้

อุปกรณ์ช่วยเหลือที่จำเป็นสำหรับ " รูปแบบตัวอย่าง " ได้แก่ ค่าเครื่องปรับอากาศ 20,000 บาท ในกรณีแก้ปัญหาอากาศช่วงที่ 3 และค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในแต่ละปี " รูปแบบที่นำเสนอ " อุปกรณ์ที่เพิ่ม คือ ราคาของ ROTART WIND TUREINE 9,000 บาท ค่าเครื่องปรับอากาศ ในการแก้ปัญหาอากาศในช่วงที่ 3 และค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในแต่ละปี ซึ่งจะได้ว่า

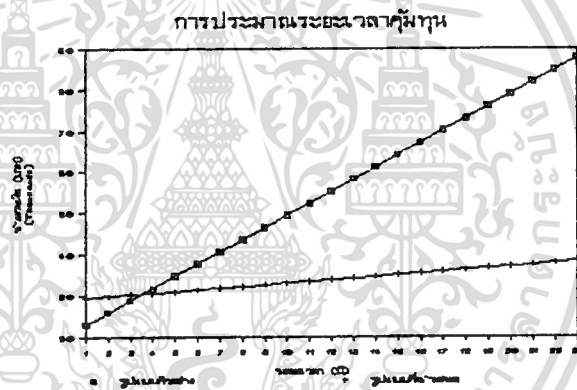
หน่วยกลางเมื่อหันหน้าสู่ทิศ N

$$\begin{aligned} 20,000 + x(2940) &= 29,000 + x(406) \\ (2940x) - (406x) &= 9,000 \\ x &= 3.55 \text{ ปี (ระยะเวลาที่ถึงจุดคุ้มทุน)} \end{aligned}$$



หน่วยกลางเมื่อหันหน้าสู่ทิศ SE

$$\begin{aligned}
 20,000 + x(2950) &= 20,000 + 9,000 + x(406) \\
 (2950x) - (406x) &= 9,000 \\
 x &= 3.53 \text{ ปี (ระยะเวลาที่ถึงจุดคุ้มทุน)}
 \end{aligned}$$



ด้วยวิธีการเดียวกันทำให้ทราบว่า

หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N ด้านข้าง E จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 3.43 ปี

หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE ด้านข้าง SW จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 3.30 ปี

กรณีที่ลมธรรมชาติไม่สามารถพัดเข้ามาในอาคารได้

ด้วยวิธีการเดียวกันทำให้ทราบว่า

หน่วยกลางเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 3.39 ปี

หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N ด้านข้าง E จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 3.38 ปี

หน่วยกลางเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 3.28 ปี

หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE ด้านข้าง SW จะถึงจุดคุ้มทุนในระยะเวลา 3.17 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากเลือกใช้เฉพาะ INDUCE VENTILATION ในการแก้ปัญหาอากาศช่วงที่ 1 และที่ 2 โดยอากาศช่วงที่ 3 เลือกใช้เครื่องปรับอากาศในการแก้ปัญหา พบว่า จะใช้ระยะเวลาถึงจุดคุ้มทุนประมาณ 3 ปีกว่า ส่วนระยะเวลาในปีต่อ ๆ ไปจะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าลงได้ปีละ 2,500 - 2,800 บาท (แล้วแต่การหันด้านอาคารในแต่ละกรณี)

ดังนั้น สรุปได้ว่าระบบ PASSIVE ที่น่าจะนำมาใช้แก้ปัญหาอุณหภูมิสบายให้แก่ผู้ใช้อาคาร ควรเลือกใช้เพียงระบบ INDUCE VENTILATION ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายเริ่มแรกเพียงค่า ROTARY WIND TURBINE ส่วนระบบ PASSIVE อื่น ๆ ยังไม่น่าจะนำมาใช้ในอาคารเนื่องจากระยะเวลาถึงจุดคุ้มทุนนานมาก

นอกจากนี้ หากเปรียบเทียบผู้ใช้อาคารซึ่งต้องใช้เครื่องปรับอากาศในการแก้ปัญหาอากาศทุก ๆ ช่วงโดยไม่เลือกใช้ระบบ PASSIVE จะพบว่า ผู้ใช้อาคาร "รูปแบบที่นำเสนอ" จะเสียค่าไฟฟ้าของทั้งอาคาร (ไม่รวมพื้นที่ประกอบการค้า) น้อยกว่า ผู้ใช้อาคาร "รูปแบบตัวอย่าง" ดังต่อไปนี้

เมื่ออาคารอยู่หน่วยกลาง เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N		
60,024 - 51,775	=	8,249 บาท/ปี
หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ N ด้านข้าง E	=	18,145 บาท/ปี
หน่วยกลางเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE	=	9,158 บาท/ปี
หน่วยริมเมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศ SE ด้านข้าง SW	=	24,366 บาท/ปี

ในส่วนราคาค่าอุปกรณ์บังแดดแบบปรับมุมได้ ที่เสนอในงานวิจัยนี้ (ไม่รวมค่าอุปกรณ์บังแดดส่วนบันไดและอุปกรณ์บังแดดส่วนประกอบการค้า) หากพิจารณาช่วงเวลาที่ต้องการความสว่างในเวลากลางวันแล้ว พบว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นได้แก่ ห้องนอนลูกในช่วงเวลาปิดเทอม 4 เดือน และห้องฝึกสอนครอบครัว เท่านั้น ซึ่งไม่จำเป็นการคุ้มค่าการลงทุนเท่าใดนัก หากแต่อุปกรณ์บังแดดดังกล่าวช่วยลดความร้อนที่จะเข้ามาทางหน้าต่างด้วย ดังนั้น หากจะลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ สามารถทำได้โดยการสร้างอาคาร "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" จริงที่รู้ทิศทางที่ตั้งด้านหน้าที่แน่นอน จะสามารถสร้างอุปกรณ์บังแดดดังกล่าวแบบไม่ปรับมุม (ติดตาย) ได้ ยกเว้น เมื่อด้านหน้าหันสู่ทิศตะวันออก และตะวันตก เท่านั้นที่ยังคงจำเป็นต้องใช้แบบปรับมุมได้ ดังรูปแบบที่นำเสนอ

ไม่ว่าอาคารจะหันหน้าสู่ทิศใด อุปกรณ์บังแดดส่วนบันไดและอุปกรณ์บังแดดส่วนการค้า จะช่วยให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางแสงสว่างตลอดปี ซึ่งจะเกิดความคุ้มค่าในการใช้งานได้มากที่สุดทีเดียว ทั้งนี้ จะเกิดความคุ้มค่าและจึงจุดคุ้มทุนได้เร็วเพียงใด ต้องแล้วแต่ประเภทของกิจการค้าอีกด้วย

8.2. บทสรุป

การตรวจสอบสภาพความสบายของสภาพอากาศภายในอาคาร พบว่า มีช่วงอากาศที่อุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์สบายปริมาณมาก ดังนั้น สมควรเป็นอย่างยิ่งที่จะนำเข้ามาใช้ภายในอาคาร แต่การทดสอบ " ดิกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย " รูปแบบตัวอย่าง ที่ใช้เป็นแบบสมมติสำหรับดิกแถวที่ตั้งในกรุงเทพฯ ที่ผ่านมานั้น พบว่า การออกแบบที่ผ่านมา ทำให้ผู้ใช้อาคารยังไม่ได้รับประโยชน์จากธรรมชาติอย่างที่ต้องการจะได้

การนำอากาศธรรมชาติซึ่งอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์สบายเข้ามาใช้ภายในอาคาร เป็นไปได้ยากในหน่วยที่ตั้งอยู่ตำแหน่งช่วงกลางของแถว ลมที่มีความเร็วตั้งแต่ 2 เมตร/วินาที ขึ้นไปเท่านั้น จึงจะสามารถทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบาย กล่าวคือ สามารถลดภาระความร้อนออกไปได้โดยเร็ว ขณะเดียวกันก็จะได้รับอากาศที่มีอุณหภูมิสบายผ่านตัว ยิ่งหน่วยที่ตั้งอยู่ตำแหน่งริมของแถวด้วยแล้ว ยิ่งเป็นการลำบากที่ผู้ใช้อาคารจะได้รับความสบาย หากลมไม่สามารถพัดเข้าในอาคารได้ เช่น กรณีที่ตั้งอยู่ติดทิศทางลม , ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่อับลม หรือการกั้นพื้นที่ภายในที่ไม่เหมาะสมของอาคารเอง โอกาสที่จะได้รับประโยชน์จากธรรมชาติ มาทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายก็แทบจะไม่มีเหลืออยู่เลย ส่วนในกรณีที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิอยู่เกินเกณฑ์สบาย ถึงแม้ว่าผู้ใช้อาคารจะได้รับความสบายจากการเปิดเครื่องปรับอากาศ แต่เครื่องปรับอากาศก็ยังคงมีขนาดใหญ่ เพื่อรับภาระความร้อนที่เกิดขึ้นมากของอาคารทำให้เสียค่าใช้จ่ายในไฟฟ้ามากตามไปด้วย

และการตรวจสอบความสบายทางแสงสว่าง พบว่าการออกแบบที่ผ่านมาตำแหน่งช่วงกลางอาคารของ " ดิกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย " รูปแบบเดิม มีปัญหามาก ในส่วนที่ใกล้หน้าต่าง ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดและช่องเปิด ก็ไม่มีใครจะได้รับความใส่ใจในการออกแบบ ทำให้แสงสว่างที่เข้ามาภายในอาคารนำความร้อนเข้ามามาก และแสงสว่าง เกิดจากแสงแดดโดยตรง นอกจากนี้ ผู้ใช้อาคารเองมีการกั้นแบ่งห้องและต่อเติมอาคารในลักษณะที่ไม่เหมาะสมอีกด้วย ทำให้มีการเปิดใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าช่วยตลอดเวลาที่มีการดำเนินกิจกรรมในช่วงเวลากลางวัน

ผลการวิเคราะห์ ได้นำไปออกแบบ " ดิกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย " รูปแบบที่นำเสนอและมือทำการทดสอบ พบว่า สามารถแก้ปัญหาความสบายทางอุณหภูมิและความสบายทางแสงสว่างให้แก่ผู้ใช้อาคารได้ ดังนั้น สามารถสรุปลักษณะที่เหมาะสมสำหรับ " ดิกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งที่พักอาศัย " ในเขตกทม. ได้ดังต่อไปนี้

1. รูปทรงอาคาร : รูปทรงอาคารในลักษณะหน้าแคบแต่ลึกแบบเดิมเหมาะสมแล้ว แต่ควรทำอาคารกว้าง 5.00 เมตร ลึก 13.00 เมตร โดยมีการเจาะช่องตรงกลางเพื่อให้แสงสว่างสามารถผ่านลงในช่วงกลางของอาคารได้

2. การจัดพื้นที่ภายในอาคาร : พื้นที่ใช้สอยส่วนหน้าและส่วนหลังของอาคารควรจัดให้เกิดความต่างระดับกันครึ่งชั้น ในลักษณะ SPLIT LEVEL เพราะเมื่อพื้นที่ใช้สอยส่วนหน้าของพื้นที่ใดมีการปิดหน้าต่าง พื้นที่ใช้สอยส่วนหลังก็ยังมีโอกาสที่จะได้รับลมธรรมชาติ จากชั้นถัดไปได้ (และยังมีความรู้สึกว่าง แยกกันน้อยกว่าแบบเดิมด้วย ซึ่งน่าจะเป็นการดีในลักษณะสังคมปัจจุบันที่พ่อแม่ลูกมีเวลาพบปะสังสรรค์กันน้อยลงทุกที)

3. ตำแหน่ง , ขนาด , วัสดุ สำหรับช่องเปิดลมธรรมชาติและช่องเปิดแสงสว่างจากธรรมชาติ : เพื่อให้สอดคล้องทั้งในเรื่องการนำลมธรรมชาติและแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ ช่องเปิดควรอยู่สูงจากระดับพื้นภายใน 80 ซม. จนถึงตำแหน่งสูงสุดของห้อง และสามารถเปิดได้ตลอดความสูง แต่ในเรื่องแสงสว่างจะต้องให้มีการใช้อุปกรณ์บังแดดช่วยสะท้อนความสว่างเข้ามาในอาคารความกว้างที่เหมาะสมคือ เปิดกว้างตลอดด้านที่รับลมเนื่องจากสภาพอากาศโดยมากของเขตกทม. มีอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์สบายจึงควรนำธรรมชาติเข้ามาใช้ให้มากที่สุดจนกระทั่งใช้เป็นลูกฝึกควรเป็นแบบลิชา (ทั้งนี้ช่วงเวลาที่อากาศภายนอกเกินเกณฑ์อุณหภูมิสบายได้แก่ ช่วงประมาณ 14.00-16.00 น. ในเดือน เมษายน และพฤษภาคม) เนื่องจากจะสามารถลดภาระความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาได้มากกว่าการเลือกใช้กระจกใส ในกรณีนี้เลือกเปิดเครื่องปรับอากาศ หากมีการแก้ปัญหาโดยการปิดหน้าต่างและเปิดใช้เครื่องปรับอากาศ ระดับความสว่างในช่วงเวลาดังกล่าวก็มีค่าสูงอยู่แล้ว ซึ่งการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร ผู้ใช้ก็จะได้รับความสบายทางแสงสว่างตามเกณฑ์เช่นเดิม

4. วัสดุกรอบอาคาร : ส่วนบนของอาคาร ควรทำในลักษณะหลังคาเอียงมีการบุอลูมิเนียมพอยต์ ที่ใต้ระแนบหลังคา และการระบายความร้อนออกจากใต้หลังคาด้วยวิธีการ INDUCE VENTLATION โดยการใช้ ROTARY WIND TURBINE ช่วยนับเป็นการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ในเขตกทม. วิธีหนึ่ง ผนังส่วนรอบอาคารด้านหน้า - หลัง และข้าง (สำหรับหน่วยที่อยู่ตำแหน่งริม) ควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ และมีราคาไม่แพงนักอิฐโพร่งแบบมีรูกลวง เป็นวัสดุก่อชนิดหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ดี

5. ลักษณะแผงบังแดด : แผงบังแดด ที่เหมาะสมกับ "ตึกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" ควรสามารถบังแดดให้แก่กระจกได้ตลอดปีและสามารถสะท้อนความสว่างเข้ามาใช้ภายในอาคารได้ รูปแบบที่น่าเสนอ เป็นแบบหนึ่งซึ่งสามารถใช้ได้ดี อย่างไรก็ตาม แผงบังแดดในส่วนห้องทั่วไปนั้น หากทราบทิศทางที่ตั้งด้านหน้าของอาคารที่แน่นอนสามารถเลือกเป็นแบบตายตัวก็ได้ เนื่องจากจะเป็นการประหยัดขึ้น (ยกเว้นทิศตะวันตกและตะวันออก ซึ่งยังคง รูปแบบปรับมุมไว้ดังเดิม)

6. เทคนิค - กลไก ที่นำมาใช้ในการออกแบบอาคาร : ระบบ PASSIVE แบบเต็มรูปแบบคือ การใช้ระบบ INDUCE VENTLATION , EARTH INTEGRATE , COOL PIPE และ DESSICCANT COOLING ร่วมกันจะสามารถปัญหาอุณหภูมิสบายได้ตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตาม

การใช้ PASIVE เต็มรูปแบบดังกล่าวมีระยะเวลาในการคืบหน้านานมาก แนวทางที่เป็นไปได้ คือ เลือกใช้เพียงระบบ INDUCE VENTLATION เพียงระบบเดียว ส่วนในช่วงที่อากาศมีอุณหภูมิเกินเกณฑ์สบาย การเปิดเครื่องปรับอากาศเพื่อแก้ปัญหาอุณหภูมิยังมีราคาต่ำกว่าการลงทุนสร้างระบบ PASSIVE เต็มรูปแบบมาก

7. ความเป็นไปได้ในการลงทุน : แม้ว่ารูปแบบที่นำเสนอจะสามารถแก้ปัญหาทั้งทางด้านความสบายทางอุณหภูมิ และความสบายทางแสงสว่างให้แก่ผู้ใช้อาคารได้ตลอดทั้งปี แต่ในแง่ผู้ลงทุนสร้างจะเป็นการยากที่จะตัดสินใจลงทุนสร้างเต็มรูปแบบเพื่อขาย แนวทางที่เป็นไปได้คือ ทำ PASSIVE DESIGN เพียงระบบ INDUCE VENTLATION เพียงระบบเดียว และอุปกรณ์บังแดดส่วนห้องทั่วไป หากรู้ทิศทางที่ตั้งด้านหน้าอาคารที่แน่นอน สามารถเลือกสร้างเป็นแบบติดตายตัวได้ (ยกเว้นทิศตะวันออกและทิศตะวันตก) ในส่วนที่เหลือของรูปแบบที่นำเสนอนี้สามารถใช้เป็นจุดขายได้ ซึ่งผู้ใช้อาคาร (ผู้ซื้อ) ก็จะได้รับประโยชน์มากด้วย

นอกจากที่สรุปมาดังกล่าวมีข้อสรุปเพิ่มเติม นอกเหนือจากการศึกษาที่จะเสนอแนะดังต่อไปนี้

8. การจัดวางผังกลุ่มอาคาร : เนื่องจากรูปแบบที่นำเสนอจะสามารถแก้ปัญหาอุณหภูมิและแสงสว่างได้ทุกกรณี ดังนั้น การจัดวางผังกลุ่มอาคารสามารถจัดวางได้ทุก ๆ แบบ หากแต่ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ควรจะจัดวางผังแบบเป็นกลุ่ม (BLOCK PATTERN) ในทำเลที่ตั้งอยู่ในย่านชุมชนในเมืองในบริเวณที่ติดริมถนนใหญ่ และในทำเลบริเวณทางแยกไปสู่ย่านพักอาศัย จึงจะเหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดวางผังแบบเป็นกลุ่มจะก่อให้เกิดรูปแบบของการสัญจรที่สะดวกซึ่งมีผลดึงดูดให้ประชาชนเข้าไปใช้ และก่อปัญหาการจราจรให้แก่ส่วนรวมน้อยกว่าที่เป็นอยู่ ซึ่งจะต้องนำไปพิจารณาอย่างถี่ถ้วน (ในทำเลย่านใจกลางเมืองโดยเฉพาะในเขตกทม. คงเป็นไปได้ยากในปัจจุบันเนื่องจากที่ดินมีราคาสูงมาก การก่อสร้างอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่า)

9. การจัดวางตำแหน่งเฟอร์นิเจอร์ : จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมามีพบว่า ความร้อนถ่ายเทเข้ามามากในส่วนที่โดนแดดของอาคาร ดังนั้น หากจัดเฟอร์นิเจอร์ (โดยเฉพาะแบบ BUILD-IN) ให้ชิดกับผนังให้น้ำต่างก็สามารถจะลดความร้อนจากภายนอกได้ส่วนหนึ่ง (ทั้งนี้ของที่เก็บในตู้เฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ในระดับหนึ่งด้วย) นอกจากนี้ การวางเฟอร์นิเจอร์ยังสัมพันธ์กับการวางตำแหน่งที่ต้องการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ในเวลากลางวันด้วย เช่น การวางโต๊ะหนังสือให้ชิดหน้าต่าง ก็จะสามารถได้รับแสงสว่างที่พอเพียงในกรณีที่เกิดกิจกรรมในช่วงเวลาเปิดเทอมและเสาร์-อาทิตย์

๘.๓. ข้อเสนอแนะ

ในระยะเวลาที่ผ่านมาเป็นที่ทราบกันดีว่า "ตึกแถว" ทั่วไปมีลักษณะสนองประโยชน์ใช้สอยได้ทั่วไป ไม่ได้มีการจำแนกและระบุรูปแบบของตึกแถวให้แน่นอน ผู้ลงทุน , ผู้ออกแบบ จึงไม่มีใครสนใจกับคุณภาพของอาคาร , คุณภาพของงานสถาปัตยกรรม และคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารเท่าใดนัก หากแต่ในสถานการณ์ปัจจุบัน ประเทศมีการพัฒนามากขึ้น ประเภทของการใช้งานสามารถระบุได้ชัดเจนขึ้น ทำให้ที่ตั้งที่กล่าวในบทสรุปสามารถระบุได้ว่า ส่วนมากของผู้ใช้อาคารจะซื้อเพื่อประกอบการค้ากึ่งพักอาศัย ดังนั้น หากในเขตกทม. มีการสร้าง " ตึกแถว ลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย" เพิ่มขึ้นอีก ผู้ลงทุน , ผู้ออกแบบ น่าจะใส่ใจในคุณภาพในด้านต่าง ๆ ให้มากขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้ที่แสดงให้เห็นแล้วว่า มีแนวทางที่เป็นไปได้

ส่วนในต่างจังหวัด ซึ่งมีลักษณะและแสงสว่างแตกต่างจากเขตกทม. งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการใช้ศึกษาและวิเคราะห์ให้เหมาะสมขึ้นได้

ในสถานการณ์ปัจจุบันซึ่งมีการแข่งขันในด้านการลงทุนขายสูง หากผู้ลงทุนรายใดจะนำแบบที่เสนอนี้ไปสร้าง ซึ่งสามารถใช้เป็นจุดขายได้ ผู้วิจัยมีความยินดีเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ผู้ใช้อาคารเองก็จะได้รับประโยชน์และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นด้วย หากแต่จะต้องศึกษางานวิจัยให้ถี่ถ้วน เพื่อจะได้เป็นประโยชน์แก่ทุกๆ ฝ่าย และประเทศชาติในลำดับสุดท้าย

ภาคผนวก ก.

กฎหมายการก่อสร้าง ที่เกี่ยวข้องกับ"ตึกแถว"



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

กฎหมายการก่อสร้าง ที่เกี่ยวกับ "ตึกแถว"

เทศบัญญัติของ กทม. ที่นำมาลงในที่นี้ ได้คัดเอาแต่เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างตึกแถวเท่านั้น และนั่นการเรียงหัวข้อต่างๆจะเห็นได้ว่าการข้ามตอนไปบ้าง

ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร

เรื่อง ควบคุมการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2522

หมวด 1 วิเคราะห์พื้นที่

ข้อ 4 ในข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครนี้

(1) "อาคารที่พักอาศัย" หมายความว่า ตึก บ้าน เรือน โรง แะ ซึ่งโดยปกติบุคคลอาศัยอยู่ทั้งกลางวันและกลางคืน

(2) "ห้องแถว" หมายความว่า อาคารที่พักอาศัยหรืออาคารพาณิชย์ซึ่งปลูกสร้างติดต่อกันเป็นแถวเกินสองห้อง และประกอบด้วยวัตถุไม่ทนไฟเป็นส่วนใหญ่

(3) "ตึกแถว" หมายความว่า อาคารที่พักอาศัยหรืออาคารพาณิชย์ซึ่งปลูกสร้างติดต่อกันเป็นแถวเกินสองห้อง และประกอบด้วยวัตถุทนไฟเป็นส่วนใหญ่

(4) "อาคารพาณิชย์" หมายความว่า อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์แห่งการค้าหรือโรงงานที่ใช้เครื่องจักรซึ่งเทียบได้ไม่เกิน 5 แรงม้า หรืออาคารที่ก่อสร้างห้วงแนวทางสาธารณะ หรือทางซึ่งมีสภาพเป็นสาธารณะไม่เกิน 20 เมตร ซึ่งอาจใช้เป็นอาคารเพื่อประโยชน์ แห่งการค้าได้

(11) "ผู้ออกแบบ" หมายความว่า ผู้รับผิดชอบในการคำนวณเขียนแบบ และกำหนดรายการเพื่อใช้ในการก่อสร้าง

(12) "ผู้ควบคุมงาน" หมายความว่า ผู้มีหน้าที่ควบคุมการก่อสร้างให้ผู้ได้รับอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(13) "แผนผัง" หมายความว่า แผนที่แสดงลักษณะที่ดินบริเวณปลูกสร้างอาคารและที่ดินติดต่อกัน

- (14) "แบบก่อสร้าง" หมายความว่า แบบของตัวอาคารเพื่อใช้ประโยชน์ในการปลูกสร้าง

(15) "รายการก่อสร้าง" หมายความว่า ข้อความชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการก่อสร้างตามแบบก่อสร้าง

(16) "รายการคำนวณ" หมายความว่า รายละเอียดแสดงวิธีการคิดกำลังต้านทานของส่วนอาคารตามที่ปรากฏในแบบก่อสร้าง

(19) "รูปด้าน" หมายความว่า แบบแสดงลักษณะส่วนตั้งภายนอกของอาคาร

(20) "รูปตัด" หมายความว่า แบบแสดงลักษณะส่วนตั้งภายในของอาคาร

(23) "ผนัง" หมายความว่า ส่วนก่อสร้างในด้านตั้งซึ่งกันด้านนอกของอาคารให้เป็นหลังหรือ หน่วยจากกัน

(24) "ผนังกันไฟ" หมายความว่า ผนังซึ่งทำด้วยวัตถุนไฟและไม่มีช่องให้ไฟผ่านได้

(25) "หลังคา" หมายความว่า สิ่งปกคลุมส่วนบนของอาคารสำหรับบังแดดและฝนรวมทั้งสิ่งใดซึ่งประกอบขึ้นเพื่อยึดเหนี่ยวสิ่งปกคลุมนี้ให้มั่นคงแข็งแรง

(31) "บ่อตรวจระบายน้ำ" หมายความว่า ส่วนที่เปิดได้ของท่อระบายน้ำซึ่งกำหนดไว้ใช้ในการชำระล้างท่อ

(34) "บ่ออำจม" หมายความว่า บ่อพักอุจจาระหรือสิ่งโสโครกอันไม่มีวิธีการระบายออกไปตามสภาพปกติ

(36) "วัตถุนไฟ" หมายความว่า วัตถุก่อสร้างที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง

(37) "วัตถุนาว" หมายความว่า วัตถุนไฟซึ่งตามปกติไม่แปลงสภาพได้ง่ายโดย น้ำไฟ หรือดินฟ้าอากาศ

(49) "ทางสาธารณะ" หมายความว่า ที่ดินที่ประชาชนมีสิทธิใช้เป็นทางคมนาคมได้

(50) "ถนนสาธารณะ" หมายความว่า ทางสาธารณะที่ยวดยานผ่านได้

(51) "ระดับถนนสาธารณะ" หมายความว่า ความสูงของยอดถนนสาธารณะใกล้เคียงกับที่ดินที่ปลูกสร้างเทียบกับระดับน้ำทะเล

(52) "ทางระบายน้ำสาธารณะ" หมายความว่า ช่องน้ำไหลตามทางสาธารณะ และถนนสาธารณะ ซึ่งกำหนดไว้ให้ระบายออกจากอาคารได้

(53) "แนวถนน" หมายความว่า เขตถนนและทางเดินที่กำหนดไว้ให้เป็นทางสาธารณะ

หมวด 3 แผนผัง แบบก่อสร้าง รายการก่อสร้าง และรายการคำนวณ

ข้อ 11 แผนผังให้ใช้มาตราส่วนไม่เล็กกว่า 1 ใน 500 แสดงขอบเขตที่ดินบริเวณติดต่อกันและขอบนอกของอาคารที่มีอยู่แล้วกับอาคารที่ขอรับอนุญาตปลูกสร้างใหม่ ด้วยลักษณะเครื่องหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างกันให้ชัดเจนพร้อมด้วยเครื่องหมายที่คั่นถูกต้อง

ข้อ 12 ในแผนผังให้แสดงทางสาธารณะที่ติดต่อกับที่ดินปลูกสร้างและทางระบายน้ำออกจากอาคารที่จะปลูกสร้าง จนถึงทางระบายน้ำสาธารณะ และตามแนวทางระบายน้ำนั้นให้แสดงเครื่องหมายชี้ทิศทางน้ำไหลพร้อมด้วยส่วนลาด

ข้อ 13 ในแผนผังให้แสดงระดับของพื้นชั้นล่างของอาคารและความสัมพันธ์กับระดับถนนสาธารณะหรือระดับพื้นดินที่ปลูกสร้าง

ข้อ 14 แบบก่อสร้างให้ใช้มาตราส่วนไม่เล็กกว่า 1 ใน 100 แสดงแผนฐานรากอาคาร แผนผังชั้นต่างๆของอาคาร รูปด้าน รูปตัดทางขวางและรูปตัดทางยาวไม่ต่ำกว่าสองด้าน รูปรายละเอียดส่วนสำคัญ ขนาด และเครื่องหมายแสดงวัตถุก่อสร้างอาคารชัดเจนพอที่จะคิดรายการและสอบรายการคำนวณได้

แบบก่อสร้างแสดงรูปด้านและแผนผังชั้นต่าง ๆ ของอาคารโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้มาตราส่วนไม่เล็กกว่า 1 ใน 200 ก็ได้

ข้อ 15 แบบก่อสร้างอาคารพาณิชย์ อาคารสาธารณะ หรืออาคารที่ก่อสร้างด้วยวัสดุถาวร และ วัสดุนิไฟเป็นส่วนใหญ่ ให้แนบรายการคำนวณกำลังของส่วนสำคัญต่าง ๆ ของอาคารไว้โดยครบครัน

แบบก่อสร้างอาคารพิเศษนอกจากต้องปฏิบัติตามกฎหมาย ที่มีข้อกำหนดควบคุมอยู่โดยเฉพาะแล้วให้แสดงรายการคำนวณโดยละเอียด

ข้อ 18 รายการก่อสร้างให้แสดงลักษณะของวัตถุก่อสร้างอันเป็นส่วนประกอบสำคัญของอาคารโดยละเอียดชัดเจน

ข้อ 19 มาตราส่วน ขนาด ระยะ น้ำหนักและหน่วยการคำนวณต่าง ๆ ของแผนผังแบบก่อสร้าง รายการก่อสร้าง หรือรายการคำนวณนั้นให้ใช้มาตราเมตริก

ข้อ 20 แผนผังแบบก่อสร้างและรายการก่อสร้าง ให้ลงลายมือชื่อและแจ้งสำนักงานหรือที่อยู่ของผู้กำหนดแผนผัง ออกแบบก่อสร้าง ทำรายการก่อสร้าง และคิดรายการคำนวณไว้ด้วยพร้อมคุณวุฒิและใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ

หมวด 4 ลักษณะอาคารต่าง ๆ

ข้อ 25 ห้องแถวและตึกแถว ต้องมีความกว้างจากเส้นกึ่งกลางของผนังด้านหนึ่งไปยังเส้นกึ่งกลางของผนังอีกด้านหนึ่งไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร ความลึกของห้องต้องไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร และต้องมีประตูหรือทางให้คนเข้าออกได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ในกรณีที่ เป็นตึกแถว ผนังต้องทำด้วยวัสดุถาวรและวัสดุนิไฟ ถ้าก่อด้วยอิฐหรือคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก หรือวัสดุนิไฟอย่างอื่น ผนังนี้ต้องหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

ห้องแถวและตึกแถวซึ่งปลูกสร้างติดต่อกันเป็นแนวยาว ให้มีผนังกันไฟหนาไม่น้อยกว่า 20

เซนติเมตร ตั้งแต่ระดับพื้นดินขึ้นไปสูงเหนือหลังคาอาคารไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร ทุกระยะไม่เกินห้าห้อง และในกรณีที่ห้องแถวหรือตึกแถวดังกล่าวปลูกสร้างในแนวเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็ โครงสร้างเดียวกันหรือต่างโครงสร้างกัน และไม่ว่าจะเป็ของเจ้าของเดียวกันหรือไม่ ให้ เว้นระยะห่างระหว่างห้องไม่น้อยกว่า 4.00 เมตร โดยไม่มีสิ่งกีดขวางและปกคลุมทุกระยะยี่สิบ ห้องที่ติดกัน

ตึกแถวที่สูงสามชั้นต้องมีพื้นชั้นสองหรือชั้นสามสร้างด้วยวัตถุนไฟชั้นใดชั้นหนึ่งเป็นอย่างน้อย ถ้าสูงเกินสามชั้นต้องสร้างพื้นด้วยวัตถุนไฟทุกชั้น

ข้อ 26 อาคารทุกชนิดจะปลูกสร้างบนที่ดินซึ่งถมด้วยขยะมูลฝอยมิได้ เว้นแต่ขยะมูลฝอยนั้นจะ ได้กลายสภาพเป็นดินแล้ว หรือได้ทับด้วยดินกระทุ้งแน่นไม่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตรและมีลักษณะ ไม่เป็อันตรายแก่อนามัยและมั่นคงแข็งแรง

ข้อ 28 บ้ายโฆษณาที่เป็อาคารต้องติดตั้งโดยไม่บังช่องลมหน้าต่างหรือประตู และต้อง ติดตั้งด้วยวัตถุนถาวรและมั่นคงแข็งแรง

หมวด 5 ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ข้อ 31 ห้องที่ใช้เป็นที่พักอาศัยในอาคารให้มีส่วนกว้างหรือยาวไม่ต่ำกว่า 2.50 เมตร กับรวมเนื้อที่พื้นทั้งหมดไม่น้อยกว่าเก้าตารางเมตร

ข้อ 32 ห้องนอนหรือห้องที่ใช้เป็นที่พักอาศัยในอาคาร ให้มีช่องประตูและหน้าต่างเป็นเนื้อ ที่รวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละสิบของพื้นที่ของห้องนั้น โดยไม่รวมนับส่วนประตูหรือหน้าต่างติดต่อกับ ห้องอื่น

ข้อ 33 ช่องทางเดินภายในอาคารสำหรับบุคคลใช้สอยหรือพักอาศัย ต้องกว้างไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร กับมิให้มีเสากีดกั้นส่วนหนึ่งส่วนใดแคบกว่ากำหนดนั้น ทั้งให้มีแสงสว่างแลเห็นได้ชัด

ข้อ 34 ยอดหน้าต่างและประตูในอาคาร ให้ทำสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร และ บุคคลซึ่งอยู่ในห้องต้องสามารถเปิดประตูหน้าต่างและออกจากห้องนั้นได้โดยสะดวก

ข้อ 35 ระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดาน ยอดฝา หรือยอดผนังของอาคารตอนต่ำสุดต้อง ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ตามตารางต่อไปนี้

ประเภทการใช้อาคาร	มีระบบปรับอากาศ	ไม่มีระบบปรับอากาศ
1.พักอาศัย	2.40 เมตร	2.40 เมตร
4.ห้องขายสินค้า ห้องประชุม โรงครัว	3.00 เมตร	3.50 เมตร
5.ห้องแถว ตึกแถว		
5.1 ชั้นล่าง	3.50 เมตร	3.50 เมตร
5.2 ตั้งแต่ชั้นสองขึ้นไป		
5.2.1 ห้องเก็บสินค้า หรือประกอบการค้า	3.00 เมตร	3.50 เมตร
5.2.2 ห้องพักอาศัย	2.40 เมตร	3.00 เมตร
6.ครัวไฟฟ้าสำหรับอาคารพักอาศัย	2.40 เมตร	2.40 เมตร
8.ห้องน้ำ ห้องส้วม ระเบียง ช่องทางเดินในอาคาร	2.00 เมตร	2.00 เมตร

ความสูงสุทธิของอาคารส่วนที่ใช้จอดรถยนต์หมายถึง ความสูงจากพื้นถึงใต้คานหรือท่อลิ่ง คล้ายคลึงกันต้องไม่น้อยกว่า 2.10 เมตร

สำหรับห้องที่มีการสร้างพื้นระหว่างชั้นของอาคาร ต้องมีความสูงจากระดับบนของพื้นห้องถึงระดับต่ำสุดของเพดานไม่ต่ำกว่า 5.00 เมตร โดยพื้นระหว่างชั้นของอาคารดังกล่าวต้องมีความสูงจากระดับของพื้นห้องไม่ต่ำกว่า 2.25 เมตร และต้องมีเนื้อที่ไม่เกินร้อยละสิบของพื้นที่ทั้งหมดของห้องนั้น ๆ ห้ามกันริมของพื้นระหว่างชั้นสูงเกิน 90 เซนติเมตรเว้นแต่กรณีที่มีการจัดระบบการปรับอากาศ

ข้อ 36 พื้นชั้นล่างของอาคารที่พักอาศัยต้องมีระดับอยู่เหนือพื้นดินปลูกสร้างไม่ต่ำกว่า 75 เซนติเมตร แต่ถ้าเป็นพื้นซีเมนต์ อิฐ หิน หรือวัตถุแข็งอย่างอื่นที่สร้างต้น ต้องมีระดับอยู่เหนือพื้นดินปลูกสร้างอาคารไม่ต่ำกว่า 10 เซนติเมตร และถ้าเป็นอาคารตั้งอยู่ริมทางสาธารณะ ความสูงจะต้องวัดจากระดับทางสาธารณะนั้น

ข้อ 37 ห้ามมิให้มีประตูหน้าต่างหรือช่องลมจากครัวไฟเปิดเข้าสู่ห้องส้วมหรือห้องนอนของอาคารได้โดยตรง

ข้อ 38 เตาไฟสำหรับการอุตสาหกรรมหรือการพาณิชย์ ต้องมีผนังเตาก่อด้วยอิฐดินเผา หรืออิฐทนไฟกำบังความร้อน มิให้เกิดอันตรายไฟไหม้ส่วนอาคารที่ต่อเนื่องกับเตาและต้องตั้งอยู่ในอาคารที่ประกอบด้วยวัตถุทนไฟ ทั้งนี้เตาต้องตั้งห่างจากผนังอาคาร หรือสิ่งที่จะต้องเป็นเชื้อไฟรอบรัศมีไม่ต่ำกว่า 4.00 เมตร โครงหลังคาวัตถุผนังหลังคา ปล่องระบายควันไฟ และเพดาน

ส่วนประกอบเพดาน ถ้ามีต้องเป็นวัสดุทนไฟ และต้องทำปล่องระบายควันไฟมิให้ผานั่ง หรือ หลังคาได้รับความร้อนจัด โดยความสูงของปล่องต้องสูงกว่าหลังคาอาคารข้างเคียงภายในระยะ โดยรอบ 25.00 เมตร ไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร และมีความกว้างของปล่องโดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร

ข้อ 39 ประตูสำหรับอาคารสาธารณะ โรงงานอุตสาหกรรม หรืออาคารพาณิชย์ ถ้ามี ธรณีประตูต้องเรียบเสมอกับพื้น

*ข้อ 40 บันไดสำหรับอาคารที่พักอาศัยต้องทำขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน 3.00 เมตร ลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร และลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร

ข้อ 42 บันไดซึ่งมีช่วงระยะสูงกว่าที่กำหนดไว้ ให้ทำที่พักมีขนาดกว้างยาวไม่น้อยกว่า ส่วนกว้างของบันไดนั้น ถ้าตอนใดต้องทำเลี้ยวมีบันไดเวียน ส่วนแคบที่สุดของลูกนอนต้องกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

หมวด 7 แนวอาคารและระยะต่าง ๆ

ข้อ 69 ห้ามมิให้บุคคลใดปลูกสร้างอาคารหรือส่วนของอาคารยื่นออกมาในหรือเหนือทาง หรือ ที่ดินสาธารณะ

ข้อ 70 ดิ็กแถว ห้องแถว อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรม และอาคารสาธารณะที่ได้ รั่นแนวห่างจากเขตทางสาธารณะไม่เกิน 2.00 เมตร ท้องกันลาดของพื้นชั้นแรกต้องสูงจากระดับทางเท้าที่กำหนด 3.25 เมตร ระเบียงด้านหน้าอาคารมิได้ตั้งแต่ระดับพื้นชั้นที่สามขึ้นไป และ ยื่นได้ไม่เกินส่วนยื่นสถาปัตยกรรม

ห้ามระบายน้ำจากกันสาดด้านหน้าอาคาร และจากหลังคาลงในที่สาธารณะหรือในที่ดินที่ได้ รั่นแนวอาคารจากเขตทางสาธารณะโดยตรง แต่ให้มีรางระบายหรือท่อระบายรับน้ำจากกันสาด หรือ หลังคาให้เพียงพอลงไปถึงพื้นดินแล้วระบายลงสู่ที่สาธารณะหรือบ่อนัก

อาคารตามวรรคหนึ่งที่ได้รั่นแนวห่างจากเขตสาธารณะเกิน 2.00 เมตร หากมีกันสาด ระเบียง หรือส่วนยื่นสถาปัตยกรรมใดยื่นออกมาในระยะ 2.00 เมตรจากเขตทางสาธารณะต้องปฏิบัติตามสองวรรคแรกด้วย

ข้อ 71 ห้ามมิให้ปลูกสร้างอาคารสูงกว่าระดับพื้นดินเกินสองเท่าของระยะจากผนังด้านหน้า ของอาคารจรดแนวถนนพาดตรงข้าม

ข้อ 72 อาคารปลูกสร้างริมทางสาธารณะที่มีความกว้างไม่ถึง 6.00 เมตร ให้รั่นแนว อาคารห่างจากศูนย์กลางทางสาธารณะอย่างน้อย 3.00 เมตร

ดิ็กแถว ห้องแถว อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรม และอาคารสาธารณะที่ปลูกสร้าง ริมทางสาธารณะที่มีความกว้างน้อยกว่า 10.00 เมตร ให้รั่นแนวอาคารห่างจากศูนย์กลางทาง

สาธารณะอย่างน้อย 6.00 เมตร

ตึกแถว ห้องแถว อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรม และอาคารสาธารณะที่ปลูกสร้างริมทางสาธารณะที่มีความกว้างตั้งแต่ 10.00 เมตรขึ้นไป ให้ร่นแนวอาคาร

หมวด 8 การสุขาภิบาล

ข้อ 84 อาคารที่จะปลูกสร้าง ต้องมีระบบระบายน้ำฝนและระบายน้ำที่ใช้แล้วหรือน้ำโสโครกได้โดยสะดวกและเพียงพอ

ข้อ 85 ทางระบายน้ำจากอาคารไปสู่ทางระบายน้ำสาธารณะ ต้องให้มีส่วนลาดไม่ต่ำกว่า 1 ใน 200 ตามแนวตรงที่สุดที่จะจัดทำได้ ถ้าใช้ท่อกลมเป็นทางระบายต้องมีบ่อตรวจระบายน้ำทุกระยะไม่เกิน 12.00 เมตร ทุกมุมเลี้ยวและที่จุดก่อนออกจากที่ดินเอกชนไปสู่ทางระบายน้ำสาธารณะ

ข้อ 86 ทางระบายน้ำใช้แล้วในบริเวณอาคาร ต้องมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร ก่อนระบายลงสู่ทางระบายน้ำสาธารณะต้องมีบ่อตรวจระบายน้ำและตะแกรงดักขยะอยู่ในที่สามารถตรวจสอบได้สะดวก และเจ้าของอาคารต้องจัดเปลี่ยนให้มีสภาพดีอยู่เสมอ

ข้อ 88 อาคารที่บุคคลอาจเข้าพักอาศัยหรือใช้สอยได้ ให้มีเครื่องสุขภัณฑ์ไว้ตามจำนวนอันสมควร แต่ต้องไม่น้อยกว่าอัตราที่กำหนดไว้ต่อไปนี้

ประเภทอาคาร	ส้วม	ที่ปัสสาวะ	อ่างล้างหน้า
อาคารที่พักอาศัยต่อหนึ่งหลัง	1	-	-
ห้องแถว ตึกแถว สูงไม่เกิน 3 ชั้น			
ต่อ 1 คูหา	1	-	1
ตึกแถวสูงเกิน 3 ชั้น ต่อ 1 คูหา	2	1	1
อาคารพาณิชย์ต่อ 75 ตารางเมตร	1	1	1

ข้อ 89 ห้องส้วมต้องมีขนาดเนื้อที่ภายในไม่น้อยกว่า 0.90 ตารางเมตรและต้องมีความกว้างภายในไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร ถ้าเป็นห้องอาบน้ำด้วยต้องมีเนื้อที่ภายในไม่น้อยกว่า 1.50 ตารางเมตร มีลักษณะที่จะรักษาความสะอาดได้ง่ายและต้องมีช่องระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละสิบของพื้นที่ห้อง หรือมีพัดลมระบายอากาศ

ระเบียบกรุงเทพมหานคร

ว่าด้วยวิธีปฏิบัติเกี่ยวกับการขออนุญาตและ
การควบคุมการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2525

หมวด 2 ประเภทอาคารที่ต้องส่งให้หน่วยงานในสังกัดกรุงเทพมหานคร หรือส่วนราชการอื่นพิจารณา

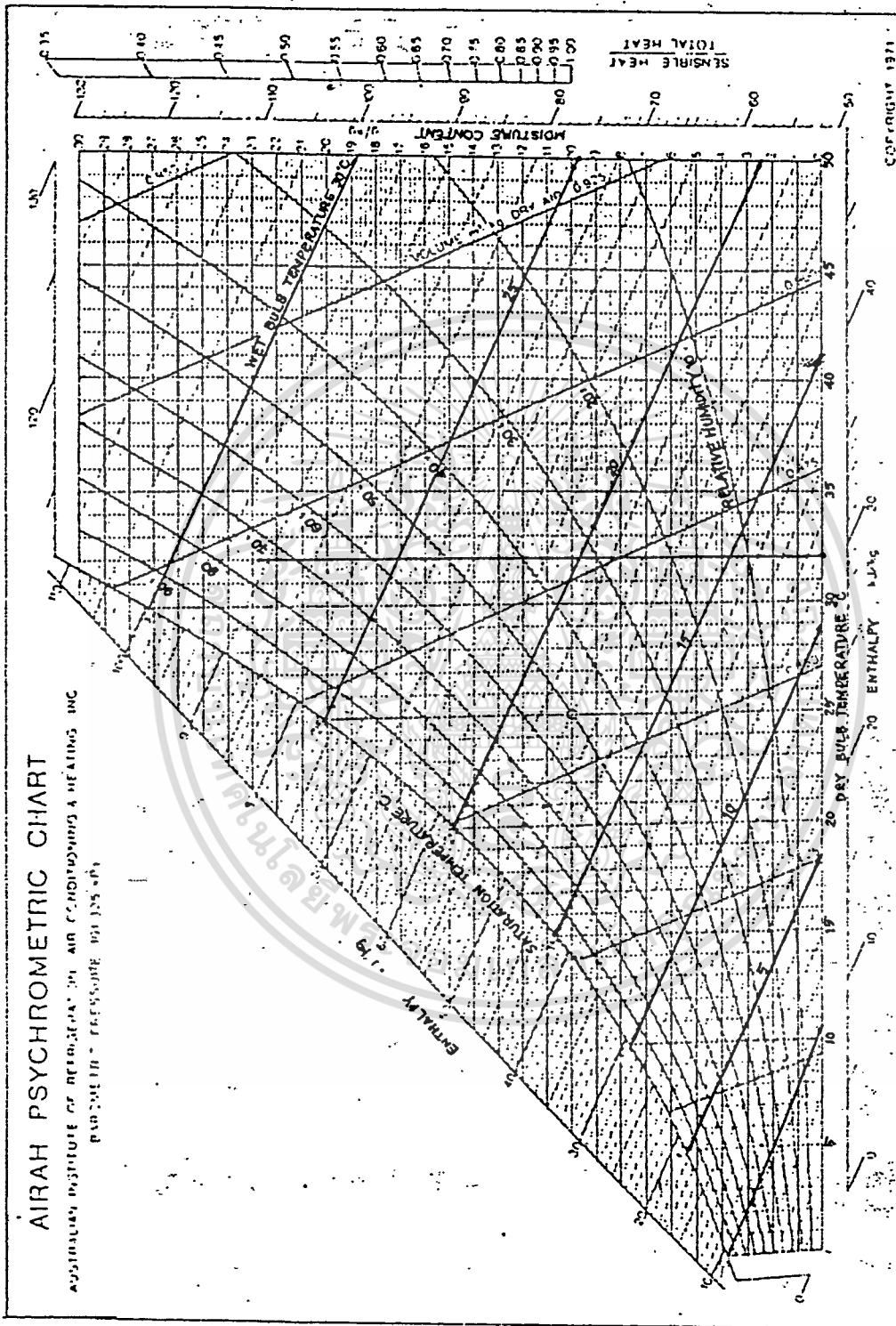
ข้อ 13 อาคารที่ขออนุญาตปลูกสร้างริมถนน ซึ่งอยู่ในความดูแลของกรมทางหลวงกระทรวงคมนาคม ให้ผู้ขออนุญาตไปติดต่อกับกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม เพื่อกำหนดแนวเขต

ข้อ 19 อาคารทุกประเภทที่จะต้องจัดที่จอดรถ ที่กลับ และทางเข้าออกของรถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมการก่อสร้างอาคาร และอาคารตึกแถวหรืออาคารพาณิชย์ประเภทรวมเป็นกลุ่มซึ่งมีจำนวนตั้งแต่ 40 ห้องขึ้นไป และมีถนนจากภายในบริเวณที่ขออนุญาตทำการก่อสร้างเป็นทางเข้าออกของรถยนต์ออกมาเชื่อมถนน หรือทางสาธารณะ ให้กองควบคุมอาคารหรือเขตตรวจสอบให้เป็นไปตามกฎกระทรวง และหลักเกณฑ์รายละเอียดที่กองวิศวกรรมจราจรถือปฏิบัติ โดยไม่ต้องส่งให้กองวิศวกรรมจราจรพิจารณา



ภาคผนวก ข.

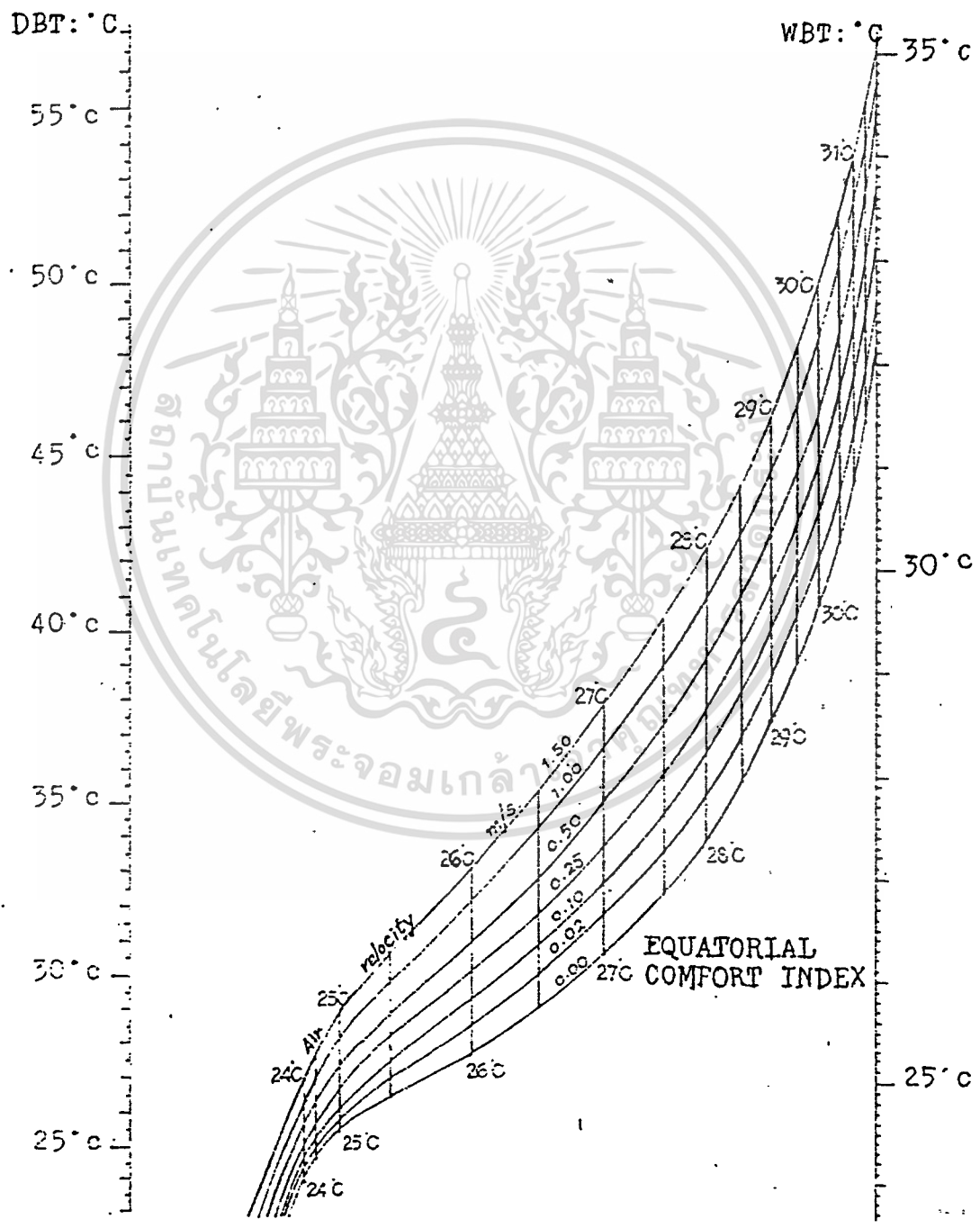
- Psychrometric chart
- Nomogram ของมาตรฐาน ECI (Equatorial Comfort Index)
- การกำหนดขนาดความเร็วผิวพื้น ของกรมอุตุนิยมวิทยา
- ตารางแสดงค่าต่าง ๆ และตัวอย่างในการคำนวณ
- SUN CHART (14°N)
- การเปลี่ยนหน่วยเมตริกและอังกฤษในการคำนวณค่า "ภาระความเย็นในการปรับอากาศ"
- สถิติค่า Daylight Factor ของความสว่างที่ผ่านเข้ามาในอาคารในทิศทางต่าง ๆ เมื่อห้องมีขนาดกว้าง 5 เมตร
- อัตราการสะท้อนความสว่างของสีต่าง ๆ



Psychrometric chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nomogram for a comfort index for warm, humid
and oppressive climates



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดขนาดความเร็วลม

ขนาดของลม	ชื่อลักษณะที่แสดงบนบก	ความเร็วลมที่ระดับสูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดินในบริเวณที่โล่งแจ้ง		
		มท knots	กม./ชม. km./hr.	เมตร/วินาที m/s
ลมสงบ	Calm	น้อยกว่า 1	< 1	0.278
ลมเบา	Light air	1 - 3	1 - 5	0.278-1.3
ลมอ่อน	Light breeze	4 - 6	6 - 11	1.67-3.0
ลมโชย	Gentle breeze	7 - 10	12 - 19	3.34-5.2
ลมปานกลาง	Moderate breeze	11 - 16	20 - 28	5.56-7.7
ลมแรง	Fresh breeze	17 - 21	29 - 38	8.056-10.
ลมจัด	Strong breeze	22 - 27	39 - 49	10.84-13.
พายุเกสตอน	Near gale	28 - 33	50 - 61	13.89-16.
พายุเกส	Gale	34 - 40	62 - 74	17.23-20.
พายุเกสแรง	Strong gale	41 - 47	75 - 88	20.83-24.
พายุ	Storm	48 - 55	89 - 102	24.72-28.
พายุโหม	Violent storm	56 - 63	103 - 117	28.61-32.
พายุไต้ฝุ่น หรือ เฮอริเคน	Typhoon or Hurricane	64 หรือ มากกว่า	118 หรือ มากกว่า	32.78 หรือ มากกว่า

๕ กิโลเมตรเป็นรอบปกติ

หมายเหตุ : 1 นีโอด เท่ากับ 1.853 กม./ชม.

(กองอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา)

ตารางที่ 1 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) สำหรับผนังที่มี
ความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสี
อาทิตย์ต่างๆ กัน

ตารางที่ 1 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า

มวลของผนัง กก ม. ⁻²	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)				
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
	<0-0.2>	<0.2-0.4>	<0.4-0.6>	<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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงรายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ประเภทผิววัสดุที่ใช้ ทำผนังด้านนอก	วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก
1. วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง [$\alpha < 0.2$]	- ผิววัสดุที่ฉาบด้วยตึกบก - แผ่นอลูมิเนียม - แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอลูมิเนียม - แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอลูมิเนียมขัดมัน	- สีสะท้อนแสง
2. วัสดุที่มีผิวอ่อน [$0.2 < \alpha < 0.4$]	- อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว - เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	- แลคเกอร์สีขาว - สีเงิน - สีขาวเป็นเงา
3. วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง [$0.4 < \alpha < 0.6$]	- วัสดุที่ทาสีอลูมิเนียม - หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว - อิฐสีเหลืองอ่อน - หินอ่อนสีขาว - กรวดล้างสีขาว	- สีเขียวอ่อน - สีน้ำเงินปานกลาง - สีเหลืองปานกลาง - สีส้มปานกลาง - สีเขียวปานกลาง
4. วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม [$0.6 < \alpha < 0.8$]	- คอนกรีตไม่ทาสี - ไม้ผิวเรียบ - แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส - หินล้างสีเทา	- สีแดง - สีน้ำเงิน - สีเทาอ่อน - สีสนิมแก่ปานกลาง
5. วัสดุที่มีผิวสีเข้ม [$0.8 < \alpha < 1.0$]	- วัสดุที่ลาดผิวด้วยยางมะตอย - คอนกรีตสีน้ำตาล - วัสดุผนังหลังคาสีเขียว - หินชนวนสีเทาแกมสีน้ำเงิน - อิฐสีแดง - อิฐแสดฟลอร์คสีน้ำเงิน - คอนกรีตสีดำ	- สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ - สีเทาแกมสีน้ำเงินเข้ม - สีน้ำตาลแก่ - สีโอลีฟเข้ม - สีดำ - แลคเกอร์สีน้ำเงินแก่ - สีเทาแก่ - แลคเกอร์สีดำ - สีดำธรรมชาติ - สีดำเรียบมาก

หมายเหตุ: ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์

คือค่าของผลจากฟลักส์รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบผ่านหน้าต่าง ค่าเฉลี่ยของค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังแนวตั้งในทิศทางต่าง ๆ คือ

$$SF = 160 \text{ วัตต์ ม.}^{-2}$$

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังเอียงในทิศต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกัน คำนวณได้จากสมการ

$$SF = (160) (CF) \text{ วัตต์ ม.}^{-2}$$

โดยที่ CF = ค่าตัวประกอบแก้ (correction factor) สำหรับผนังเอียงหนึ่ง ๆ ในทิศทางตาราง ซึ่งหาได้จากตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าตัวประกอบแก้

ทิศ มุมเอียง	เหนือ	ตะวันออก เฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออก เฉียงใต้	ใต้	ตะวันตก เฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตก เฉียงเหนือ
70°	1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.60	1.48	1.22
75°	0.96	1.14	1.42	1.52	1.50	1.48	1.38	1.12
80°	0.87	1.05	1.32	1.40	1.37	1.37	1.28	1.02
85°	0.78	0.96	1.22	1.29	1.24	1.25	1.17	0.93
90°	0.70	0.87	1.12	1.17	1.11	1.13	1.03	0.84

ตารางที่ 4 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา

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

ทิศ มุมเอียง	เหนือ	ตะวันออก เฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออก เฉียงใต้	ใต้	ตะวันตก เฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตก เฉียงเหนือ
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	0.98	0.99	0.99	1.01	1.01	1.01	1.00	0.99
10°	0.96	0.97	0.99	1.01	1.02	1.01	0.99	0.97
15°	0.93	0.95	0.98	1.01	1.02	1.00	0.98	0.95
20°	0.90	0.93	0.97	1.00	1.02	1.00	0.96	0.92
25°	0.87	0.90	0.95	0.99	1.01	0.98	0.94	0.89
30°	0.83	0.86	0.93	0.98	0.99	0.97	0.92	0.86
35°	0.78	0.83	0.90	0.96	0.97	0.95	0.89	0.82
40°	0.74	0.79	0.87	0.93	0.95	0.92	0.86	0.78
45°	0.69	0.75	0.84	0.90	0.92	0.89	0.83	0.74
50°	0.64	0.71	0.81	0.87	0.88	0.86	0.79	0.70
55°	0.59	0.66	0.77	0.83	0.84	0.82	0.76	0.66
60°	0.54	0.62	0.73	0.79	0.80	0.78	0.72	0.61
65°	0.50	0.58	0.69	0.75	0.75	0.73	0.68	0.57

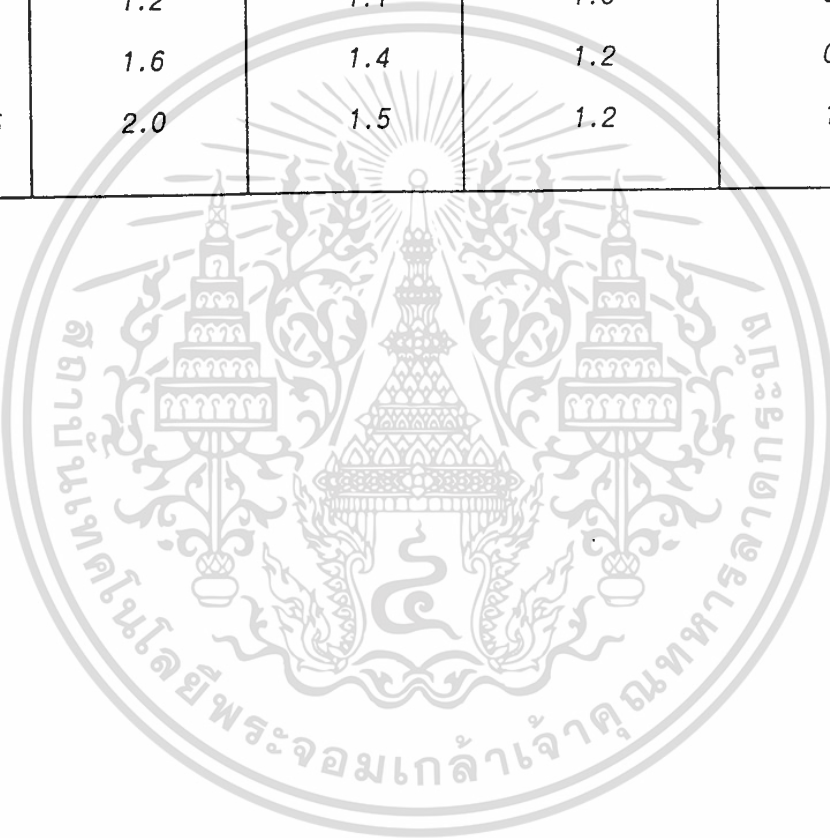
ตารางที่ 6

ค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ

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

ค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา

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



ตาราง แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น กก. ม. ⁻³	ค่า k วัตต์ ม. ⁻¹ °ซ. ⁻¹
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	1860	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	720	0.108
3	วัสดุบุหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลท์	2240	1.226
4	บิตูเมน (bitumen)		1.298
5	อิฐ		
	(a) แห้ง และฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสก	1760	0.807
	(b) ความชื้น 6%	1872	1.211
	(c) ผึ่ง (ไม่ฉาบปูน)		1.154
6	คอนกรีต	2400	1.442
7	คอนกรีต ชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่าง ๆ	960	0.303
		1120	0.346
		1280	0.476
8	แผ่นไม้ก๊อก	144	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (fibre board)	264	0.052
10	ไฟเบอร์กลาส (ดูใยแก้ว)		
	(a) แบบม้วน (Blanket)	10-24	0.038
	(b) แบบแผ่น (Rigid board)	32-48	0.033
	(c) แบบท่อสำเร็จ (Rigid pipe sections)	56-80	0.038
11	แผ่นกระจก	2512	1.053
12	ใยแก้ว สานเป็นแผ่น หรือสอดใส่อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	32	0.035
13	แผ่นยิบซัม	880	0.191
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด		
	(a) มาตรฐาน	1024	0.216
	(b) ปานกลาง	640	0.123
15	โลหะ		
	(a) โลหะผสมของอลูมิเนียม แบบธรรมดา	2672	211
	(b) ทองแดง ที่มีขายเชิงพาณิชย์	8784	385
	(c) เหล็กกล้า	7840	47.6
16	ใยแร่ อัดแน่นเป็นแผ่น	32-104	0.035-0.032

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k)และความหนาแน่นของวัสดุต่าง ๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น กก. ม. ⁻³	ค่า k วัตต์ ม. ⁻¹ °ซ. ⁻¹
17	วัสดุใช้งานหรือปิดผิว		
	(a) ยิบซัม	880	0.191
	(b) ปูนฉาบ น้ำหนักเบา	300	0.063
	น้ำหนักขนาดกลาง	1104	0.274
	(c) เพอร์ไลท์	616	0.115
	(d) ปูนผสมทราย	1568	0.533
	(e) เวอร์มิคูไลท์	640-960	0.202-0.303
18	โฟลีสไตรีน เบ่งขยายตัว	16	0.035
19	โฟลียูรีเทน โฟม	24	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	1360	0.173
21	ดินอัดหลวม (ร่วนซุย) ความชื้น 14%	1200	0.375
22	หิน		
	หินทราย	2000	1.298
	แกรนิต	2640	2.927
	หินอ่อน	2640	1.298
23	กระเบื้อง หลังคา	1890	0.836
24	ไม้		
	ไม้เนื้ออ่อน	608	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	720	0.138
	ไม้อัด	528	0.138
25	เวอร์มิคูไลท์ แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	80-112	0.065
26	ไม้อัดซีพบอร์ด	800	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	400	0.086
28	หินล้าง	2245	0.115
29	กรวดล้าง	2244	0.115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ	ค่าความต้านทานความร้อน ของฟิล์มอากาศ ($\text{ม.}^2 \cdot \text{ช.} \cdot \text{วัตต์}^{-1}$)
ก. กรณีของผนังอาคาร	
ก.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนัง ด้านใน (R_i)	
ก.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120
ก.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299
ก.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนัง ด้านนอก (R_o) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง)	0.044
ข. กรณีของหลังคา	
ข.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิว ด้านในของหลังคา (R_i)	
ข.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	
ข.1.1.1 หลังคาราบ	0.162
ข.1.1.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวนระดับ	0.148
ข.1.1.3 หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวนระดับ	0.133
ข.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่ รังสีต่ำ	
ข.1.2.1 หลังคาราบ	0.801
ข.1.2.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวนระดับ	0.595
ข.1.2.3 หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวนระดับ	0.391
ข.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิว ด้านนอกของหลังคา (R_o) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูงและเอียง ทำมุมใด ๆ)	0.055

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา

ชนิดของช่องว่างอากาศ	ค่าความต้านทานความร้อน ของฟิล์มอากาศ ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$)		
	5 มม.	20 มม.	100 มม.
ก. กรณีช่องว่างอากาศในผนัง			
ก.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.110	0.148	0.160
ก.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.250	0.578	0.606
ข. กรณีช่องว่างอากาศในหลังคา			
ข.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง			
ข.1.1 ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.110	0.148	0.174
ข.1.2 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.165
ข.1.3 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.158
ข.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ			
ข.2.1 ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.250	0.572	1.423
ข.2.2 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.250	0.571	1.095
ข.2.3 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.250	0.570	0.768
ค. กรณีช่องว่างอากาศในเพดาน			
ค.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง		0.458	
ค.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ		1.356	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

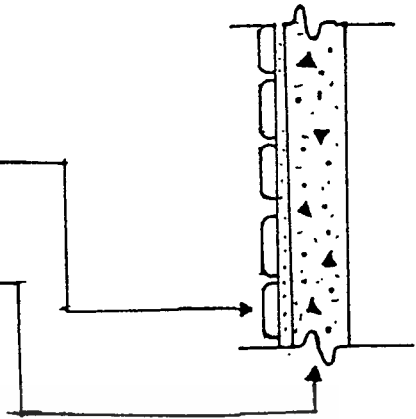
ตัวอย่างการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

1. ผนังอาคารมีโครงสร้างดังรูป

แผ่นกระเบื้องโมเสก

หนา 12 มม.

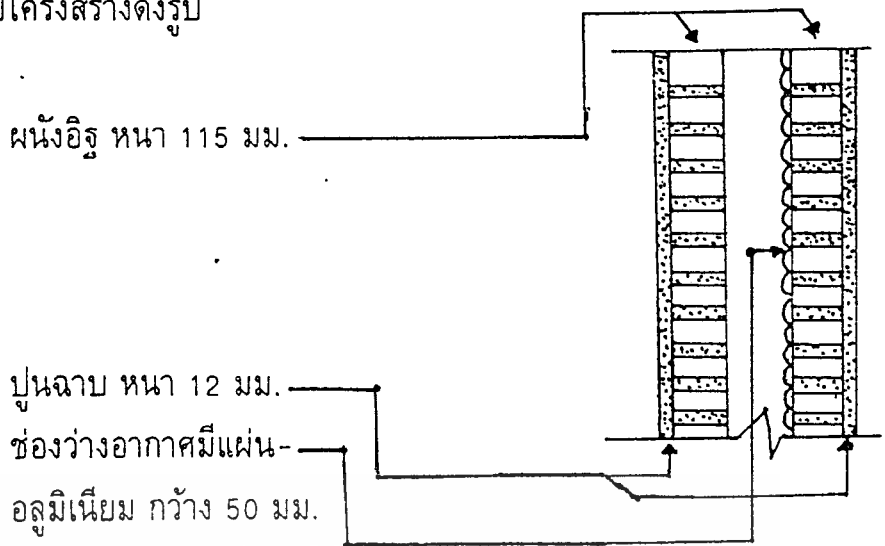
ผนังคอนกรีต หนา 150 มม.



โครงสร้าง	ΔX k	R	หมายเหตุ	
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก		0.044	ใช้ค่าจากตาราง	ข้อ ก.2
2. แผ่นกระเบื้องโมเสก	0.012	0.009	ใช้ค่าจากตาราง	สำหรับค่า k
	1.298			
3. ผนังคอนกรีต	0.150	0.104	ใช้ค่าจากตาราง	สำหรับค่า k
	1.442			
4. ฟิล์มอากาศด้านใน		0.120	ใช้ค่าจากตาราง	ข้อ ก.1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)		0.277		

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0.277} = 3.61 \text{ วัตต์ ม.}^{-2}\text{ }^{\circ}\text{ซ}^{-1}$$

2. ฉนวนอาคารมีโครงสร้างดังรูป

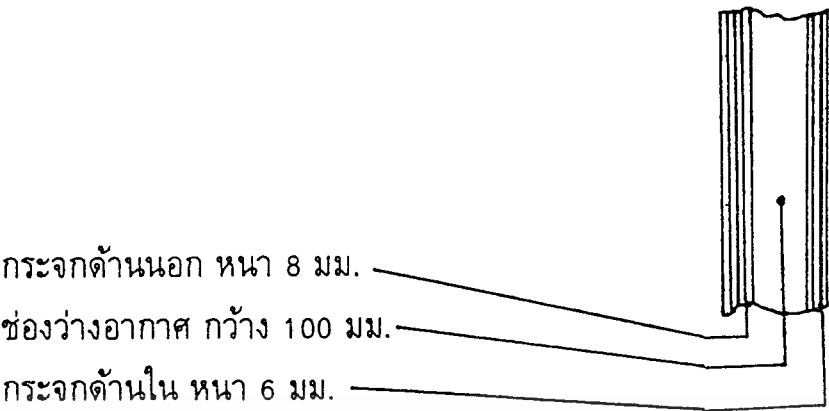


โครงสร้าง	$\frac{\Delta X}{k}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก		0.044	ใช้ค่าจากตาราง ข้อ ก.2
2. ปูนฉาบ	<u>0.012</u>	0.023	ใช้ค่าจากตาราง
	0.533		
3. ฉนวนอิฐ	<u>0.115</u>	0.143	ใช้ค่าจากตาราง
	0.807		
4. ช่องว่างอากาศที่ติดแผ่นอลูมิเนียม		0.589	ใช้ค่าจากตาราง ข้อ ก.2 โดยใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงระหว่างค่าที่ 20 มม. กับ 100 มม.
5. ฉนวนอิฐ	<u>0.115</u>	0.143	ใช้ค่าจากตาราง
	0.807		
6. ปูนฉาบ	<u>0.012</u>	0.023	ใช้ค่าจากตาราง
	0.533		
7. ฟิล์มอากาศด้านใน		0.120	ใช้ค่าจากตาราง ข้อ ก.1.1
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)		1.085	

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{1.085} = 0.922 \text{ วัตต์ ม.}^{-2} \cdot \text{°ซ}^{-1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

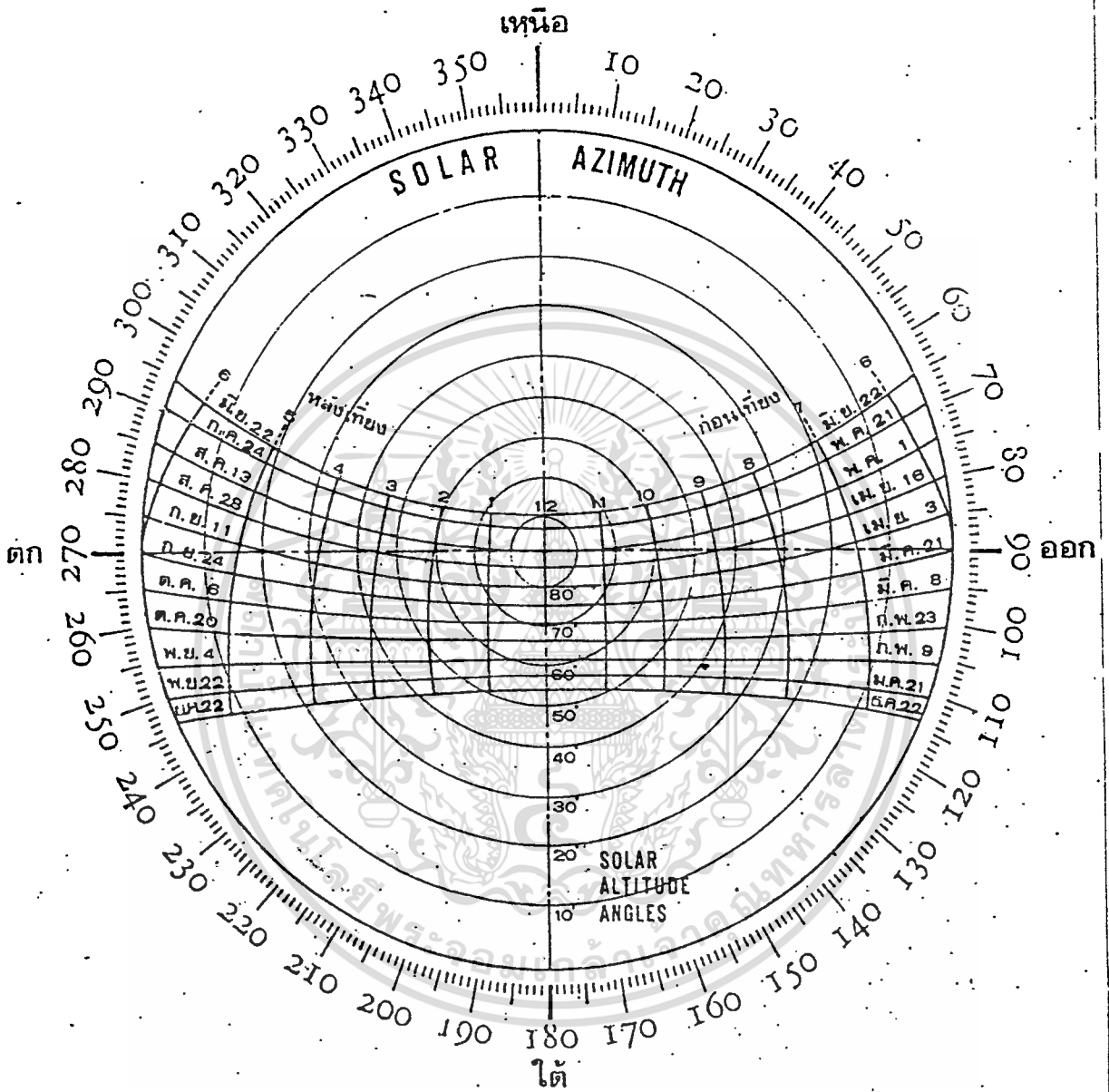
3 พื้นที่กระจก ซึ่งมีโครงสร้างดังรูป



โครงสร้าง	$\frac{\Delta X}{k}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศด้านนอก		0.044	ใช้ค่าจากตาราง ข้อ ก.2
2. กระจกชั้นนอก	$\frac{0.008}{1.053}$	0.008	ใช้ค่าจากตาราง
3. ช่องว่างอากาศ		0.160	ใช้ค่าจากตาราง ข้อ ก.1 กรณีช่องกว้าง 100 มม.
4. กระจกชั้นใน	$\frac{0.006}{1.053}$	0.006	ใช้ค่าจากตาราง
5. ฟิล์มอากาศด้านใน		0.299	ใช้ค่าจากตาราง ข้อ ก.1.2 เนื่องจากกระจกด้านในเป็นกระจกสะท้อนแสงมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)		0.517	

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0.517} = 1.93 \text{ วัตต์ ม.}^{-2}\text{ }^{\circ}\text{ซ}^{-1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เส้นรุ้ง 14 เหนือ

การเปลี่ยนหน่วยเมตริกและอังกฤษ ในการคำนวณค่า "ภาระความเย็นในการปรับอากาศ"

Imperial / Metric Conversion

Quantity	Imperial	Metric
Length	1 inch	25.40 mm.
Area	1 ft ²	0.0929 m ²
	1 yd ²	0.8361 m ²
Volume	1 ft ³	0.02832 m ³
	1 yd ³	0.7646 m ³
Density	1 lb/ft ³	16.02 kg/m ³
Temperature	n °F	0.5556 (n-32) °C
Heat	1 BTU	1.055 KJ
Heat Flow	1 BTU/h	0.2931 W
Intensity of Heat Flow Rate	1 BTU/ft ² h	3.155 W/m ²
Thermal Conductivity 'k' Value	1 BTU in/ft ² h °F	0.1442 W/m °C
Thermal Conductance	1 BTU in/ft ² h °F	5.678 W/m °C
Thermal Resistivity	1 ft ² h °F/BTU in	6.933 m °C/W
Thermal Resistance	1 ft ² h °F/BTU	0.176 m ² °C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

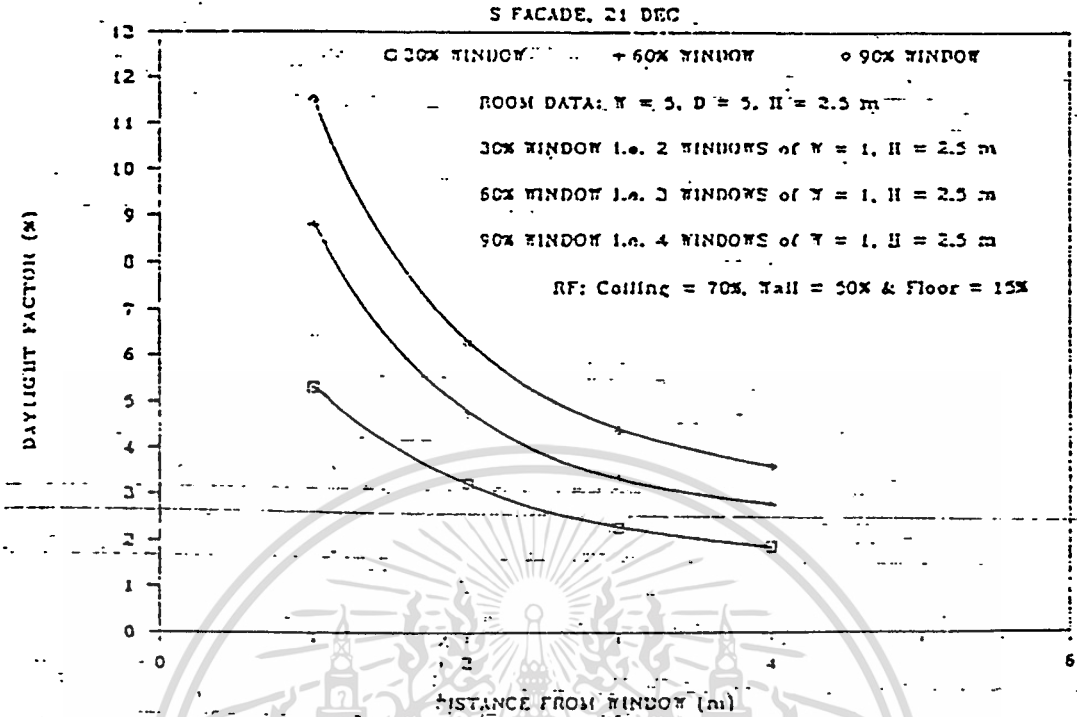


Figure 7 Daylight Factor Plot for three Aspect Ratios for 5 x 5 meter Module of a Typical Office Building

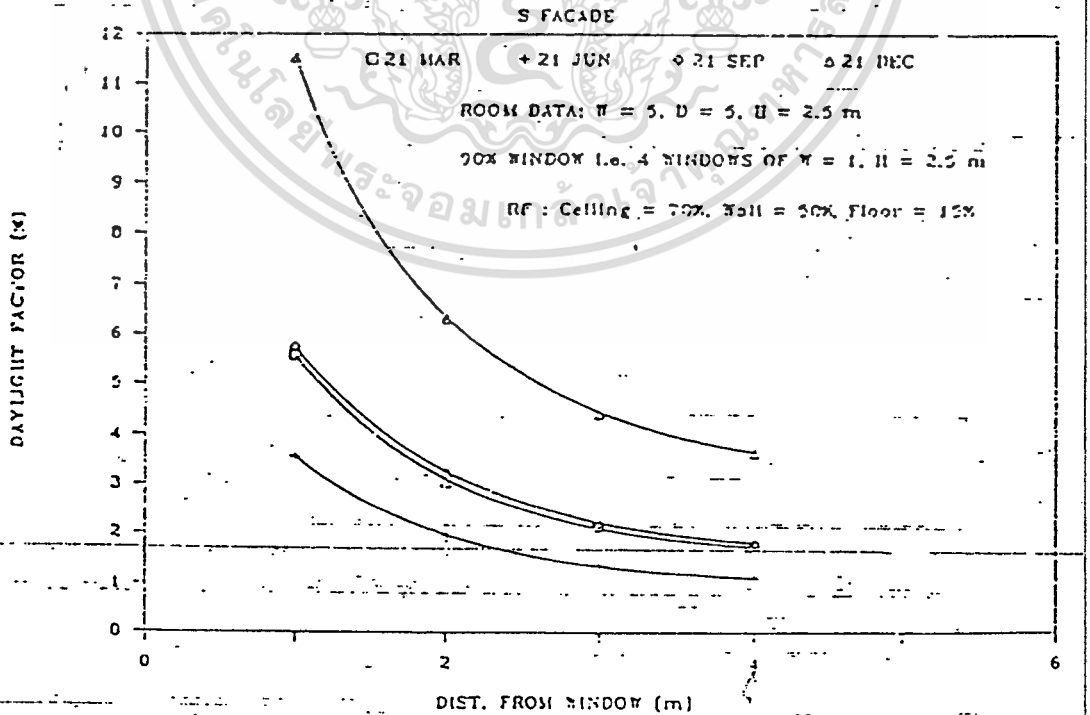


Figure 9 Average Daylight Factor Plot for 5 x 5 meter Module in S-Facade with 90% Window

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบการสะท้อนของสีต่าง ๆ เพื่อประกอบการให้สีภายในอาคาร

สี	อัตราการสะท้อน
ขาว	80-90 %
งาช้าง	70-80 %
เหลือง	65-75 %
ครีม	65-75 %
ชมพูอ่อนอมม่วง	60-65 %
เหลืองออกน้ำตาล	55-65 %
ชมพู	40-70 %
เทา	35-50 %
ฟ้า	35-50 %
เขียวอ่อน	25-50 %
เขียวแก่	15-25 %
น้ำเงินแก่	10-20 %
น้ำตาล	8-12 %
แดง	15-25 %
แดงเข้ม	7 %
ดำ	2-5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

(สำหรับ “ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งนักอาศัย” รูปแบบตัวอย่าง)

- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนพ่อ-แม่
- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก (ห้องใต้ชั้นลาดฟ้า)
- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก (สมมุติไม่ได้ อยู่ใต้ลาดฟ้า)
- การนิยามค่าการนำความร้อนของผนังต่าง ๆ

(สำหรับ “ติกแถวลักษณะพาณิชย์กึ่งนักอาศัย” รูปแบบที่นำเสนอ)

- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนพ่อ-แม่
- แสดงค่าภาระความเย็นในการปรับอากาศของห้องนอนลูก

4.4.4. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : SW
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.3	0.3	2.6	0.75
2:00	2.1	0.3	2.4	0.68
3:00	1.8	0.3	2.1	0.51
4:00	1.7	0.3	2.0	0.57
5:00	1.7	0.3	2.0	0.57
6:00	1.6	0.2	1.7	0.49
7:00	1.7	0.2	1.8	0.52
8:00	1.9	0.2	2.0	0.57
9:00	2.0	0.0	2.0	0.57
10:00	2.2	0.0	2.2	0.62
11:00	2.4	0.0	2.4	0.69
12:00	2.5	0.0	2.5	0.71
13:00	2.7	0.0	2.7	0.77
14:00	2.9	0.0	2.9	0.83
15:00	3.2	0.0	3.2	0.92
16:00	3.6	0.0	3.6	1.01
17:00	3.7	0.0	3.7	1.05
18:00	4.1	0.2	4.2	1.20
19:00	4.0	0.2	4.2	1.19
20:00	3.8	0.2	3.9	1.12
21:00	3.5	0.2	3.7	1.04
22:00	3.4	0.3	3.7	1.05
23:00	3.1	0.3	3.4	0.97
24:00	2.7	0.3	3.0	0.85
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	19.4
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	832.2 L/S

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1700 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิด
ไม่เพียงพอ)

สมการ $Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$
(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)
 $V = 1700 / (1300 \times 1)$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.308 ม³/วินาที
กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $1.308 / 0.3 = 4.36$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ไ้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : NE
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.1	0.3	2.4	0.67
2:00	1.9	0.3	2.2	0.63
3:00	1.7	0.3	2.0	0.58
4:00	1.6	0.3	1.9	0.55
5:00	1.6	0.3	1.9	0.54
6:00	1.6	0.2	1.7	0.49
7:00	1.7	0.2	1.9	0.54
8:00	2.2	0.2	2.3	0.66
9:00	2.6	0.0	2.6	0.73
10:00	3.0	0.0	3.0	0.86
11:00	3.3	0.0	3.3	0.95
12:00	3.4	0.0	3.4	0.97
13:00	3.4	0.0	3.4	0.98
14:00	3.4	0.0	3.4	0.97
15:00	3.4	0.0	3.4	0.97
16:00	3.4	0.0	3.4	0.96
17:00	3.4	0.0	3.4	0.95
18:00	3.4	0.2	3.5	1.00
19:00	3.3	0.2	3.4	0.97
20:00	3.0	0.2	3.2	0.90
21:00	2.8	0.2	3.0	0.84
22:00	2.9	0.3	3.2	0.90
23:00	2.6	0.3	2.9	0.83
24:00	2.3	0.3	2.6	0.75
GRAND TOTAL TONS-DAY =			19.2	
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD =			692.6 L/S	

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1700 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาวะความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิด
ไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 1700 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.308 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $1.308 / 0.3 = 4.36$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ใช้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

4.4.7. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : E
 อดหมูมออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
 Space Name : MASTER BED-ROOM
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 33.0 30.8 X
 Inside : 23.0 X 50.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	3.4	0.5	3.9	1.11
2:00	3.3	0.5	3.8	1.07
3:00	3.2	0.5	3.7	1.05
4:00	3.2	0.5	3.7	1.05
5:00	3.2	0.5	3.7	1.05
6:00	3.2	0.3	3.4	0.97
7:00	3.0	0.3	3.3	0.93
8:00	3.1	0.3	3.3	0.95
9:00	2.9	0.0	2.9	0.83
10:00	3.0	0.0	3.0	0.85
11:00	3.1	0.0	3.1	0.88
12:00	3.3	0.0	3.3	0.92
13:00	3.3	0.0	3.3	0.95
14:00	3.4	0.0	3.4	0.97
15:00	3.5	0.0	3.5	0.99
16:00	3.6	0.0	3.6	1.01
17:00	3.5	0.0	3.5	1.00
18:00	3.8	0.3	4.0	1.15
19:00	3.8	0.3	4.0	1.14
20:00	3.6	0.3	3.9	1.10
21:00	3.5	0.3	3.8	1.08
22:00	3.7	0.5	4.2	1.20
23:00	3.7	0.5	4.2	1.19
24:00	3.5	0.5	4.0	1.15
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	24.6
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	707.5 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอดหมูมของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อดหมูมออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 4200 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 1.20 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 5.1 : 12 = 0.425 : 1

ผนังด้านใน 4 : 12 = 0.334 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 9.1 : 72 = 0.126 : 1

4.4.8. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.2	0.3	2.5	0.71
2:00	2.2	0.3	2.5	0.70
3:00	2.1	0.3	2.4	0.68
4:00	2.1	0.3	2.4	0.68
5:00	2.2	0.3	2.5	0.70
6:00	2.2	0.2	2.3	0.66
7:00	2.1	0.2	2.3	0.64
8:00	2.2	0.2	2.3	0.66
9:00	2.1	0.0	2.1	0.60
10:00	2.2	0.0	2.2	0.62
11:00	2.3	0.0	2.3	0.65
12:00	2.4	0.0	2.4	0.67
13:00	2.4	0.0	2.4	0.69
14:00	2.5	0.0	2.5	0.70
15:00	2.5	0.0	2.5	0.71
16:00	2.5	0.0	2.5	0.71
17:00	2.5	0.0	2.5	0.70
18:00	2.7	0.2	2.9	0.81
19:00	2.6	0.2	2.7	0.78
20:00	2.5	0.2	2.6	0.74
21:00	2.4	0.2	2.5	0.72
22:00	2.5	0.3	2.8	0.80
23:00	2.5	0.3	2.8	0.80
24:00	2.3	0.3	2.6	0.75
GRAND TOTAL TONS-DAY			= 16.9	
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			= 555.9 L/S	

Cooling Load ต่ำสุด ของช่วงเวลามีการใช้ห้องคือ 2300 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2300 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.77 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $1.77 / 0.3 = 5.9$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

4.4.9. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : E
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.7	0.3	3.0	0.85
2:00	2.6	0.3	2.9	0.81
3:00	2.5	0.3	2.8	0.80
4:00	2.5	0.3	2.8	0.79
5:00	2.5	0.3	2.8	0.80
6:00	2.5	0.2	2.6	0.75
7:00	2.3	0.2	2.5	0.71
8:00	2.4	0.2	2.5	0.72
9:00	2.3	0.0	2.3	0.64
10:00	2.3	0.0	2.3	0.66
11:00	2.4	0.0	2.4	0.69
12:00	2.6	0.0	2.6	0.74
13:00	2.7	0.0	2.7	0.76
14:00	2.8	0.0	2.8	0.79
15:00	2.8	0.0	2.8	0.80
16:00	2.9	0.0	2.9	0.82
17:00	2.9	0.0	2.9	0.82
18:00	3.1	0.2	3.3	0.93
19:00	3.1	0.2	3.2	0.92
20:00	2.9	0.2	3.1	0.88
21:00	2.9	0.2	3.0	0.86
22:00	3.0	0.3	3.3	0.94
23:00	3.0	0.3	3.3	0.94
24:00	2.8	0.3	3.1	0.89
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	19.3
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	574.3 L/S

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2600 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2600 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 2.00 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $2.00 / 0.3 = 6.67$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ใช้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

4.4.10. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : W
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.8	0.3	3.1	0.88
2:00	2.7	0.3	3.0	0.86
3:00	2.7	0.3	3.0	0.84
4:00	2.6	0.3	2.9	0.82
5:00	2.7	0.3	3.0	0.84
6:00	2.7	0.2	2.8	0.80
7:00	2.5	0.2	2.7	0.76
8:00	2.6	0.2	2.7	0.77
9:00	2.4	0.0	2.4	0.69
10:00	2.5	0.0	2.5	0.71
11:00	2.5	0.0	2.5	0.72
12:00	2.6	0.0	2.6	0.74
13:00	2.6	0.0	2.6	0.74
14:00	2.6	0.0	2.6	0.74
15:00	2.6	0.0	2.6	0.75
16:00	2.6	0.0	2.6	0.75
17:00	2.6	0.0	2.6	0.75
18:00	2.9	0.2	3.1	0.88
19:00	2.8	0.2	3.0	0.85
20:00	2.8	0.2	2.9	0.83
21:00	2.8	0.2	2.9	0.83
22:00	3.0	0.3	3.3	0.94
23:00	3.0	0.3	3.3	0.94
24:00	2.9	0.3	3.2	0.91
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	19.3
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	574.3 L/S

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2800 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2800 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 2.154 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $2.154 / 0.3 = 7.18$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

4.6.4. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : SW
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 73.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.9	0.3	2.2	0.61
2:00	1.7	0.3	2.0	0.56
3:00	1.5	0.3	1.8	0.51
4:00	1.4	0.3	1.7	0.48
5:00	1.3	0.3	1.6	0.45
6:00	1.3	0.2	1.4	0.41
7:00	1.4	0.2	1.5	0.44
8:00	1.8	0.2	1.9	0.55
9:00	2.1	0.0	2.1	0.60
10:00	2.6	0.0	2.6	0.73
11:00	3.0	0.0	3.0	0.86
12:00	3.4	0.0	3.4	0.96
13:00	3.6	0.0	3.6	1.04
14:00	3.8	0.0	3.8	1.09
15:00	4.0	0.0	4.0	1.14
16:00	4.1	0.0	4.1	1.15
17:00	4.0	0.0	4.0	1.13
18:00	3.9	0.2	4.1	1.16
19:00	3.6	0.2	3.8	1.07
20:00	3.2	0.2	3.4	0.95
21:00	2.9	0.2	3.0	0.86
22:00	2.7	0.3	3.1	0.87
23:00	2.5	0.3	2.8	0.80
24:00	2.2	0.3	2.5	0.71
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	19.1
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	800.9 L/S

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1400 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิด
ไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.077 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $1.077 / 0.3 = 3.59$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ
แต่ช่วงเวลาที่ภาระความร้อนเกิน 1400 วัตต์จะไม่เพียงพอ นั่นคือจะได้รับความสบายแค่เวลา
6.00 น. เท่านั้น

4.6.5. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : NE
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.8	0.3	2.1	0.60
2:00	1.6	0.3	1.9	0.54
3:00	1.4	0.3	1.7	0.48
4:00	1.3	0.3	1.6	0.45
5:00	1.2	0.3	1.5	0.43
6:00	1.2	0.2	1.3	0.37
7:00	1.3	0.2	1.5	0.42
8:00	1.7	0.2	1.9	0.53
9:00	2.1	0.0	2.1	0.58
10:00	2.5	0.0	2.5	0.71
11:00	3.0	0.0	3.0	0.86
12:00	3.4	0.0	3.4	0.97
13:00	3.7	0.0	3.7	1.05
14:00	3.9	0.0	3.9	1.12
15:00	4.1	0.0	4.1	1.16
16:00	4.2	0.0	4.2	1.18
17:00	4.1	0.0	4.1	1.16
18:00	4.0	0.2	4.2	1.18
19:00	3.7	0.2	3.9	1.10
20:00	3.2	0.2	3.4	0.97
21:00	2.9	0.2	3.0	0.86
22:00	2.7	0.3	3.0	0.86
23:00	2.4	0.3	2.7	0.78
24:00	2.1	0.3	2.4	0.69
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	19.0
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	820.0 L/S

Cooling Load ต่ำสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1300 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.00 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $1.00/0.3 = 3.34$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ แต่ช่วงเวลาที่ภาระความร้อนเกิน 1400 วัตต์ จะไม่เพียงพอ นั่นคือจะได้รับความสบายแค่เวลา 6.00 น. เท่านั้น

4.6.6. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : -
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
 Space Name : CHILDREN
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 25.0 X 50.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.2	0.5	2.8	0.78
2:00	2.0	0.5	2.6	0.73
3:00	1.9	0.5	2.4	0.67
4:00	1.8	0.5	2.3	0.65
5:00	1.7	0.5	2.3	0.64
6:00	1.6	0.3	1.9	0.54
7:00	1.6	0.3	1.9	0.54
8:00	1.8	0.3	2.1	0.59
9:00	2.0	0.0	2.0	0.58
10:00	2.4	0.0	2.4	0.69
11:00	2.9	0.0	2.9	0.83
12:00	3.4	0.0	3.4	0.97
13:00	3.8	0.0	3.8	1.09
14:00	4.2	0.0	4.2	1.19
15:00	4.4	0.0	4.4	1.25
16:00	4.5	0.0	4.5	1.27
17:00	4.5	0.0	4.5	1.26
18:00	4.5	0.3	4.8	1.35
19:00	4.1	0.3	4.4	1.25
20:00	3.7	0.3	3.9	1.11
21:00	3.3	0.3	3.5	1.00
22:00	3.1	0.5	3.7	1.04
23:00	2.9	0.5	3.4	0.96
24:00	2.6	0.5	3.1	0.68
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	21.9
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	366.8 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 3900 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 1.11 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 5.1 : 12 = 0.425 : 1

ผนังด้านใน 4 : 12 = 0.334 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 9.1 : 72 = 0.126 : 1

4.6.9. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : E
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.9	0.3	2.2	0.63
2:00	1.7	0.3	2.0	0.57
3:00	1.5	0.3	1.8	0.51
4:00	1.4	0.3	1.7	0.49
5:00	1.3	0.3	1.6	0.46
6:00	1.3	0.2	1.4	0.40
7:00	1.2	0.2	1.4	0.38
8:00	1.4	0.2	1.5	0.44
9:00	1.6	0.0	1.6	0.44
10:00	2.0	0.0	2.0	0.56
11:00	2.5	0.0	2.5	0.70
12:00	3.0	0.0	3.0	0.85
13:00	3.4	0.0	3.4	0.97
14:00	3.8	0.0	3.8	1.08
15:00	4.0	0.0	4.0	1.15
16:00	4.2	0.0	4.2	1.18
17:00	4.1	0.0	4.1	1.17
18:00	4.2	0.2	4.3	1.23
19:00	3.8	0.2	4.0	1.13
20:00	3.4	0.2	3.5	1.00
21:00	3.0	0.2	3.1	0.88
22:00	2.8	0.3	3.1	0.89
23:00	2.5	0.3	2.9	0.81
24:00	2.3	0.3	2.6	0.73
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	18.6
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	851.3 L/S

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1400 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิด
ไม่เพียงพอ) สมการ $Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 1400 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.077 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $1.077 / 0.3 = 3.59$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ
แต่ช่วงเวลาที่ภาระความร้อนเกิน 1400 วัตต์จะไม่เพียงพอ นั่นคือจะได้รับความสบายแค่เวลา
6.00 น. เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.10. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : W
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.0	0.3	2.3	0.65
2:00	1.8	0.3	2.1	0.60
3:00	1.6	0.3	1.9	0.54
4:00	1.5	0.3	1.8	0.50
5:00	1.4	0.3	1.7	0.49
6:00	1.4	0.2	1.5	0.43
7:00	1.3	0.2	1.5	0.41
8:00	1.5	0.2	1.6	0.47
9:00	1.7	0.0	1.7	0.47
10:00	2.1	0.0	2.1	0.58
11:00	2.5	0.0	2.5	0.71
12:00	3.0	0.0	3.0	0.85
13:00	3.3	0.0	3.3	0.93
14:00	3.7	0.0	3.7	1.05
15:00	3.9	0.0	3.9	1.12
16:00	4.0	0.0	4.0	1.14
17:00	4.0	0.0	4.0	1.13
18:00	4.1	0.2	4.2	1.20
19:00	3.7	0.2	3.8	1.09
20:00	3.3	0.2	3.4	0.97
21:00	2.9	0.2	3.1	0.87
22:00	2.8	0.3	3.1	0.89
23:00	2.5	0.3	2.9	0.81
24:00	2.3	0.3	2.6	0.74
GRAND TOTAL TONS-DAY			= 18.7	
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			= 830.0 L/S	

Cooling Load ที่สุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1500 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิด
ไม่เพียงพอ) สมการ $Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 1500 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.154 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านม้วนลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $1.154 / 0.3 = 3.85$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

4.7.4. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : SW
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.9	0.3	2.2	0.63
2:00	1.8	0.3	2.2	0.61
3:00	1.8	0.3	2.1	0.60
4:00	1.8	0.3	2.1	0.59
5:00	1.8	0.3	2.1	0.59
6:00	1.8	0.2	2.0	0.57
7:00	1.9	0.2	2.1	0.58
8:00	2.2	0.2	2.3	0.65
9:00	2.2	0.0	2.2	0.63
10:00	2.3	0.0	2.3	0.67
11:00	2.4	0.0	2.4	0.68
12:00	2.3	0.0	2.3	0.66
13:00	2.3	0.0	2.3	0.65
14:00	2.1	0.0	2.1	0.61
15:00	2.1	0.0	2.1	0.60
16:00	2.1	0.0	2.1	0.60
17:00	2.0	0.0	2.0	0.57
18:00	2.2	0.2	2.3	0.66
19:00	2.1	0.2	2.3	0.65
20:00	2.0	0.2	2.2	0.63
21:00	2.0	0.2	2.2	0.62
22:00	2.2	0.3	2.5	0.71
23:00	2.2	0.3	2.5	0.71
24:00	2.0	0.3	2.3	0.66
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	15.1
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	409.8 L/S

Cooling Load ต่ำสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2000 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2000 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.538 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $1.538 / 0.3 = 5.127$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ใช้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

4.7.5. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : NE
 อดหมูมออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOP-HOUSE
 Space Name : CHILDREN
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 29.7 X 75.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.8	0.3	2.1	0.61
2:00	1.8	0.3	2.1	0.59
3:00	1.7	0.3	2.0	0.56
4:00	1.6	0.3	2.0	0.56
5:00	1.7	0.3	2.0	0.58
6:00	1.7	0.2	1.9	0.54
7:00	1.8	0.2	2.0	0.56
8:00	2.1	0.2	2.2	0.64
9:00	2.2	0.0	2.2	0.61
10:00	2.3	0.0	2.3	0.65
11:00	2.4	0.0	2.4	0.68
12:00	2.4	0.0	2.4	0.68
13:00	2.3	0.0	2.3	0.66
14:00	2.2	0.0	2.2	0.64
15:00	2.2	0.0	2.2	0.62
16:00	2.2	0.0	2.2	0.63
17:00	2.1	0.0	2.1	0.60
18:00	2.3	0.2	2.4	0.68
19:00	2.2	0.2	2.4	0.67
20:00	2.1	0.2	2.2	0.64
21:00	2.0	0.2	2.2	0.62
22:00	2.2	0.3	2.5	0.71
23:00	2.1	0.3	2.4	0.69
24:00	2.0	0.3	2.3	0.64
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	15.1
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	404.8 L/S

Cooling Load ต่ำสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1900 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 1900 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.46 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $1.46 / 0.3 = 4.867$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ได้รับการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

4.7.6. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 25.0 X 50.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.0	0.5	2.5	0.70
2:00	1.9	0.5	2.4	0.69
3:00	1.8	0.5	2.4	0.67
4:00	1.8	0.5	2.3	0.67
5:00	1.9	0.5	2.4	0.69
6:00	1.9	0.3	2.2	0.61
7:00	1.8	0.3	2.1	0.60
8:00	1.9	0.3	2.1	0.61
9:00	1.8	0.0	1.8	0.52
10:00	1.9	0.0	1.9	0.54
11:00	2.0	0.0	2.0	0.57
12:00	2.1	0.0	2.1	0.59
13:00	2.2	0.0	2.2	0.61
14:00	2.2	0.0	2.2	0.62
15:00	2.2	0.0	2.2	0.63
16:00	2.2	0.0	2.2	0.63
17:00	2.2	0.0	2.2	0.62
18:00	2.4	0.3	2.7	0.77
19:00	2.3	0.3	2.6	0.73
20:00	2.2	0.3	2.5	0.70
21:00	2.1	0.3	2.4	0.67
22:00	2.3	0.5	2.8	0.79
23:00	2.3	0.5	2.8	0.79
24:00	2.1	0.5	2.6	0.74
GRAND TOTAL TONS-DAY =			15.7	
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD =			166.8 L/S	

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 2800 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.79 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 5.1 : 12 = 0.425 : 1

ผนังด้านใน 4 : 12 = 0.334 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 9.1 : 72 = 0.126 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.7. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : E
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : EXAM. SHOPHOUSE
 Space Name : CHILDREN
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 25.0 X 50.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.5	0.5	3.0	0.86
2:00	2.4	0.5	2.9	0.83
3:00	2.3	0.5	2.9	0.81
4:00	2.3	0.5	2.8	0.81
5:00	2.4	0.5	2.9	0.82
6:00	2.3	0.3	2.6	0.74
7:00	2.2	0.3	2.5	0.71
8:00	2.3	0.3	2.5	0.72
9:00	2.2	0.0	2.2	0.62
10:00	2.2	0.0	2.2	0.63
11:00	2.3	0.0	2.3	0.66
12:00	2.5	0.0	2.5	0.70
13:00	2.5	0.0	2.5	0.72
14:00	2.6	0.0	2.6	0.74
15:00	2.7	0.0	2.7	0.75
16:00	2.7	0.0	2.7	0.77
17:00	2.7	0.0	2.7	0.76
18:00	2.9	0.3	3.2	0.91
19:00	2.9	0.3	3.1	0.89
20:00	2.7	0.3	3.0	0.85
21:00	2.7	0.3	2.9	0.83
22:00	2.8	0.5	3.3	0.95
23:00	2.8	0.5	3.3	0.94
24:00	2.6	0.5	3.2	0.90
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	18.9
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	211.4 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีนี้ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 3300 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.95 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 5.1 : 12 = 0.425 : 1

ผนังด้านใน 4 : 12 = 0.334 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 9.1 : 72 = 0.126 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.8. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS				
Job	:	EXAM. SHOPHOUSE		
Space Name	:	CHILDREN		
Design Condition	:	CDW	CWB	%RH
Outside	:	35.0	30.8	X
Inside	:	29.7	X	75.0
Design Month	:	April		

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.7	0.3	2.0	0.56
2:00	1.6	0.3	1.9	0.54
3:00	1.5	0.3	1.9	0.53
4:00	1.5	0.3	1.8	0.52
5:00	1.6	0.3	1.9	0.55
6:00	1.6	0.2	1.8	0.50
7:00	1.6	0.2	1.7	0.49
8:00	1.6	0.2	1.8	0.50
9:00	1.6	0.0	1.6	0.44
10:00	1.6	0.0	1.6	0.46
11:00	1.7	0.0	1.7	0.49
12:00	1.8	0.0	1.8	0.51
13:00	1.9	0.0	1.9	0.54
14:00	1.9	0.0	1.9	0.54
15:00	1.9	0.0	1.9	0.55
16:00	1.9	0.0	1.9	0.55
17:00	1.9	0.0	1.9	0.55
18:00	2.2	0.2	2.3	0.66
19:00	2.0	0.2	2.2	0.62
20:00	1.9	0.2	2.1	0.59
21:00	1.8	0.2	2.0	0.56
22:00	2.0	0.3	2.3	0.65
23:00	2.0	0.3	2.3	0.64
24:00	1.8	0.3	2.1	0.59

GRAND TOTAL TONS-DAY	=	13.1
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD	=	443.8 L/S

Cooling Load ต่ำสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 1800 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาวะความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

สมการ $Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$

(1800 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$V = 1800 / (1300 \times 1)$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.385 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $1.385 / 0.3 = 4.62$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ได้อันในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

4.7.9. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : E
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS				
Job	:	EXAM. SHOPHOUSE		
Space Name	:	CHILDREN		
Design Condition	:	CDW	CWB	%RH
Outside	:	35.0	30.8	X
Inside	:	29.7	X	75.0
Design Month	:	April		

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.0	0.3	2.3	0.64
2:00	1.9	0.3	2.2	0.61
3:00	1.8	0.3	2.1	0.60
4:00	1.8	0.3	2.1	0.59
5:00	1.8	0.3	2.1	0.60
6:00	1.8	0.2	2.0	0.56
7:00	1.7	0.2	1.9	0.53
8:00	1.8	0.2	1.9	0.54
9:00	1.7	0.0	1.7	0.47
10:00	1.7	0.0	1.7	0.49
11:00	1.8	0.0	1.8	0.52
12:00	2.0	0.0	2.0	0.56
13:00	2.0	0.0	2.0	0.58
14:00	2.1	0.0	2.1	0.60
15:00	2.1	0.0	2.1	0.61
16:00	2.2	0.0	2.2	0.62
17:00	2.2	0.0	2.2	0.62
18:00	2.4	0.2	2.6	0.73
19:00	2.3	0.2	2.5	0.71
20:00	2.2	0.2	2.4	0.67
21:00	2.1	0.2	2.3	0.65
22:00	2.3	0.3	2.6	0.73
23:00	2.3	0.3	2.6	0.73
24:00	2.1	0.3	2.4	0.68

GRAND TOTAL TONS-DAY	=	14.6
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD	=	425.3 L/S

Cooling Load ต่ำสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2000 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาระความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิดไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_c = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2000 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.538 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $1.538 / 0.3 = 5.127$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

4.7.10. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : W
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS				
Job	:	EXAM. SHOPHOUSE		
Space Name	:	CHILDREN		
Design Condition	:	CDW	CWB	%RH
Outside	:	35.0	30.8	X
Inside	:	29.7	X	75.0
Design Month	:	April		

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.0	0.3	2.3	0.66
2:00	2.0	0.3	2.3	0.64
3:00	1.9	0.3	2.2	0.63
4:00	1.8	0.3	2.1	0.61
5:00	1.9	0.3	2.2	0.63
6:00	1.9	0.2	2.1	0.59
7:00	1.8	0.2	2.0	0.56
8:00	1.9	0.2	2.0	0.57
9:00	1.8	0.0	1.8	0.50
10:00	1.8	0.0	1.8	0.52
11:00	1.9	0.0	1.9	0.53
12:00	2.0	0.0	2.0	0.56
13:00	2.0	0.0	2.0	0.56
14:00	2.0	0.0	2.0	0.57
15:00	2.0	0.0	2.0	0.58
16:00	2.0	0.0	2.0	0.58
17:00	2.0	0.0	2.0	0.57
18:00	2.3	0.2	2.5	0.70
19:00	2.2	0.2	2.3	0.66
20:00	2.1	0.2	2.3	0.64
21:00	2.1	0.2	2.2	0.63
22:00	2.3	0.3	2.6	0.73
23:00	2.3	0.3	2.6	0.73
24:00	2.1	0.3	2.5	0.70

GRAND TOTAL TONS-DAY	=	14.7
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD	=	425.3 L/S

Cooling Load ค่าสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2100 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
 พิสูจน์ให้เห็นว่าแม้ภาวะความร้อนต่ำที่สุด ก็ยังไม่สามารถได้รับความสบาย เนื่องจากช่องเปิด
 ไม่เพียงพอ)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2100 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.615 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
 ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
 ต้องการ = 1.615/0.3 = 5.383 ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 3.6 ตร.ม. ซึ่ง ไม่เพียงพอ
 เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ไม่ใช้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

รายละเอียดของผนัง	ค่าความต้านทาน	ค่าการนำ	ราคาโดย	ข้อพิจารณาอื่น
- (เรียงจากวัสดุภายนอก	ความร้อนรวม	ความร้อนรวม	รวม	
- ภายใน	($R_{รวม}$)	($U_{รวม}$)	(บาท/ตร.ม.)	

15. อิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม. 0.473 2.11 275 น้ำหนักประมาณ
ทาสีขาว 2 ด้าน 70-75 kg/m²

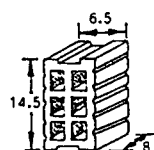
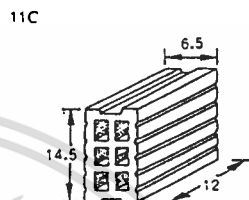
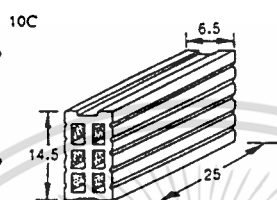
(-ตัวอิฐ 12 มม.

-ช่องว่างอากาศ 15 มม.

-ตัวอิฐ 12 มม.

-ช่องว่างอากาศ 15 มม.

-ตัวอิฐ 12 มม.)



16. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 0.519 1.926 460

ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม.

ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว

17. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 0.719 1.391 495-510

ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม.

ช่องว่างอากาศ 12 ซม.

แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว

18. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 1.165 0.858 525

ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม.

ช่องว่างอากาศ 10 ซม.

แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว

19. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 1.43 0.699 -

ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม.

ช่องว่างอากาศ 7 ซม.

โพลีสไตรีนโฟม 2.5 ซม.

(1 นิ้ว)

แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก - ภายใน)	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ($R_{รวม}$)	ค่าการนำ ความร้อนรวม ($U_{รวม}$)	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น

20. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 1.863 0.537 -

ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม.

โพลีสไตรีนโฟม 2.5 ซม. (1 นิ้ว)

ช่องว่างอากาศ 7 ซม.

แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว

(แบบมีอลูมิเนียมฟอยล์)

ผนังภายใน (ระหว่างหน่วย)

หมายเหตุ : เนื่องจากสภาพกระแสลมภายในอาคารมีความนิ่ง ดังนั้น ใช้ค่าความต้านทานขณะ
ฟิล์มอากาศเท่ากับ 0.12 ทั้ง 2 ด้าน

1. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 0.385 2.597 450

ก่ออิฐมวลฉนวน 8 ซม. (ครึ่งแผ่น)

ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว

2. กระเบื้องโมเสก 6 มม. 0.39 2.564 650

ฉาบปูน 12 มม.

ก่ออิฐมวลฉนวน 8 ซม.

ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว

ใช้ในส่วนห้องน้ำ
แล้วแต่ชนิดและรุ่น
ของกระเบื้องด้วย
(ที่เลือกใช้เป็น
โมเสกราคาธรรมดา)

3. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 0.484 2.066 600

ก่ออิฐมวลฉนวน 8 ซม. 2 ชั้น

(เต็มแผ่น)

ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม (R _{รวม})	ค่าการนำ ความร้อนรวม (U _{รวม})	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น
4. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. ทาสีขาว 2 ด้าน (-ตัวอิฐ 15 มม. -ช่องว่างอากาศ 50 มม. -ตัวอิฐ 15 มม.)	0.432	2.315	285	
5. ฉาบปูนเรียบ 12 มม.ทาสีขาว ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. (แบบข้อ 4) ฉาบปูนเรียบ 12 มม.ทาสีขาว	0.478	2.092	470	
6. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. (อีกแบบ) (-ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม.)	0.584	1.712	285	
7. ฉาบปูนเรียบ 12 มม.ทาสีขาว ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. (แบบข้อ 6) ฉาบปูนเรียบ 12 มม.ทาสีขาว	0.63	1.587	470	

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ($R_{รวม}$)	ค่าการนำ ความร้อนรวม ($U_{รวม}$)	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น
8. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 14.5 ซม. ทาสีขาว (-ตัวอิฐ 15 มม. -ช่องว่างอากาศ 50 มม. -ตัวอิฐ 15 มม. -ช่องว่างอากาศ 50 มม. -ตัวอิฐ 15 มม.)	0.606	1.650	300	ไม่ใช่ผนังแบบโซว์
9. ฉาบปูนเรียบ 12 มม.ทาสีขาว ก่อกอิฐโปรงชนิดหนา 14.5 ซม. (แบบข้อ 8) ฉาบปูนเรียบ 12 มม.ทาสีขาว	0.652	1.534	485	
10. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม. ทาสีขาว (-ตัวอิฐ 12 มม. -ช่องว่างอากาศ 15 มม. -ตัวอิฐ 12 มม. -ช่องว่างอากาศ 15 มม. -ตัวอิฐ 12 มม.)	0.549	1.821	275	
11. ฉาบปูนเรียบ 12 มม.ทาสีขาว ก่อกอิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม. (แบบข้อ 10) ฉาบปูนเรียบ 12 มม.ทาสีขาว	0.595	1.681	460	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ($R_{รวม}$)	ค่าการนำ ความร้อนรวม ($U_{รวม}$)	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น
12. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม. 2 ชั้น ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	0.904	1.106	620	
13. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐมวล 8 ซม. ช่องว่างอากาศ 50 มม. ก่ออิฐมวล 8 ซม. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	0.639	1.565	600	
14. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐมวล 8 ซม. ช่องว่างอากาศ 20 มม. โพลีสไตรีนโฟม 25 มม. ช่องว่างอากาศ 20 มม. ก่ออิฐมวล 8 ซม. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	1.494	0.669	-	

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ($R_{รวม}$)	ค่าการนำ ความร้อนรวม ($U_{รวม}$)	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น
15. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐโปรง 8 ซม. (-ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม.) ช่องว่างอากาศ 50 มม. ก่ออิฐโปรง 8 ซม. (แบบเดิม) ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	1.129	0.886	640	
16. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว ก่ออิฐโปรง 8 ซม. (แบบข้อ 15) ช่องว่างอากาศ 20 มม. โพลีสไตรีนโฟม 25 มม. ช่องว่างอากาศ 20 มม. ก่ออิฐโปรง 8 ซม. (แบบเดิม) ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	1.984	0.504	-	โพลีสไตรีนโฟม คุณภาพต่ำ อาจมีพิษ ได้ในเวลาไม่นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของผนัง	ค่าความต้านทาน	ค่าการนำ	ราคาโดย	ข้อพิจารณาอื่น
(เรียงจากวัสดุภายนอก	ความร้อนรวม	ความร้อนรวม	รวม	-
-ภายใน	($R_{รวม}$)	($U_{รวม}$)	(บาท/ตร.ม.)	

17. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 1.059 0.944 620

ก่ออิฐโปรง 6.5 ซม.

(-ตัวอิฐ 13 มม.

-ช่องว่างอากาศ 15 มม.

-ตัวอิฐ 12 มม.

-ช่องว่างอากาศ 15 มม.

-ตัวอิฐ 12 มม.)

ช่องว่างอากาศ 50 มม.

ก่ออิฐโปรง 6.5 ซม. (แบบเดิม)

ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว

18. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว 1.914 0.522

ก่ออิฐโปรง 6.5 ซม. (แบบข้อ 17)

ช่องว่างอากาศ 20 มม.

โพลีสไตรีนโฟม 25 มม. (1 นิ้ว)

ช่องว่างอากาศ 20 มม.

ก่ออิฐโปรง 6.5 ซม.

ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว

ผนังภายใน (กั้นระหว่างห้อง)

1. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว 0.526 1.901 270

ช่องว่างอากาศ 10 ซม.

แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ($R_{รวม}$)	ค่าการนำ ความร้อนรวม ($U_{รวม}$)	ราคาโดย รวม (บาท/ตร.ม.)	ข้อพิจารณาอื่น
2. แผ่นยิปซัมแบบมีรูพรุนเก็บเสียง 12 มม. ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัมแบบมีรูพรุนเก็บเสียง 12 มม.	0.526	1.901	370	หมายเหตุ:ในที่นี้จะ ถือว่าค่า K เท่ากับ แผ่นยิปซัมโดยทั่วไป
3. ไม้อัดหนา 6 มม. ทาสีขาว ช่องว่างอากาศ 10 ซม. ไม้อัดหนา 6 มม. ทาสีขาว	0.472	2.12	600	ยาง
4. ไม้อัดสักหนา 6 มม. ทาสีธรรมชาติ ช่องว่างอากาศ 10 ซม. ไม้อัดหนา 6 มม. ทาสีขาว	0.472	2.12	900	
5. ไม้อัดสักหนา 5 มม. ทาสีธรรมชาติ ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัมแบบมีรูพรุนเก็บเสียง หนา 12 มม.	0.499	2.00	950	
6. ฉาบปูนเรียบ ก่ออิฐฉาบ ฉาบปูนเรียบ	0.385	2.597	450	

7.4.4. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : SW
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.1	0.3	2.4	0.70
2:00	2.1	0.3	2.4	0.68
3:00	2.0	0.3	2.3	0.66
4:00	2.0	0.3	2.3	0.65
5:00	2.0	0.3	2.4	0.67
6:00	2.1	0.2	2.2	0.63
7:00	2.1	0.2	2.2	0.64
8:00	2.3	0.2	2.5	0.70
9:00	2.4	0.0	2.4	0.67
10:00	2.5	0.0	2.5	0.71
11:00	2.6	0.0	2.6	0.74
12:00	2.6	0.0	2.6	0.73
13:00	2.6	0.0	2.6	0.73
14:00	2.5	0.0	2.5	0.71
15:00	2.5	0.0	2.5	0.70
16:00	2.5	0.0	2.5	0.70
17:00	2.4	0.0	2.4	0.67
18:00	2.5	0.2	2.7	0.77
19:00	2.5	0.2	2.6	0.75
20:00	2.4	0.2	2.5	0.71
21:00	2.3	0.2	2.5	0.70
22:00	2.4	0.3	2.8	0.78
23:00	2.4	0.3	2.8	0.78
24:00	2.3	0.3	2.6	0.73
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	16.9
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	460.3 L/S

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2800 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
นิสฺงนให้เห้นว่าช่องเปิตรบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอด
เวลาที่เกิดกิจกรรม)

สมการ $Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$
(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)
 $V = 2800 / (1300 \times 1)$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 2.154 ม³/วินาที
กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $2.154 / 0.3 = 7.18$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิตรบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.5. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : NE
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS				
Job	:	PROTO T. SHOP-HOUSE		
Space Name	:	MASTER BED-ROOM		
Design Condition	:	CDW	CWB	%RH
Outside	:	35.0	30.8	X
Inside	:	29.7	X	75.0
Design Month	:	April		

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.1	0.3	2.4	0.69
2:00	2.0	0.3	2.4	0.67
3:00	2.0	0.3	2.3	0.64
4:00	1.9	0.3	2.2	0.63
5:00	2.0	0.3	2.3	0.66
6:00	2.0	0.2	2.2	0.61
7:00	2.1	0.2	2.2	0.63
8:00	2.3	0.2	2.4	0.69
9:00	2.3	0.0	2.3	0.66
10:00	2.5	0.0	2.5	0.70
11:00	2.6	0.0	2.6	0.73
12:00	2.6	0.0	2.6	0.74
13:00	2.6	0.0	2.6	0.74
14:00	2.5	0.0	2.5	0.72
15:00	2.5	0.0	2.5	0.72
16:00	2.5	0.0	2.5	0.72
17:00	2.4	0.0	2.4	0.69
18:00	2.6	0.2	2.7	0.78
19:00	2.5	0.2	2.7	0.76
20:00	2.4	0.2	2.5	0.72
21:00	2.3	0.2	2.5	0.70
22:00	2.4	0.3	2.8	0.78
23:00	2.4	0.3	2.7	0.77
24:00	2.2	0.3	2.5	0.72

GRAND TOTAL TONS-DAY	=	16.9
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD	=	459.1 L/S

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2800 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอด
เวลาที่เกิดกิจกรรม)

สมการ $Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$
(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)
 $V = 2800 / (1300 \times 1)$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 2.154 ม³/วินาที
กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $2.154 / 0.3 = 7.18$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.6. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : -
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
 Space Name : MASTER BED-ROOM
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 25.0 X 50.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.5	0.5	3.0	0.85
2:00	2.4	0.5	2.9	0.83
3:00	2.3	0.5	2.8	0.81
4:00	2.3	0.5	2.8	0.80
5:00	2.4	0.5	2.9	0.83
6:00	2.4	0.3	2.6	0.75
7:00	2.3	0.3	2.6	0.73
8:00	2.4	0.3	2.6	0.75
9:00	2.3	0.0	2.3	0.67
10:00	2.4	0.0	2.4	0.69
11:00	2.6	0.0	2.6	0.73
12:00	2.7	0.0	2.7	0.75
13:00	2.8	0.0	2.8	0.79
14:00	2.8	0.0	2.8	0.79
15:00	2.8	0.0	2.8	0.80
16:00	2.8	0.0	2.8	0.80
17:00	2.8	0.0	2.8	0.79
18:00	3.0	0.3	3.3	0.94
19:00	2.9	0.3	3.2	0.90
20:00	2.7	0.3	3.0	0.85
21:00	2.6	0.3	2.9	0.83
22:00	2.8	0.5	3.3	0.94
23:00	2.8	0.5	3.3	0.94
24:00	2.6	0.5	3.1	0.88
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	19.4
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	522.5 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีนี้ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 3300 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.94 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 7.68 : 15 = 0.512 : 1

ผนังด้านใน 7 : 15 = 0.467 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 14.68 : 72 = 0.203 : 1

7.4.7. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : E
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 - 30.8 X
Inside : 25.0 X 50.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.7	0.5	3.2	0.90
2:00	2.6	0.5	3.1	0.88
3:00	2.5	0.5	3.0	0.86
4:00	2.5	0.5	3.0	0.85
5:00	2.5	0.5	3.1	0.87
6:00	2.5	0.3	2.8	0.79
7:00	2.4	0.3	2.7	0.77
8:00	2.5	0.3	2.8	0.78
9:00	2.4	0.0	2.4	0.69
10:00	2.5	0.0	2.5	0.72
11:00	2.7	0.0	2.7	0.75
12:00	2.8	0.0	2.8	0.79
13:00	2.9	0.0	2.9	0.82
14:00	2.9	0.0	2.9	0.83
15:00	3.0	0.0	3.0	0.85
16:00	3.0	0.0	3.0	0.85
17:00	3.0	0.0	3.0	0.84
18:00	3.2	0.3	3.5	0.99
19:00	3.1	0.3	3.4	0.96
20:00	2.9	0.3	3.2	0.91
21:00	2.8	0.3	3.1	0.88
22:00	3.0	0.5	3.5	1.00
23:00	3.0	0.5	3.5	0.99
24:00	2.8	0.5	3.3	0.94
GRAND TOTAL TONS-DAY =			20.5	
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD =			562.5	L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 3500 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 1.00 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 7.68 : 15 = 0.512 : 1

ผนังด้านใน 7 : 15 = 0.467 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 14.68 : 72 = 0.203 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.8. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.1	0.3	2.4	0.69
2:00	2.0	0.3	2.4	0.67
3:00	2.0	0.3	2.3	0.65
4:00	2.0	0.3	2.3	0.64
5:00	2.0	0.3	2.4	0.67
6:00	2.1	0.2	2.2	0.63
7:00	2.0	0.2	2.1	0.61
8:00	2.1	0.2	2.2	0.63
9:00	2.0	0.0	2.0	0.58
10:00	2.1	0.0	2.1	0.60
11:00	2.3	0.0	2.3	0.64
12:00	2.3	0.0	2.3	0.66
13:00	2.5	0.0	2.5	0.70
14:00	2.5	0.0	2.5	0.70
15:00	2.5	0.0	2.5	0.72
16:00	2.5	0.0	2.5	0.71
17:00	2.5	0.0	2.5	0.70
18:00	2.7	0.2	2.9	0.81
19:00	2.6	0.2	2.7	0.77
20:00	2.4	0.2	2.6	0.73
21:00	2.3	0.2	2.5	0.70
22:00	2.4	0.3	2.7	0.78
23:00	2.4	0.3	2.7	0.78
24:00	2.2	0.3	2.5	0.72
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	16.5
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	555.4 L/S

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2700 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอด
เวลาที่เกิดกิจกรรม)

$$\text{สมการ } Q_c = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2700 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 2.077 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = 2.077/0.3 = 6.923 ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

7.4.9. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : E
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS				
Job	:	PROTO T. SHOP-HOUSE		
Space Name	:	MASTER BED-ROOM		
Design Condition	:	CDW	CWB	%RH
Outside	:	35.0	30.8	X
Inside	:	29.7	X	75.0
Design Month	:	April		

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.2	0.3	2.5	0.71
2:00	2.1	0.3	2.4	0.68
3:00	2.0	0.3	2.3	0.66
4:00	2.0	0.3	2.3	0.65
5:00	2.1	0.3	2.4	0.67
6:00	2.1	0.2	2.2	0.63
7:00	2.0	0.2	2.1	0.60
8:00	2.0	0.2	2.2	0.62
9:00	2.0	0.0	2.0	0.56
10:00	2.1	0.0	2.1	0.59
11:00	2.2	0.0	2.2	0.63
12:00	2.3	0.0	2.3	0.66
13:00	2.4	0.0	2.4	0.69
14:00	2.5	0.0	2.5	0.70
15:00	2.5	0.0	2.5	0.72
16:00	2.6	0.0	2.6	0.72
17:00	2.5	0.0	2.5	0.71
18:00	2.7	0.2	2.9	0.82
19:00	2.6	0.2	2.8	0.79
20:00	2.5	0.2	2.6	0.75
21:00	2.4	0.2	2.5	0.72
22:00	2.5	0.3	2.8	0.80
23:00	2.5	0.3	2.8	0.79
24:00	2.3	0.3	2.6	0.74
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	16.6
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	562.9 L/S

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2800 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอดเวลาที่เกิดกิจกรรม)

$$\text{สมการ } Q_c = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2800 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 2.154 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = $2.154 / 0.3 = 7.18$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

7.4.10. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : W
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : MASTER BED-ROOM
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.2	0.3	2.5	0.71
2:00	2.1	0.3	2.4	0.69
3:00	2.1	0.3	2.4	0.67
4:00	2.0	0.3	2.3	0.66
5:00	2.1	0.3	2.4	0.69
6:00	2.1	0.2	2.3	0.65
7:00	2.0	0.2	2.2	0.62
8:00	2.1	0.2	2.2	0.64
9:00	2.0	0.0	2.0	0.58
10:00	2.1	0.0	2.1	0.60
11:00	2.2	0.0	2.2	0.63
12:00	2.3	0.0	2.3	0.66
13:00	2.4	0.0	2.4	0.68
14:00	2.4	0.0	2.4	0.69
15:00	2.5	0.0	2.5	0.70
16:00	2.5	0.0	2.5	0.70
17:00	2.4	0.0	2.4	0.69
18:00	2.7	0.2	2.8	0.81
19:00	2.6	0.2	2.7	0.77
20:00	2.4	0.2	2.6	0.73
21:00	2.3	0.2	2.5	0.71
22:00	2.5	0.3	2.8	0.80
23:00	2.5	0.3	2.8	0.79
24:00	2.3	0.3	2.6	0.75
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	15.6
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	551.5 L/S

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2800 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอดเวลาที่เกิดกิจกรรม)

สมการ $Q_c = 1300 \times V \times \Delta T$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$V = 2800 / (1300 \times 1)$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 2.154 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านม้วนลดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = 2.154/0.3 = 7.18 ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

7.6.4. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง ; SW
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS				
Job	:	PROTO T. SHOP-HOUSE		
Space Name	:	CHILDREN		
Design Condition	:	CDW	CWB	%RH
Outside	:	35.0	30.8	X
Inside	:	29.7	X	75.0
Design Month	:	April		

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.6	0.3	1.9	0.53
2:00	1.5	0.3	1.8	0.51
3:00	1.4	0.3	1.7	0.50
4:00	1.4	0.3	1.7	0.49
5:00	1.5	0.3	1.8	0.51
6:00	1.5	0.2	1.6	0.47
7:00	1.5	0.2	1.7	0.48
8:00	1.7	0.2	1.9	0.54
9:00	1.8	0.0	1.8	0.51
10:00	1.9	0.0	1.9	0.55
11:00	2.0	0.0	2.0	0.58
12:00	2.0	0.0	2.0	0.57
13:00	2.0	0.0	2.0	0.58
14:00	1.9	0.0	1.9	0.55
15:00	1.9	0.0	1.9	0.55
16:00	1.9	0.0	1.9	0.55
17:00	1.8	0.0	1.8	0.52
18:00	2.0	0.2	2.1	0.61
19:00	1.9	0.2	2.1	0.59
20:00	1.8	0.2	1.9	0.55
21:00	1.7	0.2	1.9	0.54
22:00	1.9	0.3	2.2	0.62
23:00	1.9	0.3	2.2	0.62
24:00	1.7	0.3	2.0	0.57

GRAND TOTAL TONS-DAY	=	13.1
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD	=	345.1 L/S

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2200 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอด
เวลาที่เกิดกิจกรรม)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2200 / (1300 \times 1)$$

$$\text{ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก} = 1.692 \text{ ม}^3/\text{วินาที}$$

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $1.692 / 0.3 = 5.64$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

7.6.5. เมื่อ ด้านหน้า : SE / ด้านข้าง : NE
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.5	0.3	1.8	0.52
2:00	1.5	0.3	1.8	0.51
3:00	1.4	0.3	1.7	0.48
4:00	1.4	0.3	1.7	0.48
5:00	1.5	0.3	1.8	0.50
6:00	1.4	0.2	1.6	0.45
7:00	1.5	0.2	1.7	0.47
8:00	1.7	0.2	1.9	0.53
9:00	1.8	0.0	1.8	0.51
10:00	1.9	0.0	1.9	0.54
11:00	2.0	0.0	2.0	0.58
12:00	2.0	0.0	2.0	0.58
13:00	2.0	0.0	2.0	0.58
14:00	2.0	0.0	2.0	0.56
15:00	2.0	0.0	2.0	0.56
16:00	2.0	0.0	2.0	0.56
17:00	1.9	0.0	1.9	0.53
18:00	2.0	0.2	2.2	0.62
19:00	2.0	0.2	2.1	0.60
20:00	1.8	0.2	2.0	0.56
21:00	1.7	0.2	1.9	0.54
22:00	1.9	0.3	2.2	0.62
23:00	1.8	0.3	2.2	0.61
24:00	1.7	0.3	2.0	0.56
GRAND TOTAL TONS-DAY =			13.0	
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD =			344.2 L/S	

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2200 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอด
เวลาที่เกิดกิจกรรม)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2200 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.692 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $1.692 / 0.3 = 5.64$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

7.6.6. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : -
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 25.0 X 50.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.9	0.5	2.4	0.69
2:00	1.8	0.5	2.3	0.67
3:00	1.8	0.5	2.3	0.65
4:00	1.7	0.5	2.3	0.64
5:00	1.8	0.5	2.4	0.67
6:00	1.8	0.3	2.1	0.59
7:00	1.8	0.3	2.0	0.57
8:00	1.8	0.3	2.1	0.59
9:00	1.8	0.0	1.8	0.51
10:00	1.9	0.0	1.9	0.53
11:00	2.0	0.0	2.0	0.57
12:00	2.1	0.0	2.1	0.59
13:00	2.2	0.0	2.2	0.62
14:00	2.2	0.0	2.2	0.63
15:00	2.3	0.0	2.3	0.64
16:00	2.3	0.0	2.3	0.64
17:00	2.2	0.0	2.2	0.63
18:00	2.5	0.3	2.7	0.78
19:00	2.3	0.3	2.6	0.74
20:00	2.2	0.3	2.4	0.69
21:00	2.1	0.3	2.3	0.66
22:00	2.2	0.5	2.7	0.78
23:00	2.2	0.5	2.7	0.77
24:00	2.0	0.5	2.5	0.72
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	15.6
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	162.9 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีนี้ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 2700 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.78 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 7.68 : 15 = 0.512 : 1

ผนังด้านใน 7 : 15 = 0.467 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 14.68 : 72 = 0.203 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6.7. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : E
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 1

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
 Space Name : CHILDREN
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 25.0 X 50.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	2.1	0.5	2.6	0.73
2:00	2.0	0.5	2.5	0.71
3:00	1.9	0.5	2.4	0.69
4:00	1.9	0.5	2.4	0.68
5:00	1.9	0.5	2.5	0.70
6:00	1.9	0.3	2.2	0.62
7:00	1.8	0.3	2.1	0.60
8:00	1.9	0.3	2.2	0.62
9:00	1.8	0.0	1.8	0.53
10:00	1.9	0.0	1.9	0.55
11:00	2.1	0.0	2.1	0.59
12:00	2.2	0.0	2.2	0.62
13:00	2.3	0.0	2.3	0.65
14:00	2.3	0.0	2.3	0.66
15:00	2.4	0.0	2.4	0.68
16:00	2.4	0.0	2.4	0.68
17:00	2.4	0.0	2.4	0.67
18:00	2.6	0.3	2.9	0.81
19:00	2.5	0.3	2.8	0.78
20:00	2.3	0.3	2.6	0.74
21:00	2.2	0.3	2.5	0.71
22:00	2.4	0.5	2.9	0.82
23:00	2.4	0.5	2.9	0.82
24:00	2.2	0.5	2.7	0.77
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	16.4
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	175.7 L/S

ช่วงเวลาที่มีการใช้ห้อง : 20.00 - 6.00 น.

จากการพิจารณาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละเวลา ตามตารางที่ 3.4 บทที่ 3 พบว่า อุณหภูมิออกแบบภายในกรณีที่ 1 นี้ ไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการระบายอากาศโดยธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วย โดยต้องมีการเตรียมเครื่องปรับอากาศเพื่อรับภาระความร้อนที่มากที่สุดของช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 2900 วัตต์ ดังนั้นต้องเตรียมเครื่องปรับอากาศขนาด 0.82 ตัน

ขนาดพื้นที่ช่องเปิดกระจก (ช่องแสงและเพื่อการระบายอากาศ) : พื้นที่ PLANE ของผนัง

WINDOW : WALL RATIO, ผนังด้านนอก 7.68 : 15 = 0.512 : 1

ผนังด้านใน 7 : 15 = 0.467 : 1

ผนังโดยรอบห้อง 14.68 : 72 = 0.208 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6.8. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : -
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
 Space Name : CHILDREN
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 29.7 X 75.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.5	0.3	1.8	0.51
2:00	1.4	0.3	1.7	0.50
3:00	1.4	0.3	1.7	0.48
4:00	1.4	0.3	1.7	0.47
5:00	1.5	0.3	1.8	0.50
6:00	1.4	0.2	1.6	0.45
7:00	1.3	0.2	1.5	0.42
8:00	1.4	0.2	1.6	0.44
9:00	1.4	0.0	1.4	0.39
10:00	1.4	0.0	1.4	0.41
11:00	1.6	0.0	1.6	0.44
12:00	1.6	0.0	1.6	0.46
13:00	1.7	0.0	1.7	0.49
14:00	1.7	0.0	1.7	0.50
15:00	1.8	0.0	1.8	0.51
16:00	1.8	0.0	1.8	0.51
17:00	1.8	0.0	1.8	0.50
18:00	2.0	0.2	2.1	0.61
19:00	1.9	0.2	2.0	0.58
20:00	1.7	0.2	1.9	0.54
21:00	1.7	0.2	1.8	0.52
22:00	1.8	0.3	2.1	0.60
23:00	1.8	0.3	2.1	0.60
24:00	1.6	0.3	1.9	0.55
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	12.0
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	326.9 L/S

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2100 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอดเวลาที่เกิดกิจกรรม)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2100 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.615 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่ต้องการ = 1.615/0.3 = 5.38 ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

7.6.9. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : E
 อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
 Space Name : CHILDREN
 Design Condition : CDW CWB %RH
 Outside : 35.0 30.8 X
 Inside : 29.7 X 75.0
 Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.6	0.3	1.9	0.54
2:00	1.5	0.3	1.8	0.51
3:00	1.4	0.3	1.7	0.50
4:00	1.4	0.3	1.7	0.49
5:00	1.5	0.3	1.8	0.51
6:00	1.5	0.2	1.6	0.47
7:00	1.4	0.2	1.6	0.44
8:00	1.5	0.2	1.6	0.46
9:00	1.4	0.0	1.4	0.41
10:00	1.5	0.0	1.5	0.43
11:00	1.6	0.0	1.6	0.47
12:00	1.8	0.0	1.8	0.50
13:00	1.9	0.0	1.9	0.53
14:00	1.9	0.0	1.9	0.54
15:00	2.0	0.0	2.0	0.56
16:00	2.0	0.0	2.0	0.56
17:00	1.9	0.0	1.9	0.55
18:00	2.2	0.2	2.3	0.66
19:00	2.1	0.2	2.2	0.63
20:00	1.9	0.2	2.0	0.58
21:00	1.8	0.2	1.9	0.55
22:00	1.9	0.3	2.2	0.63
23:00	1.9	0.3	2.2	0.63
24:00	1.7	0.3	2.0	0.58
GRAND TOTAL TONS-DAY =			12.7	
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD =			356.9 L/S	

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2200 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
 พิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอด
 เวลาที่เกิดกิจกรรม)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2200 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.692 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
 ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
 ต้องการ = $1.692 / 0.3 = 5.64$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ
 เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

7.6.10. เมื่อ ด้านหน้า : N / ด้านข้าง : W
อุณหภูมิออกแบบภายใน กรณีที่ 2

THERMAL LOAD ANALYSIS

Job : PROTO T. SHOP-HOUSE
Space Name : CHILDREN
Design Condition : CDW CWB %RH
Outside : 35.0 30.8 X
Inside : 29.7 X 75.0
Design Month : April

TIME	SENSIBLE KW	LATENT KW	TOTAL KW	TR.
1:00	1.6	0.3	1.9	0.55
2:00	1.5	0.3	1.9	0.53
3:00	1.5	0.3	1.8	0.51
4:00	1.4	0.3	1.7	0.50
5:00	1.5	0.3	1.8	0.52
6:00	1.5	0.2	1.7	0.48
7:00	1.4	0.2	1.6	0.46
8:00	1.5	0.2	1.7	0.47
9:00	1.5	0.0	1.5	0.42
10:00	1.6	0.0	1.6	0.44
11:00	1.7	0.0	1.7	0.47
12:00	1.8	0.0	1.8	0.50
13:00	1.8	0.0	1.8	0.52
14:00	1.9	0.0	1.9	0.53
15:00	1.9	0.0	1.9	0.54
16:00	1.9	0.0	1.9	0.54
17:00	1.9	0.0	1.9	0.53
18:00	2.1	0.2	2.3	0.65
19:00	2.0	0.2	2.1	0.61
20:00	1.8	0.2	2.0	0.57
21:00	1.8	0.2	1.9	0.55
22:00	1.9	0.3	2.2	0.63
23:00	1.9	0.3	2.2	0.63
24:00	1.7	0.3	2.1	0.58
GRAND TOTAL TONS-DAY			=	12.7
SYSTEM SUPPLY AIR AT PEAK LOAD			=	349.6 L/S

Cooling Load สูงสุด ของช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องคือ 2200 วัตต์ (ทั้งนี้เพื่อ
พิสูจน์ให้เห็นว่าช่องเปิดระบายอากาศมีขนาดเพียงพอในการทำให้ผู้ใช้ห้อง ได้รับความสบายตลอด
เวลาที่เกิดกิจกรรม)

$$\text{สมการ } Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

(1300 คือค่าคงที่ความร้อนจำเพาะของอากาศ)

$$V = 2200 / (1300 \times 1)$$

ดังนั้นปริมาตรอากาศร้อนที่ต้องเปลี่ยนออก = 1.692 ม³/วินาที

กำหนดให้ความเร็วลมพัดตลอดเวลาเท่ากับ 0.6 ม./วินาที (เป็นค่าความเร็วลมต่ำ ๆ
ซึ่งกำหนดขึ้น) และเมื่อผ่านมุ้งลวดความเร็วลมจะเหลือครึ่งหนึ่ง ดังนั้นขนาดช่องเปิดลมเข้าที่
ต้องการ = $1.692 / 0.3 = 5.64$ ตร.ม.

ขนาดหน้าต่างช่องเปิดระบายอากาศตรงทางเข้ามีขนาด 7.68 ตร.ม. ซึ่ง เพียงพอ
เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ตลอดเวลาที่ดำเนินกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กุลกานา กุษาอา และพัฒนะ รักความสุข . คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณค่า OTTV และ RTTV , กรุงเทพฯ : คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ . ปัญหาตึกแถว . กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2524.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ และมนัส อารยพันธ์ . การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน . กรุงเทพฯ : กองงานวิจัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร , ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ , การออกแบบสถาปัตยกรรมในเมืองร้อน . กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร , พิมพ์ครั้งที่ 2 , 2521.
- ทวี เวชพฤติ . ความรู้ทางด้านระบบปรับอากาศ , เอกสารประกอบการบรรยายการอบรม เรื่อง การควบคุมงานก่อสร้าง . กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ , ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.
- ธนิต จินตวนิด . "ระบบป้องกันรังสีความร้อนในเปลือกอาคาร" , บทความจากวารสาร อาษา ฉบับที่ 23 สมาคมสถาปนิกในพระบรมราชูปถัมภ์ , 2536.
- ธนบูรณ์ ศศิภาณุเดช . การออกแบบระบบแสงสว่าง , กรุงเทพมหานคร : เอช-เอน การพิมพ์ , 2536
- นฤมิตร ลีวธเนงคผล และ คณะ . คู่มือตึกแถว , กรุงเทพมหานคร : นำอักษรการพิมพ์ , 2522.
- บริษัท M&E จำกัด . 30 เรื่องน่ารู้เทคนิคการปรับอากาศ , หนังสือรวบรวมบทความ . กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์ , พิมพ์ครั้งที่ 4 , 2534
- บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด . ข้อมูลแผ่นสะท้อนความร้อนซีแพคโมเนีย , เอกสารประกอบการบรรยาย
- ประทีป มาลากุล,ม.ล. และคณะ . การประหยัดพลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม . งานวิจัย (ลำดับที่ 7) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2527
- ปรัชญา รังสิรักษ์ . แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย . กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ .
- ปรัชญา รังสิรักษ์ . พลังงานแสงอาทิตย์กับอาคาร . กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.

พัฒนา รักษาความสุข. "การทำบัญชีพลังงาน และการประเมินความร้อนเข้าสู่อาคารโรงแรมขนาดใหญ่" วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2530.

พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสถ. วัสดุก่อสร้ง, กรุงเทพมหานคร : เอช-เอน การพิมพ์, 2532

เพ็ญศรี ฉันทวรพงศ์. แนวทางการเปลี่ยนแปลงของตึกแถวในกรุงเทพมหานคร, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

พูลลาภ มณีนิล และวริทธิ์ อังภากรณ์. คู่มือใช้งาน การคำนวณภาระความร้อนเพื่อการปรับอากาศ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.

เลอสม สถาปิตานนท์. บ้าน...การออกแบบสถาปัตยกรรมพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : อาร์ต แอนด์ อาร์คิเทคเจอร์พับลิเคชันส์, พิมพ์ครั้งที่ 1, มกราคม 2534

วิเชียร สุวรรณรัตน์. ภูมิอากาศวิทยา ในการออกแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2531.

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งประเทศไทย, สถาบันวิจัย. แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร. กรุงเทพฯ : ฝ่ายวิจัยการก่อสร้างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.

สาคร พลราช. ทฤษฎีการส่องสว่าง. กรุงเทพฯ : เพ็ญศรีการพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2525.

สันติ ฉันทวิลาลวงศ์, "ความเข้าใจบางประการจากการศึกษาสถาปัตยกรรมห้องแถว", วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

สุนพงษ์ จิระรัตนานนท์ และศุภชาติ จงไพบูลย์พัฒนา. การศึกษาเพื่อจัดทำมาตรฐานและหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร, รายงาน. คณะเทคโนโลยีพลังงาน. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

สถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, สมาคม. การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง, เอกสารรวมรวมการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29. กรุงเทพฯ : สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ, รายงานวิจัย, กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

B. GIVONI . MAN , Climate & Architecture . NEW YORK :

VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY , SECOND EDITION , 1981.

Granada Publishing . Ernst Neufert ARCHITECTS' DATA . NEW YORK :

JOHN WILEY & SONS. INC. , SECOND EDITION , 1980.

M. DAVID EGAN. . CONCEPT IN THERMAL COMFORT . NEW JERSEY :

PRENTICE-HALL INC., 1975.

M. DAVID EGAN. . CONCEPTS IN ARCHITECTURAL LIGHTING . NEW YORK :

McGraw-Hill Book Company , 1983.

Surapong Jirarattananon , DAYLIGHTING , ASEAN-US PROJECT ON ENERGY

CONSERVATION IN BUILDINGS. BANGKOK : KMITT, September, 1988.

Surapong Jirarattananon , PRACTICAL DAYLIGHTING IN TROPICAL THAILAND.

BANGKOK : AIT.



ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายชนินทร์ กิณโยภาส
วัน/เดือน/ปี ที่เกิด	วันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ.2510
สถานที่เกิด	จังหวัดขอนแก่น
การศึกษาระดับประถมศึกษา	โรงเรียนสาธิตประถม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
การศึกษาระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนสาธิตมัธยม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2534
รางวัลหรือทุนที่เคยได้รับ	- รางวัลชนะเลิศที่ 1 ประจําภูมิภาคอีสาน ในงานประกวดออกแบบบ้านพักอาศัย "บ้านเรากันเรา" ปี พ.ศ. 2532 จัดโดย บริษัท กระเบื้องกระดาษาไทย - รางวัลชมเชย ในการประกวดแบบสถาปัตยกรรมเรื่อง "สถาปัตยกรรมประหยัดพลังงาน เพื่อสภาพแวดล้อม" ปี พ.ศ. 2536 จัดโดย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย