

แนวทางการออกแบบระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับ
อาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor เพื่อการประหยัดพลังงาน
กรณีศึกษา : ในเขตกรุงเทพมหานคร

A GUIDE LINE THROUGH VENTILATION DESIGN
FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS
IN BANGKOK

วิเชษฎ์ ฐวัทนันทชัย
VICHATE TAWATNUNTACHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานที่ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544
ISBN 974-648-215-7

แนวทางการออกแบบระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับ
อาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor เพื่อการประหยัดพลังงาน
กรณีศึกษา : ในเขตกรุงเทพมหานคร

A GUIDE LINE THROUGH VENTILATION DESIGN
FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS
IN BANGKOK



วิเชษฎ์ ธีวชนันทชัย
VICHATE TAWATNUNTACHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-215-7

พิมพ์.....
ทะเบียน.....40003
เดือน, ปี 2.0.0.0. 2544

A GUIDE LINE THROUGH VENTILATION DESIGN
FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS
IN BANGKOK

VICHATE TAWATNUNTACHAI

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

2001

ISBN 974-648-215-7

COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

| | |
|-----------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | แนวทางการออกแบบระบบระบายอากาศสำหรับอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor เพื่อการประหยัดพลังงาน |
| นักศึกษา | นายวิเศษฏ ธวัชนันท์ชัย |
| รหัสประจำตัว | 41063100 |
| ปริญญา | สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | สถาปัตยกรรมเขตร้อน |
| พ.ศ. | 2544 |
| อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชญ่า รังสิริรักษ์ |

บทคัดย่อ

ที่อยู่อาศัยประเภทซ้อนชั้นในประเทศไทย มีหลายรูปแบบ โดยมากมักมีการออกแบบพื้นที่ใช้สอยเป็นแบบ Double Loaded corridor ทั้งนี้อาจด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น การประหยัดงบประมาณในการก่อสร้าง การใช้พื้นที่ให้คุ้มค่า เป็นต้น การออกแบบเช่นนี้แม้จะมีข้อดีอยู่บ้าง แต่ก็มีข้อเสียอยู่หลายประการ เช่น บริเวณทางเดินกลางไม่สามารถนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้เต็มที่ เปลือกอาคารไม่สามารถป้องกันความร้อนจากแสงแดดในช่วงเวลาที่มีความเข้มของรังสีความร้อนสูง อีกทั้งยังไม่มีการระบายอากาศ(through ventilation)ที่ดีอีกด้วย ข้อเสียนี้เป็นสาเหตุหลักทำให้อาคารที่มีการออกแบบประเภทดังกล่าว ล้มเลิกพลังงานในการปรับอากาศ เนื่องจาก โดยมากมักจะไม่มีการระบายอากาศ และแสงสว่างมากพอ จึงต้องมีการใช้ระบบปรับอากาศมาช่วยในการทำความเย็นเกือบตลอดเวลา เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานอย่างมาก ผู้ออกแบบมักไม่คำนึงถึงการนำ ลม และแสงธรรมชาติ มาช่วยในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับอาคารที่จำเป็นต้องออกแบบประเภท double loaded corridor นี้ที่ตีพอ

การออกแบบให้อาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่ดี เป็นไปได้ค่อนข้างยากเนื่องจาก อาคารประเภทนี้ห้องทั้งสองข้างมักมีช่องเปิดเพียงด้านเดียว หรือบางอาคารได้พยายามเปิดช่องเปิดทั้งสองด้านแต่ผู้ใช้สอยมักไม่ชอบเปิดเพราะทำให้ขาดความเป็นส่วนตัว ห้องที่อยู่ท้ายลมมักจะไม่ได้รับลม จึงส่งผลให้ผู้อยู่อาศัยต้องติดเครื่องปรับอากาศ เป็นการทำให้มีความสิ้นเปลืองในการใช้พลังงาน ถ้าเราสามารถออกแบบให้อาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor มีการระบายอากาศโดยธรรมชาติที่ดีได้ จะสามารถช่วยปรับสภาพอากาศภายในอาคารให้ดีขึ้น เป็นการช่วยให้ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อเสนอศักยภาพในการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor สำหรับผู้มีรายได้ปานกลางถึงต่ำ โดยมุ่งเน้นให้เกิดการระบายอากาศได้ดีทั้งสองด้านของทางเดินกลาง ซึ่งนอกจากมีการวิเคราะห์การออกแบบในส่วนต่างๆเพื่อส่งเสริมให้เกิดการประหยัดพลังงานแล้ว ยังต้องคำนึงถึงพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยจริงเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งผู้วิจัยทำการทดลองโดยการออกแบบกรณีทดลองต่างๆ และทำการทดลองในโต๊ะน้ำเพื่อศึกษาแนวทางการเคลื่อนที่ของลมในลักษณะ 2 มิติ ทั้งในรูปแบบของ แพลน รูปตัด โดย

การใช้โต๊ะน้ำแบบนอน และนำผลที่ได้มาปรับปรุงแบบเพื่อจัดทำโมเดลขนาด 1: 50 ไปทดลองหาความเร็วในส่วนต่างๆ ด้วยอุโมงค์ลมและเครื่องวัดความเร็วลมชนิดก้านยาว เพื่อเปรียบเทียบกับความเร็วลมในส่วนต่างๆ ของแบบทั่วไป พอที่จะสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ไม่ควรเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านเปลือกอาคารเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีช่องลมออก เพราะจะทำให้ลมไม่เข้าสู่ภายในห้องพัก ควรมีช่องลมด้านในในห้องพัก เพื่อทำให้เกิดการระบายอากาศ โดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ส่งเสริมให้เกิดลมพัดผ่านบริเวณผู้ใช้งานมากที่สุด

2. เพิ่มตำแหน่งช่องลมด้านข้างหน่วยพักอาศัย ตามลักษณะของแบบเสนอรศรณีที่ 1 ผลจากการทดลองพบว่าสามารถทำให้มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมมากกว่าแบบทั่วไปกรณี 1 16.34 % และ ทำให้ลมพัดเข้าสู่ภายในห้องพักได้ดีในส่วนเอนกประสงค์และ สวมนอนได้ดี ซึ่งเป็นพื้นที่ ที่มีชั่วโมงการใช้งานมากที่สุด ในบางช่วงเวลา การไม่เปิดประตูและช่องเปิดผนังทางเดินกลาง จะทำให้เกิดความเป็นส่วนตัวมากที่สุด

3. ในกรณีที่ใช้การเปิดประตูห้องพักเพิ่ม เพื่อให้เกิดการระบายอากาศได้มากขึ้น ตามลักษณะของแบบเสนอรศรณี 2 ผลจากการทดลองพบว่าสามารถทำให้มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมมากกว่า แบบทั่วไป กรณี 2 12.95 % และทำให้ลมพัดผ่านส่วนปรุงและรับประทานอาหาร การเปิดปิดประตูขึ้นอยู่กับลักษณะในการใช้งาน แต่ในกรณีเปิดประตูห้องพักจะทำให้ผู้ใช้อาคารมีความเป็นส่วนตัวน้อยลง ดังนั้นควรออกแบบให้มีการเบี่ยงตำแหน่งประตูเพื่อแก้ปัญหาในเรื่องความเป็นส่วนตัว และควรใช้ลักษณะประตู 2 ชั้น ชั้นแรกทำเป็นบานทึบ ชั้นสองทำเป็นบานซ้อน ในรูปแบบที่สามารถป้องกันเสียงและมูมมองสู่ภายในห้อง แต่ยังคงส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศ และติดมุ้งลวดที่สามารถถอดทำความสะอาดได้

4. ในกรณีที่มีการเปิดช่องทางเดินกลางเพิ่ม เพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบทะลุผ่าน (Through Ventilation) ได้มากที่สุด ตามลักษณะของแบบเสนอรศรณี 3 ผลจากการทดลองพบว่าสามารถทำให้มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมมากกว่า แบบทั่วไป กรณี 2 19.65 % การเปิดช่องเปิดทางเดินกลางจะมีประโยชน์มากในกรณีที่มีสภาวะภูมิอากาศร้อน กระแสลมที่พัดมาได้มากขึ้นจะช่วยในการลดอุณหภูมิภายในห้องได้มากที่สุด และเป็นวิธีที่ทำให้ไม่สิ้นเปลืองพลังงาน ในการออกแบบควรคำนึงถึง รูปแบบช่องเปิดต้องสามารถป้องกันเสียง และมูมมอง จากทางเดินกลางที่ดี แต่คงส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศที่ดี โดยทำเป็นบานเกล็ดลักษณะพิเศษปรับมุมได้ และติดมุ้งลวดที่สามารถถอดทำความสะอาดได้

ในการออกแบบให้มีการเจาะช่องลมบริเวณทางเดินกลาง ต้องกำหนดตำแหน่งช่องลมให้สัมพันธ์กับช่องลมบริเวณเปลือกอาคาร จะทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้งานได้มากที่สุด กรณีที่เจาะช่องลมตอนล่างของผนังบริเวณทางเดินกลางบริเวณ จะทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้งานมากที่สุดโดยสามารถเจาะช่องลมด้านเปลือกอาคารบริเวณใดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการศึกษาของผู้ออกแบบ แต่ไม่ควรเจาะช่องลมเฉพาะบริเวณ ตอนบนของผนังด้านเปลือกอาคาร เพียงอย่างเดียว เพราะจะทำให้บางพื้นที่อับลม

| | |
|----------------|--|
| Thesis Title | A Guide line of Through Ventilation Design for Double Loaded Corridor for Residential Buildings in Bangkok |
| Student | Mr. Vichate Tawatnuntachai |
| Student ID. | 41063100 |
| Degree | Master of Architecture |
| Major | Tropical Architecture |
| Year | 2001 |
| Thesis Advisor | Assiatant Professor Preechaya Rangsiraksa |

ABSTRACT

Among many styles of residential building in Thailand, the Double Loaded Corridor design has been the most popular for better space utilization which usually results in much cost saving. However, it also has several weaknesses. First of all, the natural light cannot be brought into full usage. Secondly, the shield of the building cannot protect heat from sunlight with highest radiation. Most negatively, it does not have a good through ventilation, which is why the building of such design often consumes very high energy for air conditioning system. Because it does not have enough air ventilation and usually receives direct sunlight, this kind of building always requires air conditioning system to keep the building cool, which can be very costly. Unfortunately, many Architects sometimes tend to forget to make use of wind and natural light to compensate such deficiency.

It can be quite difficult to make the building of Double Loaded Corridor design have good ventilation through the use of natural resource because the two rooms inside such building typically have only one opening. Although the building is sometime designed to have openings on both sides but the residence may not like to open them due to privacy. In addition, the room located at the downstream of the wind usually does not receive enough wind causing the owner to have to rely on the air conditioner. The solution to this can be nothing but to find the way to make use of the natural wind to improve its ventilation.

The objective of this project is to provide guidelines for the building designed with Double Loaded Corridor for average to low-income residence through the use of good air ventilation on both sides of the walkway. The project does not only focus on design for energy saving but also intends to include behavior of the residence into the design requirement. The researcher has used the horizontal water table to study the movement of the wind in two dimensions in the form of plane and section, and used the results to create a model of 1:50 scale to test the wind velocity against that of the regular design. Following findings can be summarized from the study:

1. Instead of having only the opening on the building wall, it is necessary to have also the opening on the room wall inside the building and to have most of the wind blow through the person inside the room.

2. It was found that the opening designed following above guideline could increase average wind velocity by 16.34% and make the wind blow through the living room and bed room better than the regular design. This can also results in more privacy, as the door does not have to be opened.

3. Shall the door also be opened, the wind velocity can be further increased by 12.95% and the wind can also blow through the kitchen and dining room. As opening the door can result in less privacy, the door positions shall be located properly and the double-layer door design shall be used to prevent such concern. For the double-layer door design, the first layer shall be made solid and the second one shall be the overlay to block out the noise and make the inside invisible to the outside but still provide good air ventilation. In addition, the removable screen shall also be used for easy cleaning.

4. In case the middle walkway is added to achieve highest through ventilation in condition 3, the wind velocity can be increased from condition 2 by 19.65%. The benefit of having middle walkway can be best appreciated in warm weather since the increase in wind flow can help lower the temperature inside the room which results in more energy saving. However, it shall be designed to have opening and at the same time to block out noise and vision from outside. To serve this purpose, the special louver and removable screen shall be used for easy cleaning.

When adding the air ventilation holes to the walkway, the position of the holes shall be placed in relation to the holes on the building shield to make the wind blow though the owner better. The holes can be added to the lower section of the walls along the walkway to make the best use of the wind and in this case, these holes do not have to match the holes on the building shield. However, it is not a good idea to create the holes only on the building shield, as it will cause dead zone in some areas.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้จะไม่สำเร็จลงได้ ถ้าปราศจากบุคคลเหล่านี้ที่ให้ความช่วยเหลือ สั่งสอน และให้คำแนะนำปรึกษา จาก ผศ. ปรีชญา รังสิรักษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ อ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ เป็นผู้ให้คำปรึกษา และเป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.สุภาวดี รัตนมาศ รศ. อนุสรณ์ จัวงพานิช และคณาจารย์ในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. และ Prof. SV. Szokolay ที่ช่วยในการประสิทธิประสาทวิชา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ จากท่าน และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ธวัช ธวัชนนท์ชัย (บิดา) ไพจิตร ธวัชนนท์ชัย (มารดา) อรุณ อัครชัยวัฒน์ วิสูตร ธวัชนนท์ชัย อรุณี ธวัชนนท์ชัย อรชร ธวัชนนท์ชัย (พี่สาวและพี่ชาย) ที่ให้กำลังใจและกำลัง เงินยามขัดสนมาตลอด แสงเดือน อัครดำรงเดช ที่ให้กำลังใจและช่วยในการจัดพิมพ์เอกสาร งามณรงค์ ภูษิตกาญจนา ที่ให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือระหว่างการศึกษามาโดยตลอด เอกลักษณ์ ผดุงศิลป์ ดนุช ธีรธนาธร ช่วยในขั้นตอนการทดลอง มงคล คาร์น กตัญญู หอสูติมา ช่วยในการจัดทำผลงานขั้นสุดท้าย และนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม ที่มีส่วนช่วยในการทำหุ่นจำลอง

ขอขอบพระคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้ยืมเครื่องมือในการทดลอง และรศ.มาลินี ศรีสุวรรณ ที่ให้คำแนะนำในการทดลองโต๊ะน้ำ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ(สพช.) ที่มีอบทุน สนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ถ้ามีสิ่งผิดพลาดในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ประการใด ผู้วิจัยขออภัยแต่เพียงผู้เดียว

วิเชษฐ ธวัชนนท์ชัย

สารบัญ

หน้า

| | |
|-------------------------|-----|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | III |
| กิตติกรรมประกาศ..... | V |
| สารบัญ..... | VI |
| สารบัญตาราง..... | XII |
| สารบัญภาพ..... | XIV |

บทที่ 1 บทนำ

| | |
|---|---|
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... | 5 |
| 1.3 สมมุติฐานการวิจัย..... | 5 |
| 1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์..... | 6 |
| 1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย..... | 6 |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 7 |
| 1.7 ข้อจำกัดในการทำวิทยานิพนธ์..... | 7 |

บทที่ 2 ทฤษฎีและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| | |
|---|----|
| 2.1 กระแสลมและการระบายอากาศ..... | 8 |
| 2.1.1 กระแสลม (Air Flow)..... | 8 |
| 2.1.2 การระบายอากาศ(Ventilation)..... | 13 |
| 2.2 หลักการวางอาคาร..... | 14 |
| 2.2.1 หลักการวางอาคารแบบ SOL-AIR ORIENTATION..... | 14 |
| 2.2.2 การวางอาคารในเขตร้อนชื้น..... | 17 |
| 2.2.3 รูปทรงสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมต่อสภาวะแวดล้อม..... | 21 |
| 2.2.4 ความเร็วลมและระยะห่างระหว่างอาคาร..... | 22 |
| 2.2.5 การทดสอบความเร็วลมที่พัดผ่านอาคารในรูปแบบต่างๆ..... | 23 |
| 2.3 การไหลของกระแสลมจากพืช..... | 32 |
| 2.4 การระบายอากาศผ่านในอาคาร..... | 38 |

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

| | |
|---|----|
| 2.4.1 แรงเฉื่อยในการไหล(Inertia Effect)..... | 38 |
| 2.4.2 การระบายอากาศกับตำแหน่งช่องเปิด..... | 39 |
| 2.4.3 การระบายอากาศแบบข้ามฝาก (Cross Ventilation)..... | 43 |
| 2.4.4 การระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำโดยใช้ปีกอาคาร(Wing walls ventilation)..... | 44 |
| 2.4.5 การระบายอากาศของช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว..... | 46 |
| 2.4.6 การระบายอากาศด้วยวิธีการลอยตัวของอากาศ(Stack Effect/Chimney Effect) . | 47 |
| 2.4.7 อิทธิพลของการกั้นผนังภายในห้องต่อการระบายอากาศ..... | 52 |
| 2.4.8 แนวการไหลของกระแสลมเนื่องรูปแบบและจากองค์ประกอบช่องเปิดเข้าและออก | 53 |
| 2.5 ความสกปรกของอากาศที่มากับลม..... | 56 |
| 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 58 |

บทที่ 3 การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

| | |
|---|-----|
| 3.1 สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย..... | 62 |
| 3.1.1 ฤดูกาลและสภาพดินฟ้าอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย..... | 62 |
| 3.1.2 อุณหภูมิของประเทศไทย..... | 62 |
| 3.1.3 ปริมาณฝนของประเทศไทย..... | 63 |
| 3.1.4 ทิศทางลมผิวพื้นของประเทศไทย..... | 64 |
| 3.2 การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร..... | 66 |
| 3.2.1 ปริมาณความร้อนที่กระทำต่อด้านต่างของอาคารในกรุงเทพมหานคร..... | 80 |
| 3.2.2 การผนวกข้อมูลภูมิอากาศกับแผนภูมิการโคจรดวงอาทิตย์..... | 81 |
| 3.3 การหาค่าสภาวะน่าสบาย(The Comfort Zone)..... | 88 |
| 3.3.1 การสร้างแผนภูมิของเขตสบาย โดยอาศัยแผนภูมิไบโอไคล เมตริก..... | 93 |
| 3.3.2 การสร้างแผนภูมิของเขตสบาย โดยอาศัยแผนภูมิไซโครเมตริก..... | 99 |
| 3.3.3 สรุปสภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร..... | 108 |
| 3.3.1 การวิเคราะห์อิทธิพลลมกับสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร..... | 108 |
| 3.3.2 สรุปแนวทางการออกแบบตามทฤษฎีของ คาร์ล มาโฮนี(Carl Mahony)..... | 110 |
| 3.4 อิทธิพลของความชื้น..... | 111 |

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 กรณีศึกษา

| | |
|--|-----|
| 4.1 รายละเอียดของอาคารที่ทำการศึกษา..... | 113 |
| 4.1.1 อาคารถนอมมิตร..... | 113 |
| 4.1.2 อาคารโดมอนด์..... | 114 |
| 4.1.3 อาคารเอกภาคย์ อพาร์ทเมนท์..... | 115 |
| 4.1.4 อาคารนิรันดร์เรลิเดนท์..... | 117 |
| 4.1.5 อาคารหอพักมหาวิทยาลัยรังสิต..... | 118 |
| 4.1.6 อาคารสิรินทร์ แมนชั่น..... | 119 |
| 4.2 การวิเคราะห์ผลดีผลเสียอาคารตัวอย่าง..... | 121 |

บทที่ 5 การศึกษาแนวทางการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor

| | |
|--|-----|
| 5.1 แนวความคิดในการออกแบบ..... | 132 |
| 5.2 การวิเคราะห์การจัดวางอาคารและสัดส่วนอาคารพักอาศัย..... | 134 |
| 5.2.1 การจัดวางอาคารของอาคารพักอาศัย..... | 134 |
| 5.2.2 สัดส่วนของอาคารพักอาศัย..... | 137 |
| 5.2.3 แนวทางการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติเข้าสู่ทางเดินกลาง..... | 138 |
| 5.3 การวิเคราะห์การจัดวางหน่วยพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor..... | 142 |
| 5.3.1 การวิเคราะห์รูปแบบหน่วยพักอาศัย..... | 142 |
| 5.3.2 การวิเคราะห์การวางตำแหน่งห้องน้ำ-ส้วม..... | 149 |
| 5.3.3 การเปรียบเทียบการใช้พื้นที่ของอาคารพักอาศัยทั่วไป กับอาคารเสนอนณะ..... | 150 |
| 5.4 วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยของหน่วยพักอาศัย..... | 152 |
| 5.4.1 การวิเคราะห์เวลากับกิจกรรมที่ใช้ในพื้นที่แต่ละส่วน..... | 152 |
| 5.4.2 วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยและองค์ประกอบหน่วยพักอาศัยเพื่อสนองพฤติกรรมผู้ใช้..... | 154 |
| ส่วนนอน..... | 154 |
| ส่วนเอนกประสงค์..... | 156 |
| ห้องน้ำ-ส้วม..... | 157 |
| ส่วนแต่งตัว..... | 160 |

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

| | |
|--|-----|
| ส่วนปรุงและรับประทานอาหาร..... | 161 |
| ระเบียบภายนอกอาคาร..... | 163 |
| 5.5 วิเคราะห์การออกแบบองค์ประกอบอาคารพักอาศัย..... | 168 |
| 5.5.1 การออกแบบช่องเปิด..... | 168 |
| การวิเคราะห์ประเภทช่องเปิดรูปแบบต่าง ๆ..... | 169 |
| ช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง..... | 171 |
| ประตูทางเข้า..... | 176 |
| ช่องเปิดห้องน้ำ-ส้วม..... | 177 |
| ช่องเปิดด้านข้างหน่วยพักอาศัย..... | 177 |
| ช่องเปิดด้านเปลืออาคาร..... | 178 |
| 5.5.2 การป้องกันแสงแดด..... | 179 |
| 5.5.3 บันได..... | 182 |
| 5.5.4 รูปตัดแสดงแนวความคิดในการออกแบบเพื่อส่งเสริมให้เกิดการประหยัดพลังงาน | 184 |
| 5.5.5 การป้องกันเสียง..... | 187 |
| 5.6 การพิจารณาวัสดุ..... | 192 |
| 5.6.1 พื้น..... | 192 |
| 5.6.2 ผนังทึบ..... | 193 |
| 5.6.3 ฝ้าเพดาน..... | 200 |
| 5.6.4 ช่องเปิด..... | 202 |
| การวิเคราะห์วัสดุประเภทกระจก..... | 203 |

บทที่ 6 ผลการทดลองแนวการเคลื่อนที่ และความเร็วลม

| | |
|--|-----|
| 6.1 การทดลองเพื่อศึกษาแนวการเคลื่อนที่ของลม..... | 208 |
| 6.1.1 วิธีการทดลองแนวการเคลื่อนที่ของลม..... | 208 |
| 6.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... | 208 |
| 6.1.3 ผลการทดลองแนวการเคลื่อนที่ของลม..... | 209 |
| ผลการทดลองในรูปแบบต่างๆ..... | 210 |
| ผลการทดลองแบบทั่วไป..... | 217 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| ผลการทดลองแบบปรับปรุง 1 | 218 |
| ผลการทดลองแบบปรับปรุง 2 | 219 |
| 6.2 การทดลองเพื่อศึกษาหาความเร็วลม ณ.ตำแหน่งต่างๆ ด้วยอุโมงค์ลม..... | 224 |
| 6.2.1 วิธีการทดลองหาความเร็วลมณ.ตำแหน่งต่างๆ..... | 224 |
| 6.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... | 224 |
| 6.2.3 ผลการทดลองหาความเร็วลม ณ. ตำแหน่งต่างๆ..... | 226 |
| แบบทั่วไป กรณีที่ 1..... | 226 |
| แบบทั่วไป กรณีที่ 2..... | 227 |
| แบบเสนอ กรณีที่ 1..... | 228 |
| แบบเสนอ กรณีที่ 2..... | 230 |
| แบบเสนอ กรณีที่ 3..... | 232 |
| 6.2.4 การพิจารณาเปรียบเทียบผลการทดลองความเร็วลม ณ.ตำแหน่งต่างๆในกรณีต่างๆ | 234 |
| 6.3 การทดลองเพื่อตรวจสอบผลจากการออกแบบป้องกันแสงอาทิตย์ ด้วยโต๊ะแดด..... | 235 |
| 6.3.1 วิธีการทดลองการป้องกันแสงอาทิตย์..... | 235 |
| 6.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... | 235 |
| 6.3.3 ผลการทดลองการป้องกันแสงอาทิตย์..... | 236 |
| | |
| บทที่ 7 ภาคออกแบบ | |
| A-01 Detail 1 Plan 1 : 50 / รายการประกอบแบบ..... | 249 |
| A-02 Detail 2 Section 1 : 50..... | 250 |
| A-03 Detail 3 Elevation 1 : 50 / แบบขยายช่องเปิดทางเดินกลาง..... | 251 |
| A-04 1 st Floor Plan 1 : 100..... | 252 |
| A-05 2 nd -5 th Floor Plan 1 : 100..... | 253 |
| A-06 6 th Floor Plan 1 : 100..... | 254 |
| A-07 Lay - out 1 : 100..... | 255 |
| A-08 Section A-A' 1 : 100 / Section B-B' 1 : 100..... | 256 |
| A-09 Section C-C' 1 : 100 | 257 |
| A-10 Section D-D' 1 : 100..... | 258 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| A-11 North Elevation 1 : 100..... | 259 |
| A-12 East Elevation 1 : 100 / West Elevation 1 : 100..... | 260 |
| A-13 South Elevation 1 : 100..... | 261 |
| | |
| บทที่ 8 บทสรุปและข้อเสนอแนะ | |
| 8.1 สรุปผลการทดลอง..... | 262 |
| 8.2 ข้อเสนอแนะ..... | 264 |
| | |
| บรรณานุกรม | 268 |
| | |
| ภาคผนวก | |
| วิธีการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ และแนวทางการออกแบบ ตามหลักการของ Carl Mahony | 270 |
| ประวัติผู้เขียน | 273 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 1.1 แสดงรายชื่อและรายละเอียดของอาคารชุดพักอาศัยต่างๆในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลที่ทำการศึกษา..... | 2 |
| 2.1 ค่าความสูง Gradient Height และค่าดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิว..... | 11 |
| 2.2 ผลกระทบกับความรู้สึกรถของมนุษย์ต่อความเร็วลมต่างๆ..... | 12 |
| 2.3 ค่าตัวเลขที่เปลี่ยนไปตามอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ช่องลมเข้าและออก..... | 14 |
| 2.4 ผลการทดลองการระบายอากาศที่มีผลจากตำแหน่งหน้าต่าง..... | 40 |
| 2.5 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่มีผลจากตำแหน่งหน้าต่าง..... | 40 |
| 2.6 แสดงผลการทดลองการระบายอากาศด้วยวิธีการเหนี่ยวนำของช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว.. | 46 |
| 3.1 ข้อมูลภูมิอากาศ กทม.(2532-2541) | 67 |
| 3.2 แสดงทิศและความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของกรุงเทพฯ(2532-2541) | 72 |
| 3.3 ข้อมูลภูมิอากาศ กทม.(2541) | 75 |
| 3.4 แสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง พ.ศ.2541..... | 78 |
| 3.5 แสดงความสัมพันธ์ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมง พ.ศ.2541..... | 78 |
| 3.6 แสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิ และความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมง พ.ศ.2541..... | 79 |
| 3.7 แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบผนังด้านทิศเหนือ และระยะของอุปกรณ์บังแดดทิศเหนือ.... | 84 |
| 3.8 แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบผนังด้านทิศใต้และระยะของอุปกรณ์บังแดดทิศใต้..... | 85 |
| 3.9 แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบผนังด้านทิศตะวันออกและระยะของอุปกรณ์บังแดดทิศตะวันออก.. | 86 |
| 3.10 แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบผนังด้านทิศตะวันตกและระยะของอุปกรณ์บังแดดทิศตะวันตก.. | 87 |
| 3.11 ขอบเขตสบาย..... | 92 |
| 3.12 ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสบายของกรุงเทพฯ 2541..... | 101 |
| 3.13 การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ และรูปแบบอาคารที่เหมาะสมสำหรับกรุงเทพฯ(2541) จากโปรแกรมARCHIPAK..... | 107 |
| 3.14 สรุปแนวทางการออกแบบอาคาร ในกรุงเทพมหานครโดยวิธีของคาร์ล มาโฮนี | 110 |
| 5.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียการจัดผังหน่วยพักอาศัยแบบระเบียบอยู่ด้านติดกับภายนอก อาคาร..... | 144 |
| 5.2 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการจัดผังหน่วยพักอาศัยแบบตรงระเบียบอยู่ด้านข้าง.... | 145 |
| 5.3 การเปรียบเทียบการจัดผังหน่วยพักอาศัยแบบเอียงรับกับทิศทางสภาพแวดล้อมระเบียบอยู่ติด กับภายนอกอาคาร..... | 146 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|--|
| 5.4 | แสดงการเปรียบเทียบการจัดผังหน่วยพักอาศัยแบบเอียงรับกับทิศทางสภาพแวดล้อมระเบียบ อยู่ด้านข้าง.....147 |
| 5.5 | แสดงการให้ค่าคะแนนในการจัดวางหน่วยพักอาศัย.....148 |
| 5.6 | การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย กรณีห้องน้ำอยู่ติดภายนอกอาคาร.....149 |
| 5.7 | การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย กรณีห้องน้ำอยู่กลางหน่วยพักอาศัย.....149 |
| 5.8 | การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย กรณีห้องน้ำอยู่ติดทางเดินกลาง.....150 |
| 5.9 | แสดงกิจกรรมบริเวณใช้สอยพื้นที่ในวันที่มีการทำงาน.....152 |
| 5.10 | แสดงกิจกรรมบริเวณใช้สอยพื้นที่ในวันหยุด.....152 |
| 5.11 | แสดงช่วงเวลาใน 1 วันของการใช้พื้นที่ส่วนต่าง ๆ.....153 |
| 5.12 | ตารางพิจารณาข้อดีข้อเสียของรูปแบบช่องเปิดทางเดินกลางที่นิยมทำทั่วไป.....172 |
| 5.13 | แสดงการคำนวณค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังชนิดต่าง ๆ.....195 |
| 5.14 | แสดงการเปรียบเทียบการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ เพื่อประกอบการใช้สีภายในอาคาร....201 |
| 5.15 | แสดงคุณสมบัติของวัสดุฉนวนกันความร้อนของฝ้าเพดาน.....202 |
| 6.1 | แสดงผลการทดลองหาความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆ แบบทั่วไป กรณีที่ 1.....226 |
| 6.2 | แสดงผลการทดลองหาความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆ แบบทั่วไป กรณีที่ 2.....227 |
| 6.3 | แสดงผลการทดลองหาความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆ แบบเสนอ กรณีที่ 1.....228 |
| 6.4 | แสดงผลการทดลองหาความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆ แบบเสนอ กรณีที่ 2.....230 |
| 6.5 | แสดงผลการทดลองหาความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆ แบบเสนอ กรณีที่ 3.....232 |
| 6.6 | แสดงผลสรุปค่าความเร็วลมของการทดลองในกรณีต่าง ๆ.....234 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--------|---|
| 2.1 | แสดงการเคลื่อนที่ของอากาศจากความกดอากาศสูงไปสู่ความกดอากาศต่ำ.....8 |
| 2.2 | แสดงการเคลื่อนที่ของอากาศจากความแตกต่างของอุณหภูมิ.....9 |
| 2.3 | แสดงถึงอากาศเย็นจะเคลื่อนที่เข้าแทนอากาศร้อน ทำให้อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้น.....9 |
| 2.4 | แสดงความสัมพันธ์ของความกดอากาศกับความเร็วลม.....9 |
| 2.5 | แสดงความกดอากาศที่กระทำกับอาคาร.....13 |
| 2.6 | การทดลองลักษณะการเคลื่อนที่ของลมในการวางกลุ่มอาคาร.....18 |
| 2.7 | การทดลองลักษณะการเคลื่อนที่ของลม ของอาคารรูปแบบต่างๆ.....19 |
| 2.8 | การทดลองลักษณะการเคลื่อนที่ของลม เมื่อแยกมวลอาคารออกจากกัน.....20 |
| 2.9 | ความเร็วลมกับระยะห่างของ 2 อาคาร.....22 |
| 2.10 | กระแสลมที่กระทำกับต้นไม้ที่มีใบหนาทึบ.....32 |
| 2.11 | กระแสลมที่พัดผ่านอาคารตามปกติที่มีช่องเปิดตรงกัน.....32 |
| 2.12 | ผลของลมกับพุ่มไม้เตี้ย(น้อยกว่า 3 ฟุต).....33 |
| 2.13 | ผลของลมกับต้นไม้พุ่มขนาดกลาง.....33 |
| 2.14 | ผลของลมกับไม้พุ่มชนิดสูง.....34 |
| 2.15 | ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่(ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านสูง 5 ฟุต).....34 |
| 2.16 | ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต).....34 |
| 2.17 | ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต).....35 |
| 2.18 | ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต).....35 |
| 2.19 | ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต).....36 |
| 2.20 | ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต).....36 |
| 2.21 | ผลของกระแสลมกับต้นไม้ พุ่มไม้ และอาคารประกอบกัน.....37 |
| 2.22 | กระแสลมปะทะอาคารจะทำให้เกิดความกดอากาศสูง.....38 |
| 2.23 | ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้น เมื่อช่องทางออกกว้างกว่าช่องทางเข้าของลม.....38 |

สารบัญญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.24 ตำแหน่งของช่องหน้าต่างมีอิทธิพลต่อการระบายอากาศ..... | 39 |
| 2.25 การไหลของอากาศจากช่องทางเข้าในตำแหน่งที่ต่างกัน..... | 41 |
| 2.26 กระจายลมภายในจากทิศทางลมและขนาดช่องเปิดที่แตกต่างกัน..... | 44 |
| 2.27 การกระจายลมภายในห้องสี่เหลี่ยมที่มีช่องเปิดด้านเดียว ด้วยวิธีการเหนี่ยวนำ..... | 45 |
| 2.28 ปปรากฏการณ์ลอยของอากาศร้อนที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ..... | 47 |
| 2.29 การระบายอากาศด้วยปล่องอากาศ..... | 48 |
| 2.30 ลักษณะการไหลของอากาศเนื่องจาก แรงลอยตัว(Buoyancy Force) เนื่องจากการระบาย อากาศผ่านอาคาร ด้วยการใช่วิธีการเหนี่ยวนำโดยทำปล่องกระโจม(Stack Effect) ในกรณีที่ไม่มีกระแสลมไหลผ่าน..... | 50 |
| 2.31 ผนังที่สูงชนพื้นถึงฝ้าเพดานวางขวางทางการไหลของอากาศ จะทำให้เกิดบริเวณอับลมหลังผนัง..... | 52 |
| 2.32 การเลือกใช่วิธีการวางผนังให้ถูกต้องจะช่วยให้อากาศไหลผ่านในตำแหน่งที่ต้องการได้..... | 52 |
| 2.33 ลักษณะของลมไหลผ่านห้องที่มีผนังกันภายในแบบต่างๆ..... | 53 |
| 2.34 อาคารที่สวนประกอบ ต่างกัน แนวการไหลของอากาศจะไหลต่างกัน เช่นชายคาวางในลักษณะต่างๆกัน..... | 54 |
| 2.35 ช่องเปิดทางออกของอากาศ วางในตำแหน่งที่ต่างกัน แนวการไหลของอากาศจะแตกต่างกัน..... | 54 |
| 2.36 การใช้ชายคาระดับช่องเปิด และการใช้อุปกรณ์ประกอบช่องเปิดเข้า จะทำให้เกิดการระบายอากาศได้มากขึ้น..... | 54 |
| 2.37 บริเวณความกดอากาศที่ไม่สมดุลย์ทั้งสองข้างของช่องทางเข้าและออก ทำให้แนวการไหลของอากาศต่างกัน..... | 54 |
| 2.38 การใช้ชายคา และบานเกล็ดในการทำให้เกิดแนวการไหลของกระแสลมที่ต่างกัน..... | 54 |
| 2.39 การใช้ชายคาและช่องเปิดลักษณะที่ต่างกัน ทำให้เกิดแนวการไหลของลมที่ต่างกัน..... | 55 |
| 2.40 การใช้ช่องเปิดลักษณะแบบบานกระทุ้ง ช่วยทำให้เกิดแนวการไหลของกระแสลมที่ต่างกัน..... | 55 |
| 2.41 ทิศทางลมพัดเข้าสู่อาคารตามช่องเปิดที่ทำเป็นบานเกล็ด(louvers)(ก-ค) และช่องบานเปิดเขvronสามารถช่วยในการปรับทิศทางของกระแสลมได้..... | 55 |
| 2.42 แสดงลักษณะกระแสลมที่มาพร้อมกับฝุ่นละออง..... | 56 |

สารบัญญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.43 (ก) แสดงบริเวณที่เกิดการสะสมของฝุ่นละอองต่างๆ เพราะอิทธิพลของลม ที่พัดผ่านราวทึบ (ข) อาจแก้ปัญหาด้วยการเจาะช่องบริเวณด้านล่างของราวทึบ หรือบางกรณีอาจใช้ราวกันตก ลักษณะป้องกันได้..... | 56 |
| 2.44 อากาศสกปรกที่มีผลกับแสงกำบังที่ระยะและระดับต่างๆ..... | 57 |
| 2.45 แบบทั่วไป..... | 61 |
| 3.1 ชนิดอากาศของประเทศไทยตามแบบเคิปปิน..... | 64 |
| 3.2 แสดงทิศทางลมมรสุมพัดผ่านประเทศไทย..... | 65 |
| 4.1 อาคารพักอาศัยถนอมมิตร..... | 114 |
| 4.2 ผังห้องพักอาคารถนอมมิตร..... | 114 |
| 4.3 อาคารพักอาศัยโดมอนด์..... | 115 |
| 4.4 ผังห้องพักอาศัยโดมอนด์..... | 115 |
| 4.5 อาคารพักอาศัยเอกภาคย์อพาร์ทเมนต์..... | 116 |
| 4.6 ผังห้องพักอาคารเอกภาคย์..... | 116 |
| 4.7 อาคารพักอาศัยนิรันดร์เรซิเดนซ์..... | 117 |
| 4.8 ผังห้องพักอาคารนิรันดร์เรซิเดนซ์..... | 118 |
| 4.9 อาคารหอพักมหาวิทยาลัยรังสิต..... | 119 |
| 4.10 ผังห้องพักอาคารหอพักม.รังสิต..... | 119 |
| 4.11 อาคารพักอาศัยสิรินทร์แมนชั่น..... | 120 |
| 4.12 ผังห้องพักอาคารสิรินทร์แมนชั่น..... | 120 |
| 4.13 บ้านโดกลางอาคารกรณีศึกษา..... | 121 |
| 4.14 บ้านโดหนีไฟอาคารกรณีศึกษา..... | 122 |
| 4.15 ทางเดินกลางอาคารกรณีศึกษา..... | 123 |
| 4.16 แสดงช่องเปิดอาคารกรณีศึกษา..... | 124 |
| 4.17 ช่องเปิดห้องพักอาคารกรณีศึกษา..... | 125 |
| 4.18 ระเบียบห้องอาคารกรณีศึกษา..... | 126 |
| 4.19 ห้องน้ำอาคารกรณีศึกษา..... | 127 |
| 4.20 ส่วนแต่งตัวอาคารกรณีศึกษา..... | 128 |
| 4.21 ส่วนนอนอาคารกรณีศึกษา..... | 128 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.22 ส่วนเอนกประสงค์อาคารกรณีศึกษา..... | 129 |
| 4.23 เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องพักอาคารกรณีศึกษา..... | 130 |
| 4.24 ฝ้าเพดานอาคารกรณีศึกษา..... | 130 |
| 4.25 หลังคาอาคารกรณีศึกษา..... | 131 |
| 5.1 แสดงการทดลองรูปแบบการเคลื่อนที่ของลม ในการวางอาคาร และรูปทรงอาคารกรณีต่างๆ... | 136 |
| 5.2 แสดงสัดส่วนของอาคารพักอาศัยที่เหมาะสม (1:3) และจำนวนห้องที่เหมาะสม..... | 137 |
| 5.3 แสดงลักษณะลมของอาคารที่มีทางเดินกลาง..... | 138 |
| 5.4 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง..... | 138 |
| 5.5 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง..... | 139 |
| 5.6 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง..... | 139 |
| 5.7 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมผ่านโดยใช้ปีกอาคาร..... | 140 |
| 5.8 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง..... | 140 |
| 5.9 ก. แสดงสัดส่วน และจำนวนชั้นห้องพักที่เหมาะสมในแต่ละชั้นของแบบเสนอ..... | 141 |
| ข. แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่ทางเดินกลางโดยการใช้อีกอาคาร | |
| 5.10 รูปแบบที่1 การจัดหน่วยพักอาศัยแบบระเบียบอยู่ด้านติดกับภายนอกอาคาร..... | 144 |
| 5.11 รูปแบบที่ 2 การจัดหน่วยพักอาศัยแบบตรงระเบียบอยู่ด้านข้าง..... | 145 |
| 5.11 รูปแบบที่ 3 การจัดหน่วยพักอาศัยแบบเอียงรับกับทิศทางสภาพแวดล้อม ระเบียบอยู่ติดกับภายนอกอาคาร..... | 146 |
| 5.13 รูปแบบที่ 4 การจัดหน่วยพักอาศัยแบบเอียงรับกับทิศทางระเบียบอยู่ด้านข้าง..... | 147 |
| 5.14 แสดงการวางตำแหน่งห้อง น้ำ-ส้วม ในแบบต่างๆ..... | 149 |
| 5.15 ก. แสดงขนาดการใช้พื้นที่ห้องของ แบบทั่วไป | |
| ข. แสดงขนาดการใช้พื้นที่ห้องของ แบบเสนอ..... | 151 |
| 5.16 แสดงถึงพื้นที่ส่วนนอนควรอยู่ห่างจากผนังเปลือกนอกอาคารที่ได้รับความร้อนจากแสงแดดโดยตรงเพื่อหลีกเลี่ยงการถ่ายเทความร้อนที่สะสมในช่วงเวลากลางวันจากผนังเปลือกอาคารสู่ภายในในช่วงเวลากลางคืน..... | 155 |
| 5.17 รูปแบบของเครื่องเรือนมีผลต่อการไหลเวียนของอากาศภายในห้อง..... | 155 |
| 5.18 รูปตัดแบบเสนอแสดงการออกแบบส่วนนอน ที่วางห่างจากด้านเปลือกอาคาร และรูปแบบเครื่องเรือนที่โปร่งเพื่อให้ลมพัดผ่านได้สะดวก..... | 156 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|--------|---|
| 5.19 | แสดงถึงแนวความคิดในการออกแบบส่วนเอนกประสงค์ควรรออยู่ใกล้เปลือกอาคารเพื่อมุมมองแสงสว่างและการระบายอากาศที่ดี.....157 |
| 5.20 | รูปตัดแบบเสนอ แสดงการออกแบบส่วนเอนกประสงค์ควรรออยู่ใกล้เปลือกอาคารเพื่อมุมมองแสงสว่างและการระบายอากาศที่.....157 |
| 5.21 | แสดงการเจาะช่องเปิดห้องน้ำในแบบต่างๆ เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องความชื้นเข้าสู่ภายในห้องพัก.....158 |
| 5.22 | ก. แปลนห้องน้ำส้วมของแบบเสนอ ข. แสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของบริเวณห้องน้ำ.....159 |
| 5.23 | แสดงการเจาะช่องเปิดขนาดใหญ่ของห้องน้ำ เพื่อให้แสงสามารถทำให้น้ำระเหยและแห้งเร็ว.....159 |
| 5.24 | ผังแสดงการเดินทางท่อประปาบริเวณห้องน้ำ และระเบียบของแบบเสนอ.....159 |
| 5.25 | การจัดวางเครื่องเรือนส่วนแต่งตัว.....160 |
| 5.26 | รูปตัดแบบเสนอ แสดงลักษณะการจัดพื้นที่ส่วนแต่งตัว และรูปแบบเครื่องเรือนส่วนแต่งตัว....160 |
| 5.27 | แสดงพื้นส่วนปรุงอาหารควรรออยู่ปลายลมเพื่อให้อากาศดีและความร้อนออกจากห้อง และโต๊ะอาหารควรมีรูปแบบที่โปร่งเพื่อให้ลมพัดผ่านได้สะดวก อาจมีลักษณะที่พับเก็บได้เพื่อการใช้พื้นที่ที่หลากหลาย.....162 |
| 5.28 | รูปตัดแสดงการออกแบบตำแหน่งเครื่องเรือนส่วนครัว และรับประทานอาคารของแบบเสนอ....162 |
| 5.29 | แสดงการทดลองแนวการเคลื่อนที่ของลมที่พัดผ่าน บริเวณปรุงและรับประทานอาหาร.....162 |
| 5.30 | บางอาคารมักมีการแขวนCondensing Unit บริเวณฝ้าตรงระเบียบ ทำให้มีการเดินทางท่อส่งระบบสามารถทำงานได้ดี แต่มักทำให้เกิดภาพลักษณ์ที่ไม่สวยงาม ควรรอออกแบบป้องกันมุมมอง จากภายนอกอาคารและต้องระวังเรื่องการบังแสงจากธรรมชาติเข้าอาคาร.....163 |
| 5.31 | (ก) แสดงการออกแบบระเบียบอาคารพักอาศัยทั่วไป (ข) แบบระเบียบที่ได้รับการออกแบบแก้ไขขั้นต้น.....164 |
| 5.32 | ราวระเบียบในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย.....164 |
| 5.33 | แสดงการตัดพื้นที่ส่วนระเบียบของแบบเสนอ การเดินทางท่อน้ำใช้ น้ำทิ้ง และน้ำฝน.....165 |
| 5.34 | รูปตัด ระเบียบแบบเสนอ แสดงการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งาน..165 |
| 5.35 | ลักษณะการปลูกต้นไม้บริเวณเปลือกอาคาร.....166 |
| 5.36 | แสดงการออกแบบรายละเอียดของขอบผนังเปลือกอาคาร.....167 |
| 5.37 | แสดงตำแหน่งช่องเปิดแบบเสนอ.....171 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 5.38 รูปตัด แสดงตำแหน่งช่องเปิดด้านเปลือกอาคาร และทางเดินกลาง แสดงรูปแบบ ช่องเปิดบริเวณทางเดินกลางของแบบเสนอ..... | 172 |
| 5.39 แสดงการออกแบบประตูทางเข้า เพื่อส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศ และยังไม่ขาดความเป็นส่วนตัว..... | 175 |
| 5.40 การออกแบบประตูทางเข้าเพื่อส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศและไม่ขาดความเป็นส่วนตัว... | 176 |
| 5.41 ก.) แสดงกาเจาะหน้าต่างของอาคารพักอาศัยทั่วไป ข.) แสดงการเจาะหน้าต่างด้านข้างเพิ่มเพื่อแก้ปัญหาเรื่องการระบายอากาศ และความสว่างภายในห้องพักอาศัย..... | 177 |
| 5.42 แสดงรูปแบบหน้าต่าง และประตูบริเวณระเบียงของแบบเสนอ..... | 177 |
| 5.43 แสดงลักษณะของแผงบังแดดที่เหมาะสมในทิศต่าง ๆ..... | 179 |
| 5.44 แสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของลม เนื่องจากองค์ประกอบของแผงบังแดดทางนอน... | 179 |
| 5.45 แสดงแนวความคิดการออกแบบแผงบังแดดตามนอน บังคับทิศทางลม และการกระจายแสง | 180 |
| 5.46 รูปตัดแสดงการออกแบบแผงบังแดดทางด้านทิศใต้และเหนือ..... | 181 |
| 5.47 รูปตัดแสดงการออกแบบแผงบังแดดทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตก..... | 181 |
| 5.48 แนวทางการออกแบบบันไดเพื่อช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ..... | 182 |
| 5.49 แสดงวิธีการออกแบบบันได เพื่อป้องกันมุมเงย แต่ยังคงส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศ..... | 183 |
| 5.50 ลักษณะ และตำแหน่งบันไดหนีไฟมีส่วนในการทำให้ลมและแสงเข้าสู่อาคาร..... | 183 |
| 5.51 รูปตัด A-A' แสดงแนวความคิดในการออกแบบ เพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบทะลุผ่าน.... | 184 |
| 5.52 รูปตัด B-B' แสดงแนวความคิดในการออกแบบ เพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำ..... | 185 |
| 5.53 รูปตัด C-C' แสดงแนวความคิดในการออกแบบ บริเวณโถงกลาง..... | 186 |
| 5.54 แสดงเสียงจากตำแหน่งต่าง ๆ ที่เล็ดลอดเข้ามาภายในห้องพัก..... | 188 |
| 5.55 ผังแสดงตำแหน่งและเส้นทางการเดินระบบของเครื่องทำความเย็น และเครื่องเป่าลมเย็น .. | 190 |
| 5.56 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ..... | 190 |
| 5.57 การออกแบบการตั้งเครื่องทำความเย็น เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการระบายความร้อน ป้องกัน เสียง และไม่ทำลายทัศนียภาพที่สวยงามของอาคาร..... | 191 |
| 5.58 ผลของรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทำกับกระจกมาตรฐาน..... | 203 |
| 5.59 แสดงการส่งผ่านความร้อนของกระจกธรรมดา และกระจกตัดแสง..... | 204 |
| 5.60 แสดงลักษณะกระจกอีทีเอ็มเลอร์ และกระจกอีทีเอสตี้อป..... | 205 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|--|----------|
| 5.61 แสดงการเดินทางของแสงอาทิตย์ผ่านกระจกตัดแสงที่เหมาะสมจะใช้กับอาคารที่ไม่มี การปรับอากาศ..... | 206 |
| 6.1 เครื่องทดลองไต้ะน้ำ..... | 208 |
| 6.2 ขณะทำการทดลองการเคลื่อนที่ของลม..... | 208 |
| 6.3-6.24 การเคลื่อนที่ของลมในหุ่นจำลองรูปแบบต่าง ๆ..... | 209 -216 |
| 6.25-6.27 การทดลองการเคลื่อนที่ของลมรูปแบบทั่วไป..... | 217 |
| 6.28-6.31 การทดลองการเคลื่อนที่ของลมรูปแบบปรับปรุง 1..... | 218-219 |
| 6.32-6.41 การทดลองการเคลื่อนที่ของลมรูปแบบปรับปรุง 2..... | 220-223 |
| 6.42 เครื่องวัดความเร็วลมชนิดก้านยาว(hot wire Airflow)..... | 224 |
| 6.43 แสดงลักษณะการตั้งหุ่นจำลองในอุโมงค์ลม และหุ่นจำลองที่ใช้ในการทดลอง..... | 224 |
| 6.44 แสดงตำแหน่งช่องเปิดต่างๆของแบบเสนอและแบบทั่วไป..... | 225 |
| 6.45 ไต้ะแดดที่ใช้ในการทดลอง..... | 235 |
| 6.46 แผ่นนาฬิกาแดด 14 องศาเหนือ..... | 225 |
| 6.47 ภาพถ่ายจากการทดลองหาเงาแดด | 236 |
| 7.1 หุ่นจำลองขนาด 1: 50 แสดงการใช้ศรีบอาคารที่ปลายทางเดินกลาง..... | 243 |
| 7.2 แสดงการออกแบบทางด้านทิศตะวันตก และตะวันออก..... | 243 |
| 7.3 แสดงการออกแบบส่วนป้องกันแดดทางด้านทิศใต้..... | 244 |
| 7.4 แสดงการออกแบบส่วนป้องกันแดดทางด้านทิศเหนือ..... | 244 |
| 7.5 Section Model แสดง การเดินท่องานระบบ การเปิดช่องภายในอาคารเพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำ... | 245 |
| 7.6 ทางเดินบริเวณชั้นหนึ่ง และสวนหินภายในอาคาร..... | 245 |
| 7.7 หุ่นจำลอง แสดงบริเวณทางเดินชั้น 1..... | 246 |
| 7.8 แสดงมุมมองจากระยะคนเดินที่ชั้น 1..... | 246 |
| 7.9 แสดงลักษณะแสงที่เข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง..... | 247 |
| 7.10 แสดงการจัดพื้นที่ภายในห้องพัก..... | 247 |
| 7.11 แสดงการจัดพื้นที่ภายในห้องพัก..... | 247 |
| 7.12 INTERIOR ELEVATION 1..... | 248 |
| 7.13 INTERIOR ELEVATION 2..... | 248 |
| 7.14 INTERIOR ELEVATION 3..... | 248 |
| 8.1 รูปตัดแสดงตำแหน่งช่องเปิดด้านเปลือกอาคารและทางเดินกลางที่เหมาะสม..... | 263 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 แผนภูมิแสดงการเปลี่ยนของกระแสลมแต่ละชั่วโมงใน 1 วัน..... | 10 |
| 2.2 แผนภูมิแสดงการเปลี่ยนอัตราแรงลมที่ความสูงระดับต่างๆ..... | 11 |
| 2.3 แผนภูมิแสดงทิศทางการแผ่รังสีความร้อนและการวางอาคารหนีทิศทางที่มีการแผ่รังสีความร้อนในขณะสภาวะร้อนจัด..... | 15 |
| 2.4 แผนภูมิแสดงทิศทางการแผ่รังสีความร้อนและการวางอาคารเข้าหาทิศทางที่มีการแผ่รังสีความร้อนในขณะสภาวะหนาวเย็น..... | 15 |
| 2.5 แผนภูมิการวางอาคารแบบ SOL-AIR APPROCH ของเขตร้อนแห้งและร้อนชื้น..... | 16 |
| 2.6 แผนภูมิแสดงการวางอาคารในเขตร้อน-ชื้น โดยการประยุกต์ข้อมูล SOL-AIR ORIENTATION กับข้อมูลลม กรุงเทพฯเฉลี่ย(2532-2541) | 17 |
| 2.7 แผนภูมิแสดงสัดส่วนและรูปทรงอาคารพื้นฐานในแต่ละสภาพภูมิอากาศ..... | 23 |
| 2.8 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอัตราการตกของฝุ่นละอองในอากาศชนิดต่างๆ..... | 57 |
| 3.1 แผนภูมิ TEMPERATURE [1989-1998] | 68 |
| 3.2 แผนภูมิ RELATIVE HUMIDITY [1989-1998] | 68 |
| 3.3 แผนภูมิ SUNSHINE DURATION [1989-1998] | 68 |
| 3.4 แผนภูมิ SOIL TEMPERATURE [1989-1998] | 69 |
| 3.5 แผนภูมิ GRASS MINIMUM TEMPERATURE [1989-1998] | 69 |
| 3.6 แผนภูมิ WATER TEMPERATURE [1989-1998]. | 69 |
| 3.7 แผนภูมิ EVAPORATION [1989-1998] | 70 |
| 3.8 แผนภูมิ RAINFALL [1989-1998]. | 70 |
| 3.9 แผนภูมิ NUMBER OF RAINY DAY [1989-1998] | 70 |
| 3.10 แผนภูมิ MEAN WIND SPEED [1989-1998] | 71 |
| 3.11 แผนภูมิ TOTAL MEAN WIND SPEED [1989-1998] | 71 |
| 3.12 แผนภูมิ แสดงทิศและความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2532-2541..... | 73 |
| 3.13 แผนภูมิ TEMPERATURE [1998] | 76 |
| 3.14 แผนภูมิ RELATIVE HUMIDITY [1998] | 76 |
| 3.15 แผนภูมิ SUNSHINE DURATION [1998] | 76 |
| 3.16 แผนภูมิ RADIATION [1998] | 77 |
| 3.17 แผนภูมิ RAINFALL [1998] | 77 |

สารบัญญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.18 แผนภูมิ NUMBER OF RAINY DAY [1998] | 77 |
| 3.19 แผนภูมิ แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิเพื่อประเมินความต้องการความเย็น สำหรับอาคารประจำปีพ.ศ.2541 Cooling degree day | 79 |
| 3.20 แผนภูมิแสดงการหาค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์..... | 80 |
| 3.21 แผนภูมิ แสดงการแผ่รังสีความร้อนที่กระทำต่อผนังทึบของกรุงเทพฯ | 81 |
| 3.22 แผนภูมิ แสดงการผนวกข้อมูลอุณหภูมิ พ.ศ.2541 กับตารางดวงอาทิตย์..... | 82 |
| 3.23 แผนภูมิ ไบโอไคลเมติก(Bioclimatic chart) | 93 |
| 3.24 แผนภูมิ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแกนตั้งและความชื้นสัมพัทธ์แกนนอน เพื่อแสดงขอบเขตสบาย..... | 94 |
| 3.25 แผนภูมิ แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นรายชั่วโมงพศ. 2541 โดยตรวจสอบจากแผนภูมิไบโอไคลเมติก..... | 95 |
| 3.26 แผนภูมิ แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นเมื่อมีอิทธิพลลมมาช่วย โดยตรวจสอบจากแผนภูมิไบโอไคลเมติก..... | 97 |
| 3.27 แผนภูมิ แสดงการอ่านค่าในแผนภูมิไซโครเมตริก..... | 99 |
| 3.28 แผนภูมิ แสดงเทคนิคการปรับสภาพภูมิอากาศโดยแผนภูมิไซโครเมตริก..... | 99 |
| 3.29 แผนภูมิ แสดงการอ่านค่าของเส้นบนแผนภูมิไซโครเมตริก..... | 100 |
| 3.30 แผนภูมิ แสดงวิธีการหาขอบเขตสบายจากแผนภูมิไซโครเมตริก..... | 103 |
| 3.31 แผนภูมิ แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน .ศ. 2541 จากช่วงอุณหภูมิที่อยู่ในขอบเขตสบาย โดยโปรแกรมARCHIPAK..... | 103 |
| 3.32 แผนภูมิ แสดงขอบเขตสบายในแผนภูมิไซโครเมตริก และเส้นข้อมูลภูมิอากาศรายเดือน เฉลี่ย พ.ศ. 2541..... | 104 |
| 3.33 แผนภูมิ แสดงผลในแผนภูมิไซโครเมตริกที่เกิดจากการนำเทคนิคต่างๆมาช่วยในการออกแบบ เพื่อปรับสภาพภูมิอากาศภายในอาคาร..... | 105 |
| 6.1 แผนภูมิ แสดงผลสรุปค่าความเร็วลมของการทดลองในกรณีต่าง ๆ..... | 234 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะเกิดวิกฤตการณ์ เศรษฐกิจถดถอย โดยเริ่มก่อตัวขึ้นตั้งแต่ปี 2540 แต่ที่อยู่อาศัยก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ แม้ว่าราคาที่อยู่อาศัยและที่ดินจะตกต่ำลงในช่วงปี 2541-2543(ปัจจุบันนี้)ก็ตาม แต่ราคาที่ดินและที่อยู่อาศัยในเมืองใหญ่อย่าง กรุงเทพมหานครก็ยังคงมีราคาค่อนข้างสูงสำหรับผู้มีรายได้ปานกลางถึงต่ำ ไม่สามารถเช่า ซื้อ หรือสร้างบ้านเดี่ยวเป็นของตนเองได้ เนื่องจากมีรายได้ไม่เพียงพอต่อการจ่ายดั่งนั้นที่อยู่อาศัยในตึกสูงที่เรียกว่า “อาคารชุดพักอาศัย” ก็ยังคงมีความสำคัญต่อรูปแบบที่อยู่อาศัยในเมืองใหญ่อย่าง กรุงเทพมหานคร ตามคำจำกัดความตามพระราชบัญญัติอาคารชุด พ.ศ. 2522 ให้ความหมาย “อาคารชุด” คือ อาคารที่บุคคลสามารถแยกถือกรรมสิทธิ์ออกได้เป็นส่วนๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนบุคคลและกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์สินส่วนกลาง

อาคารชุดพักอาศัยสามารถตอบสนองความต้องการที่อยู่อาศัยของคนจำนวนมาก บนพื้นที่จำกัดได้ แต่ยังมีปัญหาอีกหลายประการที่ทำให้อาคารชุดพักอาศัยทั่วไป ไม่สามารถตอบสนองความรู้สึกสบายของผู้ใช้อาคารได้ เช่น ปัญหาเรื่องความร้อนจากแสงแดด การออกแบบที่ไม่สามารถทำให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่ดีได้ แต่เนื่องด้วยองค์ประกอบส่วนอื่นที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบสูงกว่า เช่น องค์ประกอบทางธุรกิจ ที่มีผลต่อการลงทุนโครงการหรือการตลาด เป็นอุปสรรคต่อการพิจารณาในการแก้ปัญหาอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายแก่ผู้ใช้อาคาร เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด การวิจัยครั้งนี้จึงพิจารณาถึงการแก้ปัญหาให้กับรูปแบบอาคารชุดพักอาศัยที่มีความนิยมก่อสร้างอยู่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร

การออกแบบอาคารชุดพักอาศัยมีด้วยกันหลายรูปแบบ สามารถแบ่งตามลักษณะทางเดินร่วมของอาคารได้ดังนี้¹.

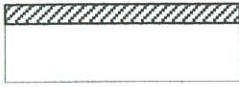


1. ทางเดินกลาง(Double Loaded Corridor, Central Corridor) หมายถึงอาคารที่มีห้องพักอาศัยทั้งสองข้างของทางเดินกลางที่เป็นแนวยาว สามารถแบ่งย่อยได้เป็นอีกหลายประเภท เช่นมีทางเดินกลางชั้น เว้นชั้น สำหรับอาคารชุดพักอาศัยขนาดใหญ่ที่มีหลายห้องนอนทำเป็น 2 หรือ 3 ชั้นใน 1ชุด เป็นต้น

1.) Harry s. Nachman, John Willey & Sons, Editors. Housing. United States of America, 1976



2. ทางเดินร่วมกลางอาคาร(Point Block Corridor) หมายถึง อาคารที่มีห้องพักอาศัยทั้ง 4 ด้านล้อมรอบทางเดินกลาง



3. ทางเดินเดี่ยว (Single Loaded Corridor, Outside Corridor) หมายถึงอาคารที่มีห้องพักอาศัยเพียงด้านเดียวของทางเดินร่วม

ในการออกแบบอาคารชุดพักอาศัยยังสามารถแบ่งตามขนาด ลักษณะ จำนวนของห้องนอนอีกด้วย เช่น ห้องชุดแบบ สตูดิโอ(Studio Type) คือห้องพักแบบที่ไม่มีการกั้นห้องย่อยต่างๆ โดยรวมส่วนนอน ส่วนนั่งเล่น ส่วนครัวและรับประทานอาหารอยู่ในห้องเดียว หรือแบบที่มีการกั้นห้องแยกเป็นส่วนๆ โดยมากมีตั้งแต่ 1 ห้องนอนเป็นต้นไป

ตารางที่ 1.1 แสดงรายชื่อและรายละเอียดของอาคารชุดพักอาศัยต่างๆในเขตกรุงเทพมหานคร

| ชื่อโครงการ | ที่ตั้ง | ลักษณะทางเดินร่วมของอาคาร | รูปแบบการวางผังอาคาร | จำนวนชั้น | จำนวนห้อง | พื้นที่ตร.ม.ต่อห้อง | ขนาดห้อง (เมตรx เมตร) | ลักษณะการจัดแปลนห้อง |
|---------------------------------|------------------|------------------------------------|----------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| 1. โชคชัยคอนโดมิเนียม | ช.โชคชัยร่วมมิตร | Double Corridor | I | 20 | 800 | 40 | 4x10 | Studio |
| 2. แฟมิลี คอนโดมิเนียม | ถ. สุทธิสาร | Double Corridor | L | 13 | 296 | 28 | 4x7 | Studio |
| | | | | | | 32 | 4x8 | Studio |
| 3. บ้านรัชโยธิน | ถ. รัชดาภิเษก | Double Corridor | L | 10 | 211 | 28 | 4x7 | Studio |
| | | | | | | 42 | 6x7 | Studio |
| | | | | | | 56 | 8x7 | 2 ห้องนอน |
| 4. เกλάสยาม คอนโดมิเนียม | ถ. ดินแดง | Double Corridor | I | 11 | 300 | 40 | 4x10 | Studio |
| 5. เต่าปูนแมนชั่น | ถ. เศษะวนิช | Double Corridor Single Corridor | H | 15 | 600 | 32 | 4x8 | Studio |
| | | | | | | 64 | 8x8 | 2 ห้องนอน |
| 6. สุขใจการ์เดนคอนโดมิเนียม | ถ. ดินแดง | Double Corridor | L | 20 | 1000 | 32 | 4x8 | Studio |
| 7. วอเตอร์ฟอร์ด เสนานิคม | ถ. พหลโยธิน | Double Corridor | U | 25 | 250 | 30 | 4x7.5 | Studio |
| | | | | | | 45 | 6x7.5 | Studio |
| 8. จรัสสินทวงศ์ คอนโดมิเนียม | ถ. จรัสสินทวงศ์ | Double Corridor | L | 15 | 216 | 40 | 4x10 | Studio |
| 9. T.V.C. คอนโดมิเนียม | ถ. รัชดาภิเษก | Double Corridor | I | 22 | 280 | 37 | 4x9.25 | Studio |
| | | | | | | 74 | 8x9.25 | 2ห้องนอน |
| 10. พรปิยะ แมนชั่น | ถ. ประชาราษฎร์ | Double Corridor | I | 19 | 450 | 32 | 4x8 | Studio |
| | | | | | | 64 | 8x8 | 2ห้องนอน |
| 11. เซ็นจูรี่พาร์ค คอนโดมิเนียม | ถ. วิภาวดีรังสิต | Point Block Corridor | สี่เหลี่ยมทรงสูง | 9 | 108 | 48 | 6x8 | Studio |

ตารางที่ 1.1(ต่อ)

| ชื่อโครงการ | ที่ตั้ง | ลักษณะทาง เดินร่วมของ อาคาร | รูปแบบการวาง ผังอาคาร | จำนวนชั้น | จำนวนห้อง | พื้นที่ ตร.ม. ต่อ ห้อง | ขนาด ห้อง (เมตรx เมตร) | ลักษณะ การจัด แปลน ห้อง |
|---------------------------------|------------------|------------------------------------|---|-----------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 12. บ้านสวนธน รัชดาภิเษก | ถ. รัชดาภิเษก | Point Block Corridor | ลิ เลีย ม ท ร ง ส ู ง | 8 | 256 | 50 | 6.2x8 | 1ห้องนอน |
| 13. อาคารชุดสหกรณ์ เคหะ สถาน | ถ. เทอดดำริ | Double Corridor | I | 20 | 250 | 36 48 64 | 4x9 6x8 8x8 | Studio 1ห้องนอน 2ห้องนอน |
| 14. สุภัทรา คอนโดมิเนียม | ถ. สาธุประดิษฐ์ | Double Corridor | I | 13 | 160 | 32 | 4x8 | Studio |
| 15. ศุภวรรณ คอนโดมิเนียม | ถ. สามเสน | Single Corridor | ตัว O มีคอร์ด กลาง | 7 | 137 | 33 56 | 4.1x8 7x8 | Studio 2ห้องนอน |
| 16. เรดซีเดนซีไฮน์ | ถ. สุทธิสาร | Point Block Corridor | ห้า แฉ ก ท ร ง ส ู ง | 18 | 137 | 34 | 4x8.5 | Studio |
| 17. สารินเพลส | ถ. รัชดาภิเษก | Double Corridor | | 30 | | 45.5 | 3.5x13 | Studio |
| 18. บางแคคอนโดทาวน์ | ถ. เพชรเกษม | Double Corridor | | 21 | | 34.8 | 4x8.70 | Studio |
| 19. เดอะเนชั่นลอลเพลส | ถ. พหลโยธิน | Double Corridor | | 34 | | 39.6 60 66 | 4x9.90 6x10 6x11 | Studio 1ห้องนอน 2ห้องนอน |
| 20. ปทุมคอนโดเพลส | จ. ปทุมธานี | Double Corridor | | 5 | | 28 | 4x7 | Studio |
| 21. อาคารพักอาศัย | ช. เสนานิคม | Double Corridor | | 28 | | 36 | 4.5x8 | Studio |
| 22. ร่วมศิริมิตรทาวเวอร์ | ถ. วิภาวดีรังสิต | Single Corridor | | 12 | | 30 52 | 4x7.50 4x13 | Studio 1ห้องนอน |
| 23. อารินทร์เจ้าพระยา | ถ. สนามบินน้ำ | Double Corridor | | 18 | | 34 44 | 4x8.50 5.50x8 | Studio 1ห้องนอน |
| 24. รัชกาลคอนโดทาวน์ | ถ. ประชาชื่น | Double Corridor | | 7 | | 32 | 4x8 | Studio |
| 25. ราณีเพลส | ถ. สตรีวิทยา 2 | Double Corridor | | 8 | | 35.6 | 5.4x6.6 | Studio |
| 26. ประตูน้ำคอมเพล็กซ์ | ถ. ประตูน้ำ | Double Corridor | | 39 | | 40.5 | 4.50x9 | Studio |
| 27. บ้านบางขุนนท์ | เขต บางกอกน้อย | Double Corridor | | 9 | | 29.25 | 4.5x6.5 | Studio |
| 28. ลักกี้สตาร์คอนโด | เขต จตุจักร | Double Corridor | | 9 | | 30 | 3x10 | Studio |
| 29. อ่อนนุช เพลส | ถ. สุขุมวิท 77 | Single Corridor | | 8 | | 32 | 4x8 | Studio |
| 30. ทรีพีแคว์คอนโดฯ | ถ. ห้วยขวาง | Double Corridor | | 25 | | 32 | 4x8 | Studio |
| 31. รัชดาพาวลิเลียน | ถ. รัชดาภิเษก | Double Corridor Single Corridor | | 27 | | 55 | 5x11 | Studio |
| 32. คอมม่อนเวลท์ปิ่นเกล้า | ถ. จรัลสนิทวงศ์ | Double Corridor | | 23 | | 32 | 4x8 | Studio |
| 33. พฤษาสิริคอนโดทาวน์ | | Single Corridor | | 8 | | 44 | 4x11 | Studio |

ตารางที่ 1.1(ต่อ)

| ชื่อโครงการ | ที่ตั้ง | ลักษณะทางเดินร่วมของอาคาร | รูปแบบการวางผังอาคาร | จำนวนชั้น | จำนวนห้อง | พื้นที่ตร.ม.ต่อห้อง | ขนาดห้อง (เมตรx เมตร) | ลักษณะการจัดแปลนห้อง |
|------------------------|------------------|---------------------------|----------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| 34. เลิศอุบลคอนโดเทล | ถ. ลาดพร้าว 71 | Double Corridor | | 25 | | 35.2 | 4x8.80 | Studio |
| 35. ถนนมิตรภาพพาร์ค | ถ. รามอินทรา | Double Corridor | L | 8 | 200 | 28 | 4x7 | Studio |
| 36. โดมอนท์ | หลังเมืองเอก | Double Corridor | I | 9 | 160 | 42 | 4x10.5 | Studio |
| 37. เอกภาคฮอาร์ทเมนท์ | ถ. พหลโยธิน | Double Corridor | I | 6 | 180 | 32.5 | 4.5x7.5 | Studio |
| 38. นีรันดร์เรสซิเดนซ์ | ช. สุภาพงษ์3 | Double Corridor | I | 9 | 182 | 33 | 4x8.25 | Studio |
| 39. หอพักม.รังสิต | ถ. พหลโยธิน | Double Corridor | I | 9 | 250 | 31.5 | 4.5x7 | Studio |
| 40. สิริินทร์ แมนชั่น | ถ. รังสิตนครนายก | Double Corridor | I | 4 | 64 | 22 | 4x5.5 | Studio |

ที่มา : จากการสำรวจของผู้จัดทำวิทยานิพนธ์เองบางส่วนและ

สมสกุล จีระศิลป์. “แนวทางการจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคารชุดพักอาศัย” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541.

ศุภกิจ สดสี. “การออกแบบเปลือกอาคารชุดพักอาศัยเพื่อลดค่าความร้อนเข้าสู่อาคาร” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2540.

จากการเก็บและรวบรวมข้อมูลของอาคารชุดพักอาศัยตัวอย่าง 40 โครงการ พบว่าการวางผังอาคารพักอาศัยกรณีศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 แบบดังนี้

| | | |
|---|----|---------|
| แบบ Double Loaded Corridor | 31 | โครงการ |
| แบบ Single Loaded Corridor | 4 | โครงการ |
| แบบผสมระหว่าง Double Loaded Corridor และ Single Loaded Corridor | 2 | โครงการ |
| แบบ Point Block Corridor | 3 | โครงการ |

จากการรวบรวมอาคารตัวอย่างข้างต้นจะพบว่า มีการออกแบบพื้นที่ใช้สอยแบบทางเดินกลาง (Double Loaded Corridor) มากที่สุดถึง 77.5 % ทั้งนี้อาจด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น การประหยัดงบประมาณในการก่อสร้าง เพื่อการใช้พื้นที่ให้คุ้มค่าหรือ ด้วยเหตุผลอื่น ๆ ก็ตาม การออกแบบเช่นนี้ถึงแม้จะมีข้อดีอยู่บ้าง แต่ก็มีข้อเสียอยู่หลายประการ เช่น ในบริเวณทางเดินกลางไม่สามารถนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้เต็มที่ อีกทั้งบริเวณห้องทั้งสองด้านไม่มีการระบายอากาศแบบทะลุผ่าน (through ventilation) ที่ดีอีกด้วย ข้อเสียที่กล่าวมานี้เป็นสาเหตุหลักในการทำให้อาคารที่มีการออกแบบในประเภทดังกล่าว มีความสิ้นเปลืองในการใช้พลังงานในการปรับอากาศ และแสงสว่างมาก เนื่องจาก

จะต้องใช้แสงประดิษฐ์เกือบตลอด 24 ชั่วโมง ในบริเวณทางเดินกลาง และยังคงมีการใช้ระบบปรับอากาศมาช่วยในการทำความเย็นเกือบตลอดเวลาโดยสถาปนิกส่วนใหญ่มักจะเลือกใช้ ฉม และ แสงธรรมชาติ มาช่วยในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับอาคารพักอาศัยที่ออกแบบประเภททางเดินกลาง (Double Loaded Corridor) โดยเฉพาะอาคารที่มีห้องชุดพักอาศัยแบบสตูดิโอ(Studio Type)เพราะเนื่องจากพื้นที่ในแต่ละชุดมีขนาดเล็ก แต่ยังคงมีความครบถ้วนในองค์ประกอบของพื้นที่ใช้สอย จึงเป็นการยากในการออกแบบให้มีการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติที่ดีพอ

การออกแบบที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ(Natural Ventilation)ที่ดี เป็นการช่วยในการลดภาระในการทำความเย็นที่เกินความจำเป็นลงได้อย่างมาก ทำให้เป็นการประหยัดพลังงาน แต่ก็เป็นการออกแบบที่ค่อนข้างยากที่จะให้มีการ ระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ(Natural ventilation)ที่ดี เนื่องจากอาคารประเภทนี้ห้องทั้งสองข้างมัก มีช่องเปิด เพียงด้านเดียว หรือบางอาคาร ได้ออกแบบให้มีเปิดช่องเปิดทั้งสองด้านแต่ผู้ใช้สอยมักไม่เปิดช่องเปิดด้านในบริเวณที่ติดกับผนังทางเดินกลางเพราะทำให้ขาดความเป็นส่วนตัว เช่นเดียวกับ การนำแสงธรรมชาติมาใช้ให้แสงสว่างแก่อาคาร ทำให้สามารถประหยัดพลังงานที่ใช้ในส่วนแสงประดิษฐ์ลงได้ ส่วนการใช้เครื่องปรับอากาศ และแสงประดิษฐ์มาใช้เพียงอย่างเดียวเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ และเป็นการใช้พลังงานอย่าง ไม่คุ้มค่า สิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อนำเสนอรูปแบบในการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภททางเดินกลาง(Double Loaded Corridor) แบบสตูดิโอ(Studio Type) โดยมุ่งเน้นให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่ดีทั้งสองด้านของพื้นที่ใช้สอยบริเวณทางเดินกลาง(corridor) เพื่อให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบายขึ้นด้วยลมจากธรรมชาติ เป็นผลให้เกิดการลดชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศให้น้อยที่สุด หรือ ไม่ใช้เลย ทำให้เกิดการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

การจัดองค์ประกอบของหน่วยพักอาศัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นขนาดและตำแหน่งห้องน้ำ ขนาด และตำแหน่งระเบียง ขนาดและตำแหน่งในการเจาะช่องลมเข้าและช่องลมออก รูปแบบและวัสดุ อุปกรณ์บังแดด รูปแบบและวัสดุที่ใช้สำหรับช่องเปิดต่างๆ การออกแบบลักษณะ สี และวัสดุที่ใช้ในการทำฝ้าเพดาน ผนัง และผนัง รูปแบบเครื่องเรือนที่จำเป็นในการใช้สำหรับอาคารชุดพักอาศัย นอกจากจะต้องให้สัมพันธ์กับประโยชน์การใช้สอยและสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารแล้วยังมีผลต่อการไหลเวียนของอากาศเพื่อช่วยในการปรับสภาพภูมิอากาศให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกถึงความสบาย

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จะเป็นการนำเสนอศักยภาพการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติของอาคารพักอาศัยประเภททางเดินกลาง(Double Loaded Corridor) แบบสตูดิโอ(Studio type) โดยมีขอบเขตดังนี้

- 1.4.1 ศึกษาถึงปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นกับอาคารพักอาศัยประเภททางเดินกลาง(Double Loaded Corridor) แบบสตูดิโอ(Studio type) เพื่อหาแนวทางแก้ไข
- 1.4.2 ทำการศึกษาทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมของอาคารพักอาศัยประเภททางเดินกลาง(Double Loaded Corridor) แบบสตูดิโอ(Studio type) แบบต่างๆเพื่อทำการเปรียบเทียบหาค่าศักยภาพในการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติที่เหมาะสมที่สุด
- 1.4.3 ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพลักษณะและทิศทางการเคลื่อนที่ของลมจากหุ่นจำลองโดยใช้เครื่องทดสอบโต๊ะน้ำ(Water Table)
- 1.4.4 ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพความเร็วลม(Wind Velocity) เพื่อเปรียบเทียบกับความเร็วลมของรูปแบบที่นิยมทำกันโดยทั่วไป โดยการทดสอบจากหุ่นจำลองกับเครื่องทดสอบอุโมงค์ลม(Wind Tunnel)
- 1.4.5 การวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาเฉพาะส่วนพักอาศัยเท่านั้น เนื่องจากพื้นที่ใช้สอยส่วนอื่นๆ ของอาคารพักอาศัยมีรูปแบบการใช้พื้นที่ที่ไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางธุรกิจของโครงการ
- 1.4.6 ในการออกแบบ จะศึกษาถึงรายละเอียดของผนัง ขนาดของระเบียง อุปกรณ์บังแดด ขนาดของช่องเปิด การใช้วัสดุ สี และการระบายอากาศเพื่อทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดภาวะน่าสบายมากที่สุด

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาทฤษฎีและวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการออกแบบ ระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับอาคาร
- 1.5.2 ศึกษาสภาพภูมิอากาศ และสภาวะสบายในเขต กรุงเทพมหานคร
- 1.5.3 สำรวจและรวบรวมข้อมูลปัญหาจากอาคารชุดพักอาศัยประเภททางเดินกลาง(Double Loaded Corridor) แบบสตูดิโอ(Studio type)
- 1.5.4 ศึกษาถึงช่วงเวลาและพฤติกรรมในการดำเนินชีวิตของผู้ใช้อาคาร
- 1.5.5 นำข้อมูลจากข้อ 1.5.1-1.5.4 มาวิเคราะห์สรุปเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา

- 1.5.6 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา จัดทำหุ่นจำลองและทำการทดสอบเพื่อดูลักษณะและทิศทางการเคลื่อนที่ของลมกับเครื่องทดสอบโต๊ะน้ำ(Water table) และ สรุปผลการทดสอบเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ เพื่อนำไปทดสอบหาความเร็วลมในส่วนต่างๆของห้องชุดพักอาศัยกับเครื่องอุโมงค์ลม(Wind Tunnel)
- 1.5.7 เสนอแนวทางการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภททางเดินกลาง(Double Loaded Corridor) แบบสตูดิโอ(Studio type) เพื่อให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ
- 1.5.8 สรุปผลการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยครั้งนี้คาดว่าจะสามารถเสนอศักยภาพในการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับอาคารพักอาศัยประเภททางเดินกลาง(Double Loaded Corridor)แบบสตูดิโอ(Studio type) เพื่อช่วยปรับสภาพภูมิอากาศให้อยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบาย และยังเป็น การช่วยในการลดภาระในการทำความเย็นที่เกินความจำเป็นลงได้ ทำให้เป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

1.7 ข้อจำกัดในการทำวิทยานิพนธ์

อาคารประเภททางเดินกลาง(Double Loaded Corridor) แบบสตูดิโอ(Studio type) โดยส่วนมากไม่สามารถนำแสงธรรมชาติ (Daylighting) มาใช้ได้เต็มที่ อีกทั้งยังไม่มี การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ(Natural Ventilation)ที่ดีพอ แต่ก็เป็น การยากที่จะทำให้อาคารประเภทนี้สามารถใช้ระบบทางธรรมชาติมาใช้โดยไม่พึ่งระบบอื่นๆตลอดทั้งปี ด้วยสาเหตุจากสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร ที่มีบางช่วงอยู่เหนือสภาวะน่าสบายมาก ฉะนั้นการวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงการนำเสนอศักยภาพในการนำระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่อาคารพักอาศัยประเภททางเดินกลาง(Double Loaded Corridor) แบบสตูดิโอ(Studio type)

ในการวิจัยนี้ เป็นการวิจัยโดยมิได้คำนึงถึงปัจจัยจากสภาพแวดล้อม และอาคารข้างเคียง ความสูงของอาคาร และพื้นที่ตั้งโครงการ เพราะในการออกแบบแต่ละโครงการย่อมมีปัจจัยหลายด้านที่มีความแตกต่างกัน แม้กระทั่งความสูงของอาคารก็มีผลต่อความเร็วลมที่แตกต่างกัน ในระดับที่สูงกว่ามักจะมีความเร็วลมมากกว่าในระดับที่ต่ำกว่า ดังนั้นในการทดลองในงานวิจัยนี้จึงทำการทดลองหาค่าความเร็วลม ตำแหน่งต่างๆ และแปลงผลเป็น % เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการเคลื่อนที่และความเร็วลม ของแบบทั่วไป กับแบบที่ได้รับการออกแบบปรับปรุง

บทที่ 2

ทฤษฎี และการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

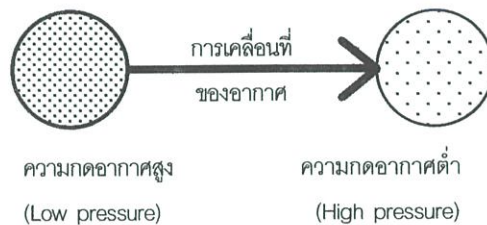
2.1 กระแสลมและการระบายอากาศ

2.1.1 กระแสลม (Air Flow)

คือ อากาศที่เคลื่อนไหวจากบริเวณหนึ่งสู่อีกบริเวณหนึ่งผ่านร่างกาย ช่วยให้ร่างกายถ่ายเทความร้อนได้เร็วขึ้นและเพิ่มความสบาย

การเกิดกระแสลมหรือการเคลื่อนไหวของอากาศทั่วไปเกิดขึ้นได้จาก

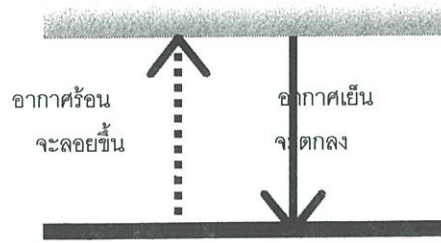
1. ความแตกต่างของความกดอากาศ การเคลื่อนที่ของอากาศจะเคลื่อนที่จากความกดอากาศสูงไปหา ความกดอากาศต่ำ อาคารที่มีแต่ทางลมเข้าจะมีการเคลื่อนที่ของอากาศภายในอาคารน้อยมาก เนื่องจากไม่มีทางให้ลมออก ทำให้เกิดความกดอากาศสูงภายในอาคาร บริเวณที่เกิดความกดอากาศต่ำจะอยู่บริเวณหลังที่กำบังลมที่ลมไม่สามารถพัดผ่านโดยตรง ด้วยหลักการนี้ การวางตำแหน่งและทิศทางของอาคารทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่ำต่อเนื่องกัน จะทำให้เกิดกระแสลมช่วยระบายอากาศเพื่อลดความร้อนภายในอาคาร



ภาพที่ 2.1 แสดงการเคลื่อนที่ของอากาศจากลมไม่สามารถพัดผ่านโดยตรง ด้วยหลักการนี้การวางตำแหน่งและทิศ

2. ความแตกต่างของอุณหภูมิ จากหลักการทั่วไปเมื่ออากาศได้รับความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้อากาศขยายตัว และมีมวลเบาบาง จึงลอยตัวสูงขึ้นจึงทำให้อากาศเย็นเคลื่อนเข้ามาแทนที่เป็นการเคลื่อนไหวของอากาศซึ่งหลักการนี้เห็นได้ชัดจากการเกิดลมบก-ลมทะเล

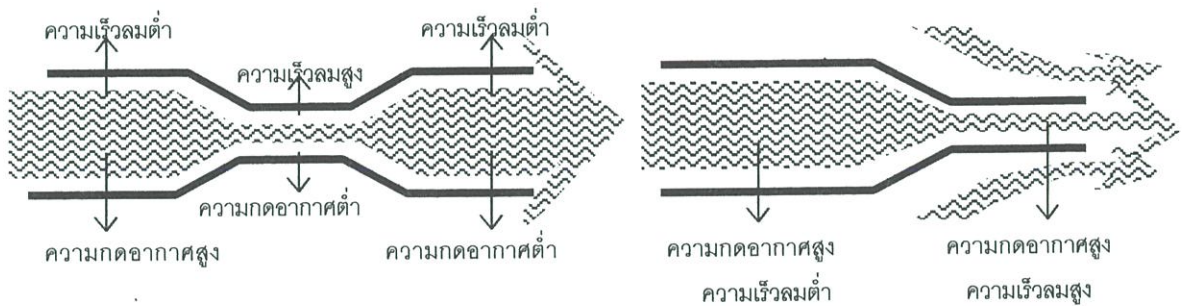
ความแตกต่างทั้ง 2 กรณีนี้สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศได้ หรืออาจขัดแย้งกันก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพบรรยากาศของท้องถิ่น และสภาพแวดล้อม ความแตกต่างของอุณหภูมิเป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศเหมือนกัน แต่จะเกิดเป็นส่วนน้อย กระแสลมจึงเกิดจากบริเวณความกดอากาศที่ต่างกันมากกว่าอุณหภูมิที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 2.2 แสดงการเคลื่อนที่ของอากาศจากความแตกต่างของอุณหภูมิ



ภาพที่ 2.3 แสดงถึงอากาศเย็นจะเคลื่อนเข้าแทนที่อากาศร้อน ทำให้อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้น

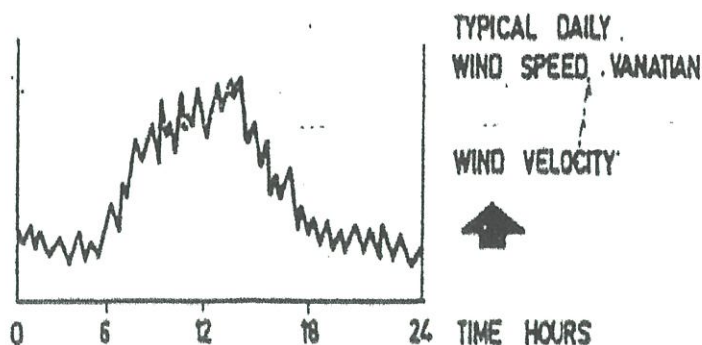


ภาพที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ของความกดอากาศกับความเร็วลม

การเปลี่ยนแปลงของลมในแต่ละชั่วโมงใน 1 วัน

(Diurnal changes in air movement)

ในเวลากลางวัน ดินจะคลายความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ อากาศในบริเวณใกล้พื้นดิน เมื่อได้รับความร้อนจากพื้นดินจะลอยตัวขึ้นสูงผสมกับอากาศในระดับสูง อากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ ทำให้ความเร็วของลมเพิ่มขึ้น ในเวลากลางคืนอากาศบริเวณใกล้พื้นดินจะเย็น ไม่ลอยตัวขึ้นสูง แรงลมในระดับต่ำจะลดลง



แผนภูมิที่ 2.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกระแสลม แต่ละชั่วโมงใน 1 วัน

ปัจจุบันมีอาคารสูงๆ เพิ่มมากขึ้น แรงลมจึงมีส่วนสำคัญเพราะเมื่อความสูงเพิ่มแรงลมก็เพิ่มมากขึ้น การออกแบบอาคารสูงจึงต้องคำนึงถึงรูปทรงอาคาร โครงสร้างและการเลือกใช้วัสดุ สำหรับเป็นส่วนประกอบภายนอกอาคารให้สามารถต้านทานแรงลม

ความขรุขระของพื้นโลกเป็นเครื่องถ่วงให้กำลังลมลดลง จากการทดลองวัดแรงลม Anemometers ที่ระดับสูง 10 เมตร ซึ่งเป็นมาตรฐานของนานาชาติสามารถทราบได้ว่า ความเร็วลมจะเปลี่ยนไป 1/7 สำหรับเมืองที่ราบโล่ง ถึง 1/2 สำหรับเมืองใหญ่

การเปลี่ยนอัตราแรงลม (Wind gradient)

แรงลมในระดับต่ำจะช้าลงโดยผิวที่ขรุขระ แรงลมจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับสูงขึ้นไป การเปลี่ยนความเร็วของลมสัมพันธ์กับความสูง และสภาพภูมิประเทศนี้ ได้มีการจำลองสมการเพื่อเปรียบเทียบหาความเร็วลม ณ ตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าความเร็วลมโดยมีสมการเรียกว่า Power Law ดังนี้

$$V_z = VG (Z/ZG)^\alpha$$

โดยที่ V_z = ความเร็วลม ณ ความสูง Z (กม./ชม.)

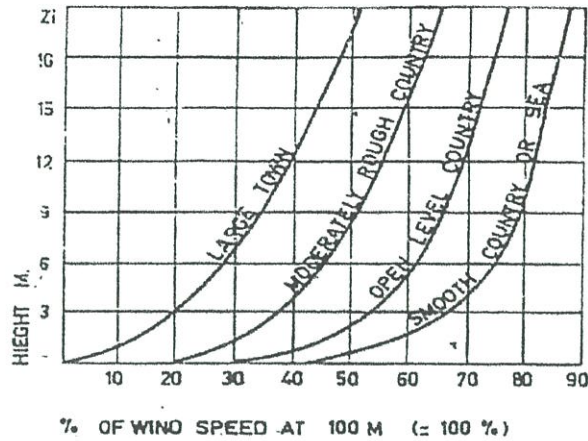
VG = Gradient Velocity (กม./ชม.)

Z = ความสูงจากผิวพื้นถึงจุด Z (ม.)

ZG = Gradient Height (ม.)

α = ดัชนีความเสียดทานที่พื้นผิว

ได้มีการศึกษา และกำหนดค่าความสูง Gradient Height ตามสภาพภูมิประเทศ รวมทั้งค่าดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิวดังนี้



แผนภูมิที่ 2.2 แสดงการเปลี่ยนอัตราแรงลมที่ความสูงระดับต่างๆ

ตารางที่ 2.1 ค่าความสูง Gradient Height และค่าดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิว

| | ZG | α |
|---------------------|-----|----------|
| ทะเลโล่ง ทะเลทราย | 250 | 0.11 |
| ชนบท พุ่มนา | 275 | 0.16 |
| เมืองเล็ก เมืองใหญ่ | 396 | 0.28 |
| ศูนย์กลางเมือง | 518 | 0.4 |

การระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติภายในอาคาร จะขึ้นอยู่กับความเร็วลมโดยรอบอาคารด้วย ดังนั้นการออกแบบการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติแก่ภายในอาคาร จึงจำเป็นต้องรู้ความเร็วลมโดยเฉลี่ยที่อยู่รอบอาคาร โดยคำนวณได้จากสูตร Power law ดังตัวอย่างต่อไปนี้ เช่น สถานีตรวจอากาศวัดความเร็วลมได้ที่ 3.2 กม./ชม. ที่ความสูง 21.3 ม. ที่ตั้งอยู่ในทุ่งโล่ง ฉะนั้นเราสามารถหา Gradient Velocity (VG) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad V_z &= VG (Z/ZG)^\alpha \\
 VG &= V_z / (Z/ZG)^\alpha \\
 &= 3.2 / (21.3/274)^{0.16} \\
 &= 4.8 \text{ กม./ชม.}
 \end{aligned}$$

ถ้าอยู่ในท้องถื่นเดียวกัน Gradient velocity (VG) จะมีค่าเท่ากัน เพียงแต่มีค่า Gradient height (ZG) ต่างกัน ดังนั้นเราสามารถทราบความเร็วที่ระดับความสูงต่างๆ ที่ใจกลางเมืองโดยแทนค่ากลับเข้าไปในสูตร Power law

$$V_z = VG (Z/ZG)^\alpha$$

$$V_z = 4.8 / (Z/518)^{0.4}$$

| | | |
|------------------------|-----------|--------------|
| ซึ่งจะได้ผลออกมาดังนี้ | Z = 10 ม. | Vz = 0.99 ม. |
| | Z = 20 ม. | Vz = 1.31 ม. |
| | Z = 30 ม. | Vz = 1.54 ม. |
| | Z = 40 ม. | Vz = 1.72 ม. |
| | Z = 50 ม. | Vz = 1.88 ม. |

ซึ่งจะเห็นได้ว่าอาคารยังมีความสูงมาก ยิ่งมีความเร็วลมมาก แต่ถ้าความเร็วลมมากเกินไปก็ไม่เกิดประโยชน์ให้คนรู้สึกสบาย แต่กลับมีผลเสียทำให้สิ่งของปลิว ความเร็วลมที่ทำให้คนสัมผัสรู้สึกสบายจะมีความเร็วลมระหว่าง 1.6- 3.33 ม./วินาที หรือประมาณ 0.44 – 0.92 กม./ชม.

ตารางที่ 2.2 ผลกระทบกับความรู้สึกของมนุษย์ต่อความเร็วลมต่างๆ¹

| ความเร็วลม(เมตร/ชั่วโมง)(mph) | ผลกระทบกับความรู้สึกของมนุษย์ |
|-------------------------------|--|
| 0 – 2 | ไม่ค่อยรู้สึกว่ามีลม |
| 2 – 10 | รู้สึกว่าลมกระทบหน้า ทำให้ผมปลิว |
| 10 – 20 | ฝุ่นฟุ้ง กระดาษปลิว ทำให้ผมและเสื้อผ้าปลิว |
| 20 – 25 | รู้สึกเหมือนมีแรงลมมากกระทบร่างกาย |
| 25 – 30 | ลมแรง ยากต่อการกางร่ม |
| 30 – 55 | ยากต่อการเดิน เหมือนถูกตีด้วยลม มีพายุ |
| 55 – 100 | เกิดพายุเฮอริเคน อันตรายต่อคน และโครงสร้าง |
| 100 ขึ้นไป | เกิดพายุเทอนาโด อันตรายต่อคนและโครงสร้างอย่างร้ายแรง |

กระแสลมอิสระ

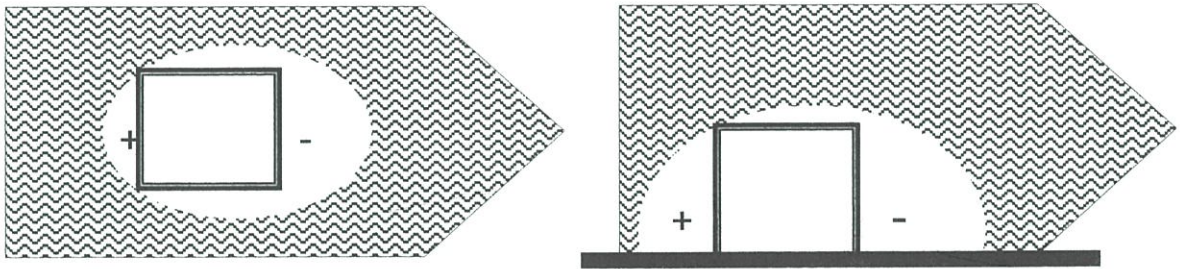
คือกระแสลมที่พัดสูงจากพื้นดิน 1000 ฟุต หรือประมาณ 330 เมตรลมจะพัดได้เต็มที่
ไม่มีความฝืดจากพื้นดินที่ทำให้ความเร็วลมลดน้อยลงมาเกี่ยวข้อง

¹ M.David Egan, Concepts in thermal comfort. page 40

2.1.2 การระบายอากาศ (Ventilation)

คือการเอาอากาศเก่าภายในห้องออกไป และมีอากาศใหม่ซึ่งสดชื่นกว่ามาแทนที่ เมื่อลมพัดผ่านอาคารมันจะพัดโอบรอบอาคาร ทำให้เกิดเป็นความกดอากาศสูง และต่ำ เขตที่มีความกดอากาศสูง คือส่วนที่ปะทะลม ส่วนที่มีความกดอากาศต่ำซึ่งอาจจะเรียกว่า Wind shadow คือลมในเขตด้านหลัง ซึ่งบริเวณความกดอากาศต่ำนี้จะมีเนื้อที่ค่อยๆ น้อยลงตามระยะห่าง เนื่องจากอากาศค่อยๆ เข้ามา แทนที่

เพื่อที่จะให้เกิดการถ่ายเทของอากาศ ต้องออกแบบให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูง และความกดอากาศต่ำต่อเนื่องกันที่สำคัญคือต้องมีช่องทางเข้าบริเวณความกดอากาศสูงและ ช่องทางออกบริเวณความกดอากาศต่ำ



ภาพที่ 2.5 แสดงความกดอากาศที่กระทำกับอาคาร

อัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความดัน และประสิทธิภาพของการเปิดช่องให้อากาศไหลเข้าออก

อัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศ เมื่อความเร็วลมสม่ำเสมอ มีสูตรดังนี้

$$Q = k \times A \times V$$

ซึ่ง Q = อัตราการไหลของอากาศ ฟุต³/ชม. (ft³/hr)

k = ค่าของตัวเลขที่เปลี่ยนไปตามอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ช่องลมเข้าและออก(ตาราง 2.3)

A = ขนาดของทางเปิดเข้า ฟุต² (ft²)

V = ความเร็วลม ฟุต/ชม (ft/hr).

ตารางที่ 2.3 ค่าตัวเลขที่เปลี่ยนไปตามอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ช่องลมเข้าและออก

| พื้นที่ช่องทางเข้า : พื้นที่ช่องทางออก | ค่าของตัวแทนค่า (k) |
|--|---------------------|
| 1 : 1 | 3150 |
| 2 : 1 | 4000 |
| 3 : 1 | 4250 |
| 4 : 1 | 4350 |
| 5 : 1 | 4400 |
| 3 : 4 | 2700 |
| 1 : 2 | 2000 |
| 1 : 4 | 1100 |

การออกแบบอาคารในเขตร้อนชื้น ถ้าไม่ใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มาช่วยเช่นพัดลม เครื่องปรับอากาศ ก็ต้องคำนึงถึงการถ่ายเทอากาศตามวิถีธรรมชาติให้มากที่สุด และให้มีลมพัดผ่านเข้ามาในห้องโดยรอบร่างกายผู้ที่อยู่อาศัย เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ร่างกาย ทำให้ได้รับอากาศบริสุทธิ์จากภายในห้อง ช่วยลดความร้อนและความชื้น ประเทศในเขตอบอุ่นก็ต้องการกระแสลมในหน้าร้อนเช่นเดียวกัน การออกแบบให้ตัวอาคารได้รับลมมากจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบาย

2.2 หลักการวางอาคาร

2.2.1 หลักการวางอาคารแบบ SOL-AIR ORIENTATION²

เกิดจากการพบว่าอุณหภูมิอากาศกับการแผ่รังสี ร่วมกันทำให้เกิดผลทางด้านความร้อนกับร่างกาย การวิเคราะห์หา SOL-AIR ORIENTATION นำไปสู่การควบคุมสภาพบรรยากาศให้อยู่ในขอบเขตสบาย

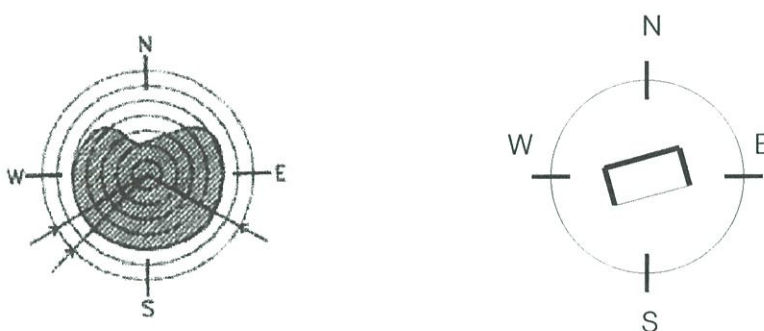
ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันออกไปตามฤดูกาลและตำแหน่งของแต่ละท้องถิ่น เมื่ออุณหภูมิทั่วไปในท้องถิ่นต่ำควรวางอาคารให้ได้รับการแผ่รังสีมากที่สุด เมื่ออุณหภูมิทั่วไปในท้องถิ่นมีค่าสูงควรวางอาคารให้ได้รับการแผ่รังสีน้อยที่สุด

² สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 2541

ในการวิเคราะห์การวางอาคารแบบ SOL-AIR ORIENTATION ทำโดยการพล็อตค่าการแผ่รังสีรวม โดยการใช้เครื่องมือเก็บข้อมูลการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในพื้นที่ที่ทำการออกแบบ การพล็อตกราฟค่าลงในตารางวงกลมเป็นชั้นๆ แสดงปริมาณการแผ่รังสีความร้อนรวมลงในตารางดังนี้

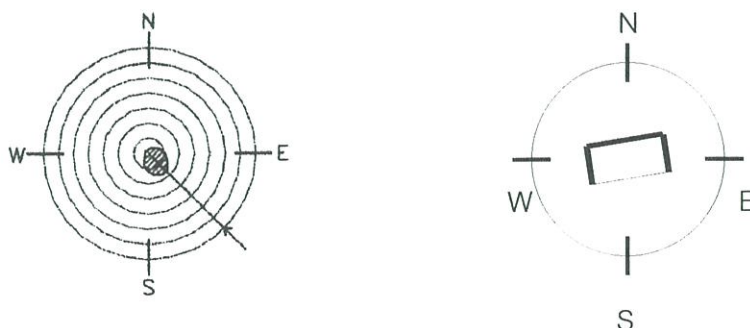
1. ค่าปริมาณการแผ่รังสีความร้อนรวม(TOTAL RADIATION)ที่ได้จากในฤดูหนาว เป็นค่าที่อ่านได้จากผนังทางแนวตั้งทุกๆทิศทางของอาคารรวมกัน ในขณะที่เกิดความเย็นวิกฤติ (UNDERHEATED PERIOD)
2. ค่าปริมาณการแผ่รังสีความร้อนรวม(TOTAL RADIATION)ที่ได้จากในฤดูร้อน เป็นค่าที่อ่านได้จากผนังทางแนวตั้งทุกๆทิศทางของอาคารรวมกัน ในขณะที่เกิดความร้อนวิกฤติ (OVERHEATED PERIOD)

การพิจารณาข้อที่ 1 ในขณะที่เกิดสภาวะร้อนจัด(OVERHEATED PERIOD) โดยเฉพาะในฤดูร้อนดังแผนภูมิ อาคารจะต้องหันด้านเปิดของอาคารหนีทิศทางที่มีการแผ่รังสีความร้อนมากที่สุด



แผนภูมิที่ 2.3 แสดงทิศทาง การแผ่รังสีความร้อนและการวางอาคารหนีทิศทางที่มีการแผ่รังสีความร้อนในขณะสภาวะร้อนจัด

การพิจารณาข้อที่ 2 ในขณะที่เกิดสภาวะหนาวเย็น(UNDERHEATED PERIOD) โดยเฉพาะในฤดูหนาวดังแผนภูมิ อาคารจะต้องหันด้านเปิดของอาคารเข้าหาทิศทางที่มีการแผ่รังสีความร้อนมากที่สุด



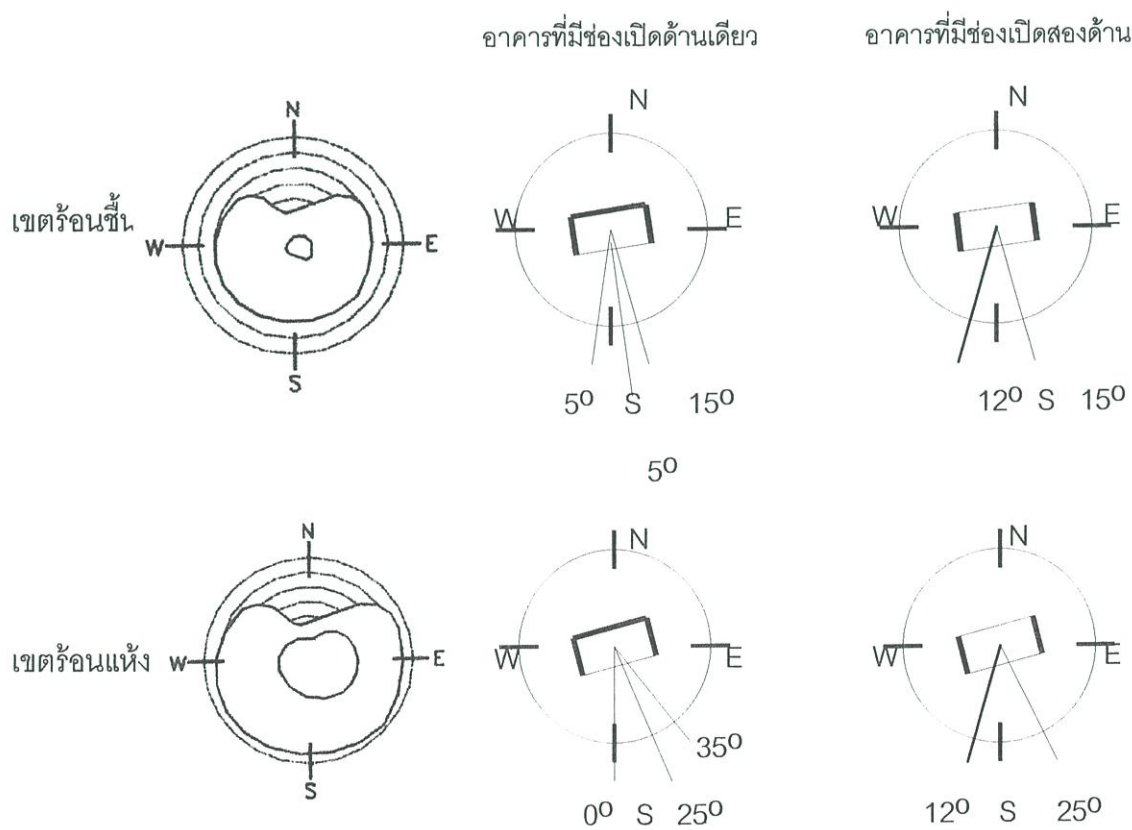
แผนภูมิที่ 2.4 แสดงทิศทาง การแผ่รังสีความร้อนและการวางอาคารเข้าหาทิศทางที่มีการแผ่รังสีความร้อนในขณะสภาวะหนาวเย็น

แต่ในการโคจรของดวงอาทิตย์บังคับให้ไม่สามารถหันทิศทางอาคารหนีได้มากนัก ทั้งนี้เพราะถ้าหันทิศทางหนีมากเกินไป อาคารที่มีการเปิดทิศทางทั้งสองด้าน เพื่อรับกระแสลม และแสงสว่าง จะกลับต้องได้รับความร้อนเพิ่ม เนื่องจากการทะลุผ่านของรังสีความร้อน

ดังนั้นค่าการพิจารณาตำแหน่งการวางอาคารแบบ SOL- AIR ORIENTATION ของอาคารในเขตร้อนชื้น และร้อนแห้งโดยทั่วไปจึงปรากฏได้ดังนี้

ในเขตร้อนชื้น อาคารมีตำแหน่งการวางทิศทางเบี่ยง (AZIMUTH หรือ BEARING ANGLE) จากทิศใต้ 5 องศาไปทางตะวันออก หรือมีแนวการแกว่งอยู่ในช่วง 5 องศาไปทางทิศตะวันตกไปถึง 15 องศาทางทิศตะวันออกสำหรับอาคารที่มีช่องเปิดด้านเดียว และมีแนวแกว่งอยู่ในช่วง 12 องศา ไปทางทิศตะวันตกไปถึง 15 องศาทางทิศตะวันออก สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดสองด้าน

ในเขตร้อนแห้ง อาคารมีตำแหน่งการวางทิศทางเบี่ยง (AZIMUTH หรือ BEARING ANGLE) จากทิศใต้ 25 องศาไปทางตะวันออก หรือมีแนวการแกว่ง จากทิศใต้ไปจนถึง 35 องศาไปทางทิศตะวันออก สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดด้านเดียว และมีแนวแกว่งอยู่ในช่วง 12 องศา ไปทางทิศตะวันตกไปถึง 25 ทางทิศตะวันออก สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดสองด้าน



แผนภูมิที่ 2.5 การวางอาคารแบบ SOL-AIR APPROCH ของเขตร้อนแห้งและร้อนชื้น

2.2.2 การวางอาคารในเขตร้อน - ชื้น

1. พิจารณาตามหลัก SOL- AIR METHOD

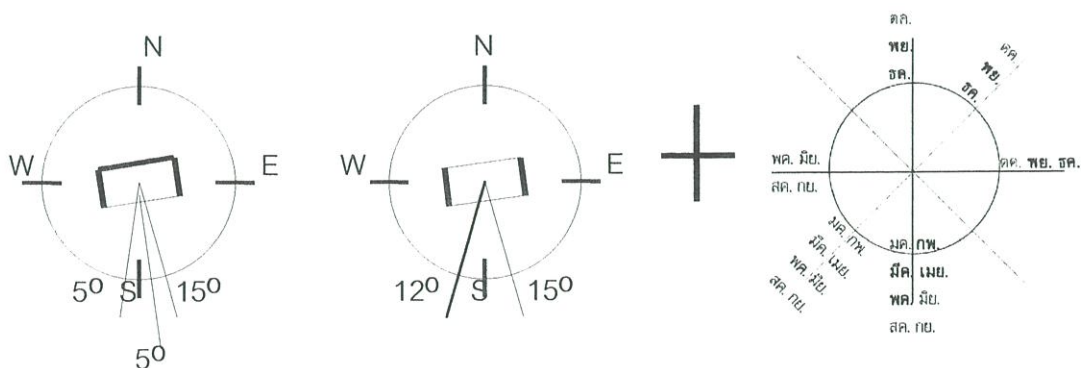
นักสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมในอดีต มีความเข้าใจในการวางอาคารโดยคำนึงถึงดวงอาทิตย์เป็นประการแรกจะเห็นได้จากอียิปต์ ต่อมา Vitruvius ได้คำนึงถึงลักษณะทางทิวภาพ และจากประสบการณ์ในระยะเวลาอันยาวนานได้ทำให้สถาปนิกผู้ออกแบบเมือง ACOMA ของพวก PEUBLO INDIAN วางอาคารหันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ตามหลักของ SOL-AIR METHOD การวิเคราะห์ในการวางทิศทางอาคารได้รับการวิจัยโดยละเอียด จาก DEPARTMENT OF PLANNING BALTIMORE ซึ่งนำเอาการวางอาคารแบบ SOL-AIR ORIENTATION มาประยุกต์เข้ากับลมประจำถิ่น

$$\text{SOL- AIR METHOD} = \text{SOL- AIR ORIENTATION} + \text{LOCAL CLIMATE}$$

การวางอาคารให้เหมาะสมกับสภาพอากาศเขตร้อนชื้น(SOL-AIR METHOD) โดยการประยุกต์ข้อมูลแบบ SOL-AIR ORIENTATION กับข้อมูลลมประจำถิ่นเข้าด้วยกัน

1. ค่าเฉลี่ยความถี่ในการพัด และความเร็วลม โดยมีคุณค่าในการพิจารณาประมวลได้ว่าลมในฤดูหนาวเป็นลมที่ไม่ต้องการ(ให้มีค่าเป็นลบ)ลมในฤดูร้อนเป็นลมที่ต้องการ(ให้มีค่าเป็นบวก) แต่ทั้งนี้ในการให้ค่าเป็นบวก หรือลบในฤดูหนาวนั้นต้องดูจากสภาวะภูมิอากาศที่เกิดขึ้นจริงในท้องถิ่นนั้น เพราะในบางพื้นที่ควรเป็นช่วงฤดูหนาว แต่กลับมีอุณหภูมิที่สูง อย่างเช่นในกรุงเทพมหานคร เป็นต้น

2. ตำแหน่งที่ดีที่สุดของการวางอาคารในแบบ SOL-AIR ORIENTATION



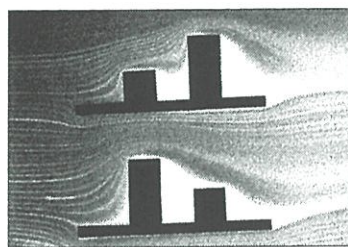
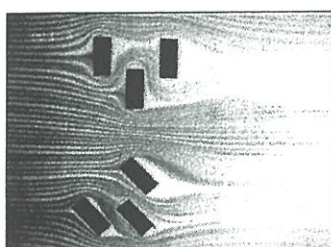
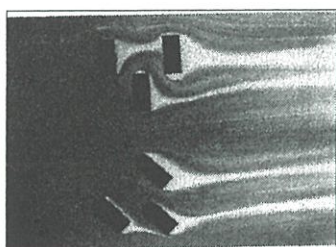
แผนภูมิที่ 2.6 แสดงการวางอาคารในเขตร้อน-ชื้น โดยการประยุกต์ข้อมูล SOL-AIR-ORIENTATION กับข้อมูลลมกรุงเทพฯเฉลี่ย(2532-2541)

2. พิจารณาลักษณะลมรอบที่ตั้ง

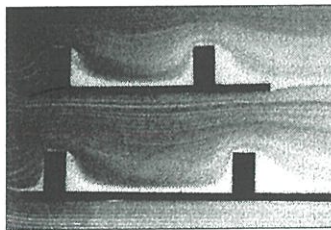
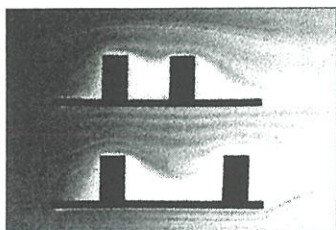
พิจาณาลักษณะลมรอบบริเวณที่มีผลกับที่ตั้งโครงการ เช่น กระแสลมที่เปลี่ยนทิศทางเมื่อมีอาคารหรือสิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ตั้งอยู่ กระแสลมแรงที่เกิดขึ้นระหว่างซอกอาคาร เป็นต้น

3. พิจารณาการวางกลุ่มอาคาร

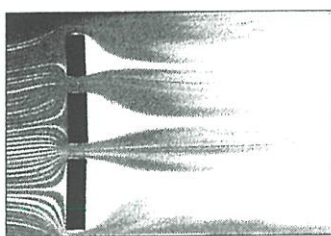
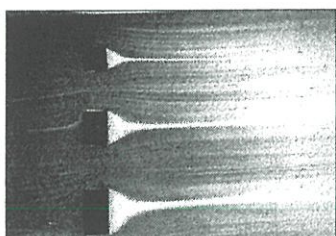
ถ้าเป็นการออกแบบกลุ่มอาคาร เราควรพิจารณาถึงรูปแบบของกระแสลมที่เกิดขึ้น ในการวางกลุ่มอาคารลักษณะต่างๆ เพื่อให้กระแสลมพัดผ่านได้ทุกอาคาร



1. ,2. ,3.



4. , 5.



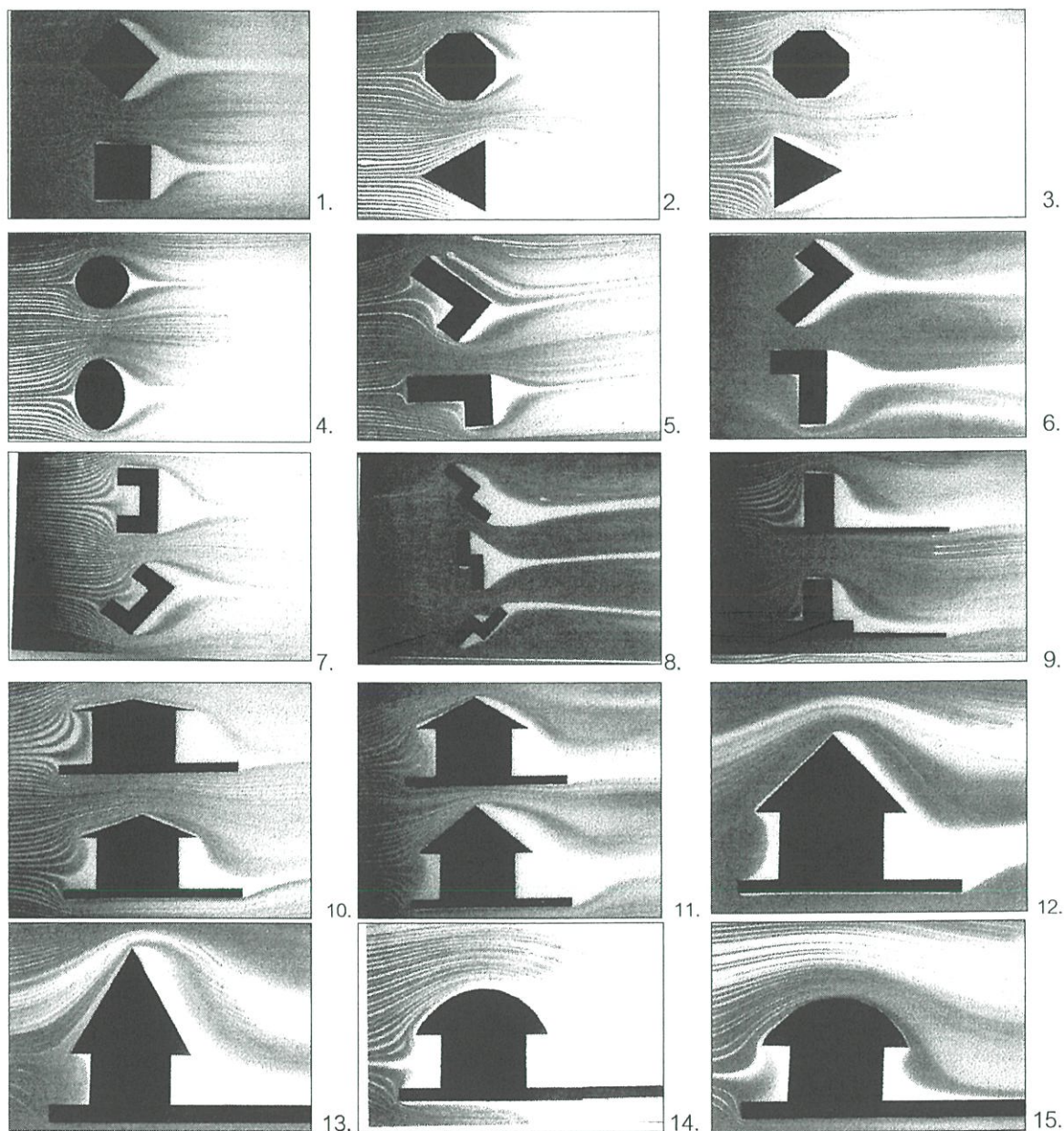
6. , 7.

ภาพที่ 2.6 1,2. การทดลองลักษณะการเคลื่อนที่ของลมในการวางกลุ่มอาคาร

- 3 ความสูงอาคารหน้าลม และหลังลมมีผลซึ่งกัน และกันเช่นอาคารหน้าลมสูงกว่าอาคารหลังลมมาก จะทำให้อาคารหลังอับลมมากขึ้นตามไปด้วย
- 4., 5. ระยะห่างระหว่างอาคารก็มีผลต่อกระแสลม ยิ่งวางอาคารห่างกันมาก ก็จะทำให้อาคารหลังอับลมน้อยลง โดยทั่วไปแล้วควรห่างอย่างน้อย 2 เท่าของความสูงของอาคารหน้าลม
- 6.,7. ความเร็วลมด้านหลังอาคารจะเริ่มมีความเร็วลมเท่ากับความเร็วลมเดิม จะต้องใช้ระยะทางประมาณ 7 เท่าของความสูงและความกว้างของอาคาร(ภาพ 7-8)

3. พิจารณารูปแบบของลมที่พัดผ่านอาคารในรูปทรงต่างๆ

เราควรออกแบบรูปทรงอาคารให้ได้รับลมอย่างพอเหมาะพอดี ที่กล่าวว่าพอเหมาะพอดีนั้น เพราะว่าถ้าความเร็วลมมากเกินไปก็จะทำให้เราไม่รู้สึกลสบาย เช่น ถ้าลมแรงมากสิ่งของอาจปลิวได้ ในบางพื้นที่แรงลมอาจมีผลกระทบต่อโครงสร้างอาคารก็เป็นได้

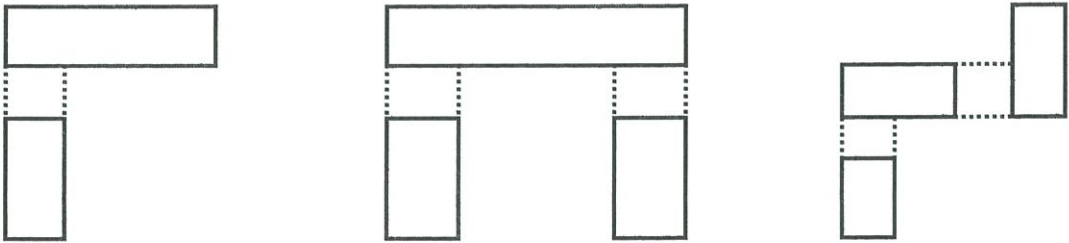


ภาพที่ 2.7 1.-8. การทดลองลักษณะการเคลื่อนที่ของลมของอาคารรูปแบบต่างๆ

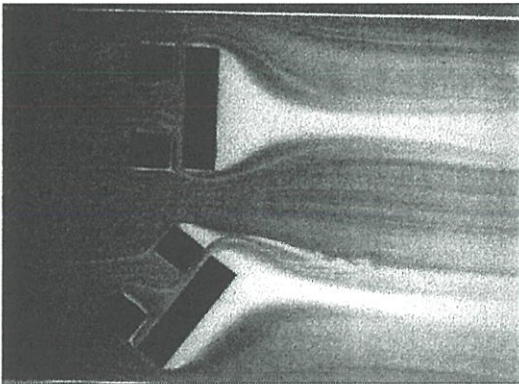
9. ความเร็วลมหน้าอาคารขนาดใหญ่ที่บตันมากๆ ด้านหน้าอาคารก็จะเกิดลมหมุนแรงเกินพอดี เราอาจออกแบบแก้ไข โดยออกแบบให้อาคารระดับชั้นล่างอยู่ในแนบราบ (Podium) เพื่อลดการพัดกลับของกระแสลม
- 10.-15. ความชัน รูปทรงหลังคา ก็มีผลต่อรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลม หลังคาโค้งจะทำให้กระแสลมไหลวกกลับด้านหลังลม

4. พิจารณาการเว้นระยะช่องในตัวอาคาร และการเจาะช่องเปิดของอาคารด้านหน้าลมและหลังลมให้สัมพันธ์กัน เพื่อให้ลมพัดอย่างพเหมาะทั่วอาคาร

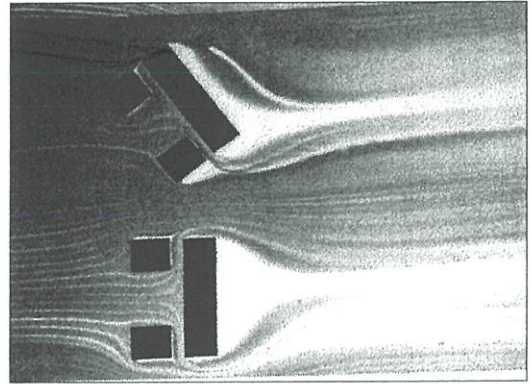
ในกรณีที่อาคารมีขนาดสูงใหญ่ และจำเป็นต้องมีการจัดวางผังอาคารให้อยู่ในรูปทรงตัว L ตัว U หรือตัว Z เป็นต้น ซึ่งบริเวณมุมของอาคารจะเกิดลมแรง ลมหมุน และบางบริเวณของอาคารไม่ได้รับลมเต็มที่(ดูรายละเอียดหัวข้อ 3.2)อาจใช้วิธีการแยกอาคารออกจากกันแล้วทำเป็นทางเดินเชื่อม นอกจากเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวแล้วยังเป็นการแก้ปัญหาเรื่องการแตกร้าวหรือการหลุดตัวที่ไม่เท่ากันของอาคาร ซึ่งมักเกิดบริเวณตรงมุมหักของอาคารโดยเฉพาะอาคารขนาดใหญ่



1.



2.



3.

ภาพที่ 2.8 1. แสดงลักษณะการแยกมวลอาคารออกจากกันเพื่อให้อาคารรับลมได้ดี

2.,3. ลักษณะการเคลื่อนที่ของลมที่ไหลทั่วอาคารมากขึ้นเมื่อมีการแยกมวลอาคาร

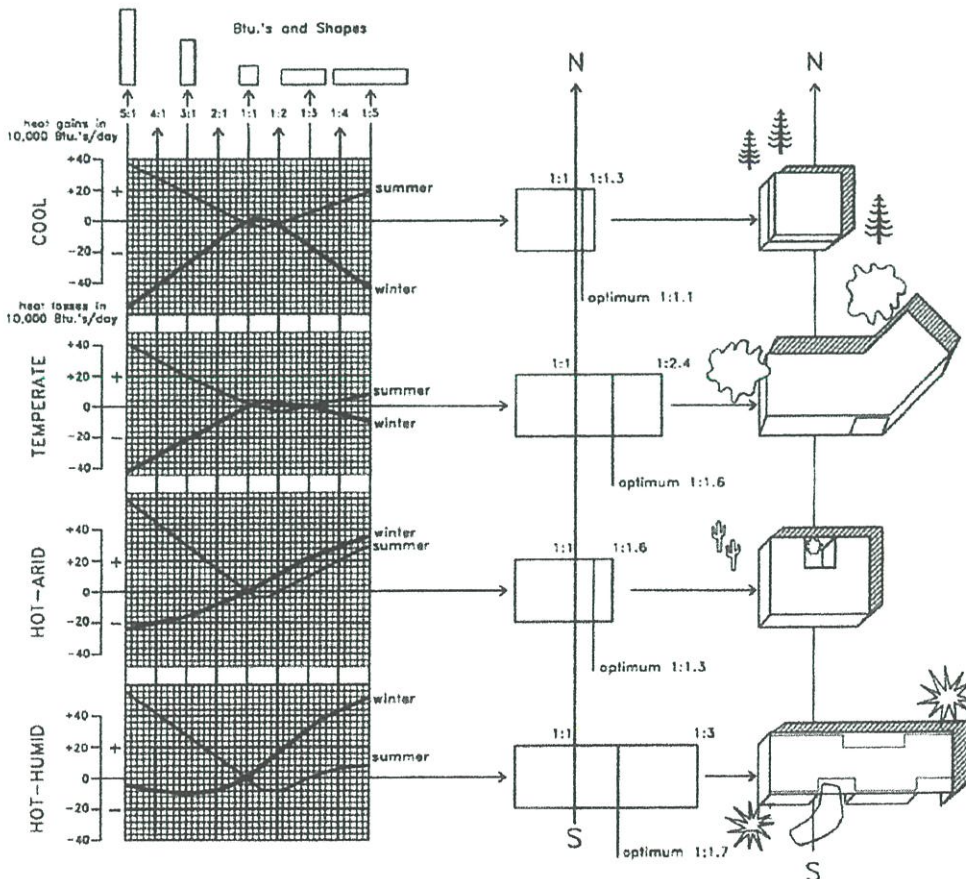
2.2.3 รูปทรงสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมต่อสภาวะแวดล้อม

รูปทรงอาคารที่ดีคือรูปทรงที่เสียความร้อนให้บรรยากาศน้อยที่สุดในฤดูหนาว และรับความร้อนจากบรรยากาศน้อยที่สุดในฤดูร้อน

แต่สำหรับในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย พบว่าอาคารต้องการรูปทรงที่ก่อให้เกิดการสูญเสียความร้อนให้กับบรรยากาศให้มากที่สุด ทั้งในฤดูร้อน และหนาว(ยกเว้นบางพื้นที่อาจต้องการรับความร้อนจากบรรยากาศในตอนเช้าของฤดูหนาว)

ได้มีการทดลองเปรียบเทียบสัดส่วนของบ้านในเขต MINNEAPOLIS(เขตหนาวจัด) NEW YORK (เขตอบอุ่น) PHOENIX(เขตร้อนแห้ง) และMIAMI(เขตร้อนชื้น) ได้ปรากฏออกมาดังแผนภาพว่า

| | |
|-------------------------------------|---------|
| รูปร่างของอาคารในเขตหนาวควรเป็น | 1 : 1.3 |
| รูปร่างของอาคารในเขตอบอุ่นควรเป็น | 1 : 2.4 |
| รูปร่างของอาคารในเขตร้อนแห้งควรเป็น | 1 : 1.6 |
| รูปร่างของอาคารในเขตร้อนชื้นควรเป็น | 1 : 3 |



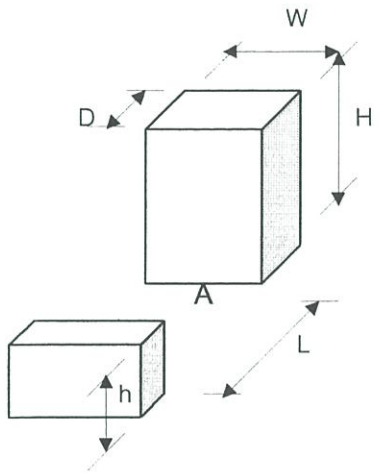
แผนภูมิที่ 2.7 แสดงสัดส่วนและรูปทรงอาคารพื้นฐานในแต่ละสภาพภูมิอากาศ

(BASICS FORMS AND BUILDING SHAPES IN DIFFERENT REGIONS)

2.2.4 ความเร็วลมและระยะห่างระหว่างอาคาร³

ความเร็วลมเฉลี่ย จุดหนึ่งจุดใด ระหว่างอาคารสองหลัง ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า Zone A สามารถคำนวณหาได้จากสมการ ดังนี้

$$VA / VH = 0.24\{ (a/H)^{0.28} + (L/H)^{0.4} \times (W/H)^{0.4} \times (H/h)^{0.8}\}$$



- โดยที่ VA = ความเร็วเฉลี่ยศูนย์กลาง Zone A ซึ่งมีระยะห่างจากพื้นเท่ากับ a หน่วย เมตร/วินาที(m/s)
- VH = ความเร็วลมเฉลี่ยกระแสลมปกติ ณ ที่ความสูง h เหนือพื้น มีหน่วย เมตร/วินาที(m/s)
- W = ความกว้างของอาคารสูง หน่วย เมตร
- D = ความลึกของอาคารสูง หน่วย เมตร
- L = ระยะห่างระหว่าง 2 อาคาร หน่วย เมตร
- h = ความสูงของอาคารเตี้ย หน่วย เมตร
- A = จุดความสูงของระยะที่ต้องการวัด

ภาพที่ 2.9 ความเร็วลมกับระยะห่างของ 2 อาคาร

ตัวอย่าง 1 อาคาร 2หลังขนานกัน อาคารต้นลมสูง 10 ม. อาคารท้ายลมสูง 70 ม.ระยะห่างระหว่างอาคาร 50 ม. ให้หาอัตราส่วน VAVH ที่ a = 3 ม.

จากสูตร $VA / VH = 0.24\{ (3/70)^{0.28} + (50/70)^{0.4} \times (70/10)^{0.8}\}$
 $= 1.09$

มีค่ามากกว่า1 แสดงว่าลมที่ระยะ 3 เมตร เหนือพื้นมีความเร็วมากกว่าที่ยอดอาคาร(VAมากกว่าVH)

ตัวอย่าง 2 อาคาร 2หลังขนานกัน อาคารต้นลมสูง 35 ม. อาคารท้ายลมสูง 70 ม.ระยะห่างระหว่างอาคาร 50 ม.ให้หาอัตราส่วน VAVH ที่ a = 3 ม.

จากสูตร $VA / VH = 0.24\{ (3/70)^{0.28} + (50/70)^{0.4} \times (70/35)^{0.8}\}$
 $= 0.46$

ถ้า VH ที่ 70 ม. ความเร็วลมเท่ากับ 2.16 กม./ชม. ความเร็วลมที่ Zone A ที่ความสูง 3 ม. จากพื้น เท่ากับ $2.16 \times 0.46 = 0.99$ กม./ชม. หรือ 0.27 ม./วินาที ซึ่งเป็นความเร็วลมที่ต่ำมาก สำหรับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

³ธีรมน ไวโรจนิกิจ, เอกสารประกอบการสอนวิชา Enviromental Technology of Building.คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ลาดกระบัง ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน.2541

กรณีเดียวกัน แต่ $a = 20$ ม. และ $a = 30$ ม. จะได้ค่า VAVH มากขึ้นดังนี้

$$a = 20 \text{ ม.} \quad VAVH = 0.53$$

$$VA = 0.53 \times 2.16 = 1.14 \text{ กม./ชม. หรือ } 0.31 \text{ ม./วินาที}$$

$$a = 30 \text{ ม.} \quad VAVH = 0.55$$

$$VA = 0.55 \times 2.16 = 1.19 \text{ กม./ชม. หรือ } 0.324 \text{ ม./วินาที}$$

จะเห็นได้ว่า ด้านที่รับลมของอาคารสูงที่ถูกบังด้วยอาคารต้นลม ซึ่งสูงเท่ากับครึ่งหนึ่งของอาคารสูงที่อยู่ท้ายลม เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ 1 ซึ่งมีอาคารต้นลมเตี้ยมาก เมื่อเทียบกับอาคารท้ายลม ความเร็วลมที่ระดับ 3 เมตรเหนือพื้นของตัวอย่างที่ 2 ต่ำกว่าตัวอย่างที่ 1 มาก ถึงแม้ระยะที่วัดสูงขึ้นทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นแต่ก็ยังต่ำกว่ากรณีที่ 1 มาก

ตัวอย่างที่ 3 อาคาร 2 หลังสูงเท่ากันมีความสูง 70 ม. ระยะห่างเท่าเดิมคือ 50 ม. ให้หาอัตราส่วน VAVH ที่ $a = 3$ ม.

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad VA / VH &= 0.24 \{ (3/70)^{0.28} + (50/70)^{0.4} \times (70/70)^{0.8} \} \\ &= 1.09 \end{aligned}$$

$$\text{ถ้า } a = 20 \text{ ม.} \quad VA / VH = 0.38$$

$$\text{ถ้า } a = 30 \text{ ม.} \quad VA / VH = 0.40$$

จาก 3 ตัวอย่าง พอสรุปได้ว่า ความเร็วลมก่อนที่จะเข้าปะทะอาคารท้ายลมผันแปรตามตัวกลาง 2 ตัว คือความต่างด้านความสูงระหว่างอาคารต้นลมและท้ายลม กับระยะห่างระหว่างอาคารต้นลมและท้ายลมดังนี้

- ระยะต่างของความสูงของอาคารหน้าและหลัง ถ้าอาคารที่อยู่ท้ายลมมีความสูงมากกว่าอาคารต้นลมยิ่งมาก โอกาสที่ลมจะแรงขึ้นก็มากขึ้น
- ระยะห่างระหว่างอาคาร 2 หลังมีส่วนทำให้ความเร็วลมเพิ่มมากขึ้น อาคารยิ่งห่างมากความเร็วลมหน้าอาคารท้ายลมจะยิ่งมากตาม
- ถ้าคำนวณต่อไปจะพบว่า ถ้าอาคารหน้า และหลังสูงเท่ากัน อาคารเตี้ยทั้งคู่ความเร็วลมที่จะเข้าถึงอาคารหลัง ดีกว่าที่อาคารสูงทั้งคู่

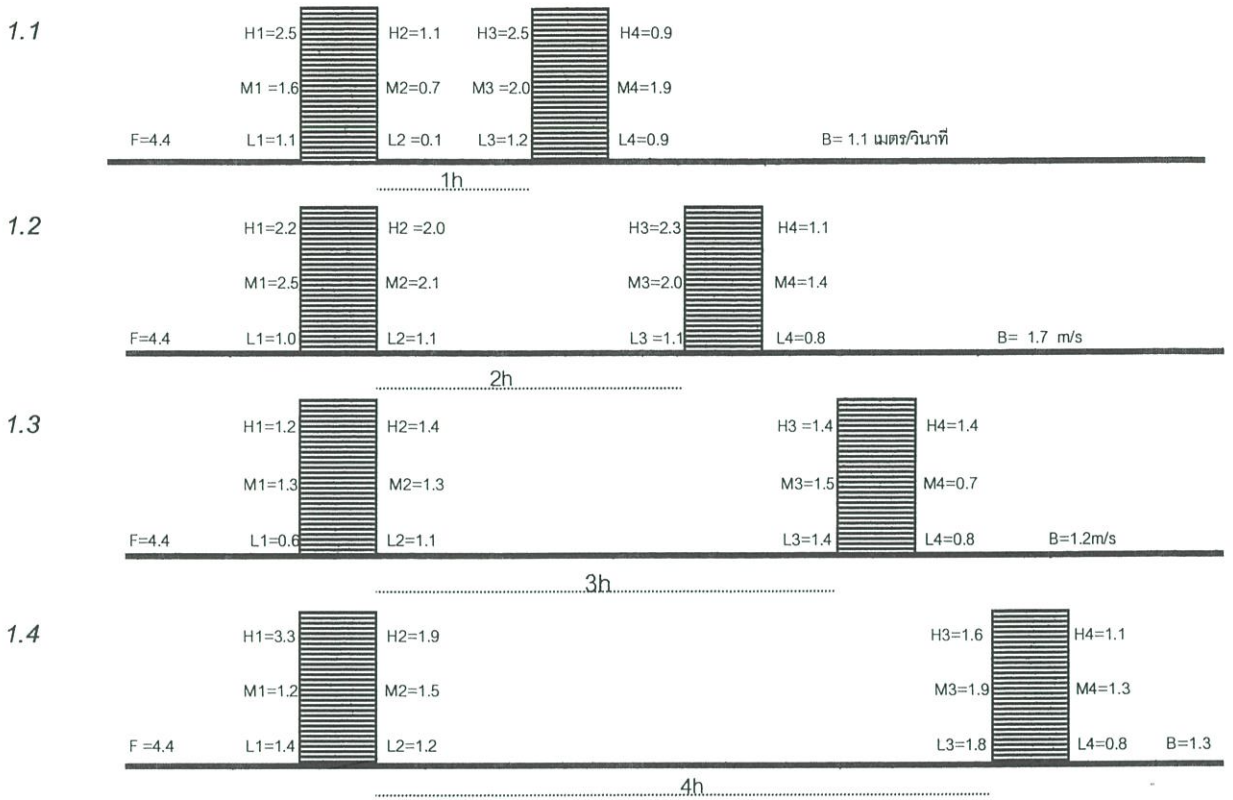
2.2.5 การทดสอบความเร็วลมที่พัดผ่านอาคารในรูปแบบต่าง ๆ

(รายงานการวิจัย ของ นายวิเชษฐ วัชรนันท์ชัย นายดนุช ธีรนาทร และ นางสาวธณิศร์ ยินดี)

การทดลองหาความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่พัดผ่านอาคารรูปแบบต่างๆ โดยการทำหุ่นจำลอง เพื่อทำการทดลองในอุโมงค์ลมชนิดเป่าลมออก และวัดความเร็วด้วย Hot wire Airflow Meter แสดงผลการทดลองได้ดังนี้

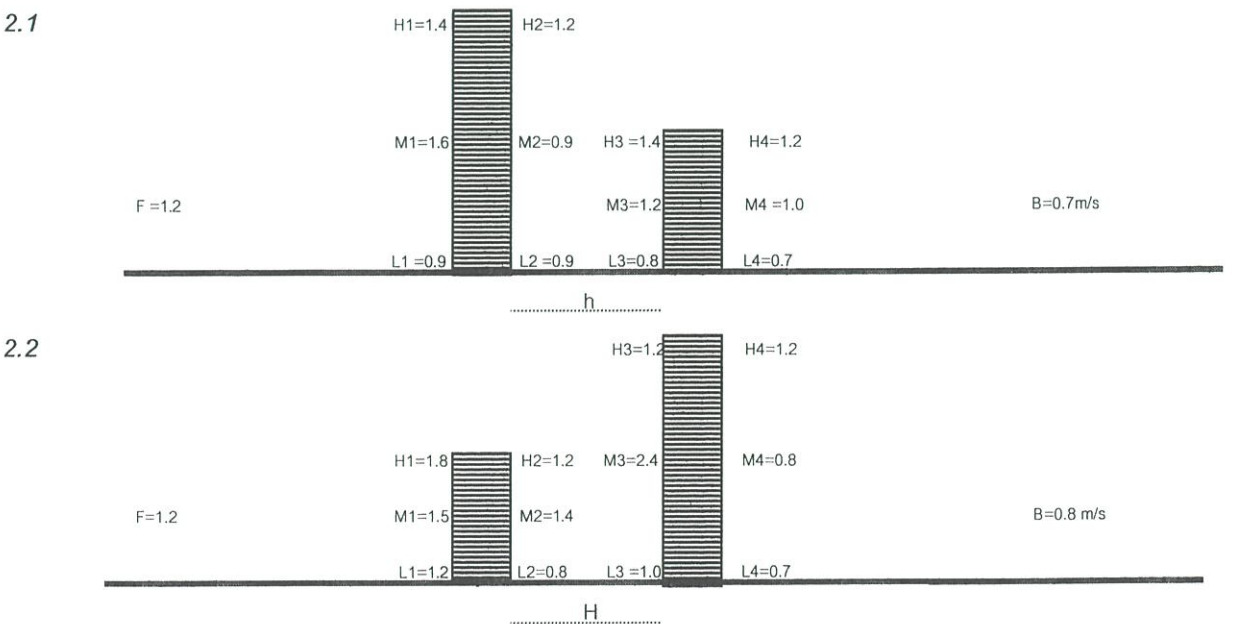
การทดลองกลุ่มที่ 1

ความสูงอาคาร = h ความกว้าง = h/2 ความยาว = h โดยกำหนดให้ h = 20 โดยมีระยะห่างระหว่างอาคาร เท่ากับ 1h 2h 3h 4h และได้กำหนดจุดในการวัดค่าความเร็วลม ดังภาพต่อไปนี้



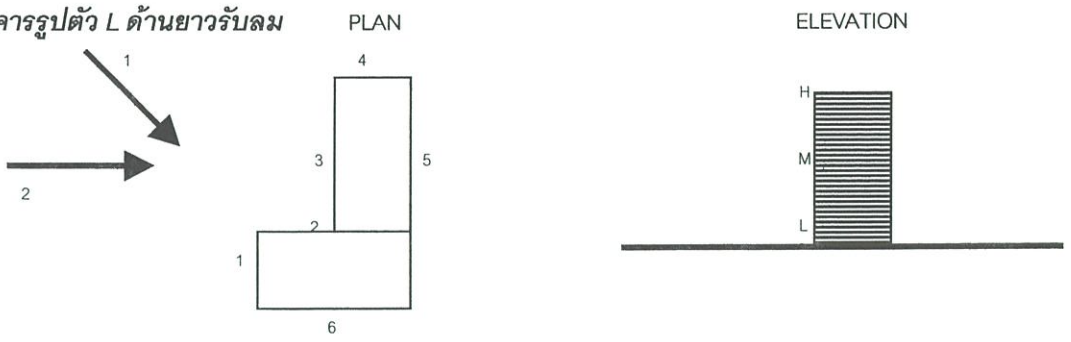
การทดลองกลุ่มที่ 2

ความสูงต่างกัน ให้อาคารที่สูงกว่ามีความสูงเป็นสองเท่าของอาคารที่เตี้ย(อาคารสูง h กว้าง h/2 ยาว h) โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างอาคารมีขนาดเท่ากับ h และได้กำหนดจุดวัดค่าความเร็วลม ดังภาพต่อไปนี้

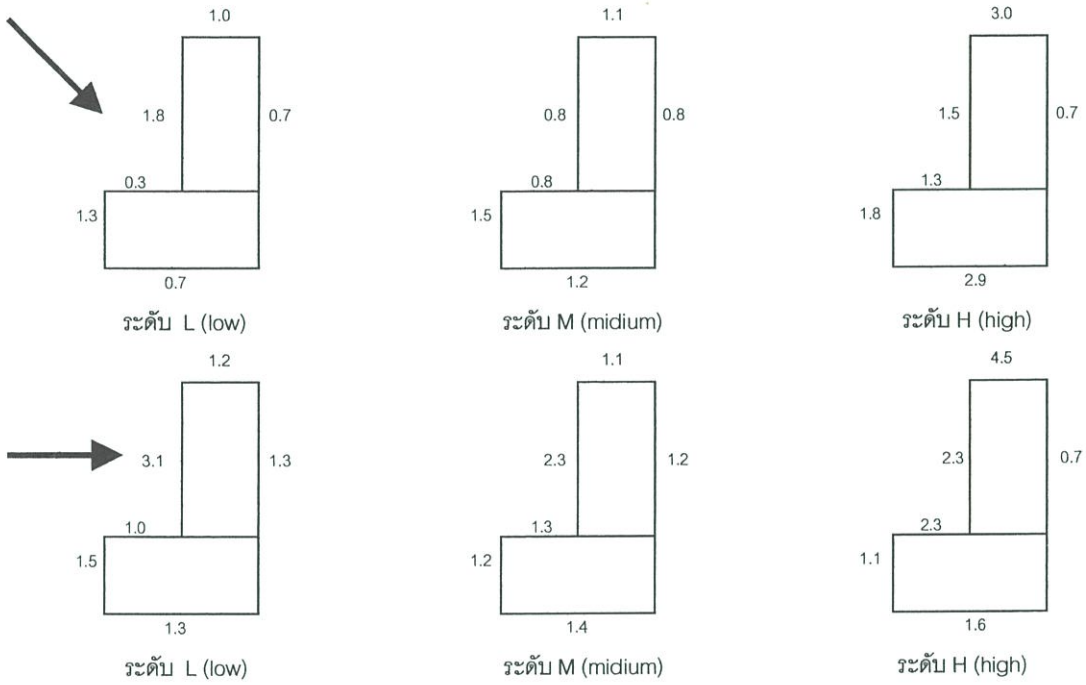


การทดลองกลุ่มที่ 3 อาคารรูปทรงต่างๆ

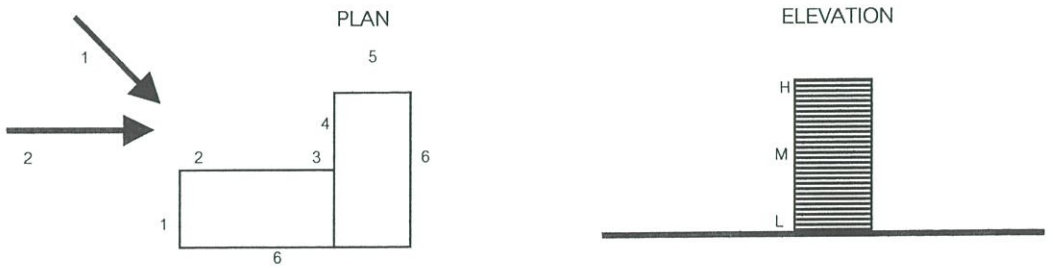
3.1 อาคารรูปตัว L ด้านยาวรับลม



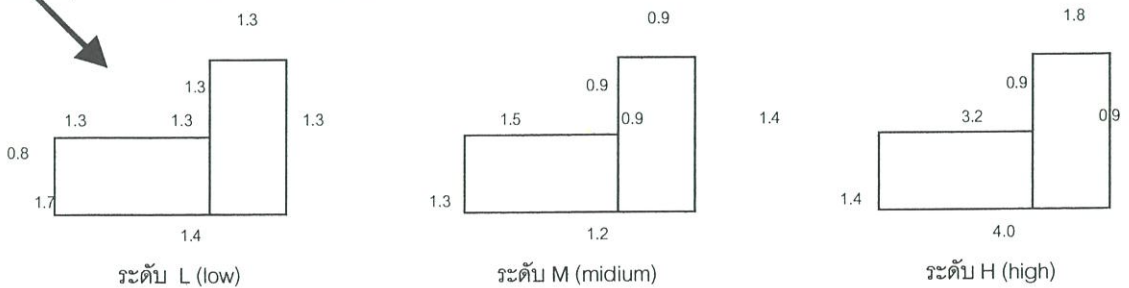
ลมทำมุม 45 องศา กับอาคาร (V เมตร/วินาที)

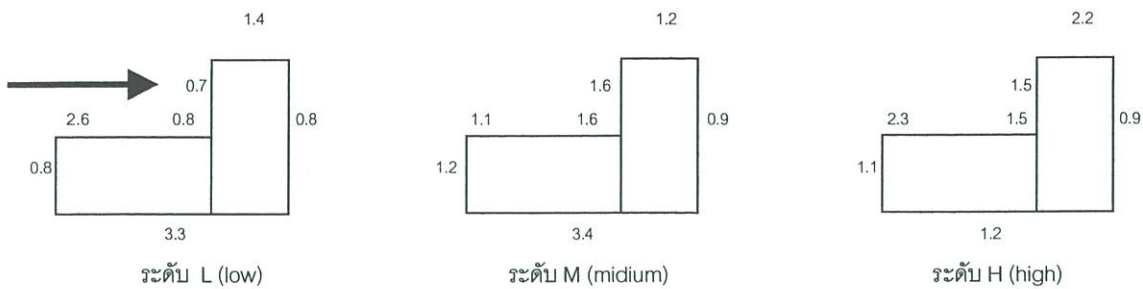


3.2 อาคารรูปตัว L ด้านสั้นรับลม

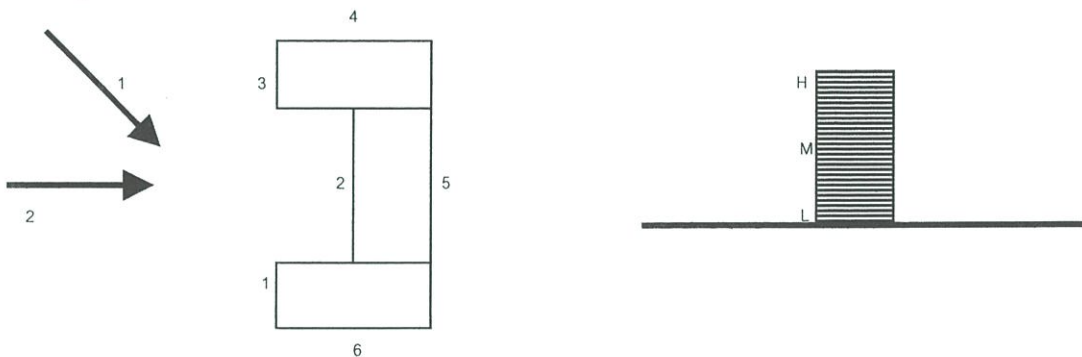


ลมทำมุม 45 องศา กับอาคาร (V เมตร/วินาที)

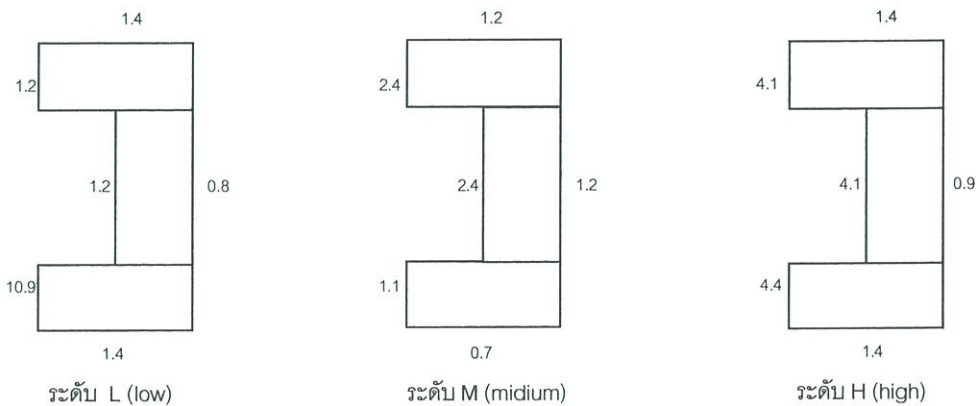
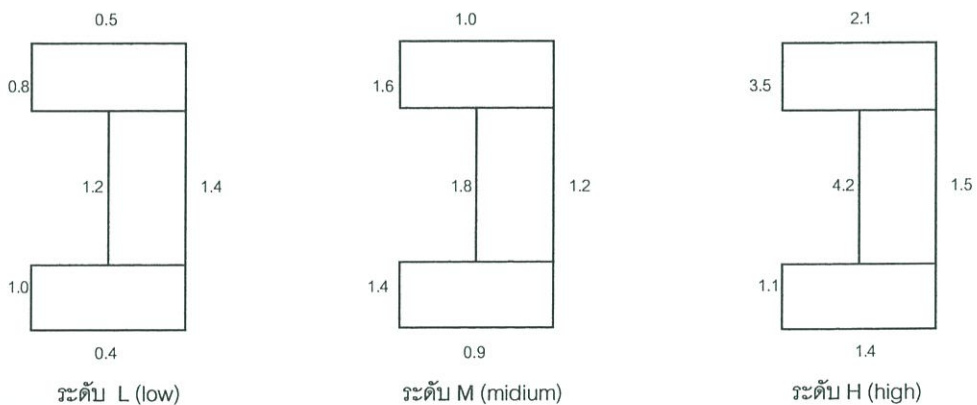




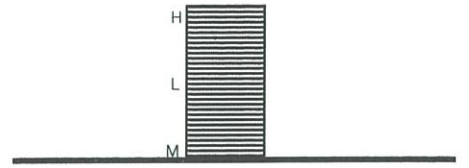
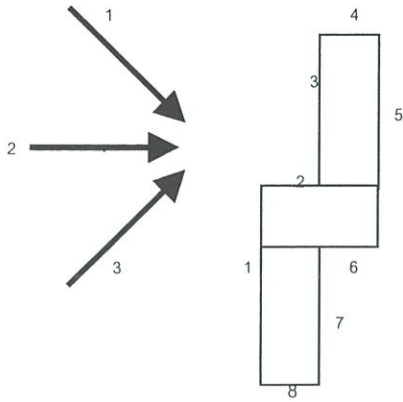
3.3 อาคารรูปตัว U



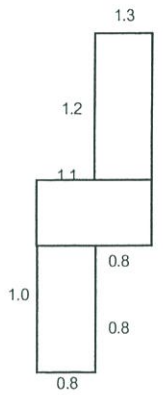
ลมทำมุม 45 องศา กับอาคาร (V เมตร/วินาที)



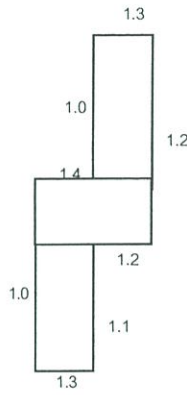
3.4 อาคารรูปตัว Z



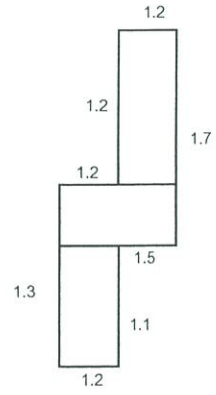
ลมทำมุม 45 องศา กับอาคาร (V เมตร/วินาที)



ระดับ L (low)

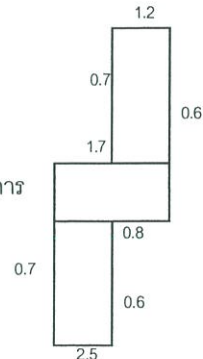


ระดับ M (medium)

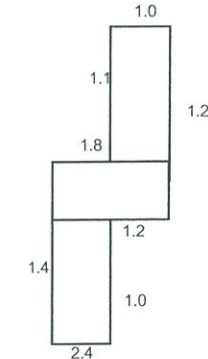


ระดับ H (high)

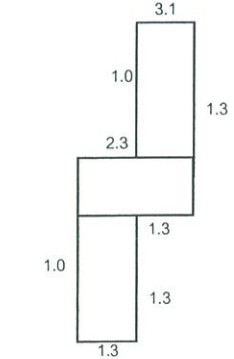
ลมทำมุมตั้งฉากกับอาคาร (V เมตร/วินาที)



ระดับ L (low)

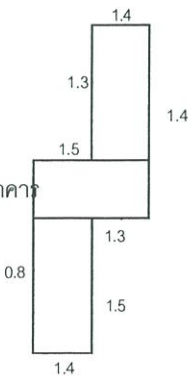


ระดับ M (medium)

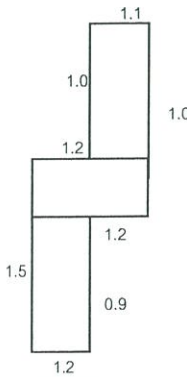


ระดับ H (high)

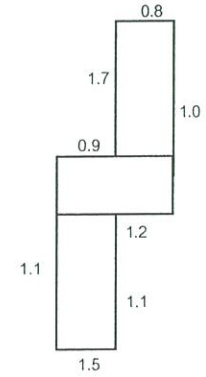
ลมทำมุม 45 องศา กับอาคาร (V เมตร/วินาที)



ระดับ L (low)



ระดับ M (medium)

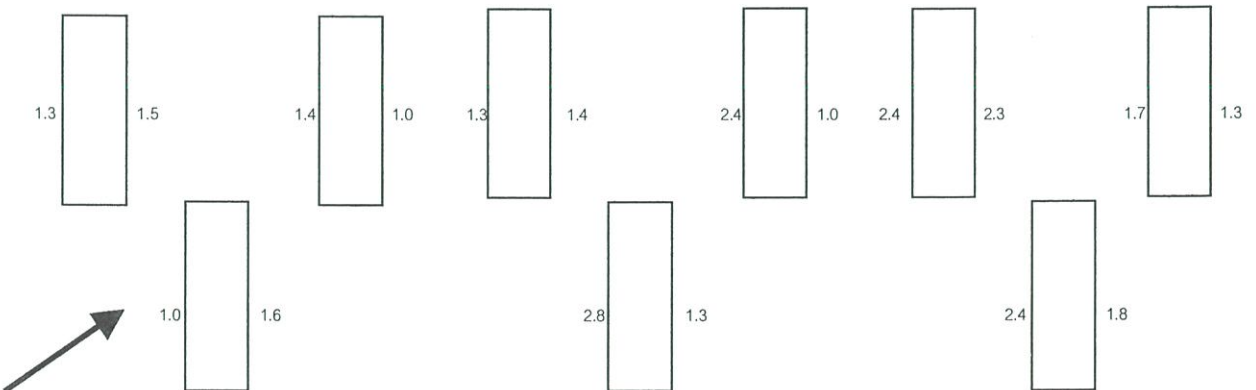
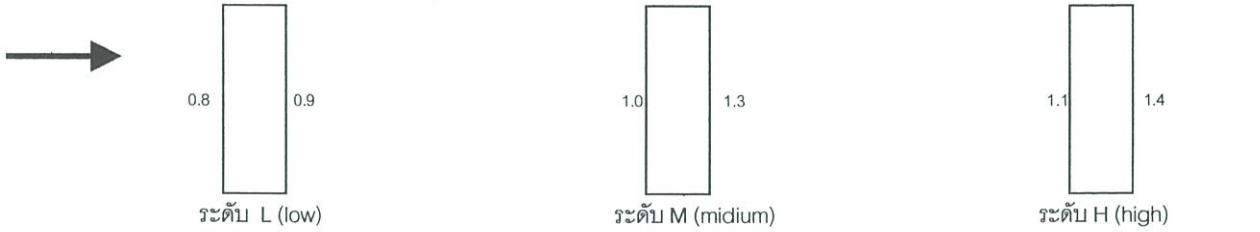
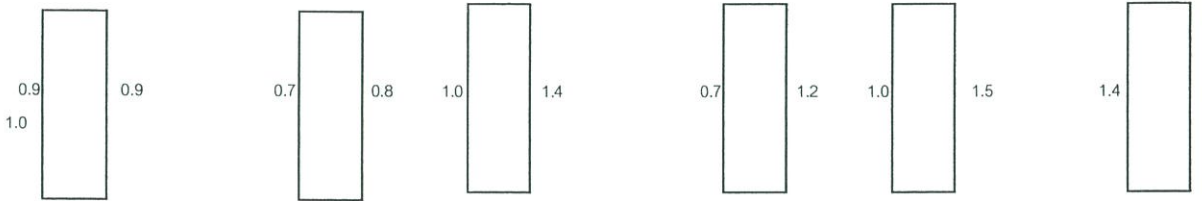
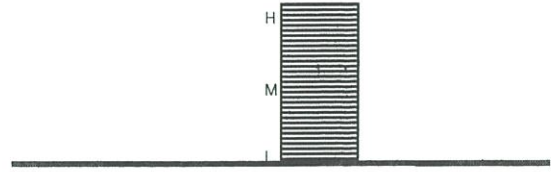
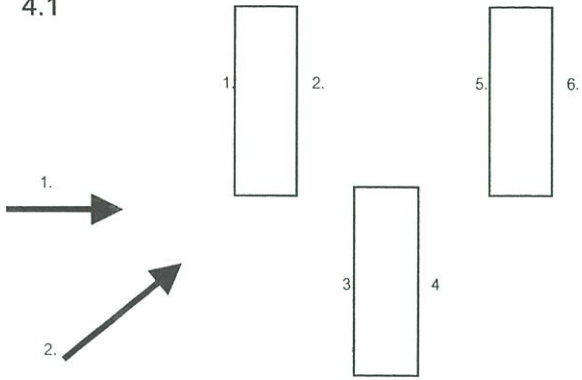


ระดับ H (high)

การทดลองกลุ่มที่ 4

อาคาร 3 อาคารวางในลักษณะต่าง กันดังรูป

4.1



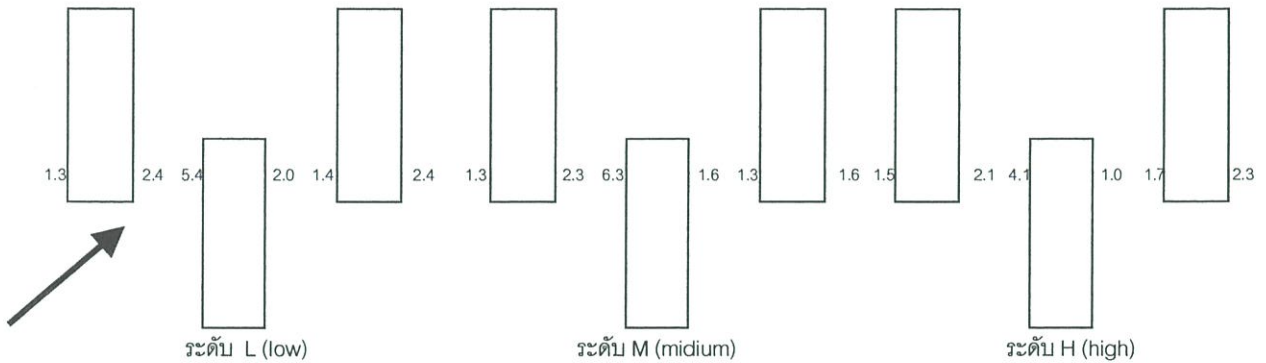
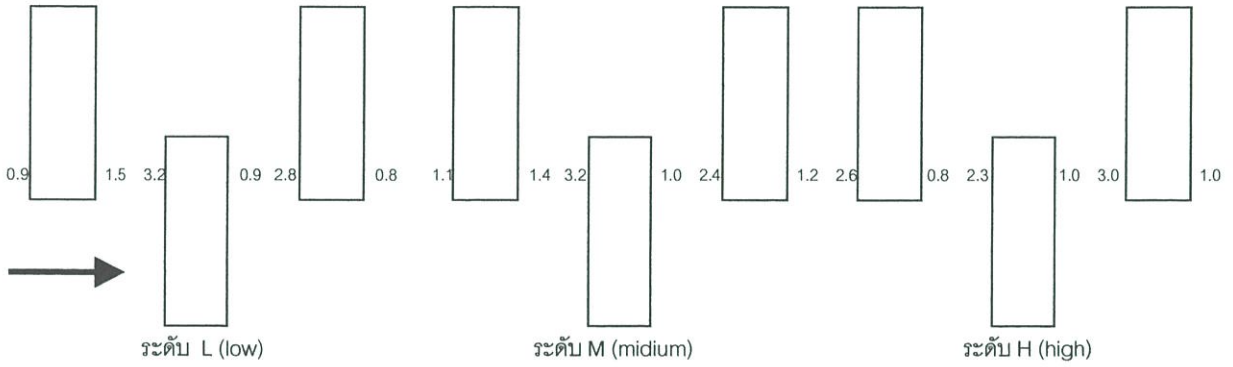
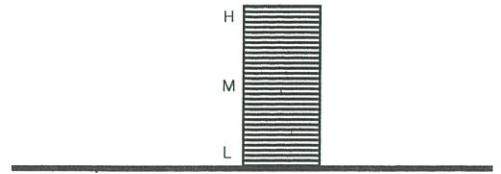
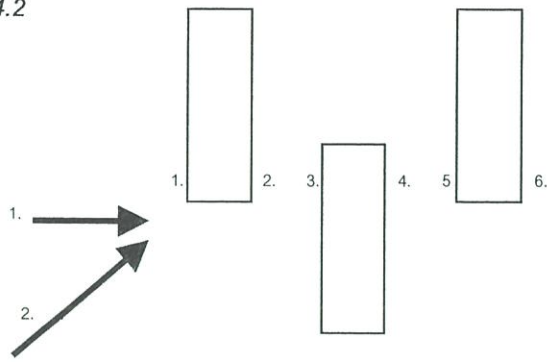
ลมทำมุม 45 องศา กับอาคาร (V เมตร/วินาที)

ระดับ L (low)

ระดับ M (midium)

ระดับ H (high)

4.2



สรุปผลการทดสอบความเร็วลมที่พัดผ่านอาคารในรูปแบบต่างๆ

การทดลองกลุ่มที่1 อาคาร 2 หลัง ขนาดเท่ากัน ความสูงเท่ากัน มีระยะห่างของอาคารแตกต่างกัน เป็นสัดส่วนของความสูง

- กระแสลมที่พัดลงมาบริเวณด้านหน้าของอาคารหลังได้นั้น ต้องมีระยะห่างอย่างน้อย 2 เท่าของความสูง (2h) และเมื่อระยะห่างมากขึ้นจะทำให้มีกระแสลมลงมาปะทะด้านหน้าของอาคารหลังมากยิ่งขึ้น
- อาคารที่อยู่รอบข้างจะมีผลในเรื่องความเร็วและทิศทางของกระแสลมที่มาปะทะกับอาคาร รวมทั้งรูปแบบของลมที่พัดโดยรอบอาคาร

การทดลองกลุ่มที่ 2 อาคาร 2 หลัง ขนาดเท่ากัน ความสูงต่างกัน มีระยะห่างของอาคารเท่ากัน แบ่งเป็น

2.1 อาคารหน้าสูงกว่าอาคารหลัง ระยะห่างเท่ากับความสูงของอาคารหลัง

- อาคารหน้าที่สูงกว่าอาคารหลังและห่างไม่เกิน 2 เท่าของความสูง กระแสลมที่จะพัดพามาสู่อาคารหลังจะน้อย เป็นผลให้เกิดการอับลมในบริเวณนั้นได้

2.2 อาคารหน้าต่ำกว่าอาคารหลัง ระยะห่างเท่ากับความสูงของอาคารหน้า

- อาคารหน้าต่ำกว่าอาคารหลัง จะทำให้ลมที่ปะทะอาคารด้านหลังได้เต็มที่และเกิดกระแสลมหมุนบริเวณด้านหน้าอาคารหลัง
- ดังนั้นสรุปได้ว่า อาคารที่มีความสูงต่างกันโดยที่อาคารสูงอยู่ข้างหลัง ทำให้เกิดกระแสลมหมุนวนหน้าอาคารด้านหลังและกระแสลมจะแรงขึ้น เมื่อผลต่างของความสูงมากขึ้น

การทดลองกลุ่มที่ 3 อาคาร รูปทรงต่างๆ

3.1 อาคารรูปตัว L รับลมทางด้านยาว

- อาคารรูปตัว L รับลมทำมุม 45° กับอาคารจะเกิดกระแสลมแรงบริเวณด้านหน้าอาคาร กระแสลมจะหมุนไปในทิศทางที่ออกจากอาคารด้านที่ยาวกว่า
- อาคารรูปตัว L รับลมด้านตั้งฉาก จะเกิด High Pressure บริเวณด้านหน้าอาคาร กระแสลมหมุนวน และลมแรงบริเวณมุมอาคารทางด้านหน้า เกิด Low Pressure ด้านหลังอาคาร จึงทำให้เกิดกระแสลมอ่อนๆ

3.2 อาคารรูปตัว L รับลมทางด้านสั้น

- อาคารรูปตัว L รับลมทำมุม 45° กับอาคาร ทำให้พื้นที่รับลมมากขึ้น จึงเกิดกระแสลมที่แรงกว่าแบบ 3.2.2 แต่มีลักษณะของลมเหมือนกันคือเกิดกระแสลมหมุนวนด้านหน้าอาคาร บริเวณด้านหลังอาคารทางด้านยาวจะเกิดกระแสลมที่เบากว่าแบบ 3.2.2
- อาคารรูปตัว L รับลมทำมุมตั้งฉากกับอาคาร จะเกิดกระแสลมที่เรงน้อยกว่าเอาด้านยาวรับลมและรูปแบบของลม จะเกิดกระแสลมหมุนด้านหน้าอาคารและเกิดความกดอากาศต่ำด้านหลังอาคาร

3.3 อาคารรูปตัว U

- อาคารรูปตัว U รับลมทำมุม 45° กับอาคาร ทำให้เกิดกระแสลมแรงด้านหน้าอาคารที่รับลมและในสวนเว้าเข้าไปจะแรงกว่าสวนหัวอาคารทั้งสองจุดและบริเวณด้านหลังอาคารจะเกิดความกดอากาศต่ำและกระแสลมอ่อนหมุนวนลงมา
- อาคารรูปตัว U รับลมโดยตรงกับด้านหน้าอาคาร จะเกิดกระแสลมแรงด้านหน้าอาคารและเกิดกระแสลมหมุนวน เนื่องจากมีพื้นที่ปะทะลมมากจึงเกิดกระแสลมแรงกว่าแบบ 3.2.1

3.4 อาคารรูปตัว Z

- อาคารรูปตัว Z รับลมทำมุม 45° กับอาคารด้าน (แบบ 1) บริเวณด้านหน้าอาคารจะเกิดกระแสลมที่เข้ามาปะทะความเร็วใกล้เคียงกันทั่วไป และลมแรงขึ้นในจุดที่มุมเว้าเข้าไป ในบริเวณด้านหลังอาคารจะเกิดการอับลม
- อาคารรูปตัว Z รับลมทำมุมตั้งฉากกับด้านหน้าอาคารโดยตรง (แบบ 2) จะเกิดลมแรงที่สุดด้านหน้าอาคารและด้านหลังอาคารจะอับลมที่สุด เกิดลมหมุนวนบริเวณส่วนเว้าของอาคาร
- อาคารรูปตัว Z รับลมทำมุม 45° กับอาคารด้าน (แบบ 3) อาคารที่รับลมแบบนี้จะเกิด Wind Flow มากที่สุดบริเวณด้านหน้าอาคารจะมีกระแสลมแรงกว่าด้านหลังอาคาร ส่วนความกดอากาศไม่แตกต่างกันมากนัก

การทดลองกลุ่มที่ 4 อาคาร 3 หลัง วางเรียงคนละแนว

4.1 อาคาร 3 หลัง วางเรียงคนละแนว

- อาคาร 3 หลัง วางเรียงคนละแนว รับลมในแนวตั้งฉาก อาคารแต่ละหลังได้รับลมทั่วถึงกัน เนื่องจากระยะห่างของอาคารมีพื้นที่พอให้ลมพัดมาปะทะอาคารหลัง แต่อาคารหลังลมอาจมีความแรงลมน้อยกว่าอาคารด้านต้นลม
- อาคาร 3 หลัง วางเรียงคนละแนว รับลมทำมุม 45° กระแสลมพัดผ่านอาคารด้านหน้าได้อย่างทั่วถึง กระแสลมแรงกว่าแบบลมเข้าตั้งฉาก

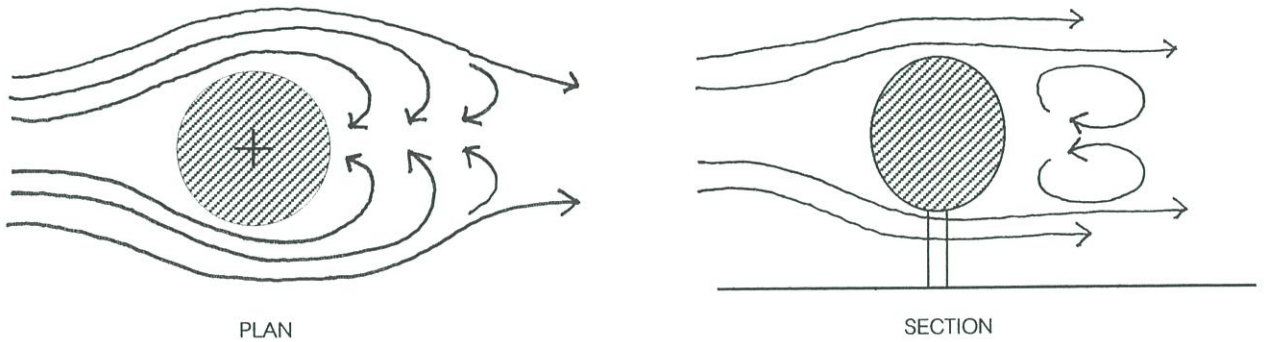
4.2 อาคาร 3 หลัง วางเรียงคนละแนวซ้อนกันบางส่วน

- อาคาร 3 หลัง วางเรียงคนละแนวซ้อนกันบางส่วน รับลมในแนวตั้งฉากกับอาคาร การรับลมของอาคารประเภทนี้ จะเกิดลมหมุนวนด้านหน้าของอาคารหลังและกระแสลมแรงบริเวณส่วนที่แคบและซ้อนกันของอาคาร ส่วนด้านหลังอาคารจะเกิดกระแสลมวนกลับ เนื่องจากความกดอากาศต่ำทำให้ลมเคลื่อนที่จากความกดอากาศสูงทางขอบบนของอาคาร
- อาคาร 3 หลัง วางเรียงคนละแนวซ้อนกันบางส่วน รับลมในแนวทำมุม 45° กับอาคาร จะเกิดกระแสลมแรงบริเวณส่วนแคบและซ้อนกันของอาคาร และส่วนที่อับลมจะอยู่ด้านหลังอาคารที่เยื้องออกมาและอาคารหลังสุดท้าย จากกราฟจะเห็นได้ว่ากระแสลมจะแรงมากในช่วงช่องแคบของอาคาร

2.3 การไหลของกระแสลมจากพืช

จากการวิจัยของ The Texas Engineering Experiment Station มีผลโดยตรงต่อ การออกแบบในเขตร้อนชื้น ทำให้ทราบถึงผลของกระแสลมที่กระทำกับภูมิสถาปัตยกรรมและอาคารโดยเฉพาะ ต้นไม้ ทำให้สามารถสรุปได้ คือ

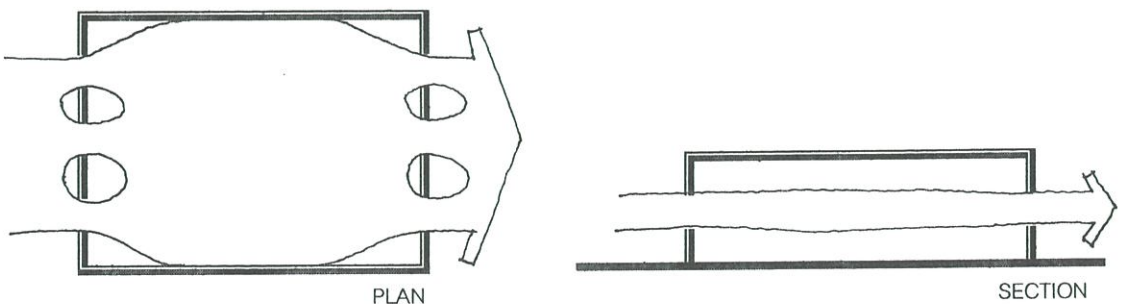
1. ต้นไม้ที่มีใบให้ผลกับกระแสลมเหมือนมวลทรงตัน
2. ความเร็วลมที่ต้นไม้จะเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2.10 กระแสลมที่กระทำกับต้นไม้ที่มีใบหนาที่บ

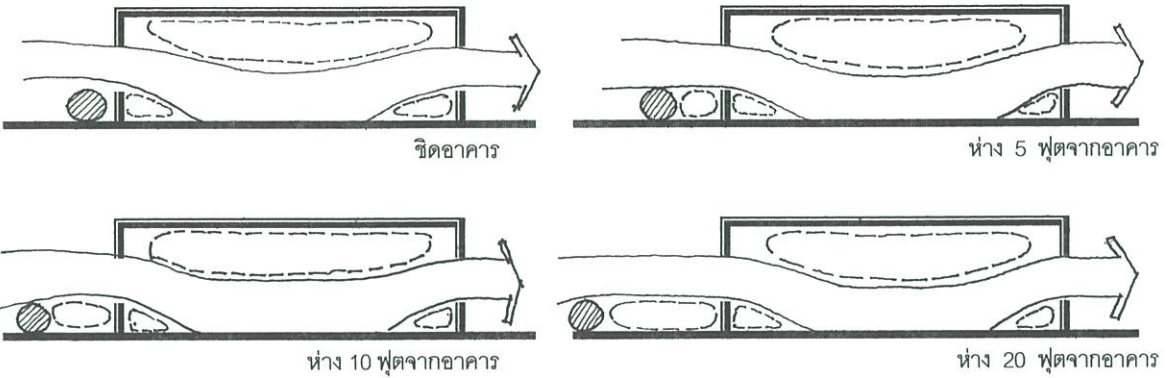
การไหลของกระแสลมที่เกิดจากพืชหลายชนิดรวมกันผลการทดลองพบว่า

1. พืชมีผลกับกระแสลมที่ผ่านรอบๆอาคาร
2. ตำแหน่งของพืช อาจทำให้เกิดการลดหรือการเพิ่ม ในการไหลของกระแสลมที่พัดผ่านอาคาร
3. พืชทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางในการพัดของกระแสลมผ่านภายในอาคาร
4. พืชทางด้านใต้ลม ให้ผลน้อย หรือไม่ให้ผลเลยกับการพัดผ่านของกระแสลม นอกจากนี้จะปิดทางออกของกระแสลม

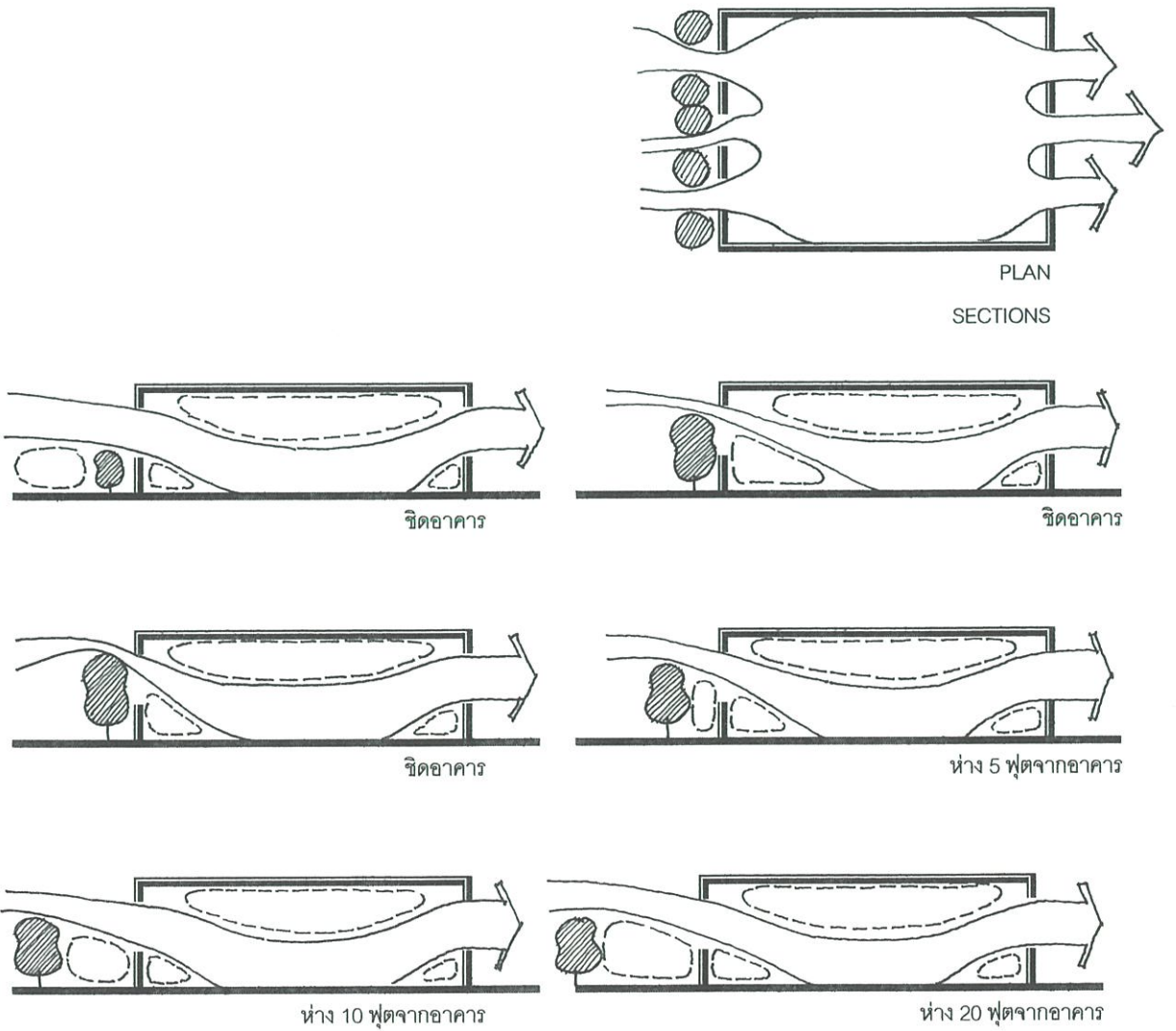


ภาพที่ 2.11 กระแสลมที่พัดผ่านอาคารตามปกติที่มีช่องเปิดตรงกัน

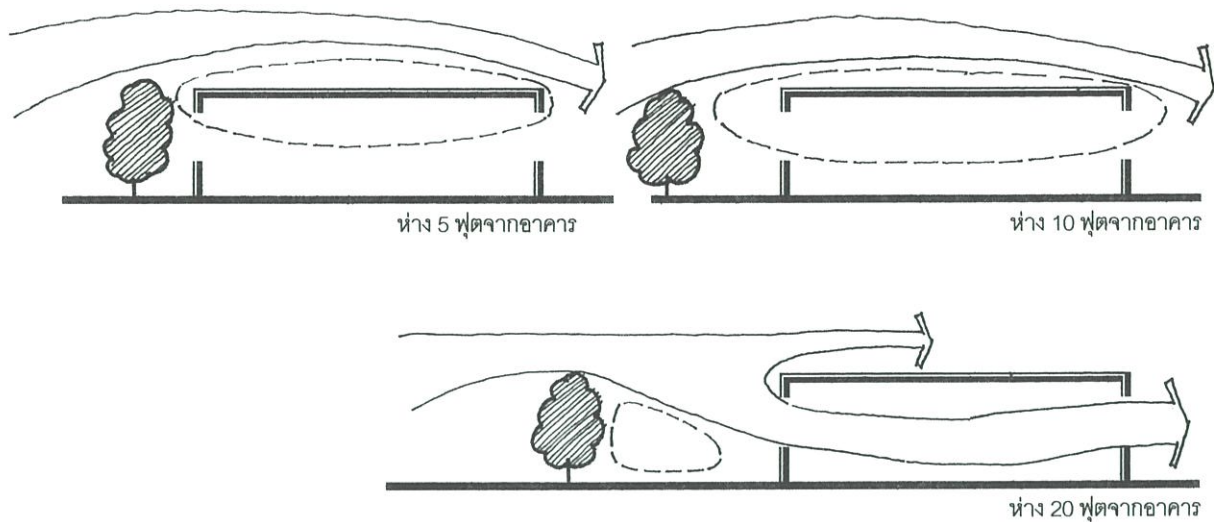
จากผลการทดลองสามารถแสดงลักษณะต่างๆของการระแกลมที่เกิดผลมาจากพืชสู่อาคารได้ดังนี้



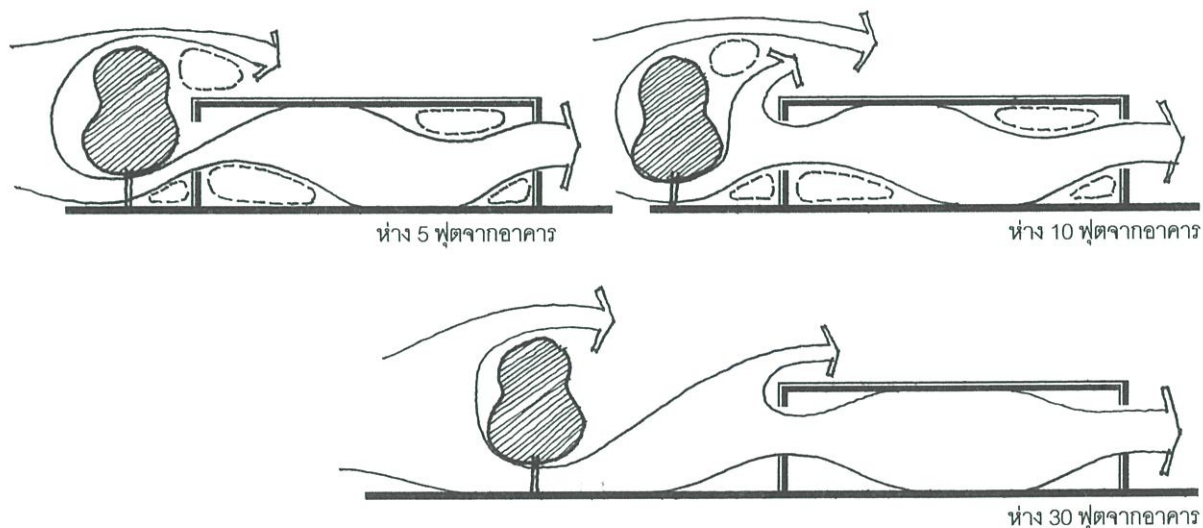
ภาพที่ 2.12 ผลของลมกับพุ่มไม้เตี้ย(น้อยกว่า 3 ฟุต)



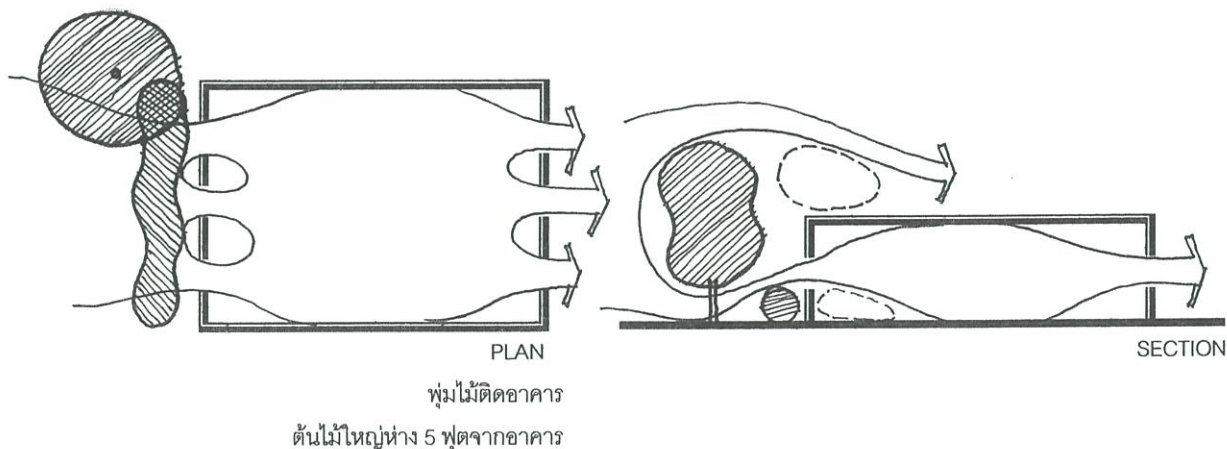
ภาพที่ 2.13 ผลของลมกับต้นไม้พุ่มขนาดกลาง



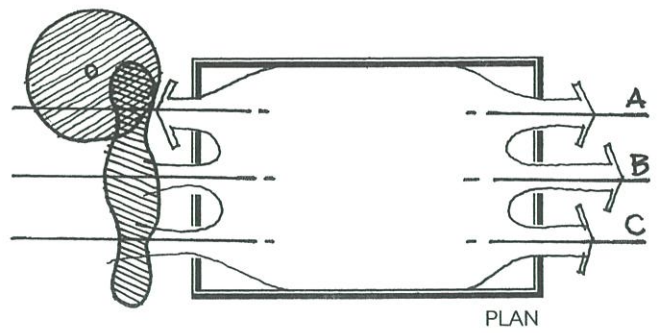
ภาพที่ 2.14 ผลของลมกับไม้พุ่มชนิดสูง



ภาพที่ 2.15 ผลของกระแสนลมกับต้นไม้ใหญ่(ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านสูง 5 ฟุต)

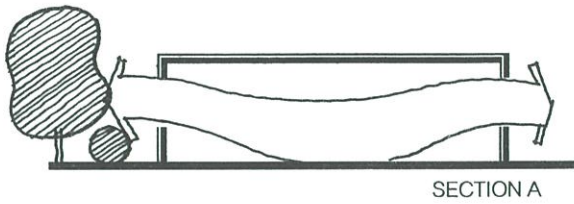


ภาพที่ 2.16 ผลของกระแสนลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย(ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)

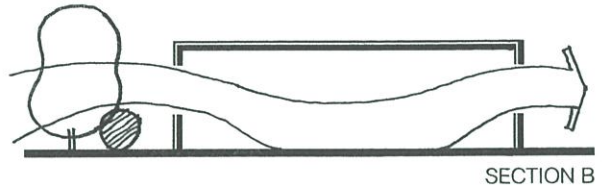


PLAN

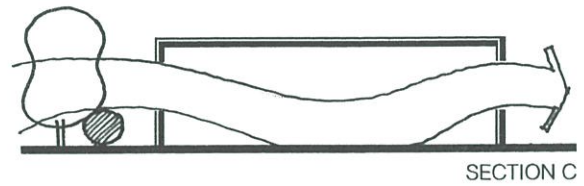
พุ่มไม้ห่าง 5 ฟุตอาคาร
ต้นไม้ใหญ่ห่าง 10 ฟุตจากอาคาร



SECTION A

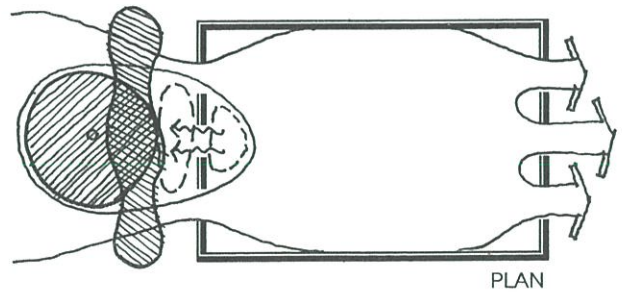


SECTION B



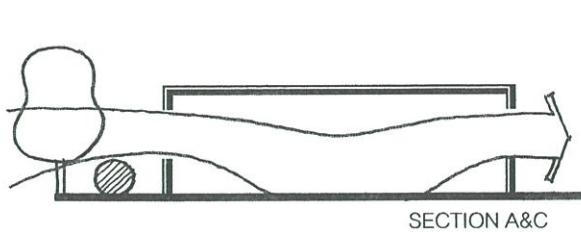
SECTION C

ภาพที่ 2.17 ผลของกระแสนลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย(ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)

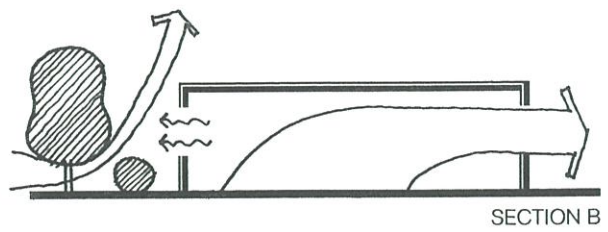


PLAN

พุ่มไม้ห่าง 5 ฟุตอาคาร
ต้นไม้ใหญ่ห่าง 10 ฟุตจากอาคาร

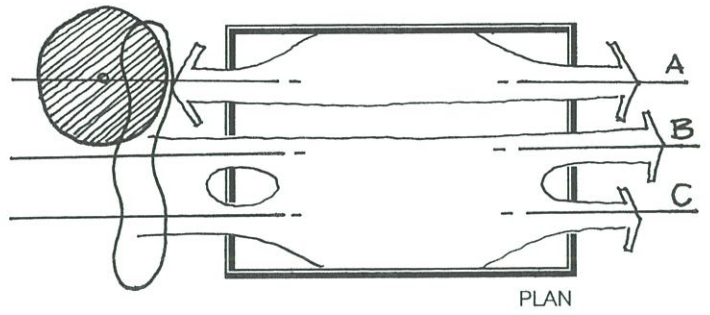


SECTION A&C

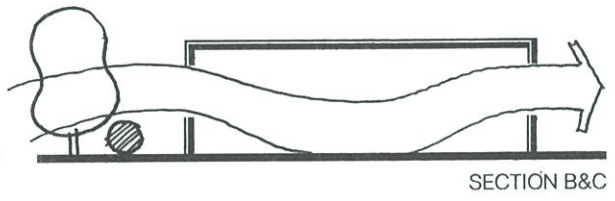
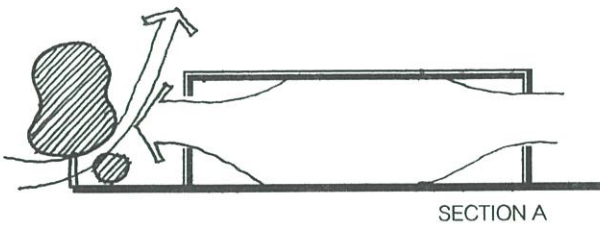


SECTION B

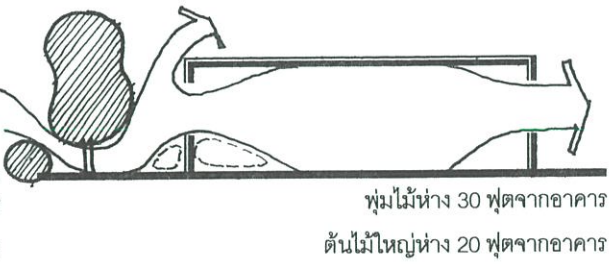
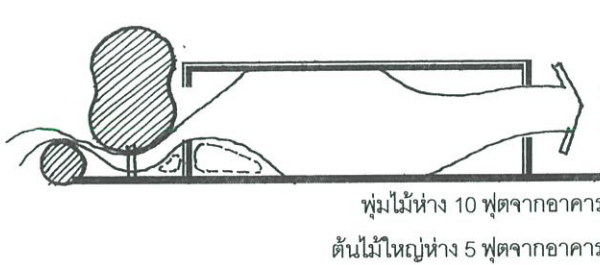
ภาพที่ 2.18 ผลของกระแสนลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย(ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)



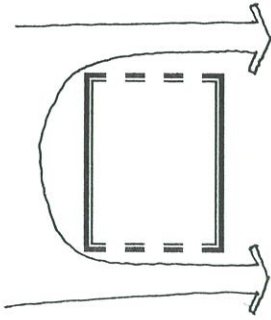
PLAN
พุ่มไม้ห่าง 5 ฟุตอาคาร
ต้นไม้ใหญ่ห่าง 10 ฟุตจากอาคาร



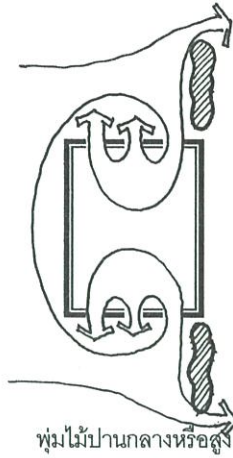
ภาพที่ 2.19 ผลของกระแสนลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย(ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)



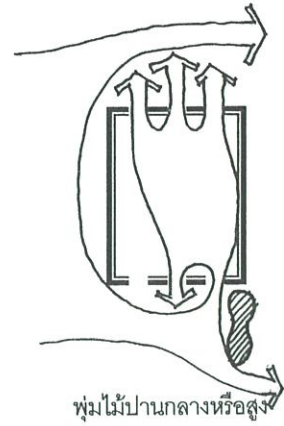
ภาพที่ 2.20 ผลของกระแสนลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยพุ่มเตี้ย(ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)



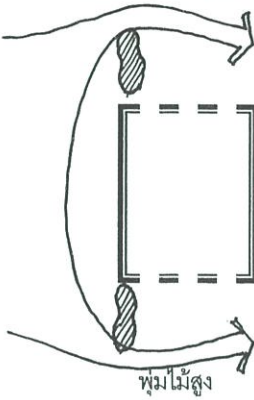
อาคารทำมุม 90 องศากับกระแสลม



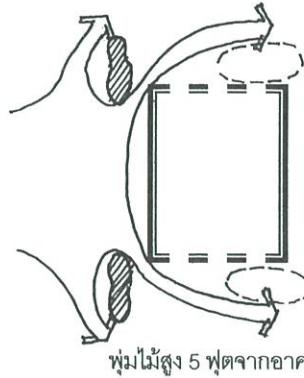
พุ่มไม้ปานกลางหรือสูง



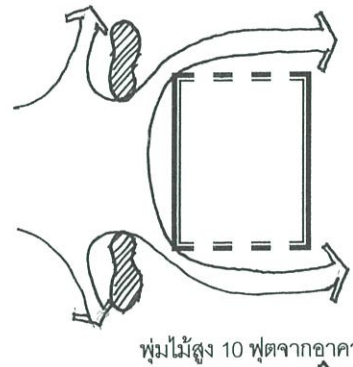
พุ่มไม้ปานกลางหรือสูง



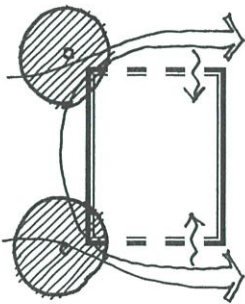
พุ่มไม้สูง



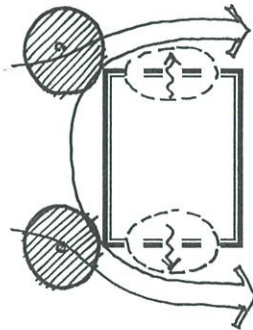
พุ่มไม้สูง 5 ฟุตจากอาคาร



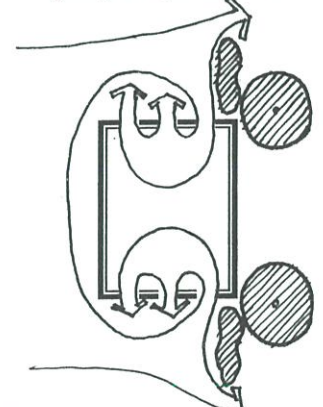
พุ่มไม้สูง 10 ฟุตจากอาคาร



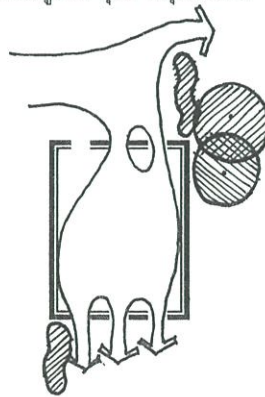
ต้นไม้สูง 5 ฟุตจากมุมอาคาร



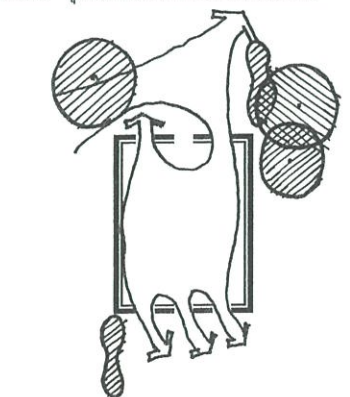
ต้นไม้สูง 10 ฟุตจากมุมอาคาร



ต้นไม้ พุ่มไม้ และอาคารประกอบกัน



ต้นไม้ พุ่มไม้ และอาคารประกอบกัน



ต้นไม้ พุ่มไม้ และอาคารประกอบกัน

ภาพที่ 2.21 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ พุ่มไม้ และอาคารประกอบกัน

2.4 การระบายอากาศผ่านในอาคาร

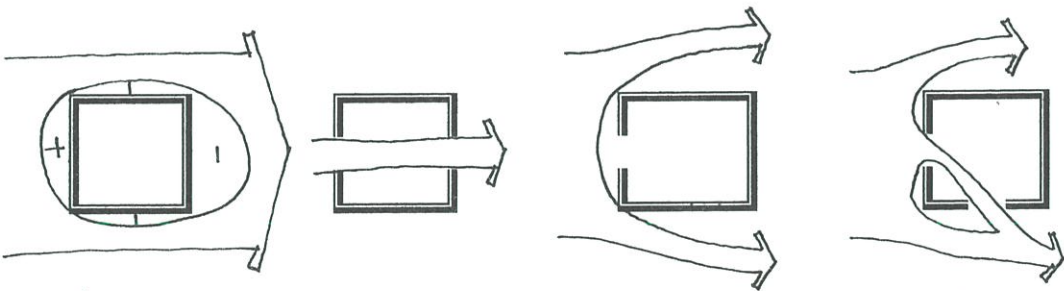
ลมที่พัดผ่านในอาคารเกิดจากอากาศที่ถูกบังคับให้ผ่านช่องเปิดด้วยความกดอากาศสูงและผ่านช่องเปิดอีกด้านสู่ความกดอากาศที่ต่ำกว่า เหมือนกับลมทั่วไป อากาศภายในอาคารก็เช่นเดียวกัน คือจะไหลจากที่มีความกดดันสูงสู่ที่มีความกดดันต่ำทำให้เกิดลมอ่อนๆภายในอาคาร ทำให้ร่างกายสบายขึ้น

สำหรับภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร ซึ่งส่วนมากจะมีอากาศร้อนเกือบตลอดทั้งปี ฉะนั้นปริมาณและความเร็วลมเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับอาคารเพื่อช่วยให้ผู้ใช้อาคารอยู่ในภาวะน่าสบาย โดยเฉพาะในฤดูร้อนความเร็วของกระแสลมที่สูงพอมีความสำคัญกว่าปริมาณของลมที่ไหลผ่าน โดยการออกแบบให้มีช่องทางเข้าของลมขนาดเล็กกว่าช่องทางออก จะทำให้เกิดผลการคอดตัวของลมทำให้กระแสลมมีความเร็วสูงขึ้นภายในอาคาร ในทางกลับกันถ้าช่องทางเข้าของลมมีขนาดใหญ่กว่าช่องทางออก กระแสลมจะมีกระแสลมเร็วขึ้นภายนอกอาคารตรงช่องทางออกของลม(ภาพ2.23)

2.4.1 แรงเฉื่อยในการไหล(Inertia Effect)

ในกรณีที่ช่องเปิดและช่องทางออกของลมอยู่ในแนวเดียวกัน จะทำให้เกิดแนวการไหลของอากาศที่เท่ากันตลอดเนื่องจากความดันภายในและภายนอกเท่ากัน

ในกรณีที่ช่องเปิด และช่องทางออกไม่ตรงกัน อากาศภายในอาคารจะถูกบังคับให้ไหลหักเหตามทิศทาง เนื่องจากความแตกต่างของความดัน



ภาพที่ 2.22 กระแสลมปะทะอาคารจะทำให้เกิดความกดอากาศสูง กระแสลมจะไหลผ่านอาคารได้ดีเมื่อมีช่องทางเข้า และช่องทางออกอยู่ในแนวเดียวกัน และจะไม่ไหลเข้าในอาคารหรือเข้าน้อยในกรณีที่ มีแต่ช่องทางเข้าไม่มีช่องทางออก เมื่อช่องทางเข้าและช่องทางออกอยู่คนละแนวกระแสลมจะเบนออกตามช่องทางออกและค่อยๆเบนกลับสู่แนวเดิม

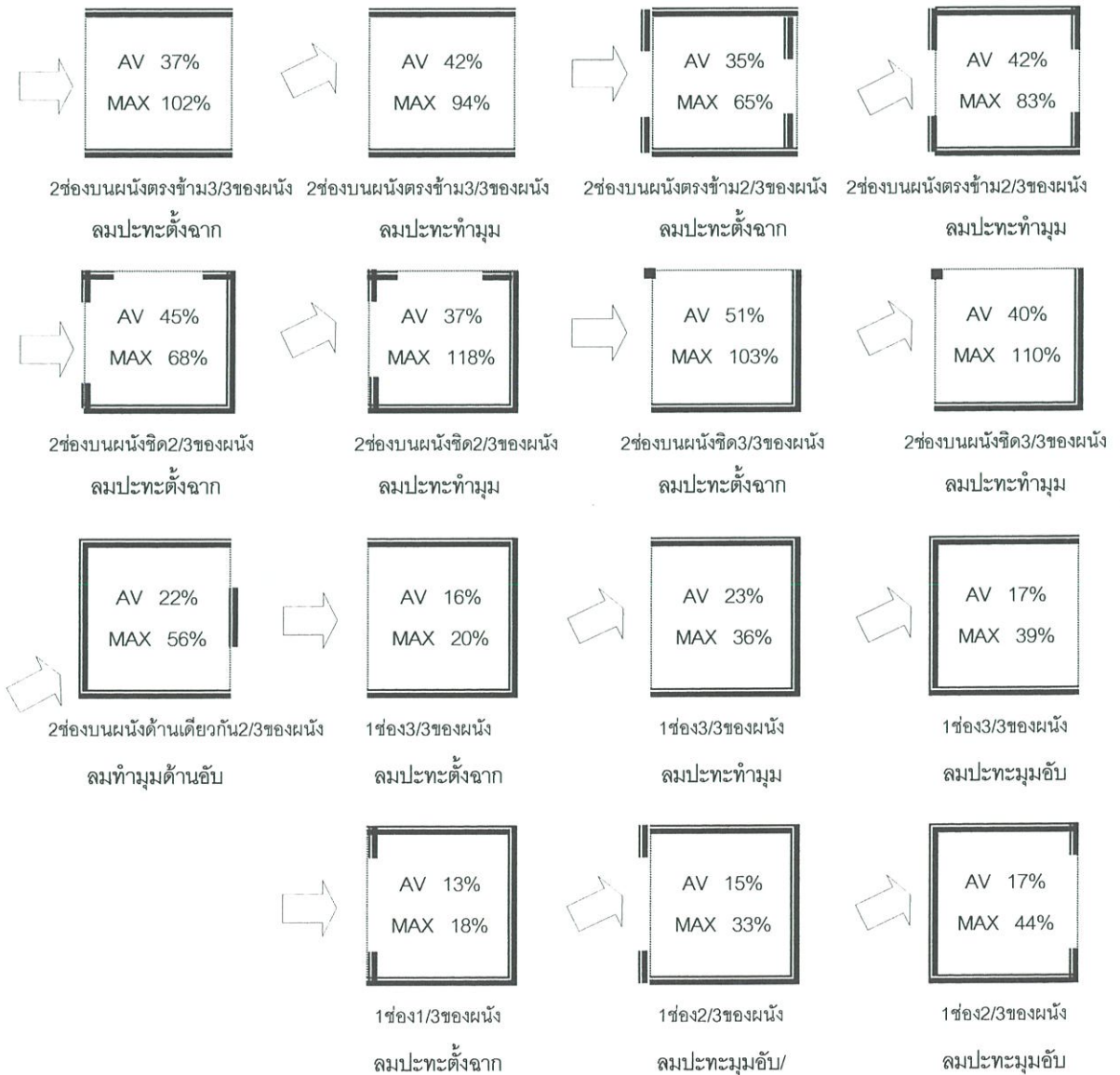


ภาพที่ 2.23 ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้น เมื่อช่องทางออกกว้างกว่าช่องทางเข้าของลม

2.4.2 การระบายอากาศกับตำแหน่งช่องเปิด

การวางตำแหน่งของช่องเปิดทางเข้าออกของอากาศ มีผลโดยตรงต่อแนวการไหลของอากาศ ความเร็วลมจะลดลงไปบ้างด้วยการเปลี่ยนทิศทางการไหล แนวการไหลของอากาศภายในอาคาร จะต้องผ่านบริเวณที่ผู้ใช้อาศัยอยู่ ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบตำแหน่งของช่องเปิดเข้าและออกของ กระแสลม

B. Givoni ได้ทำการทดลอง กับห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัสใน 5 ลักษณะ โดยมีทิศทางลมเข้าปะทะผนังหรือช่องเปิด 2 ลักษณะ คือ ตั้งฉากกับช่องเปิด หรือทำมุมกับช่องเปิด นอกจากนี้ยังทำการทดลองกับช่องเปิด 2 ขนาดต่างกัันดังนี้



ภาพที่ 2.24 ตำแหน่งของช่องหน้าต่างต่างมีอิทธิพลต่อการระบายอากาศ

ตารางที่ 2.4 ผลการทดลองการระบายอากาศที่มีผลจากตำแหน่งหน้าต่าง

| ตำแหน่งช่องเปิด | ทิศทางลม | ความกว้างช่องเปิด / พื้นที่ผนัง | | | |
|-----------------------------------|----------|---------------------------------|------|-------------|------|
| | | 2/3 ของผนัง | | 3/3 ของผนัง | |
| | | AV(Average) | MAX | AV(Average) | MAX |
| 1. 2ช่องเปิดตรงข้ามปะทะลม | ตั้งฉาก | 35% | 65% | 37% | 102% |
| | ทำมุม | 42% | 83% | 42% | 94% |
| 2. 2ช่องเปิดชิดผนังกันปะทะลม | ตั้งฉาก | 45% | 68% | 51% | 103% |
| | ทำมุม | 37% | 118% | 40% | 110% |
| 3. 2ช่องเปิดผนังเดียวกันด้านอับลม | ทำมุม | 22% | 56% | - | - |
| 4. 1ช่องเปิดด้านปะทะลม | ตั้งฉาก | 13% | 18% | 16% | 20% |
| | ทำมุม | 15% | 33% | 23% | 36% |
| 5. 1ช่องเปิดด้านอับลม | ทำมุม | 17% | 44% | 17% | 39% |

จากการทดลองผลปรากฏว่า การจัดให้มี Cross Ventilation อย่างข้อ 1,2 จะทำให้ปริมาณอากาศเคลื่อนที่ในห้องมากขึ้น ในบางกรณีความเร็วลมยังมากกว่าภายนอก เช่น 2 ช่องเปิดผนังชิดทำมุมกัน และ 2 ช่องเปิดผนังตรงข้ามกันมีบางค่ามากกว่า 100% ในทางตรงข้ามห้องที่ไม่จัดให้มี Cross Ventilation อย่างข้อ 3,4 และ 5 ลมภายในห้องจะอ่อนกว่าลมภายนอกค่อนข้างมาก เป็นที่สังเกตได้ว่ากรณีที่ 3 ยังมีค่าลมมากกว่ากรณีที่ 4 และ 5

ในกรณีที่ช่องเปิดลมเข้าและลมออกไม่ได้อยู่ตรงข้ามกัน แต่อยู่บนผนังที่ชนประชิดกันผลการระบายอากาศภายในห้องกลับอยู่ในสภาพที่ดีในลักษณะที่มีลมไหลทั่วห้องถึงแม้ความเร็วลมจะต่ำกว่ากรณีที่ช่องเปิดตรงกัน ทั้งนี้เกิดจากลมที่มาจากทิศทางตั้งฉากกับช่องเปิดเมื่อเข้าไปในห้องจะปะทะกับผนังตรงข้ามกับช่องเปิด และไหลวนก่อนออกจากช่องเปิดอีกด้านหนึ่ง ตามที่ได้แสดงในการทดลองดังนี้

ตารางที่ 2.5 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่มีผลจากตำแหน่งหน้าต่าง

| พื้นที่หน้าต่าง/ผนัง | | หน้าต่างตรงข้ามกัน | | หน้าต่างบนผนังชนชิดกัน | |
|----------------------|-----------|--------------------|---------|------------------------|---------|
| ช่องลมเข้า | ช่องลมออก | ลมตั้งฉาก | ลมทำมุม | ลมตั้งฉาก | ลมทำมุม |
| 1/3 | 1/3 | 35% | 42% | 45% | 37% |
| 1/3 | 2/3 | 39% | 40% | 39% | 40% |
| 2/3 | 1/3 | 34% | 43% | 51% | 36% |
| 2/3 | 2/3 | 37% | 51% | - | - |
| 1/3 | 3/3 | 44% | 44% | 51% | 45% |
| 3/3 | 1/3 | 32% | 41% | 50% | 37% |
| 2/3 | 3/3 | 35% | 59% | - | - |
| 3/3 | 2/3 | 36% | 62% | - | - |
| 3/3 | 3/3 | 47% | 65% | - | - |

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ขนาดของช่องเปิดเข้าและออกทำให้เกิดผลต่างความเร็วภายในเล็กน้อย ถ้าช่องลมเข้าเล็กช่องลมออกใหญ่จะทำให้เกิดปริมาณลมในอาคารมากกว่าช่องลมเข้าใหญ่ช่องลมออกเล็ก



ภาพที่ 2.25 การไหลของอากาศจากช่องทางเข้าในตำแหน่งที่ต่างกัน

- (ก) ช่องทางอากาศเข้าออกสูงจากพื้นห้อง ทำให้ผู้ที่อยู่ในห้องไม่ได้รับกระแสลม
- (ข) ช่องทางอากาศเข้าและออกอยู่ต่ำจากพื้นห้อง ทำให้ผู้ที่อยู่ในห้องได้รับกระแสลมไม่เต็มที่
- (ค) ช่องทางอากาศเข้าอยู่ในระดับต่ำ และช่องทางอากาศออกอยู่ในระดับสูงทำให้กระแสลมพัดในระดับใกล้พื้นห้อง
- (ง) เปิดช่องทางอากาศเข้าในระดับฝ้าเพดาน และช่องทางอากาศออกอยู่ในระดับต่ำจะทำให้พื้นที่บางส่วนไม่ได้รับลม

สูตรคำนวณหาปริมาณความเร็วลมภายในอาคาร(WIND EFFECT)¹

สูตรหาความกดอากาศของลม

$$P_w = 0.5 \times d \times v^2$$

เมื่อ d = ความหนาแน่นของอากาศ (ส่วนมากจะมีค่า 1.224 kg/m³ ที่อุณหภูมิ 15 องศาC)

V = ความเร็วลม(m/s)

$$P_w = 0.612 \times v^2 \dots \dots \dots (1)$$

สูตรในการหาความกดอากาศของลมในกรณีแบบทะลุผ่าน(cross ventilation)

$$\Delta P_w = P_w \times (C_{pw} - C_{pl}) \dots \dots \dots (2)$$

โดยที่ C_{pw} = Pressure Coefficient windward side = 0.5 ถึง 1
 (ในกรณีพื้นที่โล่ง = 0.5 .ในกรณีที่มีสิ่งแวดล้อมมากกระทบ = 1)

C_{pl} = Pressure Coefficient leeward side = -0.3 ถึง -0.4
 (ในกรณีพื้นที่โล่ง = -0.3 .ในกรณีที่มีสิ่งแวดล้อมมากกระทบ = -0.5)

สูตรการหาปริมาณการเคลื่อนที่ของอากาศ

$$V_r = 0.827 \times A \times C_e \times \sqrt{\Delta P_w(m^3/s)} \dots \dots \dots (3)$$

โดยที่ A = พื้นที่รวมช่องเปิด

C_e = effectiveness coefficient
 (ในกรณีช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว ไม่มีการเคลื่อนที่แบบ cross ventilation = 0.1)
 (ในกรณีที่มีการเคลื่อนที่แบบ cross ventilation โดยไม่มีสิ่งใดขวางกั้น = 1)

ตัวอย่างเช่น

ถ้า V = 3 m/s C_{pw} = 0.9 C_{pl} = -0.4 และ A = 3 m³ C_e = 1 (full cross ventilation)

จากสูตร

$$P_w = 0.612 \times v^2$$

$$= 0.612 \times 3^2$$

¹ Prof. SV. Szokolay. " การบรรยายพิเศษ เรื่อง ENERGY CONSERVATION IN BUILDINGS" 2543. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

$$\begin{aligned}
 &= 5.508 \\
 \Delta P_w &= P_w \times (C_{pw} - C_{pl}) \\
 &= 5.508(0.9 - (-0.4)) \\
 &= 7.16 \quad \text{Pa(Pascal)} \\
 V_r &= 0.827 \times A \times C_e \times \sqrt{\Delta P_w \dots} \\
 &= 0.827 \times 3 \times 1 \times \sqrt{7.16} \\
 &= 6.64 \quad \text{m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

2.4.3 การระบายอากาศแบบข้ามฝาก (Cross Ventilation)

เป็นการระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพ โดยมีช่องทางลมเข้าและช่องทางลมออกอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน และมีขนาดช่องเปิดใกล้เคียงกัน B.Givoni ได้ให้สมการสำหรับการคำนวณหาความเร็วลมภายในอาคาร ที่มีสภาพการระบายอากาศที่เกิดขึ้นในห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัสไว้ในหนังสือ MAN CLTMATE and ARCHITECTURE ดังนี้

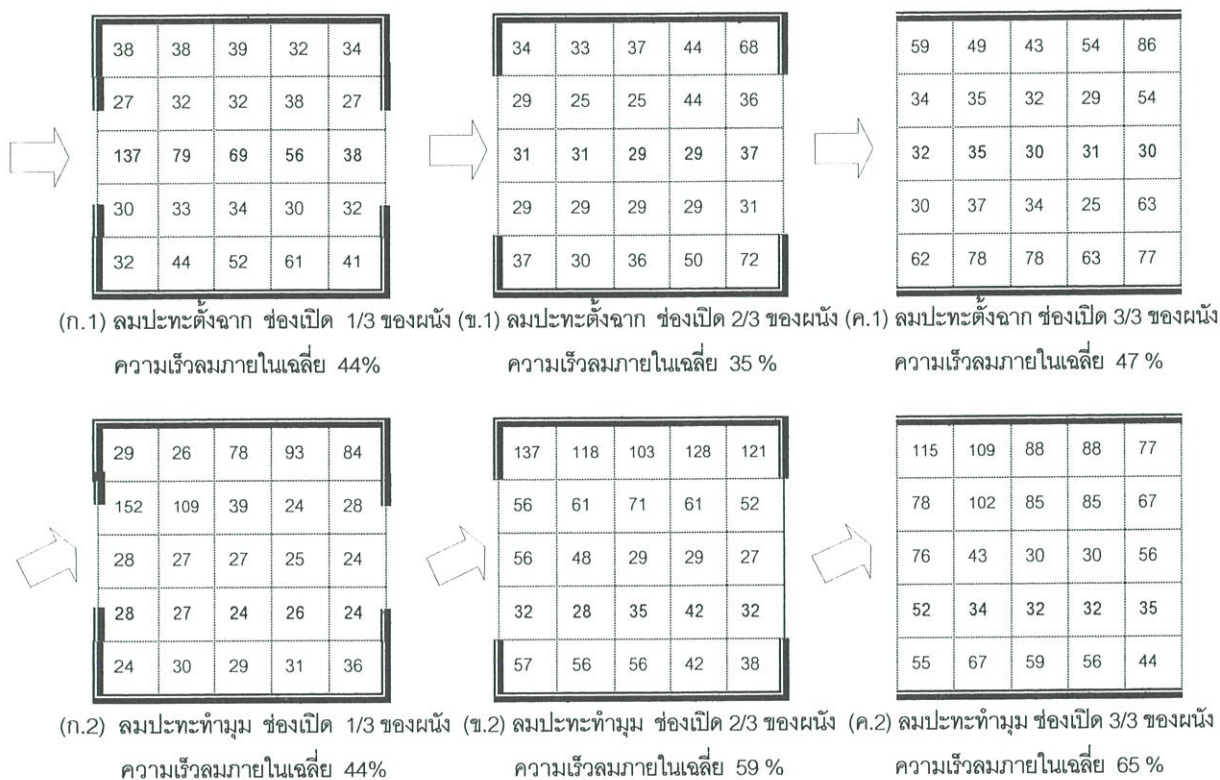
$$V(i) = 0.45(1 - e^{-3.84x})V(o)$$

โดย $V(i)$ = ความเร็วลมเฉลี่ยภายใน
 $V(o)$ = ความเร็วลมภายนอก
 X = อัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัดต่อพื้นที่ผนัง
 (กรณีที่ช่องลมเข้า และออกขนาดเท่ากัน)

ในลักษณะของ Cross Ventilation ช่องเปิดกว้าง จะมีความเร็วลมภายในมากกว่าช่องเปิดเล็ก โดยสามารถทดสอบโดยวิธีการคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กรณีที่ } x \text{ มีค่า} = 0.9 & \quad V(i)/V(o) = 0.44 \\
 & \quad V(i) = 0.44 V(o) \\
 \text{กรณีที่ } x \text{ มีค่า} = 0.1 & \quad V(i)/V(o) = 0.14 \\
 & \quad V(i) = 0.14 V(o)
 \end{aligned}$$

B.Givoni ได้ทำการทดลองการระบายอากาศแบบข้ามฝาก (Cross Ventilation) ปรากฏว่า ถ้าลมเข้าและออกอยู่ในแนวเดียวกัน ลมจะเข้าและออกไปโดยเร็ว พื้นที่ส่วนอื่นๆ นอกช่องแนวหน้าต่างลมจะพัดผ่านน้อยมาก แต่ถ้าลมทำมุม เช่น 45 องศา กับช่องลมเข้า จะทำให้ลมที่เข้าภายในห้องเกิดการหมุนวน ทำให้ลมไหลได้ทั่วห้อง



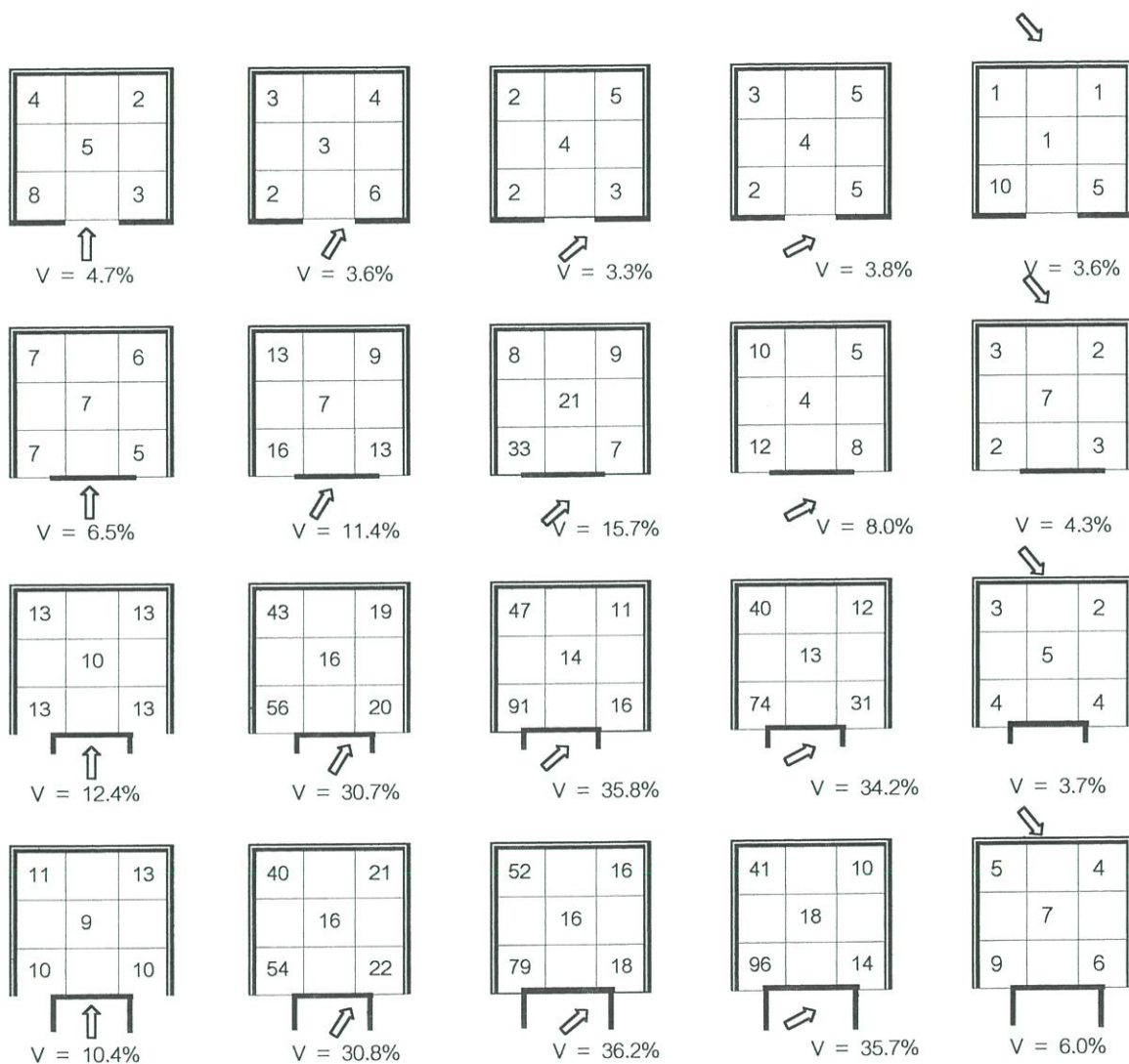
ภาพที่ 2.26 การกระจายลมภายในจากทิศทางลมและขนาดช่องเปิดที่แตกต่างกัน

2.4.4 การระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำโดยใช้ปีกอาคาร(Wing walls ventilation)²

ในบางกรณีไม่สามารถออกแบบให้มี Cross Ventilation ได้กับทุกห้อง เพราะอาจมีผนังที่ติดภายนอกเพียงด้านเดียว ในกรณีเช่นนี้ การจัดให้มีช่องเปิด 2 ช่องที่ผนังด้านเดียวดีกว่าช่องเปิดเดียว ทั้งนี้เพราะถ้าลมทำมุมกับช่องเปิด ลมจะเข้าช่องเปิดและหมุนวนภายในห้องและออกช่องเปิดอีกด้านหนึ่ง ลักษณะเช่นนี้สามารถทำการออกแบบให้เกิดการเหนี่ยวนำลมเข้าสู่ห้องได้

² Baruch Givoni. PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING OF BUILDINGS. Canada. Van Nostrand reinhold : 1994

มากขึ้น โดยการทำแฉงกันหน้าต่างเพื่อให้เกิดด้านปะทะลม และลมอับบนผนังด้านเดียวกัน ก็ เป็นการสร้างโอกาสให้เกิดลักษณะการระบายอากาศได้ หรืออาจใช้เป็นหน้าต่างแบบบานเปิดก็ได้ ได้มีการทดลอง จากหุ่นจำลองห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยกำหนดให้มีช่องเปิด 2 ขนาดในลักษณะแตก ต่างกัน 3 ลักษณะ คือ ช่องเดี่ยวตรงกลาง ช่องเปิด 2 ช่องบนผนังด้านเดียว และช่องเปิด 2 ช่อง บนผนังด้านเดียวโดยมีแฉงกันกำบังลม ดังนี้



ภาพที่ 2.27 การกระจายลมภายในห้องสี่เหลี่ยมที่มีช่องเปิดด้านเดียว ด้วยวิธีการเหนี่ยวนำ โดยให้ปีกอาคารช่วย

ตารางที่ 2.6 แสดงผลการทดลองการระบายอากาศด้วยวิธีการเหนี่ยวนำของช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว

| พื้นที่หน้าต่าง | จำนวนหน้าต่าง | ทิศทางลม | | | | |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|
| | | ตั้งฉากกับช่องเปิด | 22.5° ด้านหน้า | 45° ด้านหน้า | 67° ด้านหน้า | ทำมุมด้านหลัง |
| 2/9 | 1 ช่องตรงกลางผนัง | 10.4 % | 10.4 % | 10.4 % | - | - |
| | 2 ช่องชิดข้างผนัง | 11.8 % | 16.8 % | 17.5 % | 8.9 % | 5.4 % |
| | 2 ช่องชิดข้างผนังมีแผงกันบังลม | 16.0 % | 34.0 % | 38.4 % | 36.2 % | 8.1 % |
| 1/9 | 1 ช่องตรงกลางผนัง | 4.7 % | 3.6 % | 3.3 % | 3.8 % | 3.6 % |
| | 2 ช่องชิดข้างผนัง | 6.5 % | 11.4 % | 15.7 % | 8.0 % | 3.4 % |
| | 2 ช่องชิดข้างผนังมีแผงกันบังลม | 11.4 % | 30.8 % | 36.0 % | 35.0 % | 4.9 % |
| | 2 ช่องชิดข้างผนังมีกันสาดได้หน้าต่าง | 17.3 % | - | 20.8 % | - | - |

หมายเหตุ: มีหน่วยความเร็วลมเป็น % ของความเร็วลมภายนอกอาคารในพื้นที่เดียวกันภายใต้สภาพแวดล้อมที่โล่งแจ้งไม่มีสิ่งกีดขวาง

2.4.5 การระบายอากาศของช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว

The British Building Research ได้สร้างสมการเพื่อหาความเร็วลม ของการระบายอากาศของช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว ดังนี้

$$Q = 0.025 A \cdot V_r$$

โดยที่ Q = ปริมาณอากาศถ่ายเทในอัตรา ลบ.ม./วินาที

A = พื้นที่ของช่องเปิด

V_r = ความเร็วลมภายนอกในระดับ ความสูงเดียวกับตำแหน่งหน้าต่าง

สมมุติว่าความเร็วลมภายนอกมีความเร็ว 1 กม./ชม ที่ระดับความสูง 10 ม. จากพื้นดิน และ ช่องเปิดขนาด 1/3 ของผนัง ผนังมีพื้นที่ 3 x 4 เมตร

$$A = 1/3 \times 3 \times 4 = 4 \text{ ตรม.}$$

$$V_r = 1 \text{ ก.ม./ชม.} = 0.28 \text{ ม./วินาที}$$

$$Q = 0.025 \times 4 \times 0.28 = 0.028 \text{ ลบ.ม./วินาที}$$

$$= 101 \text{ ลบ.ม./ชม.}$$

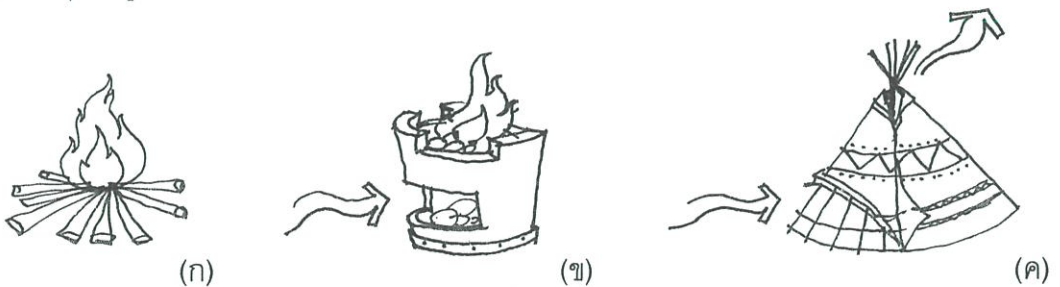
ถ้าห้องดังกล่าวสูง 4.5 เมตร ปริมาตรของห้องมีค่าเท่ากับ 4x3x4.5 หรือ 54 ลบ.ม. ถ้าต้องการการระบายอากาศ 2 air change ปริมาตรอากาศที่ถ่ายเทจะเท่ากับ 2 เท่าของ 54 หรือ 108 ลบ.ม./ชม. พื้นที่ของหน้าต่างที่กำหนดในตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่าที่ควรจะเป็นเล็กน้อย ตามข้อบัญญัติของเทศบาลกรุงเทพมหานครปัจจุบัน กำหนดช่องเปิดขั้นต่ำของห้องเพื่อระบายอากาศต้องไม่น้อยกว่า 10% ของพื้นที่ห้อง ถ้าพิจารณากลับมาที่ตัวอย่าง

| | | |
|--|------------------------|----------------------------|
| ห้องมีขนาดพื้นที่ 12 ตร.ม. พื้นที่ช่องเปิด | A = 1.2 | ตร.ม.(1/10 ของพื้นที่ห้อง) |
| ปริมาณการถ่ายเทของอากาศ | Q = 0.025 x 1.2 x 0.28 | |
| | = 0.008 | ลบ.ม. / วินาที |
| | = 30.25 | ลบ.ม. / ชม. |
| | = 30.25 / 4 x 3 x 4.5 | |
| | = 0.56 | air change |

ซึ่งจะเห็นได้ว่าตามข้อกำหนดในข้อบัญญัติเทศบาลกรุงเทพมหานคร ได้กำหนดการระบายอากาศไว้ต่ำกว่ามาตรฐานมาก

2.4.6 การระบายอากาศด้วยวิธีการลอยตัวของอากาศ (Stack Effect/Chimney Effect)

บางสภาพอากาศไม่มีลมพัดผ่านตามธรรมชาติ เราสามารถออกแบบอาคารให้เกิดการระบายอากาศด้วยวิธีการเหนี่ยวนำ การระบายอากาศด้วยวิธีการทำเป็น ปล่อง(Stack Effect) การออกแบบจะใช้หลักของความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศเป็นตัวช่วยในการนำกระแสลม ตัวปล่องจะทำด้วยวัสดุที่รับความร้อนได้เร็ว มีมวลมากทำให้สามารถเก็บความร้อนได้นาน ด้านนอกของปล่องกระโจมควรหุ้มด้วยแผ่นโลหะ เช่น แผ่นทองแดง แผ่นเหล็ก และควรทาสีดำ แสงแดดจะทำให้อากาศในปล่องมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป อากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้นไหลออกไปที่ตอนบน โดยจะดึงอากาศที่เย็นกว่าจากเบื้องล่าง หรือจากภายนอกอาคารเข้ามาแทนที่ ถ้าเราสามารถทำให้ปล่องมีมวลมากพอที่จะสะสมความร้อนไว้ในเนื้อมวลของปล่อง จะทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศอย่างต่อเนื่องได้เป็นเวลานานๆ ถ้าอุณหภูมิในปล่องสูงกว่าอุณหภูมิภายในอาคารมากก็จะทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศมากขึ้นตามไปด้วย โดยปกติจะต้องทำให้อุณหภูมิในปล่องสูงกว่าอุณหภูมิทั่วไปภายในอาคาร 10 องศาเซลเซียสขึ้นไป³



ภาพที่ 2.28 ปรากฏการณ์ลอยของอากาศร้อนที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เช่น

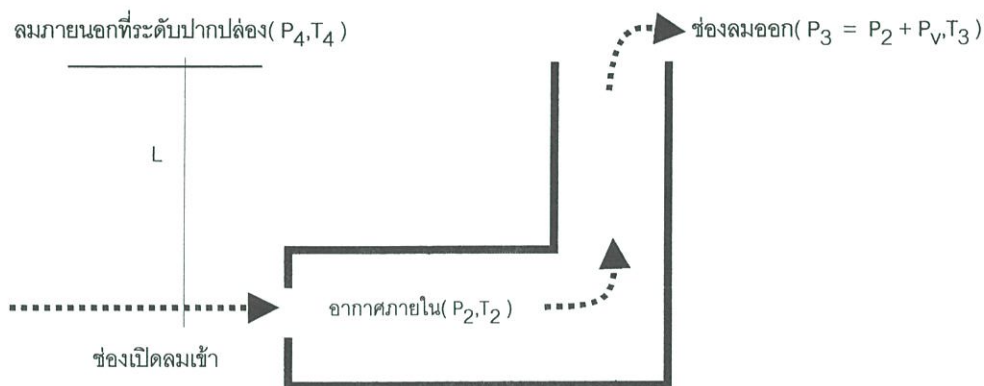
(ก)(ข) เพลวไฟหรือควีน เห็นตัวอย่างได้จากเตาถ่าน

(ค) กระโจมอินเดียนแดง ซึ่งใช้หลักการระบายความร้อนขึ้นสู่เบื้องบน ล้วนแล้วแต่เป็นการระบายความร้อนตามธรรมชาติที่เรียกว่า Stack Effect

³ วิเชียร สุวรรณรัตน์, ภูมิอากาศวิทยาและการออกแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สมการสำหรับการไหลของลมในปล่อง⁴

เมื่อกระแสลมจากภายนอกไหลเข้าไปในห้องที่มีความร้อน การขยายตัวของอาคารเนื่อง จากความร้อน ทำให้อากาศภายในมีความเบาผลักดันภายนอก ดังนั้นอากาศภายในจะถูกดูดขึ้น ด้วย แรงลอยตัว F ซึ่งเท่ากับ น้ำหนักของอากาศภายนอก ที่ถูกทดแทนที่ด้วยการขยายตัว มีค่า มวลของอากาศ M lb และปริมาณของอากาศทั้งหมด ซึ่งถ้าให้ V_1 เป็นค่าปริมาณของอากาศ ภายนอก และ V_2 เป็นปริมาณของอากาศภายใน



ภาพที่ 2.29 การระบายอากาศด้วยปล่องอากาศ

$$\text{การเพิ่มของปริมาณอากาศ} = MV_1 - MV_2$$

$$\text{จำนวนน้ำหนักของอากาศภายนอกซึ่งถูกแทนที่โดยการขยายตัวคิดเป็นแรง } F = \frac{MV_1 - MV_2}{V_1}$$

$$\text{จากสมการปริมาณแรงดันของแก๊ส } PV = MBT$$

$$\text{เราแทนค่าได้ว่า } V_2 = \frac{BT_2}{P_2}$$

$$V_1 = \frac{BT_1}{P_1}$$

เมื่อ T_1 เป็นอุณหภูมิอากาศภายนอก

T_2 เป็นอุณหภูมิอากาศภายใน

⁴ สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย : 2541

เนื่องจากว่าการไหลของอากาศมีความกดดันอากาศ(Pressure)สม่ำเสมอ ดังนั้น $P_1 = P_2$ เอาไปแทนค่า V_1 และ V_2 สำหรับแรงลอยตัว(Buoyancy Force) ได้

$$F = \frac{(T_2 - T_1)}{T_1}$$

แรงลอยตัวมีผลตั้งแต่ว่าระดับที่อากาศเริ่มเข้าทางช่องเปิด จนกระทั่งลอยออกไปจากปล่องซึ่งมีความสูง = L งานหรือพลังงานทั้งหมดที่กระทำ = แรง x ระยะทาง

พลังงานแอบแฝง(Potential Energy)จึงมีค่าดังนี้ $Z = F(L) = \frac{L(T_2 - T_1)}{T_1}$

ในการเคลื่อนตัวขึ้นสู่ยอดปล่องอากาศที่ไหลออกไปใช้พลังงานจลน์(Kinetic Energy) เท่ากับพลังงานที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งเมื่อแทนค่าด้วยอากาศ 1 lb จะได้

$$\frac{W}{2g} = \frac{L(T_2 - T_1)}{T_1}$$

ซึ่งเราจะได้ความเร็วในการไหลของอากาศตามทฤษฎี (โดยมีหน่วยที่ใช้มีค่าเป็น ฟุตต่อวินาที ft/s)

$$W = \sqrt{\frac{2g L (T_2 - T_1)}{T_1}}$$

ถ้าหากว่าค่าของความหน่วงนำเข้ามาพิจารณาในการปรับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการไหลรวมทั้งค่าอื่นๆ และค่าความเร็วแตกหน่วยเป็น ฟุต/วินาที จะได้

$$W = 482.1 \times O \times A \sqrt{\frac{(T_2 - T_1)}{T_1}}$$

ซึ่ง W = อัตราความเร็วของการไหล ฟุต³/นาที (ft³/min)

O = อัตราส่วนการไหลโดยมีความผิดพลาดของปล่อง รวมทั้งการสูญเสียอื่นๆ = มีค่าระหว่าง 0.3-0.5

A = พื้นที่ภาคตัดขวางของปล่อง = ฟุต² (ft²)

L = ความสูงจากทางเข้าของอากาศ ถึงระดับปากปล่อง = ฟุต (ft)

T_1 = อุณหภูมิของอากาศภายนอกที่ปากทางเข้า (°F)

T_2 = อุณหภูมิภายใน (°F)

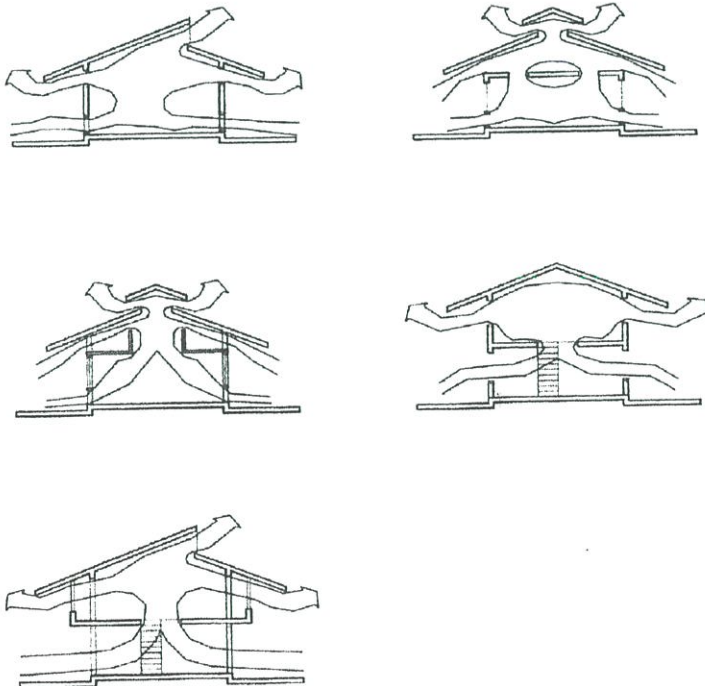
จากการวิเคราะห์เชิงคำนวณ ทำให้สามารถสรุปหาวิธีการออกแบบที่ดีได้ ดังนี้

1. อุณหภูมิของปล่อง พยายามให้อากาศในปล่องมีอุณหภูมิสูง อาจทำโดยวิธีให้ปล่องอยู่ในตำแหน่งที่ได้รับการแผ่รังสีความร้อนสูง ให้พื้นที่ปล่องได้รับความร้อนจากแสงแดดมากที่สุด (อุณหภูมิสูงทำให้แรงลอยตัวของอากาศมีมาก) ให้มีการรั่วของอากาศในปล่องน้อยที่สุด

2. ความผิดของปล่อง ให้มีความผิดในตัวปล่องน้อยที่สุด ไม่มีการหักมุมที่แหลมคม หรือมีการกีดขวางเนื้อที่หน้าตัดของปล่องควรใหญ่พอที่จะให้ลมผ่าน โดยมีความเร็วเปรียบเทียบต่ำและควรจะเป็นรูปวงกลม หรือใกล้เคียงจัตุรัส เพื่อให้อัตราส่วนของพื้นที่ผิวกับเนื้อที่หน้าตัดต่ำ

3. หลีกเลี่ยงจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูง การพัดของกระแสลมผ่านอาคาร ทำให้เกิดบริเวณความกดสูงขึ้นบริเวณชิดผิวอาคาร การที่เปิดปากปล่องออกสู่บริเวณดังกล่าว ถ้าหากว่าความกดอากาศในบริเวณปากปล่องมีความกดดันสูง มีค่ามากกว่าความดันของอากาศในปล่องแล้วอาจทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “ การดูดกลับ ” เกิดขึ้นได้

ปล่องอากาศควรวางไว้ในตำแหน่งที่เปิดออกสู่บริเวณความกดต่ำ หรือให้สูงมากจนเกินระดับความกดดันสูง ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงทิศทางในการพัดของลมในฤดูต่างๆ และคิดถึงอิทธิพลของภูมิสถาปัตยกรรมและอาคารข้างเคียงด้วย ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับทางด้านอากาศพลศาสตร์



ภาพที่ 2.30 ลักษณะการไหลของอากาศเนื่องจาก แรงลอยตัว(Buoyancy Force) เนื่องจากการระบายอากาศผ่านอาคาร ด้วยการใช้วิธีการเหนี่ยวนำโดยทำปล่องกระโจม(Stack Effect) ในขณะที่ไม่มีกระแสลมไหลผ่าน

STACK EFFECT

คือการเคลื่อนที่ของอากาศเมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิที่ช่องลมเข้าและช่องลมออก

ความหนาแน่นของอากาศที่ 0 องศา $d_0 = 1.293 \text{ kg/m}^3$

สูตรหาค่าความหนาแน่นที่อุณหภูมิต่าง ๆ

$$d_t = 1.293 \times 273 / T \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่ $T = \text{absolute temperature } ^\circ\text{K}$

ที่ $g = \text{The gravitational acceleration} = 9.81$

เมื่อความแตกต่างของความกดอากาศระหว่าง ช่องลมเข้า และ ช่องลมออก

สูตรหาค่าความกดอากาศ(stack pressure)

$$p = h \times g \times (d_0 - d_i)$$

$$= h \times 9.81 \times (1.293 \times 273 / T_o - 1.293 \times 273 / T_i)$$

$$\Delta p = h \times 3462 \times (1/T_o - 1/ T_i) \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ $T = ^\circ\text{K}$

$h = \text{ความสูง (m)}$

$\Delta p = \text{Pa (Pascal)}$ A useful rule of thumb is that $\Delta p = 0.13 \text{ Pa/K per storey}$

สูตรการหาปริมาตรความเร็วลมแบบ stack effect

$$V_r = 0.827 \times A \times \sqrt{\Delta p} \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ $A = \text{พื้นที่ช่องอากาศ (m}^2\text{)}$ $A' = \frac{A_1 + A_2}{\sqrt{A_1^2 + A_2^2}}$

$V_r = \text{ปริมาตรความเร็วลม (m}^3\text{/s)}$

ตัวอย่างเช่น

$T_o = 28^\circ = 301 \text{ }^\circ\text{K}$ ซึ่งมีความหนาแน่นเท่ากับ $d_{t_o} = 1.293 \times 273 / 301 = 1.173 \text{ kg/m}^3$

$T_i = 32^\circ = 305 \text{ }^\circ\text{K}$ ซึ่งมีความหนาแน่นเท่ากับ $d_{t_i} = 1.293 \times 273 / 305 = 1.157 \text{ kg/m}^3$

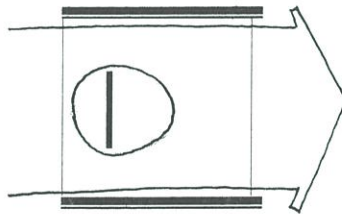
ถ้า $h = 4 \text{ เมตร}$

จากสูตร $\Delta p = h \times 3462 \times (1/T_o - 1/ T_i)$

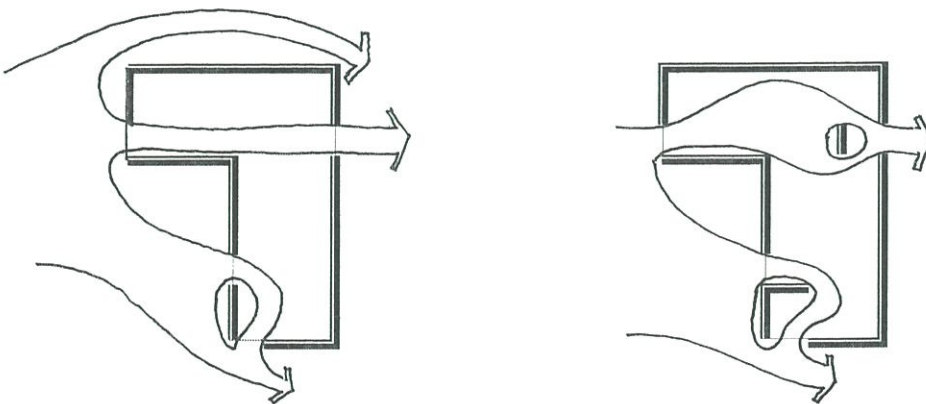
$$\begin{aligned}
 &= 4 \times 3462 \times (1/301 - 1/305) \\
 &= 0.6 \quad \text{Pa} \\
 \text{หรือ} \\
 &= 4 \times 9.81 \times (1.173 - 1.157) \\
 &= 0.6 \quad \text{Pa} \\
 \text{จากสูตร} \quad V_r &= 0.827 \times A \times \sqrt{\Delta p} \\
 &= 0.827 \times 0.5 \times \sqrt{0.6} \\
 &= 0.32 \quad \text{m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

2.4.7 อิทธิพลของการกั้นผนังภายในห้องต่อการระบายอากาศ

การไหลของกระแสลมที่มีช่องเปิดตรงกันจะให้ผลดีที่สุด ซึ่งในการออกแบบบางครั้งจำเป็นต้องมีการจัดผนังกั้นห้องหรือเฟอร์นิเจอร์ภายในอาคารจะทำให้เปลี่ยนแนวการไหลและความเร็วลมเกิดขึ้น ฉะนั้นจึงควรมานำกรณีนี้มาพิจารณาในการออกแบบด้วย ปัญหาก็คือการกั้นผนังที่เต็มความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดาน ถ้ามีการวางตำแหน่งผนังไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดพื้นที่อับลม



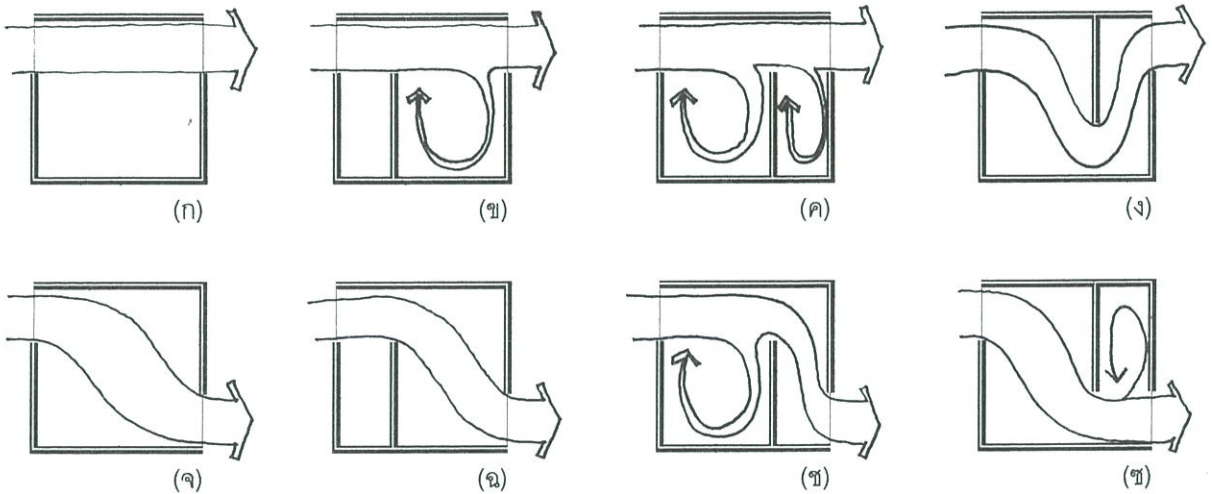
ภาพที่ 2.31 ผนังที่สูงชนพื้นถึงฝ้าเพดานวางขวางทางการไหลของอากาศ จะทำให้เกิดบริเวณอับลมหลังผนัง



ภาพที่ 2.32 การเลือกใช้วิธีการวางผนังให้ถูกต้อง จะช่วยให้อากาศไหลผ่านในตำแหน่งที่ต้องการได้

B.Givoni ได้ทำการทดลองการเคลื่อนที่ของลมผ่านห้องที่มีผนังกั้นในลักษณะต่างๆ และลมเข้าปะทะในมุมต่างๆกัน ทั้งด้านช่องเปิดและผนังที่บดต่อหน้าจำลองห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัสในอุโมงค์ลม(ภาพ 2.33) ผลปรากฏว่า

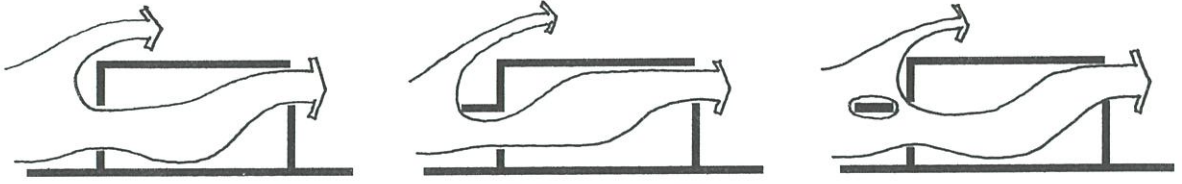
- ตำแหน่งของผนังภายในที่ดีไม่ควรอยู่ประชิดหรือใกล้กับช่องเปิดที่ลมเข้า (ภาพ 2.33 ค) ถ้าห่างออกไปยิ่งมาก การกระจายตัวของลมในห้องจะดีขึ้น
- ในกรณีที่หน้าต่างอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันการมีผนังมากั้น(ภาพ 2.33 ง)จะทำให้การกระจายตัวของลมดีขึ้น
- ในกรณีที่ช่องลมเข้าและออกไม่ตรงกัน ผนังกั้นภายในควรตรงกับแนวช่องลมออก(ภาพ 2.33 ข) จะทำให้การกระจายตัวของลมในห้องดีขึ้น



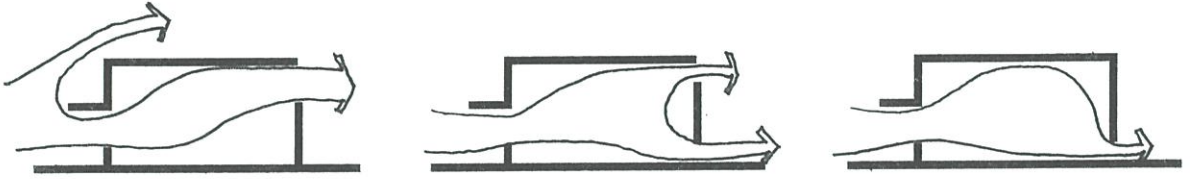
ภาพที่ 2.33 ลักษณะของลมไหลผ่านห้องที่มีผนังกั้นภายในแบบต่างๆ

2.4.8 แนวการไหลของกระแสลมเนื่องจากรูปแบบ และองค์ประกอบของช่องเปิดลมเข้าและออก

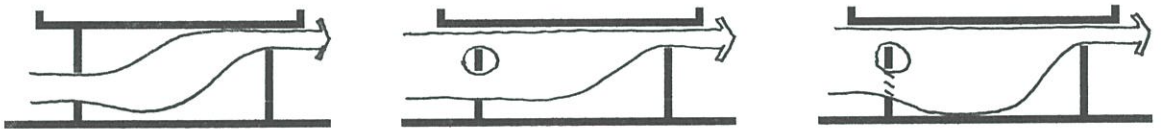
ช่องเปิดลมเข้าของอาคารมีผลต่อแนวการไหลของกระแสลมภายในอาคารอย่างชัดเจน เช่น ชายคาที่ระดับฝ้าของอาคารจะปะทะกระแสลม และเปลี่ยนแนวการไหลของกระแสลมเข้าสู่ช่องเปิดทางเข้า เป็นการเพิ่มการเหนี่ยวนำให้เกิดการระบายอากาศ แต่กระแสลมจะพุ่งขึ้นสู่ฝ้าเพดาน ในขณะที่ชายคาอันเดียวกันดึงห่างจากผนังเล็กน้อย เพื่อให้เป็นช่องปรับความดัน จะทำให้แนวการไหลของอากาศสู่ผู้ใช้อาคาร สิ่งประกอบอื่นๆ เช่น แผงกันแดด บานเกล็ดติดตาย หรือบานเกล็ดปรับองศา จะช่วยปรับแนวการไหลของกระแสลมให้เป็นไปตามความต้องการใช้สอยภายในอาคาร เป็นต้น



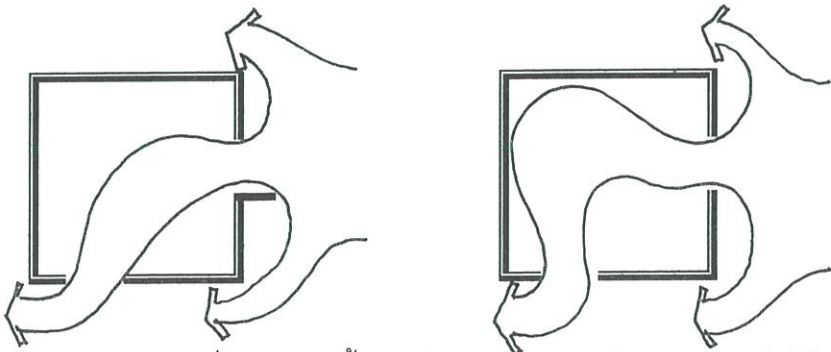
ภาพที่ 2.34 อาคารที่มีส่วนประกอบ ต่างกัน แนวการไหลของอากาศจะไหลต่างกัน เช่นชายคา
วางในลักษณะต่างๆกัน



ภาพที่ 2.35 ช่องเปิดลมออกของอากาศ วางในตำแหน่งที่ต่างกัน แนวการไหลของอากาศจะแตกต่างกัน



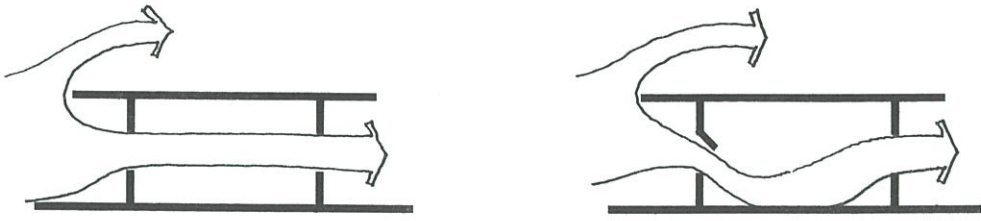
ภาพที่ 2.36 การใช้ชายคาระดับช่องเปิด และการใช้อุปกรณ์ประกอบช่องเปิดลมเข้า จะทำให้เกิดการ
ระบายอากาศได้มากขึ้น



ภาพที่ 2.37 บริเวณความกดอากาศที่ไม่สมดุลทั้งสองข้างของช่องทางเข้าและออก ทำให้แนว
การไหลของอากาศต่างกัน



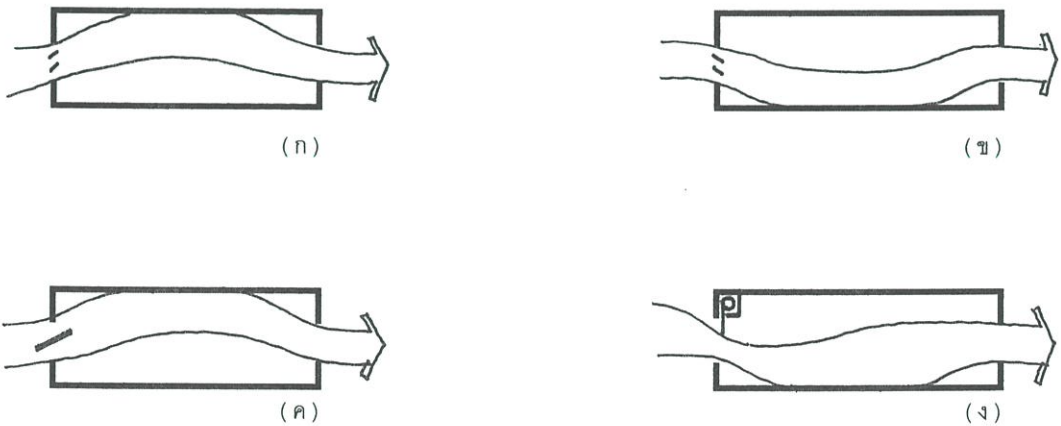
ภาพที่ 2.38 การใช้ชายคา และบานเกล็ดในการทำให้เกิดแนวการไหลของกระแสลมที่ต่างกัน



ภาพที่ 2.39 การใช้ชายคาและช่องเปิดลักษณะที่ต่างกัน ทำให้เกิดแนวการไหลของกระแสลมที่ต่างกัน



ภาพที่ 2.40 การใช้ช่องเปิดลักษณะลักษณะแบบบานกระทุ้ง ช่วยทำให้เกิดแนวการไหลของกระแสลมที่ต่างกัน

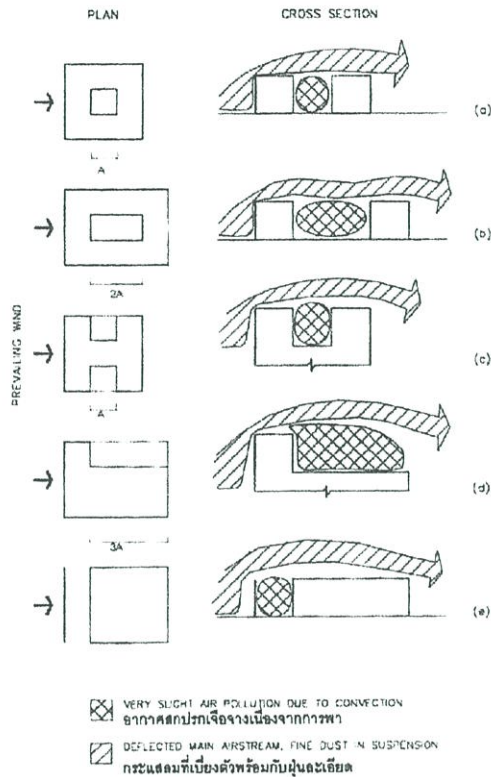


ภาพที่ 2.41 (ก-ค) ทิศทางลมพัดเข้าสู่อาคารตามช่องเปิดที่ทำเป็นบานเกล็ด(louvers)

(ง) ช่องบานเปิดแขวน (top hang) สามารถช่วยในการปรับทิศทางของกระแสลมได้

2.5 ความสกปรกของอากาศที่มากับลม

การวางอาคารในรูปแบบต่างๆ สัดส่วน และระยะห่างของอาคาร มีทั้งส่วนดีและส่วนเสียต่อการเบี่ยงตัวหรือเป็นกีดขวางของอากาศสกปรกและฝุ่นละออง เนื่องจากกระแสลมที่มาปะทะอาคารหรือแผงกั้นบังลักษณะต่างๆ นั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะขนาดของฝุ่นละอองที่แขวนลอยมากับอากาศด้วย

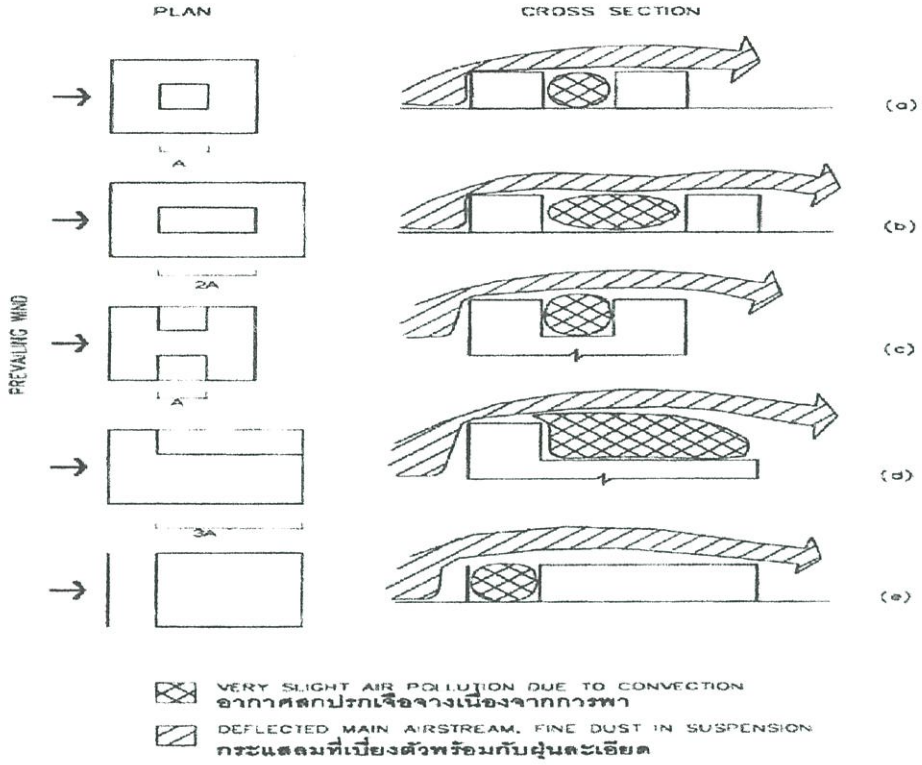


ภาพที่ 2.42 แสดงลักษณะกระแสลมที่มาพร้อมกับฝุ่นละออง⁵

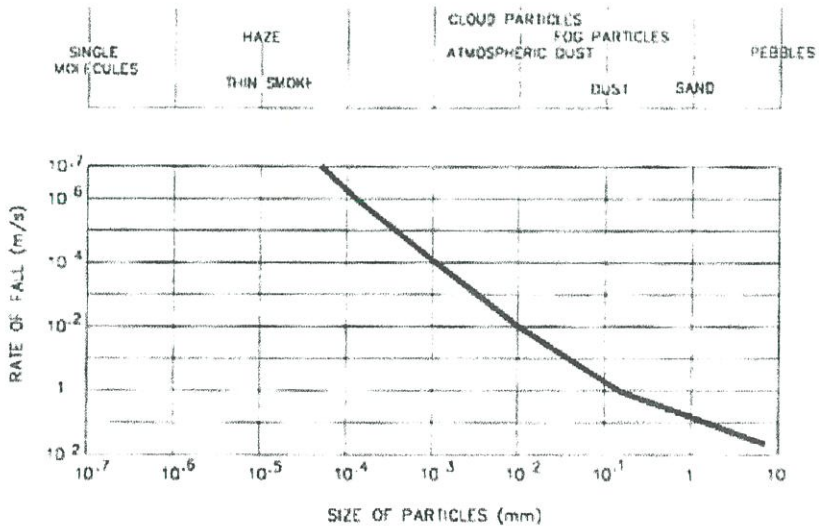


ภาพที่ 2.43 (ก) แสดงบริเวณที่เกิดการสะสมของฝุ่นละอองต่างๆ เพราะอิทธิพลของลมที่พัดผ่านราวที่บ (ข) อาจแก้ปัญหาด้วยการเจาะช่องด้านล่างของราวระเบียง หรือบางกรณีอาจใช้ราวกันตกลักษณะโปร่งก็ได้

⁵ สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 2541



ภาพที่ 2.44 อากาศสกปรกที่มีผลกับแนวกำแพงที่ระยะและระดับต่างๆ⁶



แผนภูมิที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการตกของฝุ่นละอองในอากาศชนิดต่างๆ

⁶ สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : 2541

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมสกุล จีระศิลป์. “แนวทางการจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคารชุดพักอาศัยสำหรับผู้มีรายได้ปานกลาง” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมภายใน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541

การที่ผู้วิจัยได้นำงานวิจัยข้างต้นมาอ้างอิง เนื่องจากต้องการให้งานวิจัยเล่มนี้ ” แนวทางการออกแบบการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับอาคารพักอาศัย เพื่อการประหยัดพลังงาน “ มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมจริงของผู้อยู่อาศัย และมีความเป็นไปได้มากที่สุดในการนำผลงานวิจัยเล่มนี้ไปใช้ในการออกแบบจริง

จากงานวิจัยข้างต้นได้เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ และแบบสอบถาม 400 ตัวอย่าง จากโครงการอาคารชุด 16 โครงการที่มีพื้นที่อยู่ในเขตชั้นในและชั้นกลางของกรุงเทพฯ โดยแยกประเภทห้องพักเป็น แบบสตูดิโอ แบบ 1 ห้องนอน และแบบ 2 ห้องนอน ผู้จัดทำขอสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องเฉพาะสำหรับห้องพักแบบ สตูดิโอ เป็นข้อ ๆ ดังนี้

- ผู้พักอาศัยเป็นเพศ ชาย 49.35% หญิง 50.62 %
- สถานภาพเป็นคู่สมรส 78 % มีบุตรหรือญาติมิตรอาศัยด้วย 22 %
- ผู้พักอาศัยมีการศึกษาระดับปริญญาตรี 55.3 %
- อาชีพ : พนักงานเอกชน 34.6 % กิจการส่วนตัว/อาชีพอิสระ 19.8 % รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ 23.5%
- รายได้/ครัวเรือน/เดือน 27,808 บาท รายจ่ายค่าที่พัก/ครัวเรือน/บาท 5,426 บาท
- สมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 2.3 คน
- ภูมิลำเนาและลักษณะที่อยู่อาศัยเดิม ชาวต่างจังหวัด 60.5 % ชาวกรุงเทพฯ 39.5 % การย้ายมาจากภูมิลำเนาเดิมเพื่อให้ใกล้กับที่ทำงาน-โรงเรียน 34.4 % เพื่ออิสระ-แยกครอบครัว 21.1 % บ้านในอุดมคติเป็นบ้านเดี่ยว 84.6 %
- จำนวนชั้น : ส่วนมากพอใจที่อาคารมีระดับความสูงอยู่ที่ 6-15 ชั้น มีความพอใจให้มีห้องพัก 10 ห้อง/หน่วยมากที่สุดรองมา คือ 10-20 ห้อง/ชั้น สำหรับในกรณีที่มีมากกว่า 20 ห้อง/ชั้น เริ่มจะไม่ค่อยมีความพอใจในเรื่อง ความหนาแน่น ความเป็นส่วนตัว และเสียงรบกวน
- เสียงรบกวน : ประชากรส่วนใหญ่เห็นว่าต้นกำเนิดเสียงมาจากห้องข้างเคียง 75 % รองลงมาคือเสียงจากการจราจร แต่ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ร้อยละ 72 เห็นว่าเป็นอุปสรรคที่พอรับได้

ตำแหน่งห้องน้ำ

อยู่ติดผนังด้านนอก 77.33% อยู่ติดทางเดินกลาง 20% อยู่กลางห้อง 2.67%

ตำแหน่งส่วนรับแขกพักผ่อน

อยู่บริเวณทางเข้าห้อง 63.41% อยู่บริเวณกลางห้อง 10.98% อยู่ด้านในของห้อง 9.76%

ตำแหน่งส่วนปรุงอาหาร

บริเวณทางเข้าห้อง 3.79% ติดบริเวณห้องน้ำ 10.13% ติดระเบียงหรือติดหน้าต่าง 86.08%

ตำแหน่งห้องนอน

บริเวณด้านหน้า 4.82% ตอนกลางห้อง 0% บริเวณตอนในใกล้ระเบียงและห้องน้ำ 60.50%

พื้นที่ที่ทำกิจกรรมร่วมกัน

ส่วนรับแขกพักผ่อนร่วมกับส่วนรับประทานอาหาร 33.02% ห้องน้ำร่วมกับพื้นที่ซักล้าง 27.56%

ส่วนอาหารร่วมกับครัว 24.41% ห้องรับแขกร่วมกับห้องอาหารร่วมกับครัว 15.01%

ความเห็นในเรื่องพื้นที่ของผู้อยู่อาศัย

เพิ่มพื้นที่ส่วนปลูกต้นไม้ 28.75% ไม่ควรเพิ่มพื้นที่ส่วนใดเลย 41.25% ส่วนทำงาน 15%

พื้นที่เล่นเด็ก 3.75% อื่นๆ 11.25%

การจัดการเกี่ยวกับการนอนของบุตรชาย-หญิง :

แบ่งพื้นที่โดยเฟอร์นิเจอร์-ม่านบังตา 37.89% ใช้เตียง2ชั้น 51.51% แยกห้องนอน 10.61%

พื้นที่ที่เด็กใช้เป็นการเล่น

โถงทางเดินและลิฟต์ 24% ระเบียงภายในห้อง 14% ภายในห้องชุดพักอาศัย 18% สนาม

เด็กเล่นห้องเกมส์ 44%

ลักษณะการปรุงอาหาร :

(อาหารเช้า) ไม่ได้ปรุงอาหาร/ไปทานที่ทำงาน 51.25 % อาหารง่ายๆ เช่น กาแฟ-ขนมปัง 31.25 % ข้าวต้ม 6.25 % อาหารเช้า-กับข้าว 11.25 %

(อาหารเย็น) ซื้อสำเร็จมาทานที่บ้าน 48.91% ปรุงอาหารเอง 28.26%

ทานเรียบร้อยจากภายนอก 4.35% อื่นๆ 4.35%

(ความถี่ในการปรุงอาหาร) ทุกวัน 16% 2-3วันครั้ง 14.67% เฉพาะวันหยุด 20%

สัปดาห์ละครั้ง 5.33% นานๆครั้ง 44%

(ประเภทอาหารที่นิยมปรุง) อาหารไทยรสไม่จัด/ผัด-แกงจืด(ทำง่าย) 55.44% อาหารรสจัด

31.33% อาหารปิ้ง-ย่าง 7.23% อาหารฝรั่ง 7.23% อื่นๆ 2.41%

การซักรีดเสื้อผ้า :

(รูปแบบการซักรีดเสื้อผ้า) ซักรีดเสื้อผ้าเอง 61.27% ส่งซักรีด/มีผู้มารับจ้างซักรีด 27.42 %

ซักเองแต่ส่งรีดที่ร้าน 11.29%

(ช่วงเวลาในการซักรีด) ตอนเข้าก่อนทำงาน 13.46% ตอนเย็นหลังเลิกงาน 28.85%

ก่อนนอน 3.85% รวมกันซักกรีดในวันหยุด 53.85%
 (พื้นที่สำหรับการซักกรีดเสื้อผ้า) บริเวณห้องน้ำและพื้นที่ใกล้เคียง 61.40% ระเบียบ 29.82%
 พื้นที่อื่นๆ 8.78%

สาเหตุที่ซักบริเวณระเบียบน้อยเนื่องจากมีพื้นที่ขนาดเล็กไม่เพียงพอต่อการซักกรีด
 (ความคิดเห็นเกี่ยวกับระเบียบที่ใช้ซักกรีดและตากผ้า) เล็กและคับแคบ 59.02% เหมาะสม
 แล้ว 16.39% แสงแดดไม่เพียงพอ 14.75% อื่นๆ 9.84%
 (พื้นที่สำหรับรีดผ้า) ส่วนรับแขก-นั่งเล่น 51% ส่วนนอน 40.07% อื่นๆ 8.93%

ระยะเวลาที่อยู่อาศัย

(ระยะเวลาที่อยู่อาศัย) ต่ำกว่า 1ปี 24.65% 1-2ปี 53.42% 3-5ปี 20.54% 6-8ปี 1.37%
 (แผนการย้ายที่อยู่อาศัย) 0-5ปี 61.12% 0-10 ปี 83.34% สาเหตุของการย้ายที่อยู่อาศัย
 มีหลากหลาย เช่น พื้นที่คับแคบ จอแจไม่เป็นส่วนตัว สาธารณูปโภค
 และบริการ สภาพการจราจรและการเดินทาง โกลที่ทำงาน และอื่นๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย

พบว่า สัญญาณเตือนภัยอัตโนมัติ 38.8% สปริงเกอร์ 45.8% เครื่องตัดไฟอัตโนมัติ 45.6%
 ควรตั้งบริเวณทางเดินกลาง และถังดับเพลิง 48% ควรตั้งส่วนปรุงอาหาร

ความต้องการแสงธรรมชาติและมุมมอง

ส่วนนอน 52.46% ส่วนรับแขก 32.88% ส่วนปรุงอาหาร 6.56% ห้องน้ำ 4.92% อื่นๆ 3.28%
 พื้นที่ กับปริมาณของแสงที่ต้องการเพิ่มขึ้น

ส่วนนอน 22.95% ส่วนรับแขก 52.46% ส่วนครัว 14.75% ห้องน้ำ 18.03% อื่นๆ 8.20%

จำนวนหลอดไฟในห้องชุด

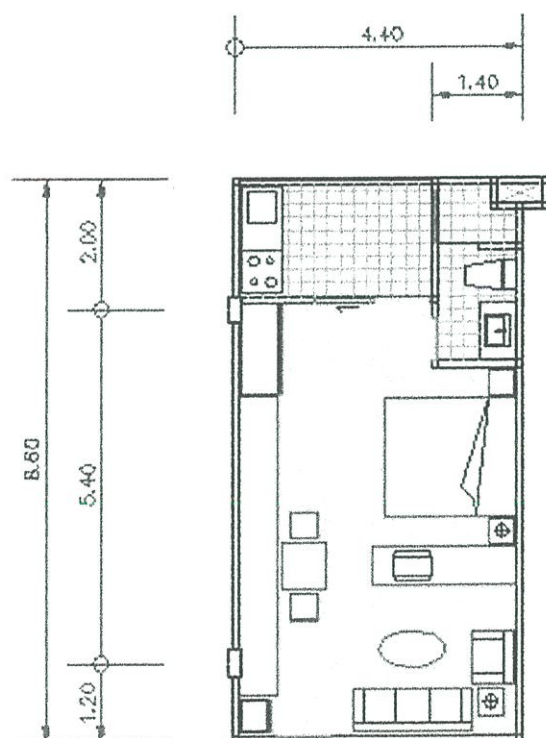
ส่วนนอน/ส่วนรับแขก FL 30-40 W ส่วนละ 1 ชุด ห้องน้ำ/ส่วนครัว/ระเบียบ FL 20 W ส่วนละ 1 ชุด

วัสดุที่ได้รับความนิยมใช้ในส่วนต่างๆ

| | พื้น | ผนัง | เพดาน |
|--------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| ส่วนนอน | ไม้ / ปาร์เก้ / พรม | Wall-paper / ทาสีเรียบ | กรุยิปซั่มแผ่นเรียบ |
| ส่วนรับแขกนั่งเล่น | ไม้ / ปาร์เก้ / พรม / หินอ่อน | Wall-paper / ทาสีเรียบ | โครงทีบาร์ |
| ห้องน้ำ-ส้วม | กระเบื้องเคลือบ | กระเบื้องเคลือบ | โครงทีบาร์ |
| ส่วนปรุงอาหาร | การเบื้องเคลือบ | กระเบื้องเคลือบ/ทาสีเรียบ | โครงทีบาร์ / ทาสีเรียบ |
| ส่วนทานอาหาร | กระเบื้องเคลือบ | Wall-paper / ทาสีเรียบ | กรุยิปซั่มแผ่นเรียบ |
| ระเบียบ | กระเบื้องเคลือบ | ทาสีเรียบ | ทาสีเรียบ / โครงทีบาร์ |
| ส่วนทำงาน | ไม้ / ปาร์เก้ / พรม | Wall-paper / ทาสีเรียบ | กรุยิปซั่มแผ่นเรียบ |
| ทางเดินกลาง | กระเบื้อง | ทาสีเรียบ | โครงทีบาร์ |

อุปกรณ์ไฟฟ้า และตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

| อุปกรณ์ | ความสำคัญ (ร้อยละ) | ตำแหน่งที่ได้รับความนิยม |
|----------------------|-----------------------|---|
| โทรทัศน์ | 6.67 | ส่วนรับแขก-นั่งเล่น 69.56% |
| โทรศัพท์ | 6.58 | ส่วนรับแขก-นั่งเล่น 41.51% ส่วนนอน 28.57% จะเกาะตัวอยู่ช่วงตรงกลางของห้องชุด(ส่วนรับแขก-นั่งเล่น) |
| ตู้เย็น | 6.50 | ครัว 50 % ส่วนรับแขก 27.25% ส่วนทานอาหาร 22.75% จากการศึกษาพบว่าควรอยู่ช่วงตอนกลางและตอนด้านในของห้องชุด |
| เครื่องปรับอากาศ | 5.51 | ส่วนรับแขก-นั่งเล่น 29.87% ส่วนนอน 31.17% |
| เครื่องซักผ้า | 5.17 | ระเบียง 50 % ห้องน้ำ 28% |
| เครื่องวิทยุ | 5.00 | ส่วนรับแขก-นั่งเล่น 52.7% ส่วนทานอาหาร 12.75% |
| เครื่องดูดควัน-กลิ่น | 3.53 | ส่วนปรุงอาหาร |
| เตาอบไมโครเวฟ | 3.58 | ส่วนปรุงอาหาร |



แบบทั่วไป เป็นแบบรูปในวิทยานิพนธ์ข้างต้น ซึ่งได้มาจากการสำรวจกว่า 16 โครงการ แบบสอบถาม 400 ชุด ซึ่งถือว่ามีค่าน่าเชื่อถือได้ ดังนั้นผู้วิจัยขอล่าอภัยมาเป็นกรณีเปรียบเทียบกับ

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเพียงค่าที่รับการประเมินความนิยมจากผู้ใช้อาคารจริง ฉะนั้นในบางกรณีอาจมีความไม่ถูกต้องสำหรับการนำไปใช้เพื่อการประหยัดพลังงาน ดังนั้นผู้วิจัยขอ นำข้อมูลข้างต้นเป็นฐานในการปรับปรุงต่อไป

บทที่ 3

การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร

3.1 สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย¹

ประเทศไทยตั้งอยู่ในคาบสมุทรอินโดจีน อยู่ในเขตร้อน(Tropical Zone) มีเนื้อที่ประมาณ 200,148 ตารางไมล์ หรือ 514,000 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด (Latitude) 5 องศาเหนือที่จังหวัดยะลา ถึง 21 องศาเหนือที่จังหวัดเชียงราย ทางด้านทิศตะวันออกอยู่ที่ลองจิจูด (Longitude) 106 องศาตะวันออก ตะวันตกอยู่ที่ลองจิจูด 97 องศาตะวันออก

3.1.1 ฤดูกาลและสภาพดินฟ้าอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

1. ฤดูหนาว ระหว่างเดือน พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ มีมรสุมทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ(มาจากประเทศจีน) ในระหว่างช่วงนี้อากาศค่อนข้างเย็นและแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์อากาศน้อยกว่าฤดูอื่น

2. ฤดูร้อน ระหว่างเดือน มีนาคม - เมษายน มีกระแสลมพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่ลาว ไทย และประเทศไทยทางด้านทิศใต้ อากาศโดยทั่วไปร้อนและแห้งแล้ง จะร้อนสุดในเดือนเมษายน โดยเฉพาะภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. ฤดูฝน ระหว่างเดือน พฤษภาคม - ตุลาคม มีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อ่าวเบงกอล ทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย พัดเอาเมฆฝนเข้าสู่ประเทศไทยทำให้มีฝนตกทั่วไปในทุกภาคของประเทศ อากาศช่วงนี้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยทั่วไปจะตกมากที่สุดเดือนกันยายน

ในช่วงเดือนตุลาคม จะเป็นช่วงเปลี่ยนมรสุม จากมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะเวลาเป็นระยะที่ลมเปลี่ยนจากตะวันตกเฉียงใต้ เป็นตะวันออกเฉียงเหนือ ฝนจะเริ่มน้อยตอนปลายเดือนโดยจะเริ่มจากภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือก่อน

¹ วิเชียร สุวรรณรัตน์. ภูมิอากาศวิทยาและการออกแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ. สจล.

3.1.2 อุณหภูมิของประเทศไทย

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับแสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นผิวของประเทศเกือบทั้งปี เว้นแต่ตามชายฝั่งจะมีลมทะเลทำให้อุณหภูมิในตอนบ่ายลดลงไปบ้าง อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของประเทศไทยตลอดปีประมาณ 27°C อุณหภูมิสูงสุดโดยทั่วไป มีค่าระหว่าง $33.0-38.0^{\circ}\text{C}$ และในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่ร้อนที่สุด พิสัยอุณหภูมิในประเทศไทย (ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด)รายวันประมาณ $10-12^{\circ}\text{C}$

ในฤดูหนาวทางภาคเหนือมีพิสัยประมาณ 15°C ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 14°C ทางภาคกลางประมาณ 12°C ซึ่งแสดงว่าตอนเช้าอากาศจะเย็นแต่ตอนบ่ายอากาศจะร้อน

ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อุณหภูมิทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะลดลงมากกว่าทางภาคอื่น โดยจะมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 16°C ส่วนภาคกลางจะมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 20°C

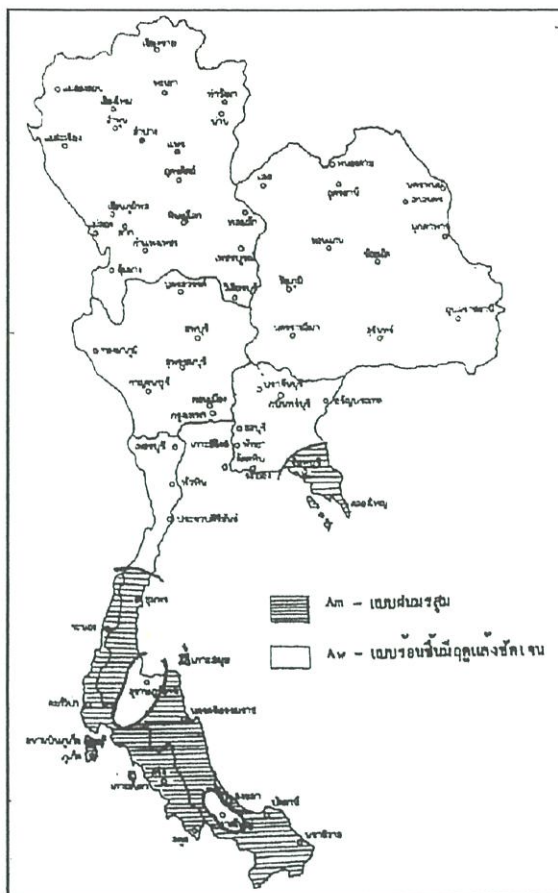
ภาคใต้จะมีอากาศอบอุ่นตลอดปี เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเลอุณหภูมิในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ(ฤดูหนาว และร้อน)กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้(ฤดูฝน)แตกต่างกันไม่มากนัก กล่าวคือ ในหน้าหนาว เฉลี่ยประมาณ 26°C และหน้าร้อนประมาณ 27°C

3.1.3 ปริมาณฝนของประเทศไทย

ฤดูหนาวตอนบนของประเทศไทยอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง ไม่ค่อยมีฝนตก ในฤดูร้อนจะมีฝนตกปรปรวย และจะเริ่มมีฝนมากขึ้นตอนกลางเดือนพฤษภาคม และจะตกต่อเนื่องจนถึงเดือนตุลาคม ฝนจะมีปริมาณมากสุดในเดือนกันยายน โดยที่เดือนนี้จะมีพายุดีเปรสชัน(Depression) จากทะเลจีนใต้ พัดสู่ประเทศไทยเป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมขึ้นได้

ภาคใต้จะมีฝนเป็น 2 ช่วง ช่วงแรก จะอยู่ในช่วงระยะมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และจะปรากฏชัดทางฝั่งทะเลตะวันตกของภาค ซึ่งเป็นด้านรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เต็มที่ ช่วงสองจะอยู่ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ จะมีฝนอย่างมากทางฝั่งตะวันออกของภาค เป็นด้านที่รับลมโดยเฉพาะตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป

ฝนในประเทศไทยจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,551 มิลลิเมตร หรือประมาณ 61 นิ้ว พื้นที่ที่อยู่ด้านหลังภูเขาตะนาวศรีค่อนข้างแห้งแล้ง คือตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ขึ้นไป เป็นด้านปลายลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ 3.1 ชนิดอากาศของประเทศไทยตามแบบเคิเปน

3.1.4 ทิศทางลมผิวพื้นของประเทศไทย

1. ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์)

บริเวณตั้งแต่กันอ่าวไทยขึ้นไป ลมจะมาจากทิศเหนือ หรือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นทิศใต้ในเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนภาคใต้ ลมจะมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หรือ ตะวันออก

2. ช่วงเปลี่ยนมรสุม (มีนาคม ถึง เมษายน) ซึ่งเป็นฤดูร้อน

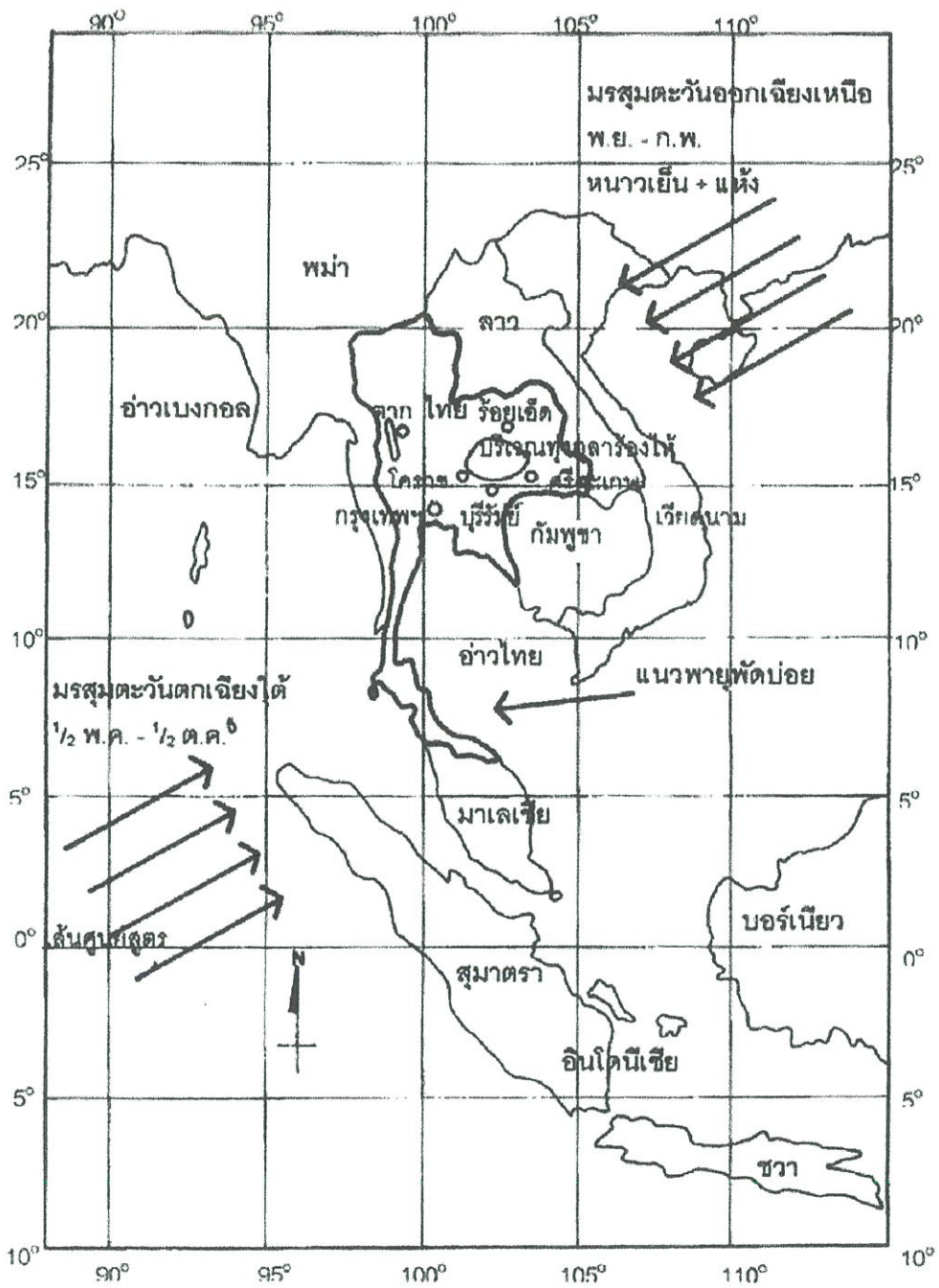
ส่วนใหญ่ลมจะมาจากทิศใต้ ในตอนบ่ายและเย็น ส่วนในตอนเช้าลมจะแปรปรวน ภาคใต้ลมมาจากทางทิศใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ แต่ในเดือนพฤษภาคม จะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้

3. ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคม ถึง กันยายน)

ลมประจำจะเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้เกือบทั่วไป ในบางครั้งอาจเปลี่ยนเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้

4. ช่วงหลังมรสุม (ตุลาคม)

เป็นเดือนที่ลมมรสุม เปลี่ยนจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ เป็นตะวันออกเฉียงเหนือ หลังเดือนตุลาคม มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีกำลังแรงขึ้นทำให้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ถอยลงไปได้ ลมส่วนมากจึงเป็นลมจากทิศเหนือและตะวันออก



ภาพที่ 3.2 แสดงทิศทางลมมรสุมพัดผ่านประเทศไทย

3.2 การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร

ในอดีตอาคารบ้านเรือนมักมีรูปแบบที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำประโยชน์ที่ดีมาใช้และป้องกันผลเสียที่เกิดขึ้นกับธรรมชาติได้เต็มที่ เมื่อสภาพแวดล้อมได้เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาโดยเฉพาะเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพมหานครที่มีอาคารสูงและมลภาวะต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย ทำให้สภาพภูมิอากาศไม่อยู่ในภาวะน่าสบาย อาคารต่างๆ จึงได้นำเทคโนโลยีต่างๆ มาช่วยปรับสภาพภูมิอากาศ แต่นั่นก็คือการสูญเสียพลังงานอย่างมหาศาล จวบจนกระทั่งเข้าสู่ภาวะขาดแคลนพลังงาน ทั่วโลกพยายามให้มีการรณรงค์การใช้พลังงานอย่างประหยัด อาคารต่างๆ มีส่วนในการใช้พลังงานอย่างมาก ฉะนั้นถ้าเราสามารถนำระบบธรรมชาติมาใช้ในการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ก็จะทำให้เกิดสถาปัตยกรรมเพื่อการประหยัดพลังงาน การทำเช่นนั้นได้ก็ต่อเมื่อเมื่อมีการศึกษาให้เข้าใจสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ทั้งอุณหภูมิ ความชื้น ทิศทางลม ความเร็วลม การแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ ฝน เพื่อสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครในวิจัยเล่มนี้ จะจัดทำจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยในรอบ 10 ปี(2532-2541) และข้อมูลสภาพภูมิอากาศปี 2541 เพื่อให้ทราบความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป และยังทำให้ผู้ที่มาศึกษาวิจัยเล่มนี้ต่อ ทราบถึงข้อมูลภูมิอากาศในอดีตได้

ในการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศใน พ.ศ. 2541 นอกจากมีการทำเป็นแผนภูมิต่างๆ แล้ว (แผนภูมิ 3.13-3.18) ยังมีการทำเป็นตารางแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิเฉลี่ย และความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมง เพื่อให้ทราบกลุ่มของช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิและความเร็วลมสูง ซึ่งในที่นี้กลุ่มอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์-มิถุนายน เวลาประมาณ 11:00-17:00(ตาราง 3.4) กลุ่มความเร็วลมสูงสุดจะกระจาย แต่จะมีมากสุดในช่วงเดือนมิถุนายน เวลาประมาณ 13:00-20:00(ตาราง 3.5) เมื่อนำตาราง 3.4 และ 3.5 มาเปรียบเทียบกันในตาราง 3.6 พบว่าช่วงที่มีอุณหภูมิสูงมักมีค่าความเร็วลมสูงกว่าช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ถ้าเราสามารถนำลมพัดเข้าสู่อาคาร(Through Ventilation) มากก็สามารถระบายความร้อนได้มากตามไปด้วย แผนภูมิที่ 3.19 ทำให้ทราบว่ากรุงเทพฯ มีค่า Cooling Degree Day ในปี 2541 สูงเท่ากับ 1,806 โดยในที่นี้ได้เอาอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน ลบด้วย 27 °c และนำค่าที่เป็นบวกมารวมกันในแต่ละเดือน และรวมค่าทั้ง 12 เดือนเข้าด้วยกันเป็นค่า Cooling Degree Day

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลภูมิอากาศ กทม.(2532-2541)

AGROCLIMATOLOGICAL FOR (1989 - 1998)

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------------------------------------|-------|------|
| Station | BANG NA | | | | | | | | | | | | Elevation of station above MSL | 3.00 | m. |
| Latitude | 13.6 | N | | | | | | | | | | | Height of thermometer above ground | 1.25 | m. |
| Longitude | 100.6 | E | | | | | | | | | | | Height of wind vane above ground | 10.00 | m. |
| | | | | | | | | | | | | | Height of rain gauge | 1.00 | m. |
| | | | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Year |
| Air Temperature (celcuis) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extreme maximum | 35.8 | 37.0 | 37.6 | 40.0 | 39.2 | 37.5 | 36.8 | 36.6 | 35.6 | 35.2 | 35.5 | 35.1 | 40.0 | | |
| Mean maximum | 32.4 | 33.1 | 34.2 | 35.6 | 35.2 | 34.1 | 33.3 | 33.1 | 32.9 | 32.1 | 31.9 | 31.3 | 33.3 | | |
| Mean | 27.3 | 28.3 | 29.8 | 31.1 | 30.8 | 29.9 | 29.4 | 29.2 | 28.8 | 28.2 | 27.6 | 26.4 | 28.9 | | |
| Mean minimum | 22.1 | 23.5 | 25.4 | 26.6 | 26.3 | 25.7 | 25.4 | 25.2 | 24.7 | 24.3 | 23.3 | 21.5 | 24.5 | | |
| Extreme minimum | 14.0 | 16.1 | 19.6 | 21.4 | 22.0 | 22.2 | 22.3 | 21.6 | 22.2 | 18.3 | 18.0 | 13.7 | 13.7 | | |
| Grass minimum temperature (celcuis) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean minimum | 18.6 | 20.7 | 23.4 | 25.3 | 25.0 | 24.5 | 24.2 | 24.0 | 23.8 | 23.0 | 20.6 | 18.1 | 22.6 | | |
| Extrem minimum | 8.5 | 10.0 | 13.5 | 19.0 | 22.2 | 20.0 | 21.8 | 21.0 | 22.0 | 14.0 | 14.2 | 7.3 | 7.3 | | |
| Water temperature (celcuis) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean maximum | 30.0 | 31.6 | 33.2 | 34.7 | 34.2 | 33.1 | 32.5 | 32.1 | 32.2 | 31.8 | 30.5 | 29.0 | 32.1 | | |
| Mean | 24.8 | 26.3 | 28.2 | 29.4 | 29.2 | 28.4 | 28.0 | 27.7 | 27.7 | 27.2 | 25.5 | 23.8 | 27.2 | | |
| Mean minimum | 19.6 | 21.0 | 23.1 | 24.1 | 24.2 | 23.7 | 23.5 | 23.3 | 23.2 | 22.5 | 20.4 | 18.5 | 22.3 | | |
| Relative humidity (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extrem maximum | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| Mean maximum | 91 | 91 | 91 | 90 | 91 | 89 | 90 | 90 | 93 | 91 | 86 | 87 | 90 | | |
| Mean | 68 | 69 | 71 | 70 | 72 | 72 | 74 | 74 | 75 | 74 | 68 | 67 | 71 | | |
| Mean minimum | 44 | 47 | 50 | 50 | 52 | 54 | 57 | 57 | 57 | 57 | 50 | 46 | 52 | | |
| Extrem minimum | 23 | 15 | 20 | 14 | 32 | 34 | 39 | 39 | 40 | 38 | 29 | 31 | 14 | | |
| Soil temperature(celcuis) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean at surface | 28.6 | 29.8 | 31.6 | 32.7 | 31.9 | 31.0 | 30.2 | 29.5 | 29.0 | 28.6 | 28.4 | 28.0 | 29.9 | | |
| Mean at 5 cm. | 29.5 | 30.9 | 32.7 | 34.0 | 32.9 | 31.6 | 30.9 | 30.1 | 29.3 | 29.0 | 29.4 | 28.7 | 30.8 | | |
| Mean at 10 cm. | 29.1 | 30.5 | 32.4 | 33.6 | 32.7 | 31.4 | 30.7 | 30.1 | 29.5 | 29.1 | 29.1 | 28.3 | 30.5 | | |
| Mean at 20 cm. | 29.6 | 30.9 | 32.7 | 34.0 | 33.3 | 32.1 | 31.4 | 30.5 | 29.9 | 29.6 | 29.7 | 29.0 | 31.1 | | |
| Mean at 50 cm. | 29.5 | 28.1 | - | - | - | - | 36.1 | - | - | - | - | - | 31.2 | | |
| Mean at 100 cm. | 42.0 | - | - | - | - | - | 33.0 | - | - | - | - | - | 37.5 | | |
| Rainfall (mm) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total amount | 17.7 | 11.9 | 33.8 | 64.3 | 188.1 | 157.9 | 166.0 | 230.6 | 353.9 | 251.7 | 28.7 | 2.4 | 1,507 | | |
| Number of rainy day | 3 | 3 | 4 | 6 | 14 | 15 | 17 | 19 | 22 | 17 | 5 | 1 | 126 | | |
| Greatest in 24 hr | 64.1 | 36.0 | 62.3 | 66.5 | 185.9 | 128.4 | 79.2 | 82.3 | 126.2 | 126.3 | 84.1 | 7.6 | 185.9 | | |
| Evaporation(mm) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean Evaporation | 4.1 | 4.7 | 5.5 | 5.9 | 5.4 | 4.8 | 4.5 | 4.3 | 4.0 | 4.1 | 4.3 | 4.5 | 4.7 | | |
| Wind | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prevailing direction | NE | S | S | S | S | SW | SW | SW | SW | NE | NE | NE | | | |
| Mean speed (m/s) | 0.8 | 1.3 | 1.6 | 1.5 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | | | |
| Sunshine duration (hr) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extreme maximum | 9.9 | 10.5 | 10.8 | 11.2 | 11.6 | 11.7 | 11.5 | 11.0 | 10.3 | 10.5 | 10.4 | 9.8 | 11.7 | | |
| Mean | 7.9 | 8.9 | 8.7 | 9.0 | 7.0 | 5.8 | 5.3 | 4.6 | 4.7 | 5.8 | 7.5 | 8.2 | 7.0 | | |

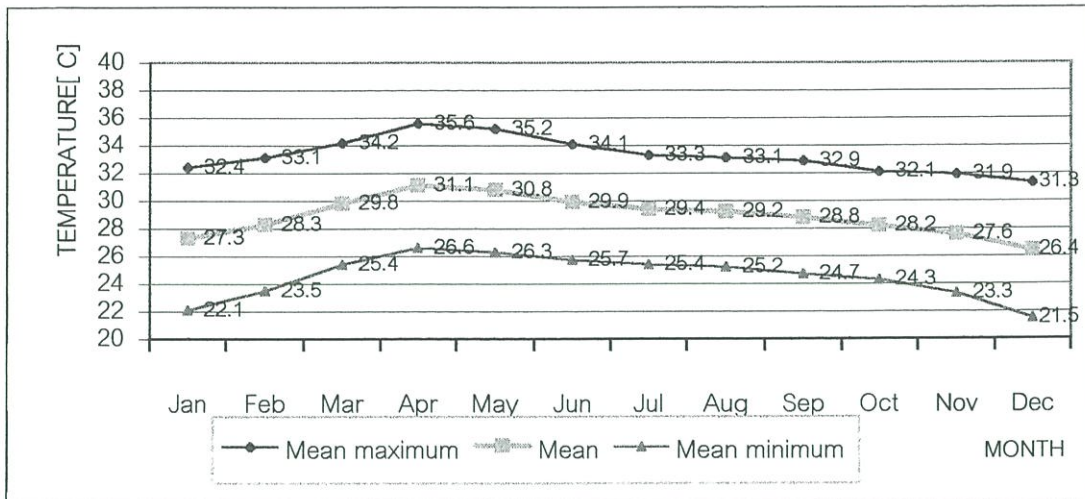
Remark : "-" indicate missing data

AGROMETEOROLOGICAL ANALYSIS SUB-DIVISION, AGROMETEOROLOGY DIVISION

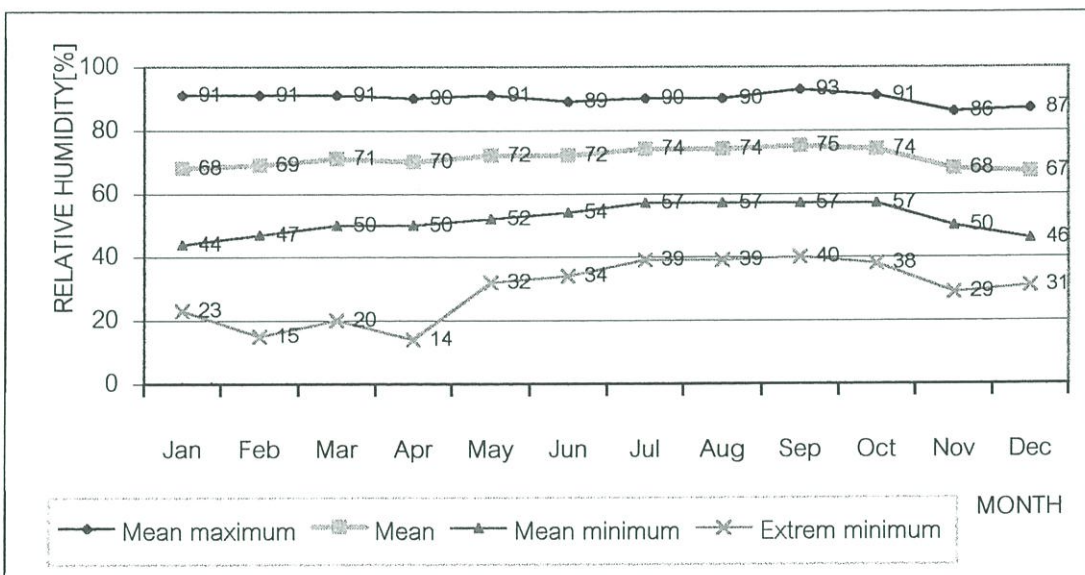
DATA PROCESSING SUB-DIVISION, CLIMATOLOGY DIVISION

METEOROLOGICAL DEPARTMENT

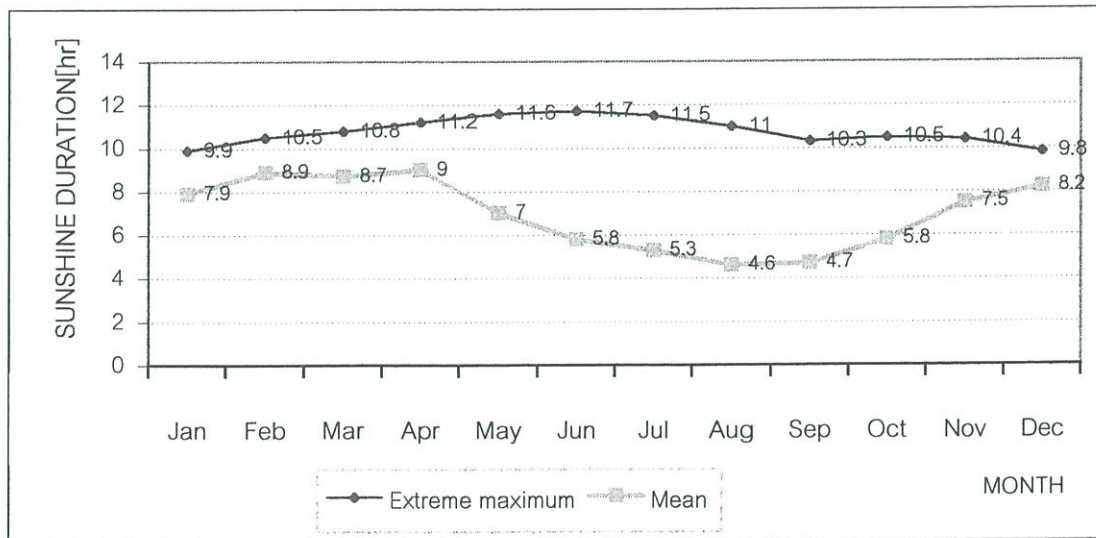
BANGKOK METROPOLIS period 1989-1998



แผนภูมิที่ 3.1 TEMPERATURE(1989-1998)

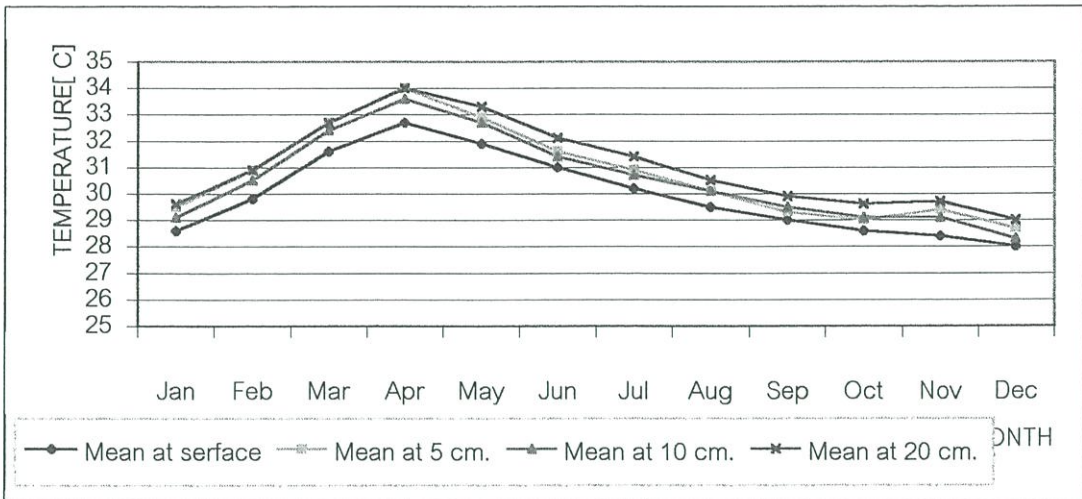


แผนภูมิที่ 3.2 RELATIVE HUMIDITY(1989-1998)

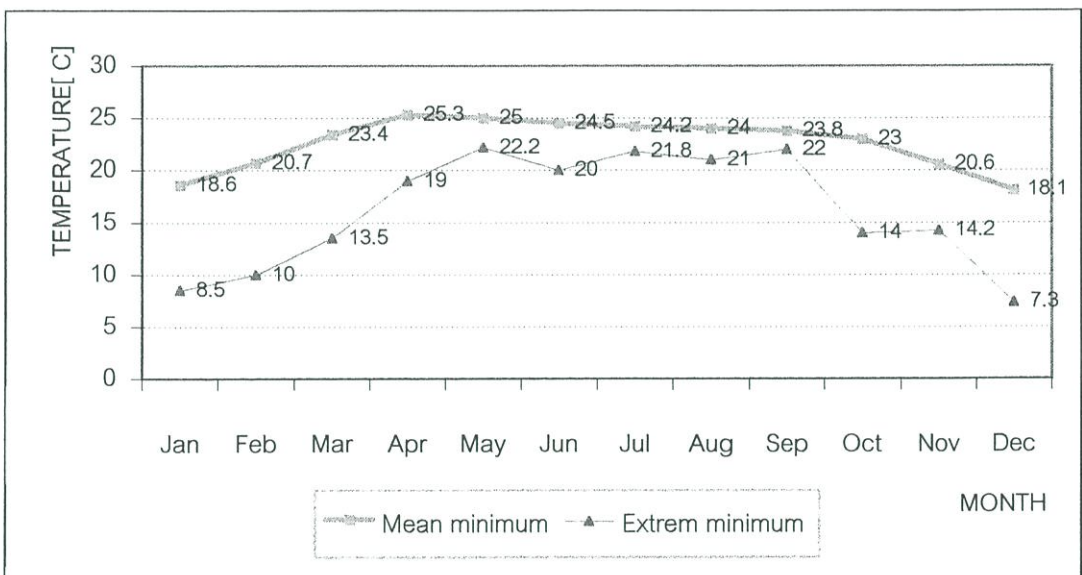


แผนภูมิที่ 3.3 SUNSHINE DURATION(1989-1998)

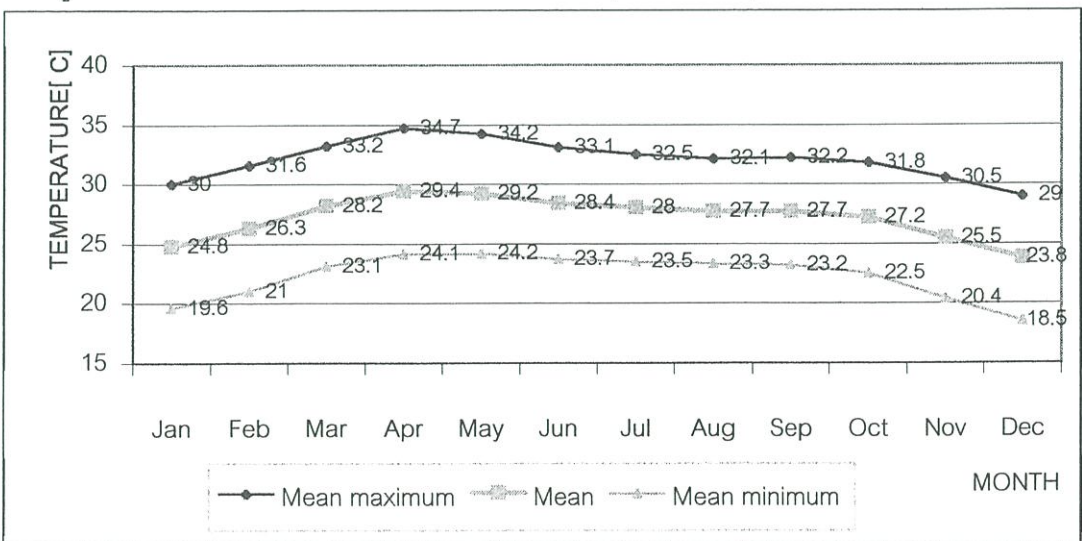
BANGKOK METROPOLIS period 1989-1998



แผนภูมิที่ 3.4 SOIL TEMPERATURE(1989-1998)

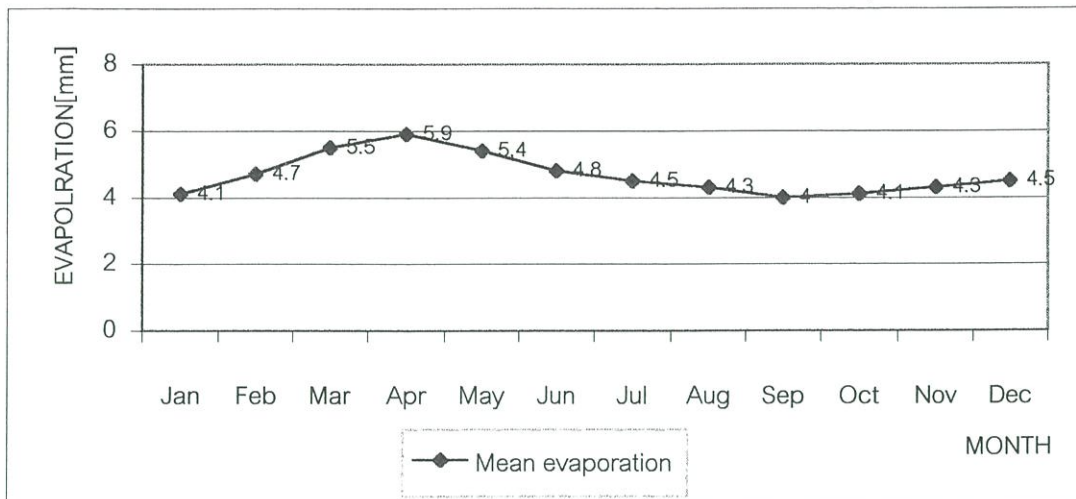


แผนภูมิที่ 3.5 GRASS MINIMUM TEMPERATURE(1989-1998)

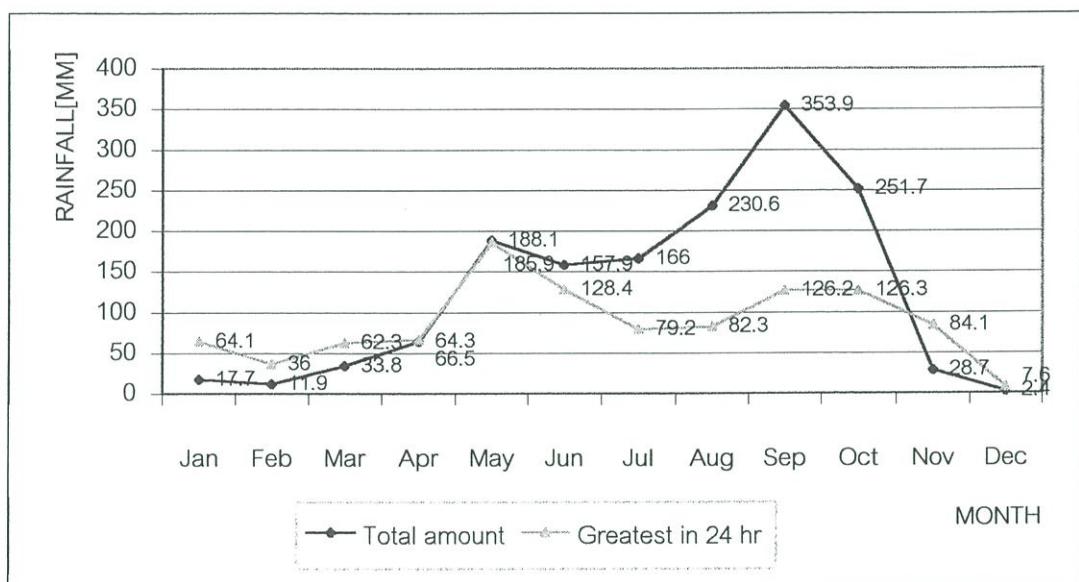


แผนภูมิที่ 3.6 WATER TEMPERATURE(1989-1998)

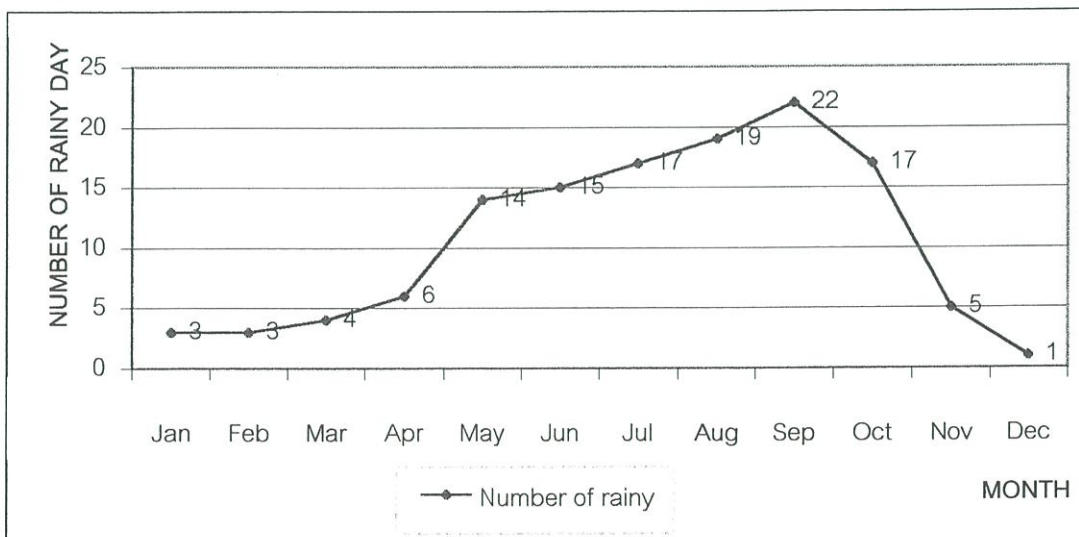
BANGKOK METROPOLIS period 1989-1998



แผนภูมิที่ 3.7 EVAPORATION(1989-1998)

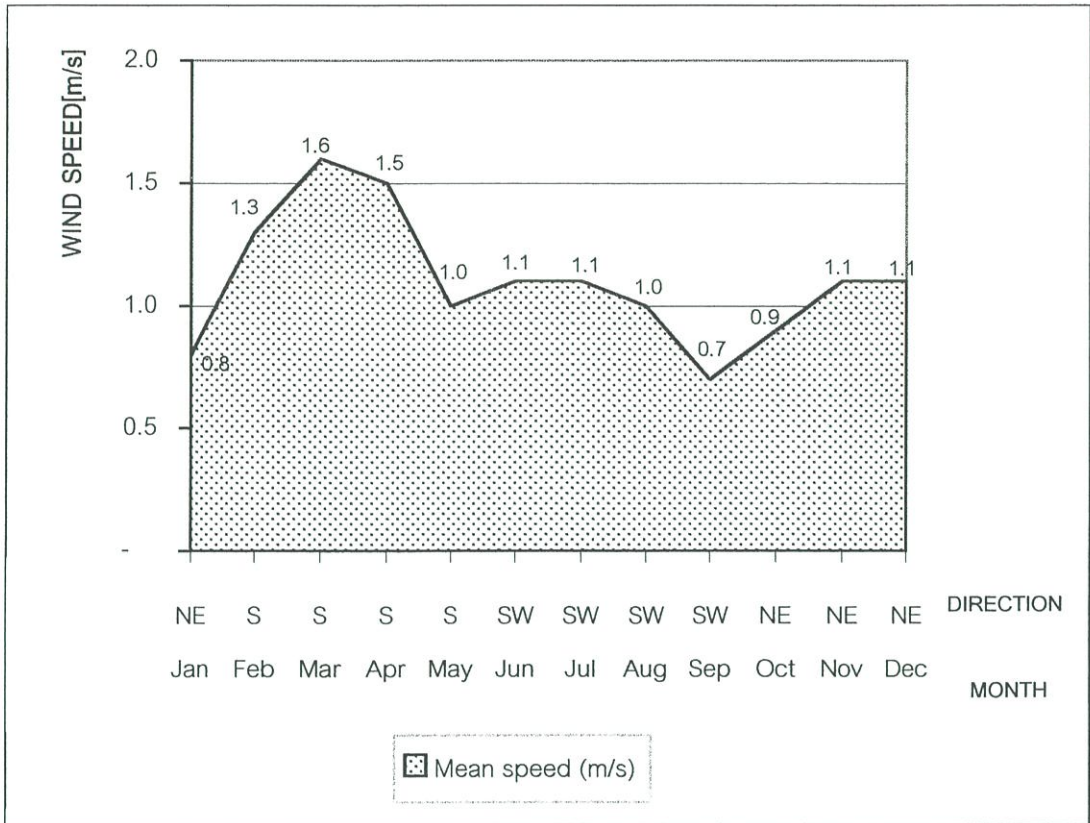


แผนภูมิที่ 3.8 RAINFALL(1989-1998)

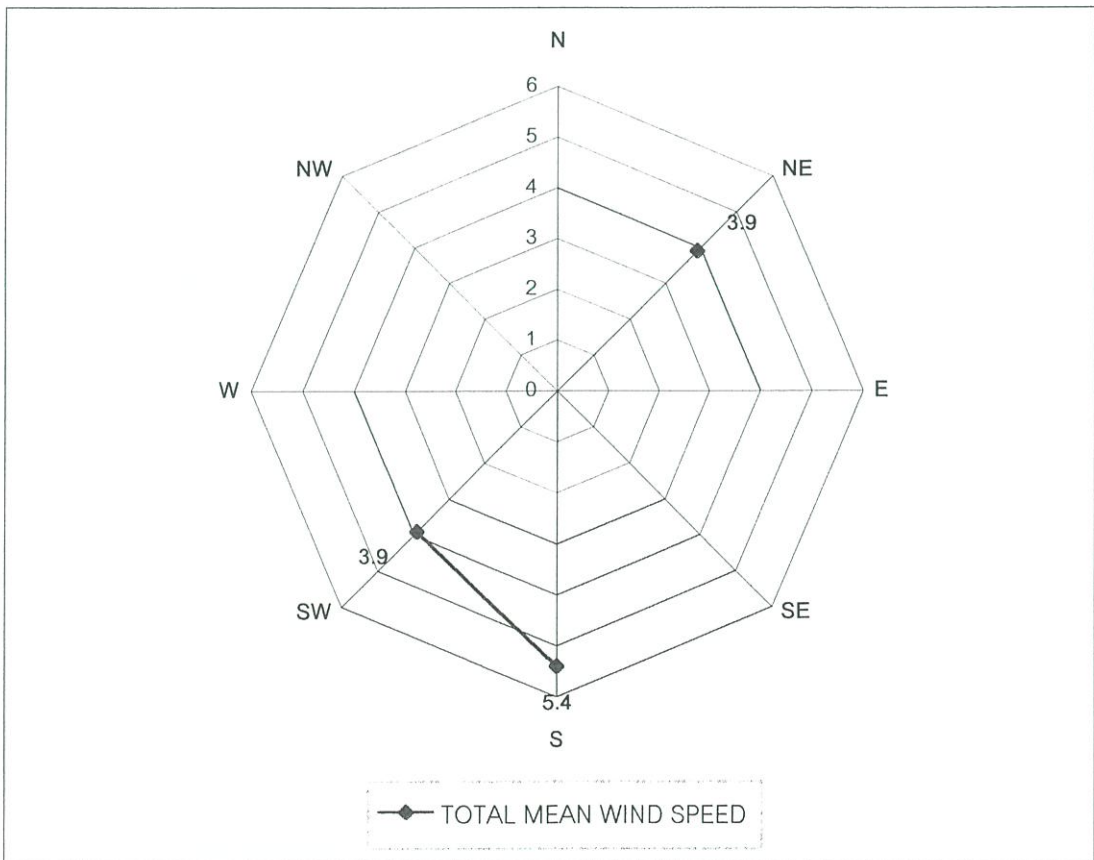


แผนภูมิที่ 3.9 NUMBER OF RAINY DAY(1989-1998)

BANGKOK METROPOLIS period 1989-1998



แผนภูมิที่ 3.10 MEAN WIND SPEED(1989-1998)



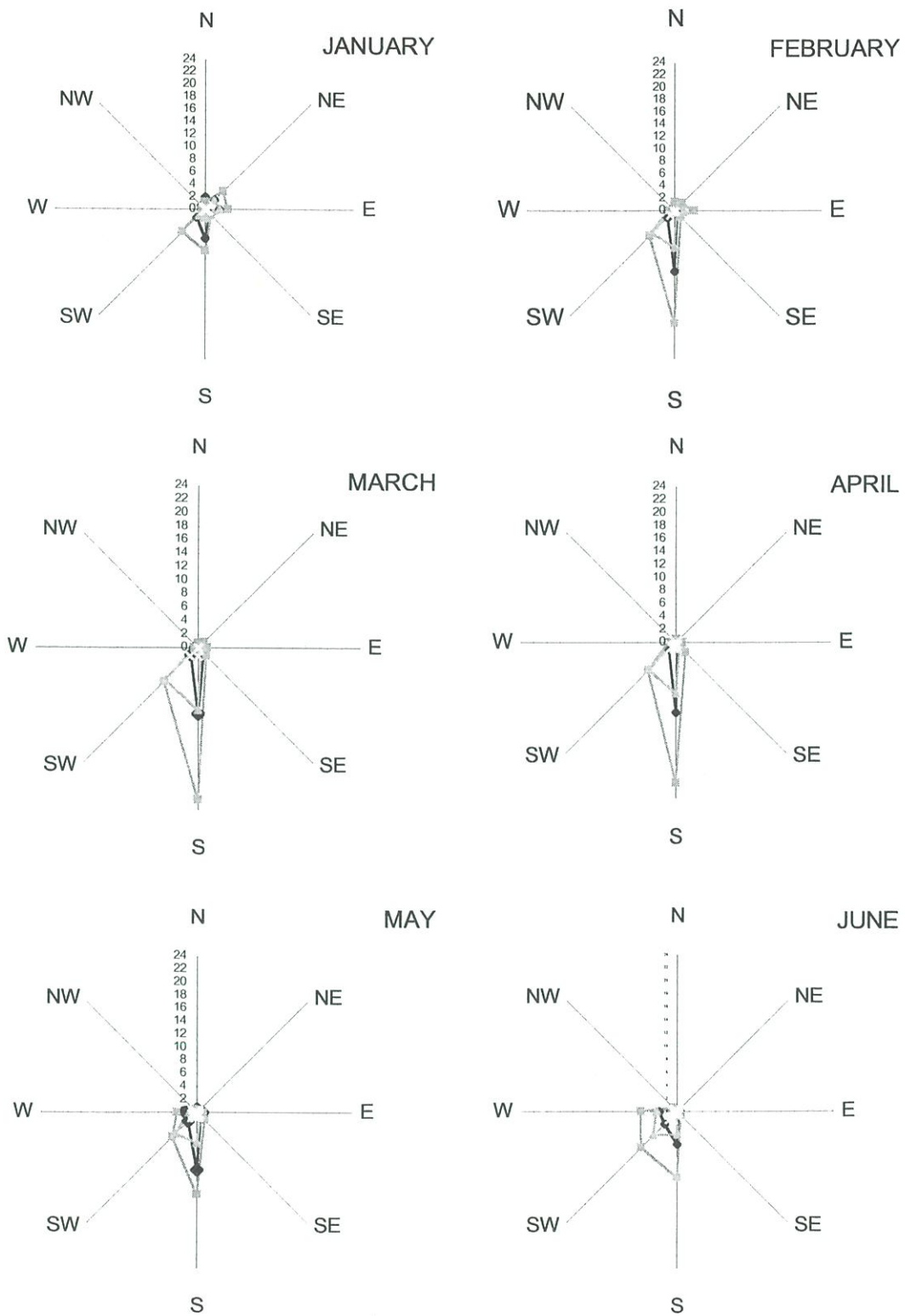
แผนภูมิที่ 3.11 TOTAL MEAN WIND SPEED(1989-1998)

ตารางที่ 3.2 แสดงทิศและความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของกรุงเทพมหานครพ.ศ. 2532-2541

Monthly frequency distribution of wind in each speed and direction [1989-1998]

| January | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | February | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | | | | |
|-----------|-------|-------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|----------|-------|-------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|----|-----|----|----|
| kts | km/h | m/h | m/s | | | | | | | | | | | 53 | 53 | kts | km/h | m/h | m/s | | | | | | | | | | | 35 | 35 |
| 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 2 | 2.1 | 2.3 | 1 | 4.6 | 1.8 | 0.6 | 0.9 | | 15 | 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 0.7 | 1.1 | 1.1 | 0.6 | 9.8 | 1.6 | 0.3 | 0.2 | | 15 | | | | |
| 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 1.2 | 4.1 | 3.7 | 1.3 | 6.6 | 5.1 | 0.5 | 0.3 | | 23 | 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 1.4 | 1.8 | 3.1 | 1.5 | 18 | 5.8 | 1.1 | 0.3 | | 33 | | | | |
| 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 0.3 | 2 | 2.3 | 0.4 | 1.4 | 1.3 | 0.2 | 0 | | 7.9 | 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 0.1 | 1 | 1.5 | 0.5 | 5.9 | 5.1 | 0.4 | 0.1 | | 15 | | | | |
| 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0.2 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0.5 | 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0.3 | 1.1 | 0 | 0 | | 1.6 | | | | |
| Total | | | | 3.5 | 8.4 | 8.6 | 2.7 | 13 | 8.2 | 1.3 | 1.2 | | 53 | 100 | Total | | | | 2.2 | 3.9 | 5.9 | 2.6 | 34 | 14 | 1.8 | 0.6 | | 35 | 100 | | |
| March | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | April | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 29 | 29 | | | | | | | | | | | | | | | 34 | 34 |
| 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 1.1 | 9.8 | 1.5 | 0.4 | 0.2 | | 14 | 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 0.5 | 11 | 1.5 | 1 | 0.3 | | 16 | | | | |
| 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 0.7 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 23 | 7.1 | 0.6 | 0.2 | | 35 | 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 0.5 | 0.6 | 1 | 2.1 | 22 | 6.1 | 1.2 | 0.3 | | 33 | | | | |
| 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.6 | 9.2 | 6.7 | 0.4 | 0 | | 18 | 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.8 | 7.8 | 6 | 0.4 | 0 | | 16 | | | | |
| 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 1.3 | 1.7 | 0 | 0 | | 3.1 | 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.7 | 1 | 0 | 0 | | 1.7 | | | | |
| Total | | | | 1.4 | 1.6 | 3 | 3.4 | 43 | 17 | 1.4 | 0.4 | | 29 | 100 | Total | | | | 1.1 | 1.1 | 2.1 | 3.4 | 41 | 15 | 2.6 | 0.6 | | 34 | 100 | | |
| May | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | June | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 46 | 46 | | | | | | | | | | | | | | | 47 | 47 |
| 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 0.5 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 8.8 | 1.9 | 1.8 | 0.1 | | 15 | 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 5 | 2.8 | 2.8 | 0.3 | | 12 | | | | |
| 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.7 | 13 | 5.4 | 3 | 0.7 | | 25 | 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 10 | 7.9 | 5.6 | 0.8 | | 26 | | | | |
| 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 4.7 | 4.6 | 1.2 | 0.1 | | 12 | 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 3.5 | 5.1 | 3.2 | 0.2 | | 12 | | | | |
| 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | | 1.8 | 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 1.3 | 0.6 | 0.1 | | 2.6 | | | | |
| Total | | | | 1 | 1.1 | 1.8 | 3.3 | 27 | 13 | 6.4 | 1 | | 46 | 100 | Total | | | | 0.5 | 0.3 | 1 | 1.4 | 19 | 17 | 12 | 1.4 | | 47 | 100 | | |
| July | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | August | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 46 | 46 | | | | | | | | | | | | | | | 47 | 47 |
| 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 5.4 | 3.1 | 3.1 | 0.4 | | 13 | 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 0.2 | 0 | 0.4 | 0.4 | 4.1 | 2.7 | 3.8 | 0.5 | | 12 | | | | |
| 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 1.1 | 9.5 | 8.3 | 6.9 | 0.8 | | 28 | 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 8.1 | 8.7 | 8.3 | 1 | | 28 | | | | |
| 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 0.1 | 0 | 0 | 0.2 | 2.9 | 4.3 | 3 | 0.5 | | 11 | 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 2.3 | 4.7 | 3.6 | 0.4 | | 11 | | | | |
| 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | | 1.6 | 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.8 | 0.7 | 0.2 | | 1.9 | | | | |
| Total | | | | 0.9 | 0.4 | 0.6 | 1.8 | 18 | 16 | 13 | 1.8 | | 46 | 100 | Total | | | | 0.5 | 0.2 | 0.9 | 1.1 | 15 | 17 | 17 | 2.1 | | 47 | 100 | | |
| September | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | October | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 61 | 61 | | | | | | | | | | | | | | | 61 | 61 |
| 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 0.8 | 0.5 | 1.2 | 0.2 | 3.1 | 2.3 | 2.3 | 0.7 | | 11 | 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 3.1 | 2.3 | 2 | 0.4 | 1.9 | 0.7 | 0.8 | 1 | | 12 | | | | |
| 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 1.3 | 1 | 1.1 | 1 | 4.6 | 4.3 | 5.9 | 1.8 | | 21 | 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 4.4 | 5.2 | 3.1 | 0.8 | 1.9 | 1.3 | 1.3 | 0.9 | | 19 | | | | |
| 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 1.1 | 2.2 | 2.3 | 0.1 | | 6.8 | 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 1.2 | 2.4 | 1.1 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.4 | 0.4 | | 6.8 | | | | |
| 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0 | | 0.6 | 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0.1 | | 0.8 | | | | |
| Total | | | | 2.3 | 1.8 | 2.7 | 1.5 | 8.9 | 9 | 11 | 2.6 | | 61 | 100 | Total | | | | 8.9 | 10 | 6.4 | 1.4 | 4.2 | 2.8 | 2.5 | 2.4 | | 61 | 100 | | |
| November | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | December | | | | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Total | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 53 | 53 | | | | | | | | | | | | | | | 54 | 54 |
| 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 5.3 | 3.7 | 1.7 | 0.1 | 0.9 | 0.3 | 0.8 | 1 | | 14 | 1-3 | 2-6 | 1.2-4 | 0.5-1.6 | 6.3 | 3.8 | 2.3 | 0.2 | 1.1 | 0.2 | 0.4 | 1.3 | | 16 | | | | |
| 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 7.3 | 9 | 4.4 | 0.7 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 1.4 | | 25 | 4-6 | 7-11 | 5-7 | 1.7-3.4 | 8.4 | 7.7 | 4.7 | 0.4 | 0.7 | 0.6 | 0.3 | 1.3 | | 24 | | | | |
| 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 1.8 | 3.2 | 1.7 | 0 | 0 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | | 7.6 | 7-10 | 12-19 | 8-12 | 3.5-5.5 | 1.1 | 2 | 1.9 | 0 | 0.3 | 0.3 | 0 | 0.2 | | 5.8 | | | | |
| 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0 | 0.4 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0.7 | 11-17 | 20-32 | 13-20 | 5.6-8.7 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | | 0.7 | | | | |
| Total | | | | 14 | 16 | 8.1 | 0.8 | 1.8 | 1.4 | 1.7 | 2.5 | | 53 | 100 | Total | | | | 16 | 14 | 9.1 | 0.6 | 2.1 | 1.2 | 0.7 | 2.8 | | 54 | 100 | | |

Remark : kts = KNOTS 1 kts = 1.853 km/h = 1.151 m/h = 0.514 m/s



1-3 kts = 2-6 km/h = 1.2-4 m/h = 0.5-1.6 m/s

4-6 kts = 7-11 km/h = 5-7 m/h = 1.7-3.4 m/s

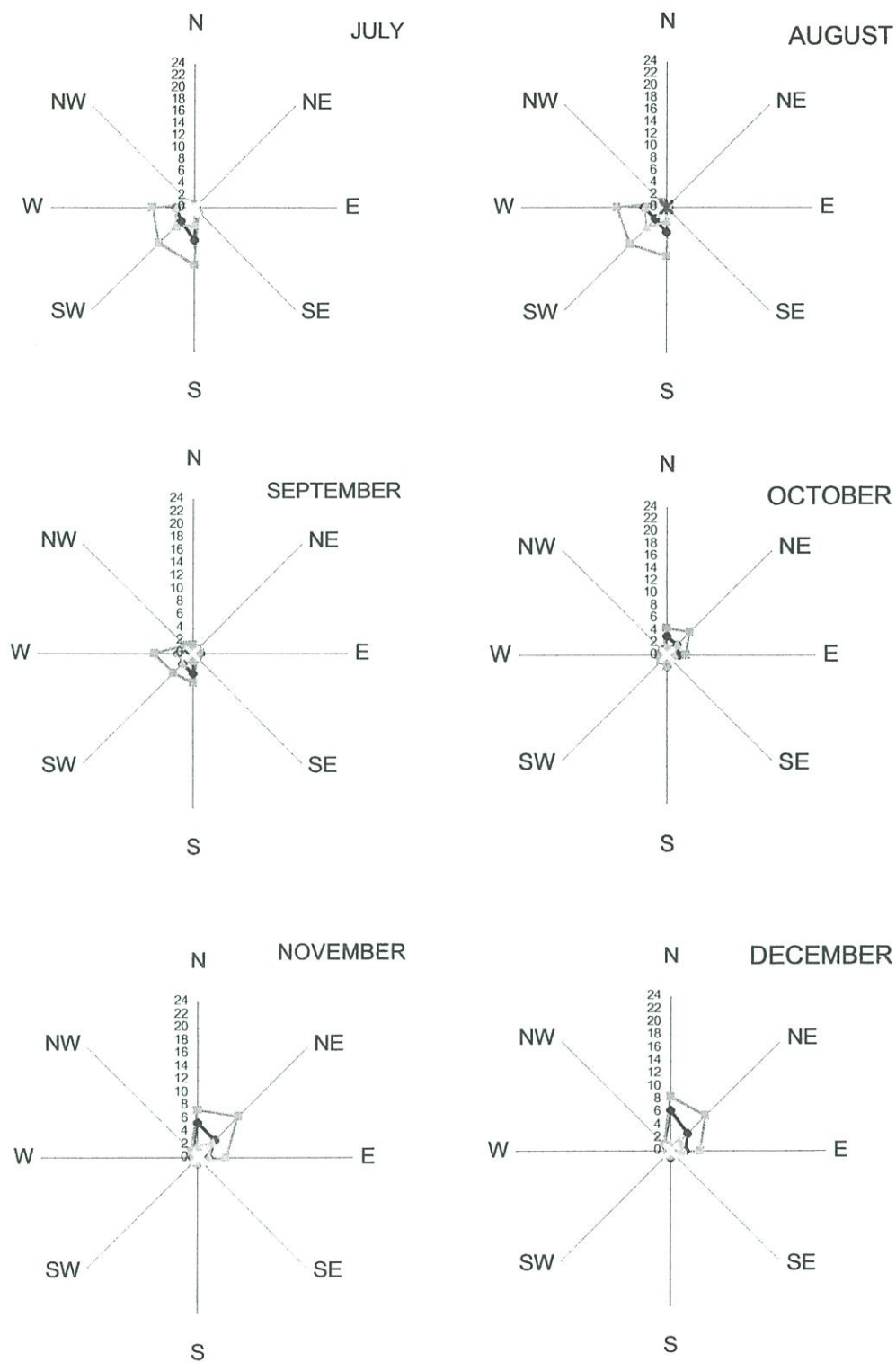
7-10 kts = 12-19 km/h = 8-12 m/h = 3.5-5.5 m/s

11-17 kts = 20-32 km/h = 13-20 m/h = 5.6-8.7 m/s



แผนภูมิที่ 3.12(ก) แสดงทิศ ความถี่และความเร็วลมรายเดือนของกรุงเทพมหานครพ.ศ.2532-2541

Monthly frequency distribution of wind in each speed and direction [1989-1998]



1-3 kts = 2-6 km/h = 1.2-4 m/h = 0.5-1.6 m/s
 4-6 kts = 7-11 km/h = 5-7 m/h = 1.7-3.4 m/s
 7-10 kts = 12-19 km/h = 8-12 m/h = 3.5-5.5 m/s
 11-17 kts = 20-32 km/h = 13-20 m/h = 5.6-8.7 m/s



แผนภูมิที่ 3.12(ข) แสดงทิศ ความถี่และ ความเร็วลมรายเดือนของกรุงเทพมหานครพ.ศ. 2532-2541

Monthly frequency distribution of wind in each speed and direction [1989-1998]

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลภูมิอากาศ กทม.(2541)

AGROCLIMATOLOGICAL FOR 1998

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|-------|----|
| Station | BANG NA | | | | | | | | | | | | Elevation of station above MSL | 3.00 | m. |
| Latitude | 13.6 | N | | | | | | | | | | | Height of thermometer above ground | 1.25 | m. |
| Longitude | 100.6 | E | | | | | | | | | | | Height of wind vane above ground | 10.00 | m. |
| | | | | | | | | | | | | | Height of rain gauge | 1.00 | m. |
| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Year | | |
| Air Temperature (celsius) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extreme maximum | 36.0 | 36.4 | 37.4 | 38.0 | 38.0 | 35.3 | 37.1 | 36.0 | 34.4 | 35.7 | 35.3 | 35.0 | 38.0 | | |
| Mean maximum | 33.2 | 33.7 | 34.9 | 35.1 | 35.5 | 33.7 | 33.4 | 32.1 | 31.2 | 32.4 | 31.6 | 31.0 | 33.3 | | |
| Mean | 29.1 | 30.0 | 30.8 | 31.6 | 31.4 | 30.4 | 29.9 | 29.2 | 28.4 | 29.0 | 27.8 | 27.2 | 29.6 | | |
| Mean minimum | 25.9 | 27.3 | 28.0 | 29.1 | 28.8 | 27.7 | 27.2 | 26.8 | 26.1 | 26.2 | 25.1 | 23.7 | 23.7 | | |
| Extreme minimum | 22.9 | 24.6 | 20.2 | 24.5 | 24.0 | 24.2 | 23.5 | 23.6 | 23.6 | 24.7 | 22.8 | 19.8 | 19.8 | | |
| Grass minimum temperature (celsius) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean minimum | 9.7 | 23.0 | 23.5 | 26.1 | - | 24.6 | 24.2 | 24.4 | 24.0 | - | 21.5 | - | - | | |
| Extrem minimum | | | | | | | | | | | | | | | |
| Water temperature (celsius) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean maximum | 32.8 | 33.8 | 34.7 | 35.6 | - | 36.2 | 37.5 | 34.0 | 32.1 | - | 32.9 | - | - | | |
| Mean | 30.7 | 32.8 | 33.5 | 34.1 | - | 34.3 | 33.7 | 31.4 | 30.2 | - | 28.5 | - | - | | |
| Mean minimum | 18.0 | 21.0 | 19.6 | 22.3 | - | 23.5 | 21.1 | 20.0 | 20.4 | - | 16.2 | - | - | | |
| Relative humidity (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extrem maximum | 98 | 97 | 91 | 96 | 97 | 99 | 100 | 98 | 99 | 99 | 98 | 98 | 100 | | |
| Mean maximum | 84 | 88 | 83 | 84 | 85 | 83 | 87 | 88 | 92 | 90 | 85 | 80 | 92 | | |
| Mean | 70 | 76 | 72 | 73 | 72 | 73 | 76 | 77 | 83 | 78 | 74 | 69 | 74 | | |
| Mean minimum | 50 | 59 | 55 | 56 | 55 | 59 | 62 | 64 | 71 | 63 | 59 | 55 | 50 | | |
| Extrem minimum | 29 | 40 | 36 | 36 | 34 | 49 | 47 | 46 | 55 | 42 | 46 | 43 | 29 | | |
| Soil temperature(celsius) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean at surface | 29.9 | 31.7 | 34.7 | 34.8 | - | 32.8 | 32.2 | 30.6 | 29.6 | - | 28.8 | - | - | | |
| Mean at 5 cm. | 30.0 | 31.7 | 34.9 | 35.0 | - | 32.9 | 32.2 | 30.7 | 29.7 | - | 29.2 | - | - | | |
| Mean at 10 cm. | 29.5 | 31.2 | 33.9 | 34.2 | - | 32.5 | 32.0 | 30.9 | 30.0 | - | 29.2 | - | - | | |
| Mean at 20 cm. | 29.9 | 31.3 | 34.0 | 34.3 | - | 32.5 | 32.0 | 30.8 | 30.1 | - | 29.6 | - | - | | |
| Mean at 50 cm. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Mean at 100 cm. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Rainfall (mm) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total amount | 44.7 | 33.2 | 0.9 | 55.6 | 231.4 | 224.2 | 222.9 | 448.7 | 591.1 | 202.3 | 18.9 | - | 2,073.9 | | |
| Number of rainy day | 2 | 4 | 1 | 4 | 14 | 16 | 15 | 22 | 21 | 15 | 8 | - | 122.0 | | |
| Greatest in 24 hr | 41.9 | 16.8 | 0.9 | 30.9 | 48.5 | 85.8 | 62.3 | 103.6 | 112.0 | 62.3 | 5.8 | - | 112.0 | | |
| Evaporation(mm) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean Evaporation | 39.0 | 4.8 | 5.6 | 5.9 | - | 5.2 | 4.5 | 4.6 | 3.5 | - | 4.1 | - | - | | |
| Wind | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prevailing direction | S | S | S | S | S | S | S | W | W | E | N | N | N | | |
| Mean speed (m/s) | 1.4 | 2.4 | 2.5 | 2.4 | 2.0 | 2.7 | 1.9 | 2.2 | 1.7 | 1.5 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | | |
| Sunshine duration (hr) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extreme maximum | 9.2 | 9.9 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.7 | 9.9 | 9.3 | 9.8 | 8.6 | 9.4 | 9.9 | | |
| Mean | 7.8 | 8.8 | 9.1 | 7.5 | 4.4 | 4.7 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 5.7 | 6.6 | 7.6 | 6.2 | | |
| Radiation(sun and sky) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean maximum | - | - | 352.0 | 363.0 | 357.0 | 372.0 | 341.0 | 328.0 | 361.0 | 319.0 | 335.0 | 229.0 | 229.0 | | |
| Mean | - | - | 154.5 | 159.0 | 151.0 | 118.0 | 113.0 | 112.0 | 65.5 | 85.0 | 65.5 | 79.0 | 79.0 | | |
| Mean total per day | - | - | 2,179 | 2,292 | 2,176 | 1,878 | 1,768 | 1,768 | 1,451 | 1,597 | 1,496 | 1,501 | 1,501 | | |

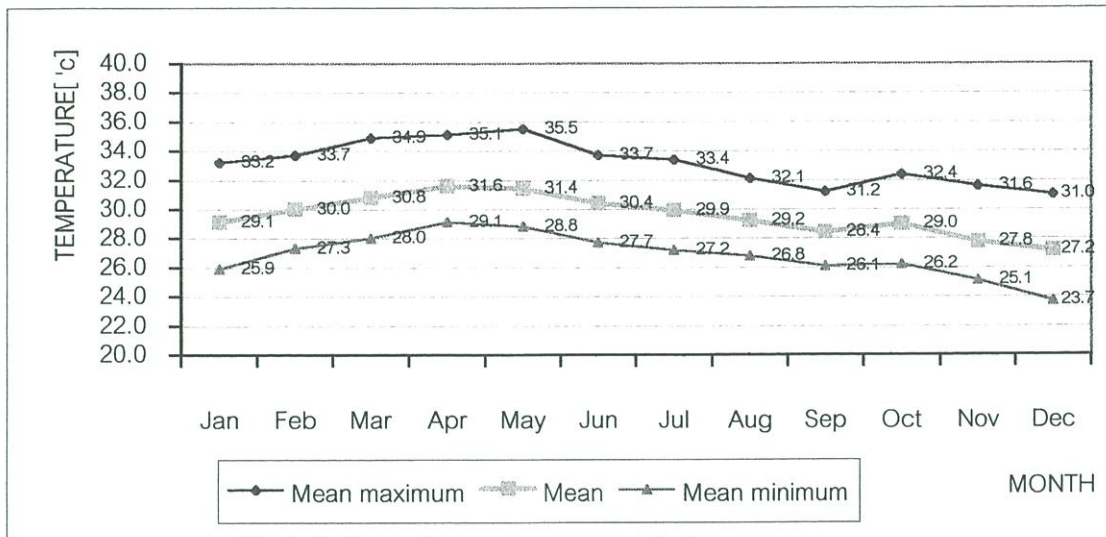
Remark : "-" indicate missing data

AGROMETEOROLOGICAL ANALYSIS SUB-DIVISION, AGROMETEOROLOGY DIVISION

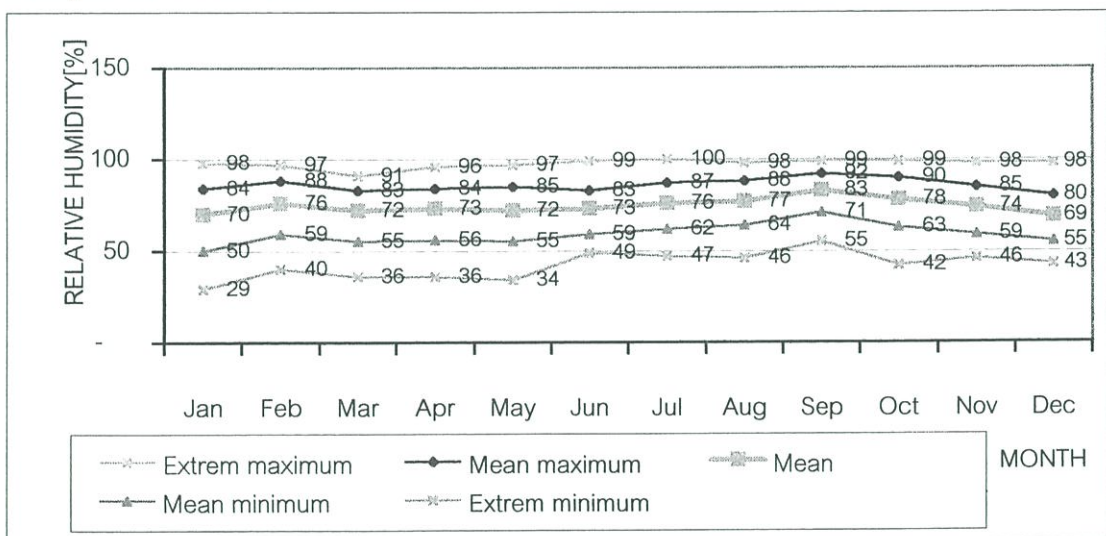
DATA PROCESSING SUB-DIVISION, CLIMATOLOGY DIVISION

METEOROLOGICAL DEPARTMENT

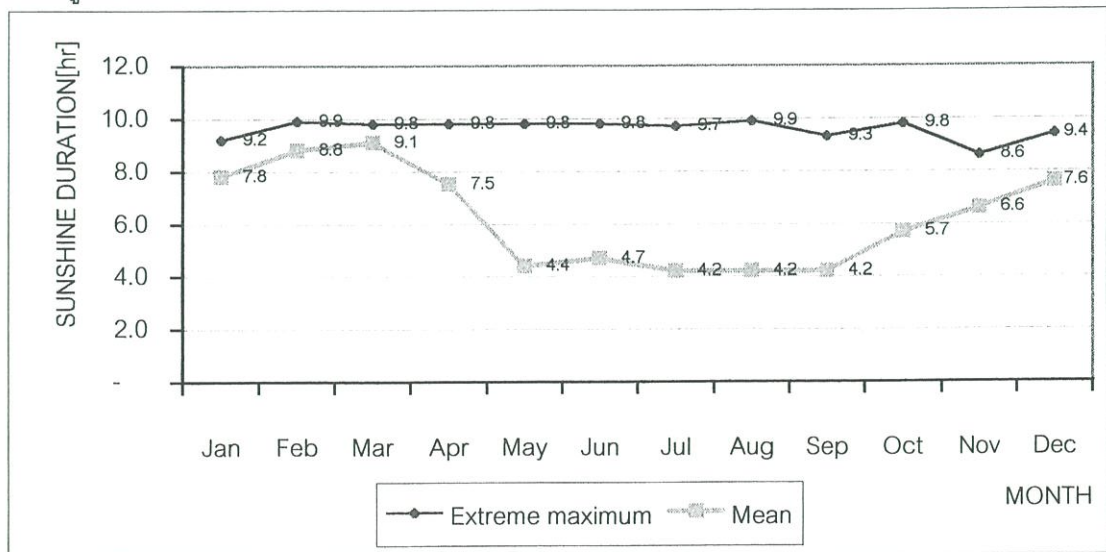
BANGKOK METROPOLIS period 1998



แผนภูมิที่ 3.13 TEMPERATURE(1998)

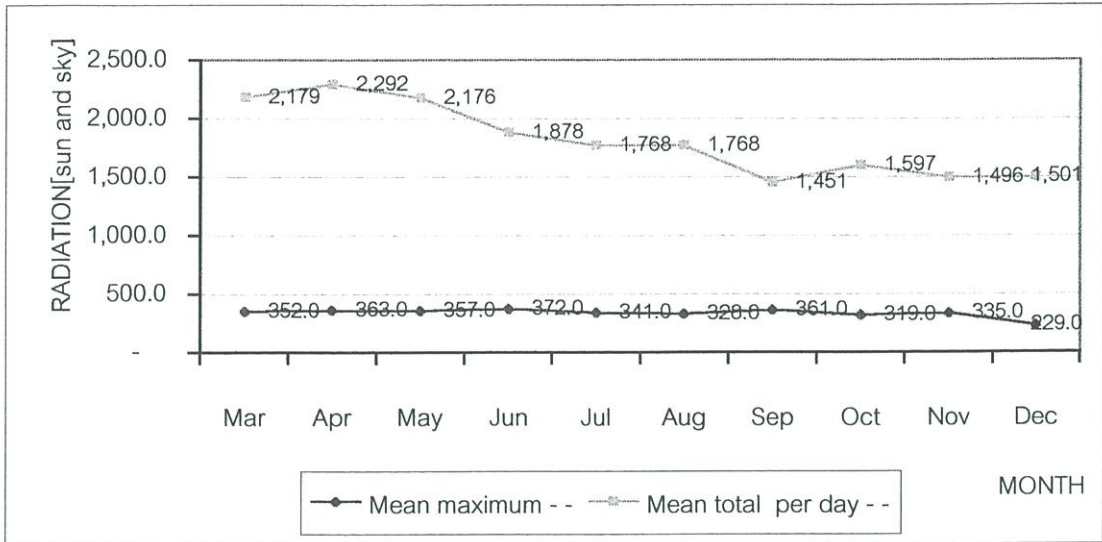


แผนภูมิที่ 3.14 RELATIVE HUMIDITY(1998)

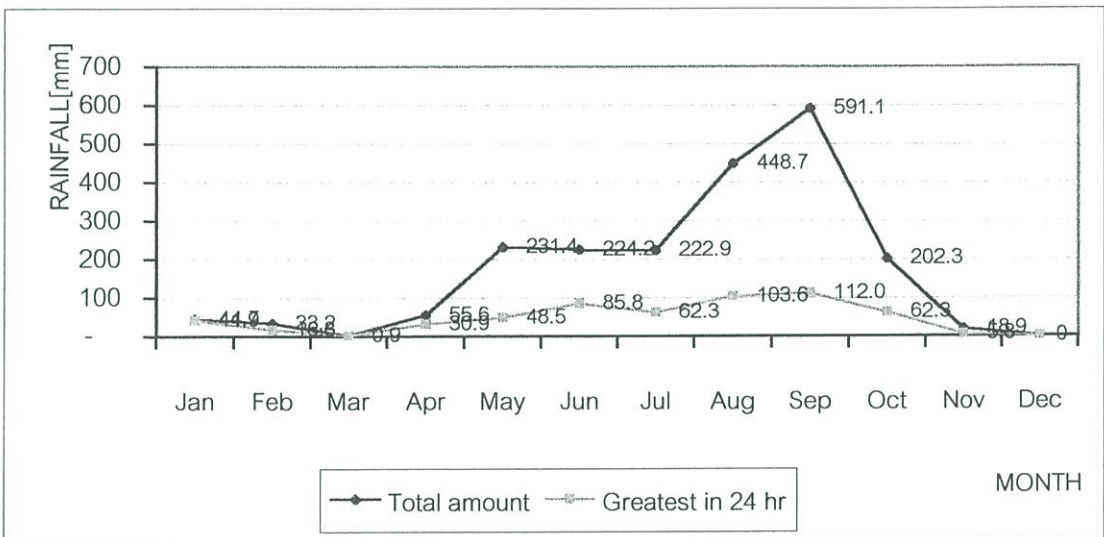


แผนภูมิที่ 3.15 SUNSHINE DURATION(1998)

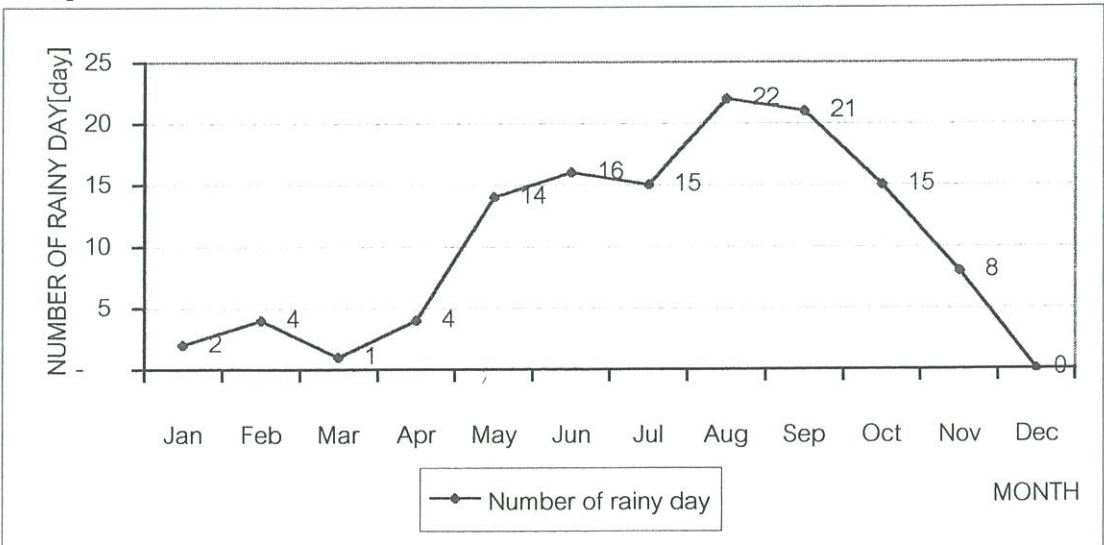
BANGKOK METROPOLIS period 1998



แผนภูมิที่ 3.16 RADIATION(1998)



แผนภูมิที่ 3.17 RAINFALL(1998)



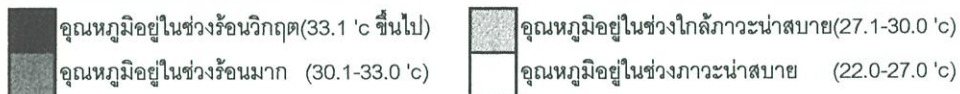
แผนภูมิที่ 3.18 NUMBER OF RAINY DAY(1998)

ตารางที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง พศ.2541

Monthly mean of Temperature Isopleths[1998]

Celsius

| | | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 24:00 |
|--------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| COOL SEASON | Jan | 27.4 | 27.1 | 26.9 | 26.7 | 26.3 | 26.0 | 25.9 | 26.5 | 28.1 | 29.4 | 30.8 | 31.7 | 32.5 | 33.0 | 33.2 | 33.2 | 32.1 | 31.0 | 29.8 | 29.0 | 28.6 | 28.3 | 28.0 | 27.7 |
| | Feb | 28.4 | 28.2 | 28.0 | 27.8 | 27.6 | 27.4 | 27.3 | 28.0 | 29.7 | 30.8 | 31.9 | 32.6 | 33.4 | 33.6 | 33.7 | 33.5 | 32.5 | 31.2 | 29.9 | 29.3 | 29.0 | 28.9 | 28.7 | 28.6 |
| HOT SEASON | Mar | 29.0 | 28.8 | 28.6 | 28.4 | 28.2 | 28.0 | 28.0 | 29.1 | 30.7 | 32.0 | 33.0 | 33.9 | 34.4 | 34.8 | 34.9 | 34.4 | 33.5 | 31.9 | 30.6 | 29.7 | 29.7 | 29.5 | 29.3 | 29.2 |
| | Apr | 29.8 | 29.7 | 29.5 | 29.4 | 29.3 | 29.1 | 29.3 | 30.5 | 31.4 | 32.6 | 33.6 | 34.4 | 34.9 | 35.1 | 35.1 | 34.9 | 34.0 | 32.4 | 31.3 | 30.7 | 30.5 | 30.2 | 30.1 | 29.9 |
| | May | 29.3 | 29.0 | 28.9 | 28.8 | 28.8 | 28.8 | 29.1 | 30.6 | 32.1 | 33.0 | 33.6 | 34.4 | 34.8 | 35.2 | 35.3 | 34.6 | 33.9 | 32.6 | 31.5 | 30.7 | 30.3 | 30.1 | 29.6 | 29.4 |
| RAINY SEASON | Jun | 28.4 | 28.2 | 28.0 | 27.9 | 27.8 | 27.7 | 28.1 | 29.6 | 30.8 | 31.8 | 32.7 | 33.3 | 33.6 | 33.7 | 33.7 | 33.6 | 32.9 | 31.7 | 30.5 | 29.6 | 29.4 | 29.2 | 28.9 | 28.5 |
| | Jul | 28.3 | 27.9 | 27.7 | 27.5 | 27.3 | 27.2 | 27.3 | 28.7 | 30.1 | 31.3 | 32.1 | 32.6 | 32.8 | 33.3 | 33.4 | 33.3 | 32.4 | 31.1 | 30.1 | 29.0 | 28.6 | 28.4 | 28.3 | 28.3 |
| | Aug | 27.5 | 27.2 | 27.1 | 26.8 | 26.8 | 26.8 | 26.9 | 28.2 | 29.4 | 30.3 | 31.0 | 31.2 | 31.7 | 32.0 | 32.1 | 32.1 | 31.4 | 30.5 | 29.8 | 29.0 | 28.6 | 28.4 | 28.2* | 27.9 |
| | Sep | 26.8 | 26.6 | 26.4 | 26.2 | 26.1 | 26.1 | 26.2 | 27.4 | 28.8 | 29.8 | 30.9 | 31.2 | 31.1 | 30.8 | 31.0 | 31.2 | 30.4 | 29.2 | 28.3 | 27.7 | 27.5 | 27.4 | 27.2 | 26.9 |
| | Oct | 27.1 | 27.0 | 26.8 | 26.6 | 26.4 | 26.2 | 26.4 | 27.8 | 29.2 | 30.7 | 31.5 | 31.9 | 32.3 | 32.4 | 32.3 | 31.9 | 31.0 | 30.1 | 29.4 | 28.6 | 28.2 | 27.9 | 27.7 | 27.4 |
| COOL SEASON | Nov | 26.4 | 26.1 | 25.8 | 25.5 | 25.3 | 25.1 | 25.2 | 26.3 | 28.0 | 29.5 | 30.4 | 31.1 | 31.5 | 31.6 | 31.4 | 31.0 | 29.9 | 29.0 | 28.3 | 27.8 | 27.5 | 27.3 | 27.0 | 26.8 |
| | Dec | 25.5 | 25.2 | 24.9 | 24.5 | 24.5 | 23.9 | 23.7 | 24.6 | 26.3 | 27.8 | 29.3 | 30.1 | 30.7 | 31.0 | 30.8 | 30.4 | 29.7 | 28.7 | 27.9 | 27.3 | 27.1 | 26.4 | 26.3 | 25.8 |



ตารางที่ 3.5 แสดงความสัมพันธ์ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมง พศ.2541

Monthly mean of Wind speed Isopleths[1998]

Degree,Knots

| | | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 24:00 |
|--------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| COOL SEASON | Jan | 1.1 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 1.7 | 1.7 | 2.2 | 2.3 | 2.5 | 2.6 | 2.3 | 1.9 | 2.3 | 1.3 | 1 | 1.4 | 1.4 | 2.1 | 1.1 | 0.8 |
| | Feb | 2.4 | 1.5 | 1 | 1.4 | 1.3 | 0.9 | 0.9 | 1.2 | 1.7 | 2.2 | 2.8 | 3.1 | 3.3 | 3.6 | 3.7 | 3.4 | 3.3 | 2.6 | 2.6 | 3.3 | 2.9 | 3.1 | 2.6 | 2.5 |
| HOT SEASON | Mar | 2.3 | 1.3 | 1 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1.5 | 1.9 | 2.8 | 3.2 | 3 | 3.7 | 3.7 | 3.8 | 3.7 | 4.1 | 3.4 | 2.5 | 3.1 | 2.6 | 2.8 | 3 | 2.2 | 1.8 |
| | Apr | 1.8 | 0.7 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 2.3 | 3 | 2.6 | 3 | 3.3 | 3.3 | 3.6 | 3.4 | 3.6 | 3.6 | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 3 | 3.2 | 2.8 | 2.2 |
| | May | 1.6 | 0.7 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1 | 1.2 | 1.6 | 2.1 | 2.4 | 3.2 | 3 | 3.1 | 3.5 | 3.2 | 3 | 3.5 | 3.6 | 2.4 | 1.9 | 2.2 | 1.5 | 1.4 |
| RAINY SEASON | Jun | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.4 | 2.7 | 3.1 | 3.4 | 3.3 | 4.1 | 4 | 4.2 | 4.3 | 4.1 | 4.1 | 4.6 | 3.7 | 3 | 2.6 | 2.5 | 1.6 |
| | Jul | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.6 | 1.5 | 2.9 | 3 | 3.1 | 3.3 | 2.3 | 3.8 | 4.3 | 3.5 | 3.7 | 3.4 | 2.6 | 1.8 | 1.9 | 0.7 | 0.5 |
| | Aug | 1.4 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.4 | 1.6 | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 2.9 | 2.6 | 3.5 | 3.6 | 3.2 | 4 | 3.3 | 3.9 | 4.1 | 2.2 | 1.6 | 1.1 | 1.1 |
| | Sep | 1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0 | 0.3 | 1 | 1.1 | 1.8 | 2.9 | 2.9 | 3.4 | 3.8 | 3.2 | 2.9 | 3.1 | 3.3 | 2.4 | 3 | 1.5 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 0.4 |
| | Oct | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 1 | 2.1 | 2.7 | 2.7 | 3.2 | 3.4 | 4 | 3.1 | 3.5 | 2.9 | 1.8 | 1.8 | 1.1 | 0.4 | 0.8 | 0.3 | 0.1 |
| COOL SEASON | Nov | 0.8 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 1.9 | 1.8 | 2.5 | 2.8 | 5.9 | 4.1 | 4.4 | 3.5 | 3.3 | 3.1 | 2.6 | 2.4 | 2.1 | 1.4 | 0.8 | 1.2 | 1.2 | 1.1 |
| | Dec | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 0.5 | 1.4 | 1.7 | 2.5 | 3.1 | 2.8 | 3.1 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 2.9 | 2.6 | 2.1 | 1.4 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 0.9 | 1.3 |



ตารางที่ 3.6 แสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิและความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมง พศ.2541

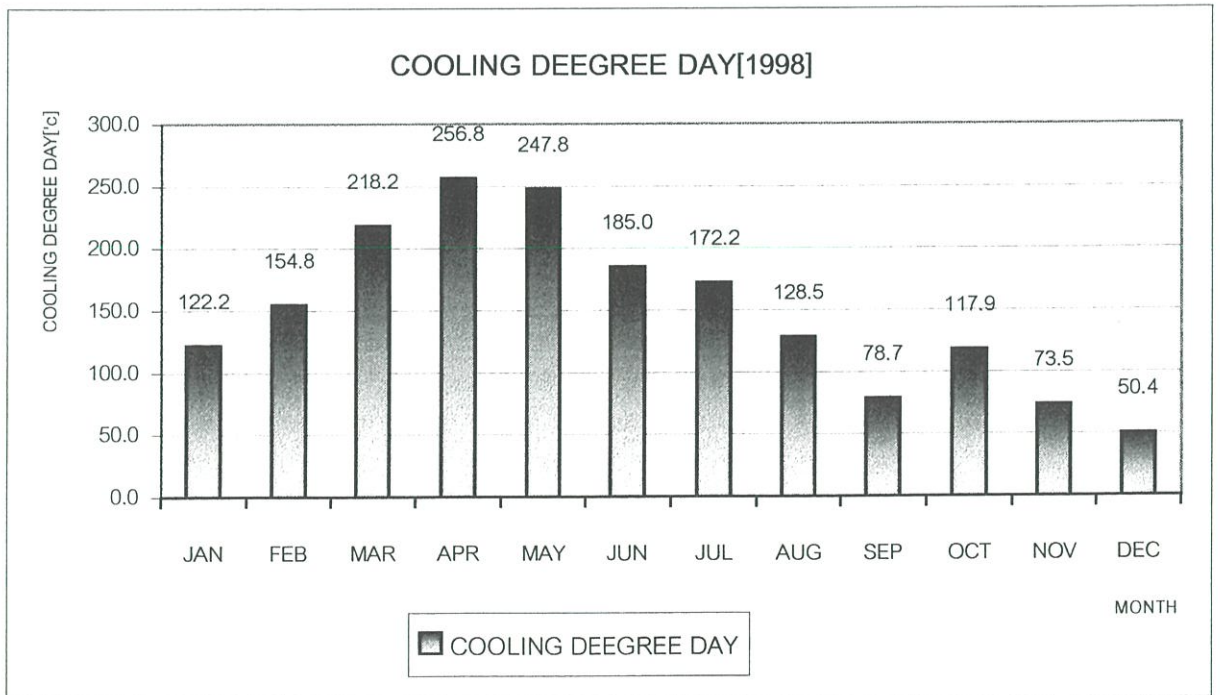
Monthly mean of temperature and wind speed Isoleths[1998]

Temperature[Celsius] 0.00

Wind[Degree,Knots] 0.0

| | | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 24:00 |
|--------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| COOL SEASON | Jan | 27.4 | 27.1 | 26.9 | 26.7 | 26.3 | 26.0 | 25.9 | 26.5 | 28.1 | 29.4 | 30.8 | 31.7 | 32.5 | 33.0 | 33.2 | 33.2 | 32.1 | 31.0 | 29.8 | 29.0 | 28.6 | 28.3 | 28.0 | 27.7 |
| | Feb | 28.4 | 28.2 | 28.0 | 27.8 | 27.6 | 27.4 | 27.3 | 28.0 | 29.7 | 30.8 | 31.9 | 32.6 | 33.4 | 33.6 | 33.7 | 33.5 | 32.5 | 31.2 | 29.9 | 29.3 | 29.0 | 28.9 | 28.7 | 28.6 |
| HOT SEASON | Mar | 29.0 | 28.8 | 28.6 | 28.4 | 28.2 | 28.0 | 28.0 | 29.1 | 30.7 | 32.0 | 33.0 | 33.9 | 34.4 | 34.8 | 34.9 | 34.4 | 33.5 | 31.9 | 30.6 | 29.7 | 29.7 | 29.5 | 29.3 | 29.2 |
| | Apr | 29.8 | 29.7 | 29.5 | 29.4 | 29.3 | 29.1 | 29.3 | 30.5 | 31.4 | 32.6 | 33.6 | 34.4 | 34.9 | 35.1 | 35.1 | 34.9 | 34.0 | 32.4 | 31.3 | 30.7 | 30.5 | 30.2 | 30.1 | 29.9 |
| RAINY SEASON | Jun | 28.4 | 28.2 | 28.0 | 27.9 | 27.8 | 27.7 | 28.1 | 29.6 | 30.8 | 31.8 | 32.7 | 33.3 | 33.6 | 33.7 | 33.7 | 33.6 | 32.9 | 31.7 | 30.5 | 29.6 | 29.4 | 29.2 | 28.9 | 28.5 |
| | Jul | 28.3 | 27.9 | 27.7 | 27.5 | 27.3 | 27.2 | 27.3 | 28.7 | 30.1 | 31.3 | 32.1 | 32.6 | 32.8 | 33.3 | 33.4 | 33.3 | 32.4 | 31.1 | 30.1 | 29.0 | 28.6 | 28.4 | 28.3 | 28.3 |
| COOL SEASON | Nov | 26.4 | 26.1 | 25.8 | 25.5 | 25.3 | 25.1 | 25.2 | 26.3 | 28.0 | 29.5 | 30.4 | 31.1 | 31.5 | 31.6 | 31.4 | 31.0 | 29.9 | 29.0 | 28.3 | 27.8 | 27.5 | 27.3 | 27.0 | 26.8 |
| | Dec | 25.5 | 25.2 | 24.9 | 24.5 | 24.5 | 23.9 | 23.7 | 24.6 | 26.3 | 27.8 | 29.3 | 30.1 | 30.7 | 31.0 | 30.8 | 30.4 | 29.7 | 28.7 | 27.9 | 27.3 | 27.1 | 26.4 | 26.3 | 25.8 |

จากตารางข้างต้น เป็นที่สังเกตได้ว่า ช่วงที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูง (ช่วงกลางวัน) มักจะมีความเร็วลมสูงกว่าช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า(ช่วงเช้า)



TOTAL COOLING DEGREE DAY 1998 = 1,806

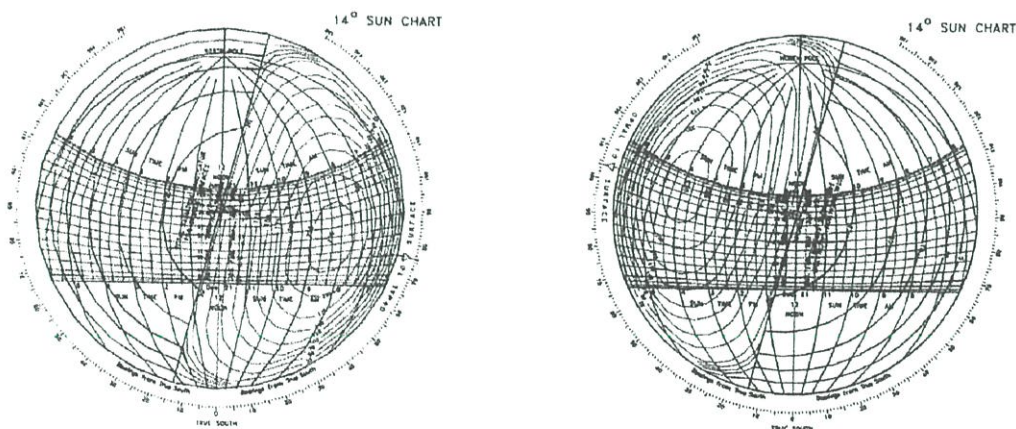
แผนภูมิที่ 3.19 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิเพื่อประเมินความต้องการความเป็นรายเดือน พศ.2541

3.2.1 ปริมาณความร้อนที่กระทำต่อด้านต่างๆของอาคารในกรุงเทพมหานคร²

การคำนวณหาค่าการแผ่รังสีโดยวิธีการใช้ข้อมูลสถิติเป็นเรื่องที่ยาก Prof. Olgyay จึงได้คิดแผนภูมิการหาค่าการแผ่รังสีความร้อน(ดูภาคผนวก 1) สามารถที่จะวิเคราะห์ได้ทุกตำแหน่งที่ตั้ง และลักษณะการวางอาคาร อ่านค่าได้ทั้งค่าการแผ่รังสีตรง รังสีกระจาย และการแผ่รังสีรวม ที่กระทำบนผนังทึบ(Opaque Surfaces) และกระจก(Glass Surfaces)

ตารางคำนวณรังสีความร้อน ใช้วิธีลากโยง(Projection) ในแบบ Equidistant Method ค่าของพลังงานที่อ่านได้ ได้จากวันที่ท้องฟ้าโปร่ง และสามารถปรับให้เข้ากับวันที่มีเมฆมากได้ ค่าการแผ่รังสีโดยตรงอ่านได้จากครึ่งล่างของวงกลม ส่วนครึ่งบนของวงกลมใช้อ่านค่าของการแผ่รังสีตามแนวนอน ค่าการแผ่รังสีรวมสามารถทราบได้จากการบวกค่าการแผ่รังสีกระจายจากครึ่ง บนและล่างของแผนภูมิวงกลม ซึ่งจะต้องใช้ร่วมกับตารางโคจรของดวงอาทิตย์ ของตำแหน่งเส้นรุ้งที่อาคารตั้งอยู่ เช่น กรุงเทพมหานคร ใช้ตารางโคจรสำหรับเส้นรุ้ง 14 องศาเหนือ ซึ่งตัวอย่างต่อไปนี้ แสดงการหาค่าการแผ่รังสีความร้อนโดยตรงของด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้(ก) และแสดงการหาค่าการแผ่รังสีความร้อนรวมของพื้นผิวตามแนวนอน(ข) เช่นหลังคา

การอ่านค่าการแผ่รังสีความร้อนเป็นรายเดือน ทำให้สามารถนำมาเปรียบเทียบใช้ในการออกแบบ ในการเจาะช่องเปิด การใช้วัสดุทำกำแพง กางวางตำแหน่งห้องต่างๆ ตลอดจนการเลือกใช้วัสดุ และสีต่างๆ



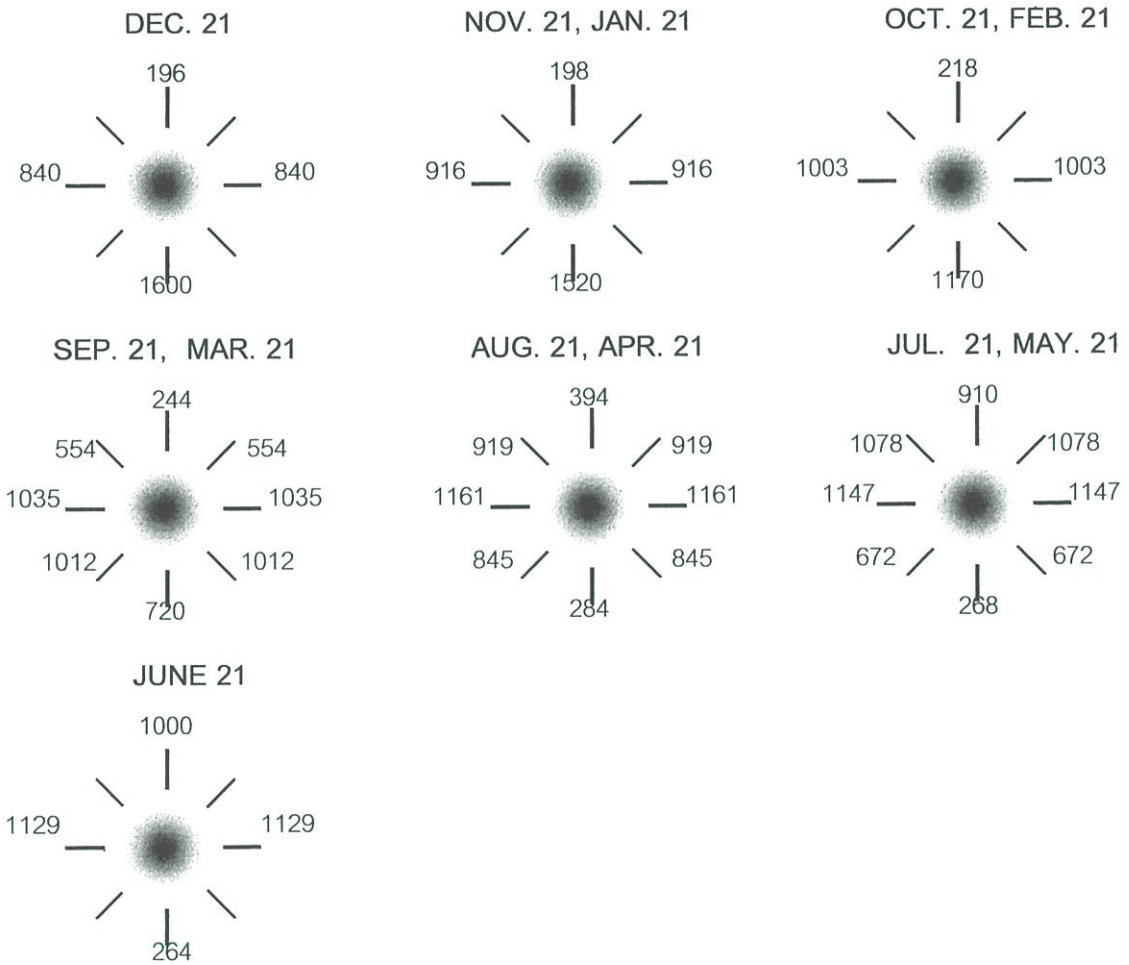
แผนภูมิที่ 3.20 แสดงการหาค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

จากการทดลองพบว่าในบริเวณที่อยู่ทางเส้นรุ้งทางเหนือ ทางใต้ของอาคารจะได้รับความร้อนเกือบ 2 เท่าของด้านเหนือของอาคารทั้งในฤดูร้อนและฤดูหนาว เทียบกับอาคารในเส้นรุ้งต่ำลงมา จะมีความแตกต่างกันถึง 1:4 และด้านทิศตะวันตกและตะวันออกจะได้รับความร้อนมากเป็น 2.5 เท่าของฤดูหนาว แต่ในเส้นรุ้งที่ต่ำลงมา อาคารด้านตะวันออก และตะวันตกจะได้รับความร้อนในฤดูร้อนแตกต่างกับฤดูหนาวน้อยมาก ปกตินั้น ด้านทิศเหนือของอาคารจะได้รับความร้อนจากการ

² ที่มา: สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541, การออกแบบอาคาร สำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผ่รังสีน้อยมาก และส่วนใหญ่ที่ได้รับก็จะเป็นฤดูร้อน แต่ในเส้นรุ้งที่ต่ำลงมา ด้านทิศเหนือของอาคารจะได้รับการแผ่รังสีในฤดูร้อนเกือบ 2 เท่าของทิศใต้

สำหรับกรุงเทพมหานคร(14°N)ในฤดูร้อนทิศเหนือได้รับการแผ่รังสีความร้อนมากกว่าทิศใต้ประมาณ 1/2 เท่า ในฤดูหนาว ทิศใต้จะได้รับการแผ่รังสีความร้อนมากกว่าทิศเหนือประมาณ 8 เท่า

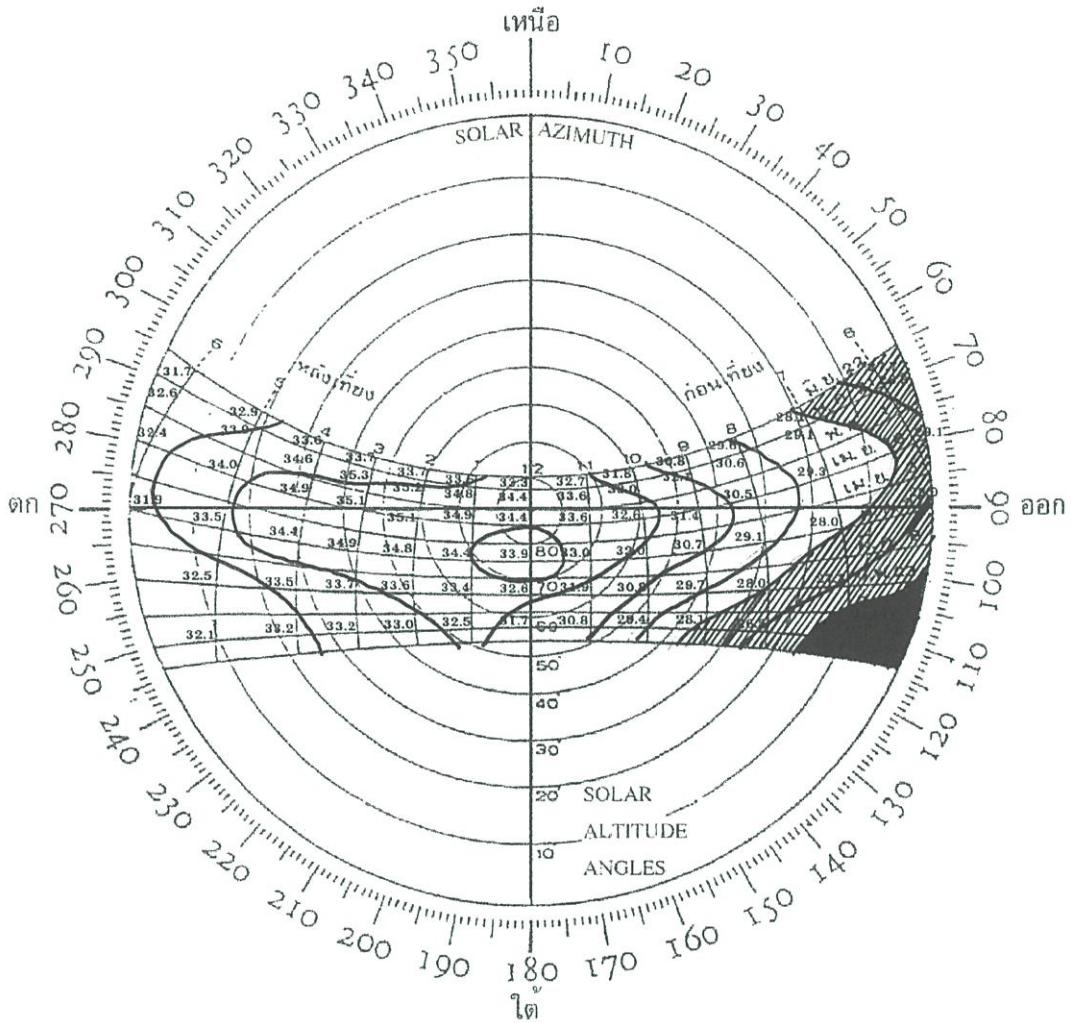


แผนภูมิที่ 3.21 แสดงการแผ่รังสีความร้อนที่กระทำต่อผนังที่บิซของกรุงเทพมหานคร



Total Radiation of Bangkok (Btu/ft²/day) (ตัวเลขนี้อาจผิดพลาดไม่เกิน 10%)

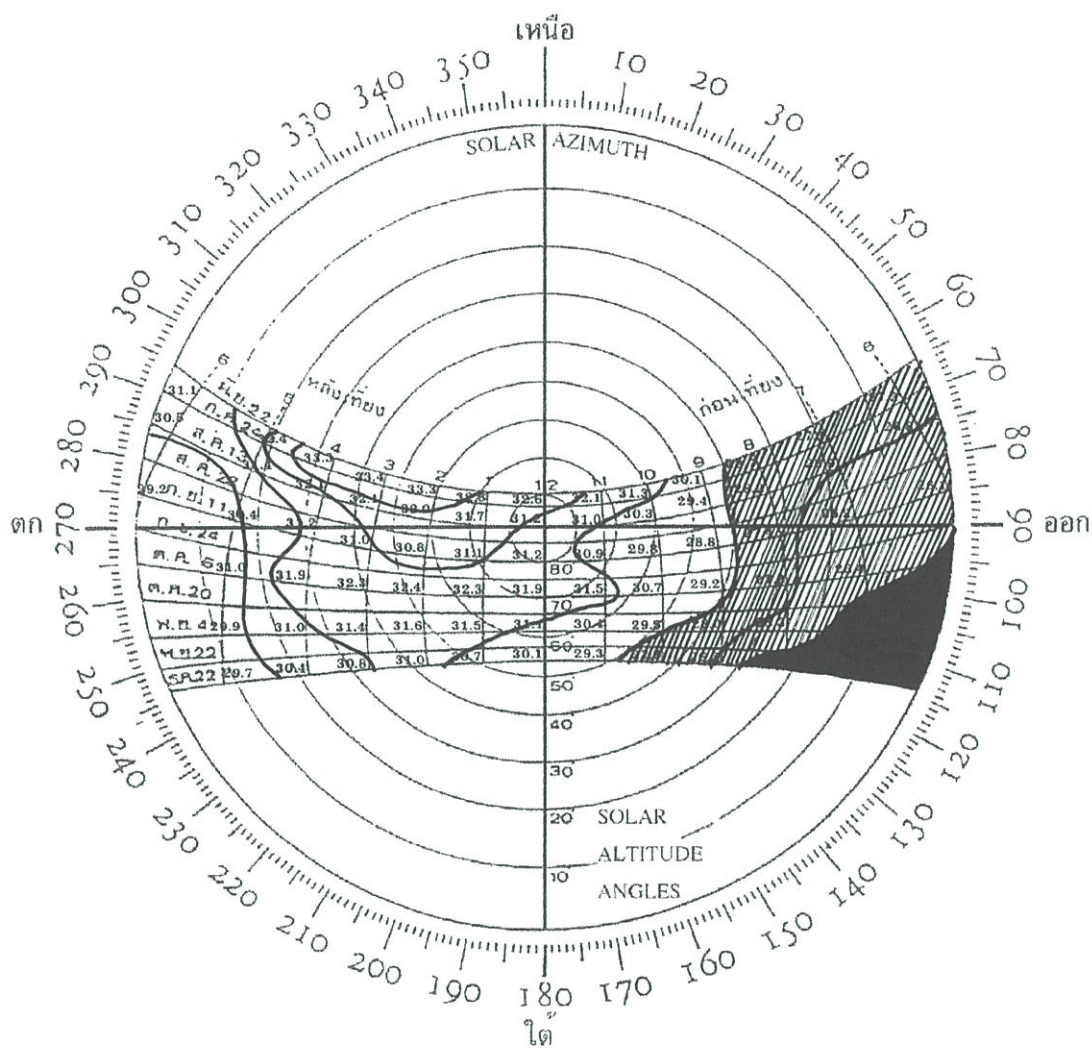
3.2.2 การผนวกข้อมูลภูมิอากาศกับแผนภูมิการโคจรของดวงอาทิตย์

ช่วงเวลาที่อากาศร้อนจัด คือช่วงเวลาที่แสงแดด และความร้อนทำให้สภาพอากาศภายในอาคารไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ต้องการการป้องกันแสงแดดไม่ให้เข้าสู่อาคารหรือผนังอาคาร เพื่อช่วยให้อุณหภูมิลดลง ช่วงเวลาของสภาพภูมิอากาศจะถูกนำมาใส่ลงในตารางโคจรของดวงอาทิตย์ จะทำให้เราสามารถทราบได้ว่าช่วงเวลาใดร้อนจัด และช่วงเวลาใดหนาวจัด ทำให้เราสามารถพิจารณาได้ว่า ช่วงเวลาใดที่ไม่ต้องการแสงแดด ช่วงเวลาใดต้องการให้แสงแดดผ่านเข้ามาในอาคาร ซึ่งเป็นพื้นฐานของการออกแบบที่ป้องกันแดดเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป



แผนภูมิที่ 3.22 แสดงการผนวกข้อมูลอุณหภูมิ พ.ศ. 2541 กับตารางดวงอาทิตย์

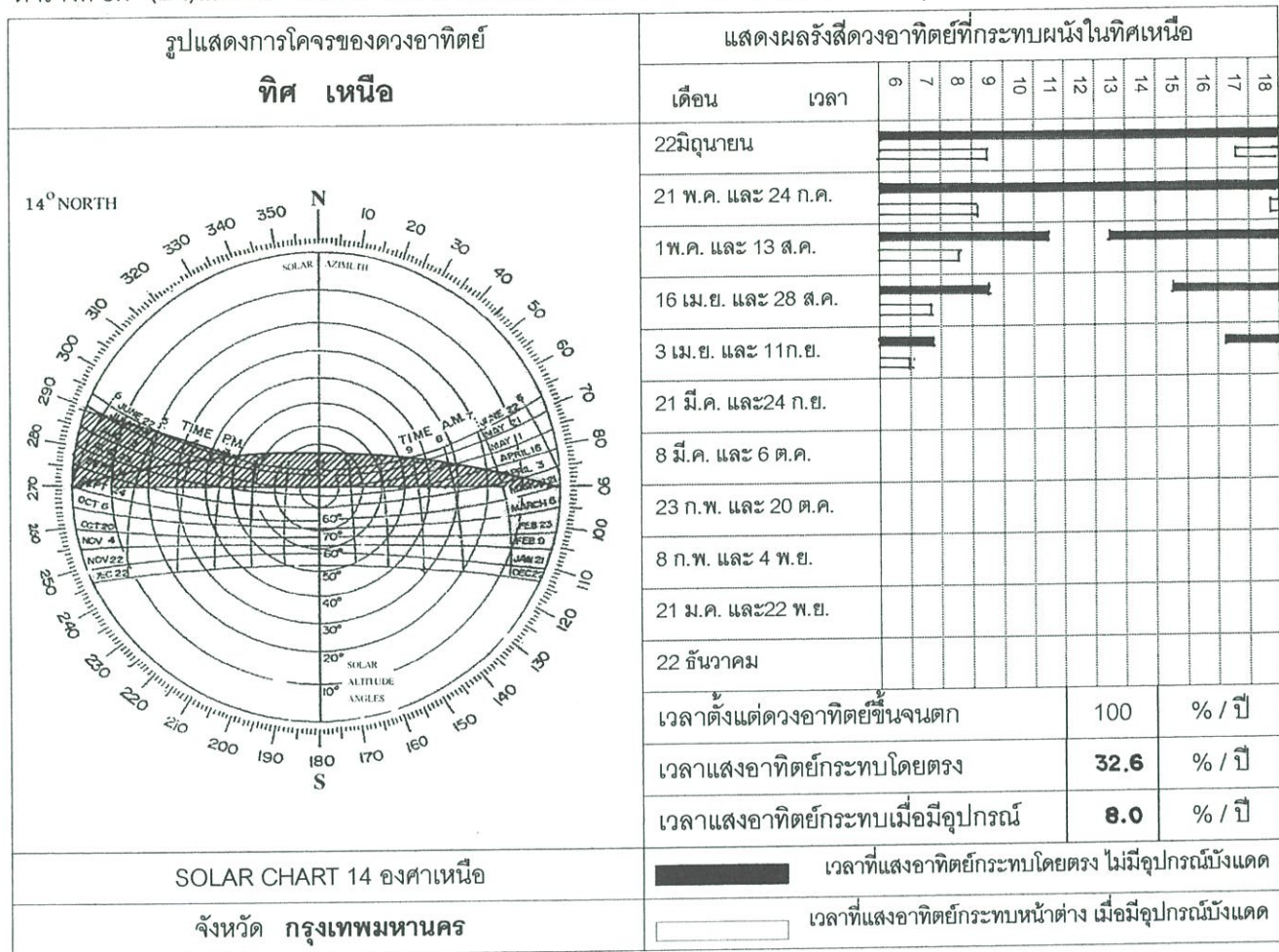
-  ช่วงแลงเงา คือช่วงที่อุณหภูมิอยู่ระหว่างช่วงภาวะน่าสบาย
-  ช่วงที่ไม่แลงเงา คือช่วงที่ต้องการการป้องกันแสงแดด
-  ช่วงสีดำ คือช่วงที่ต้องการเปิดให้แสงแดดเข้าสู่อาคาร



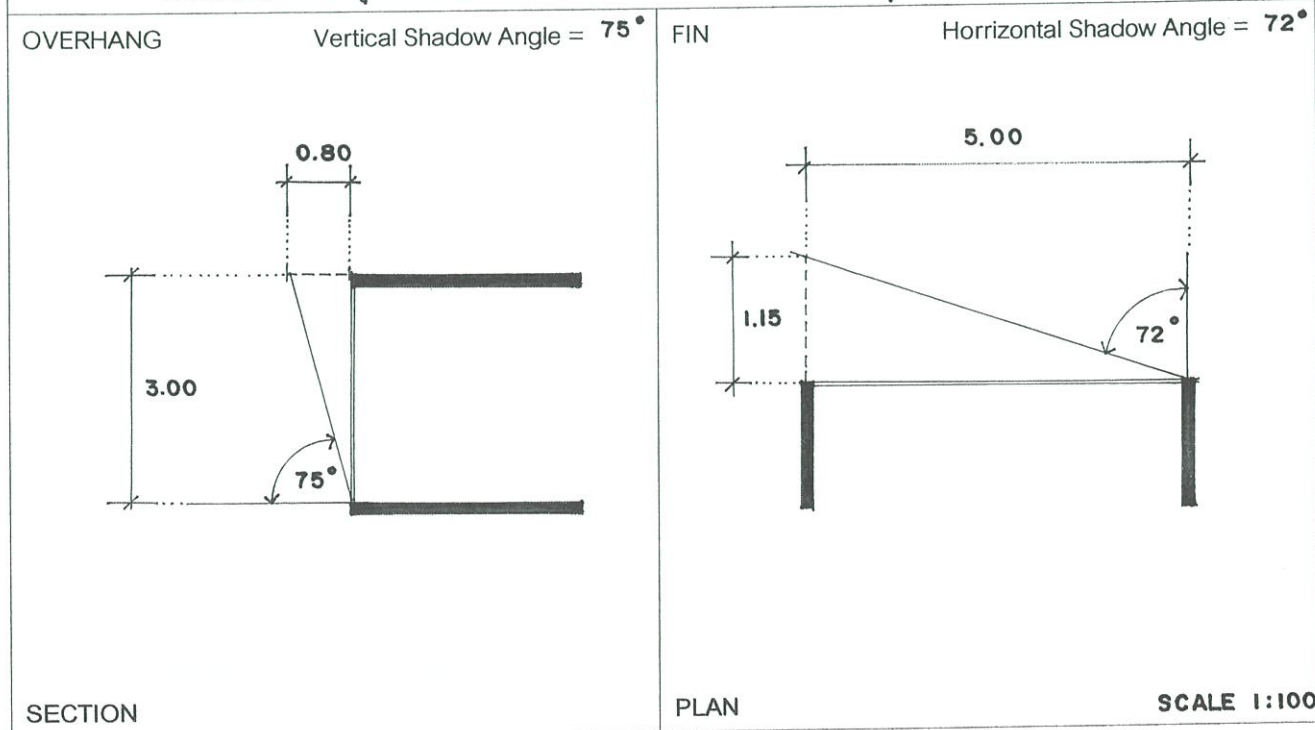
แผนภูมิที่ 3.22(ต่อ) แสดงการผนวกข้อมูลอุณหภูมิจนถึง พ.ศ. 2541 กับตารางดวงอาทิตย์

-  ช่วงแลงเงา คือช่วงที่อุณหภูมิอยู่ระหว่างช่วงภาวะนำสบาย
-  ช่วงที่ไม่แลงเงา คือช่วงที่ต้องการการป้องกันแสงแดด
-  ช่วงสีดำ คือช่วงที่ต้องการเปิดให้แสงแดดเข้าสู่อาคาร

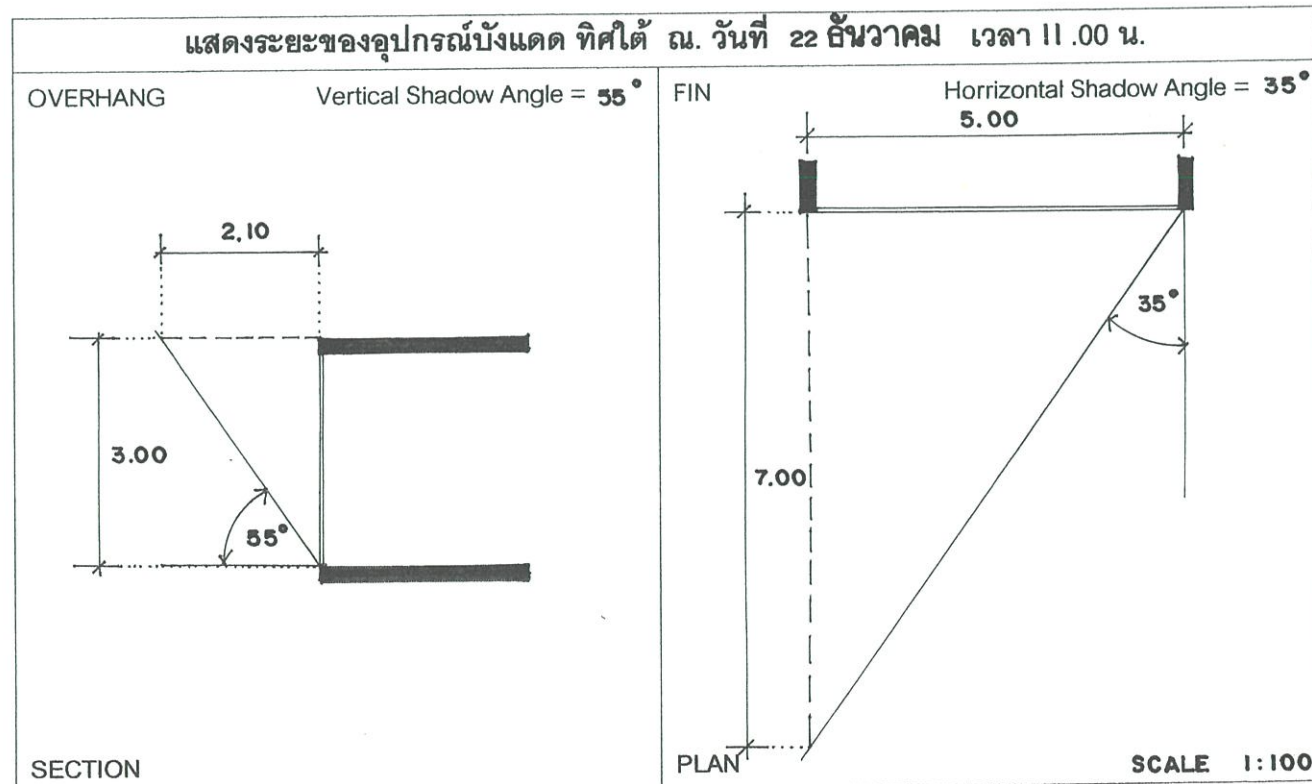
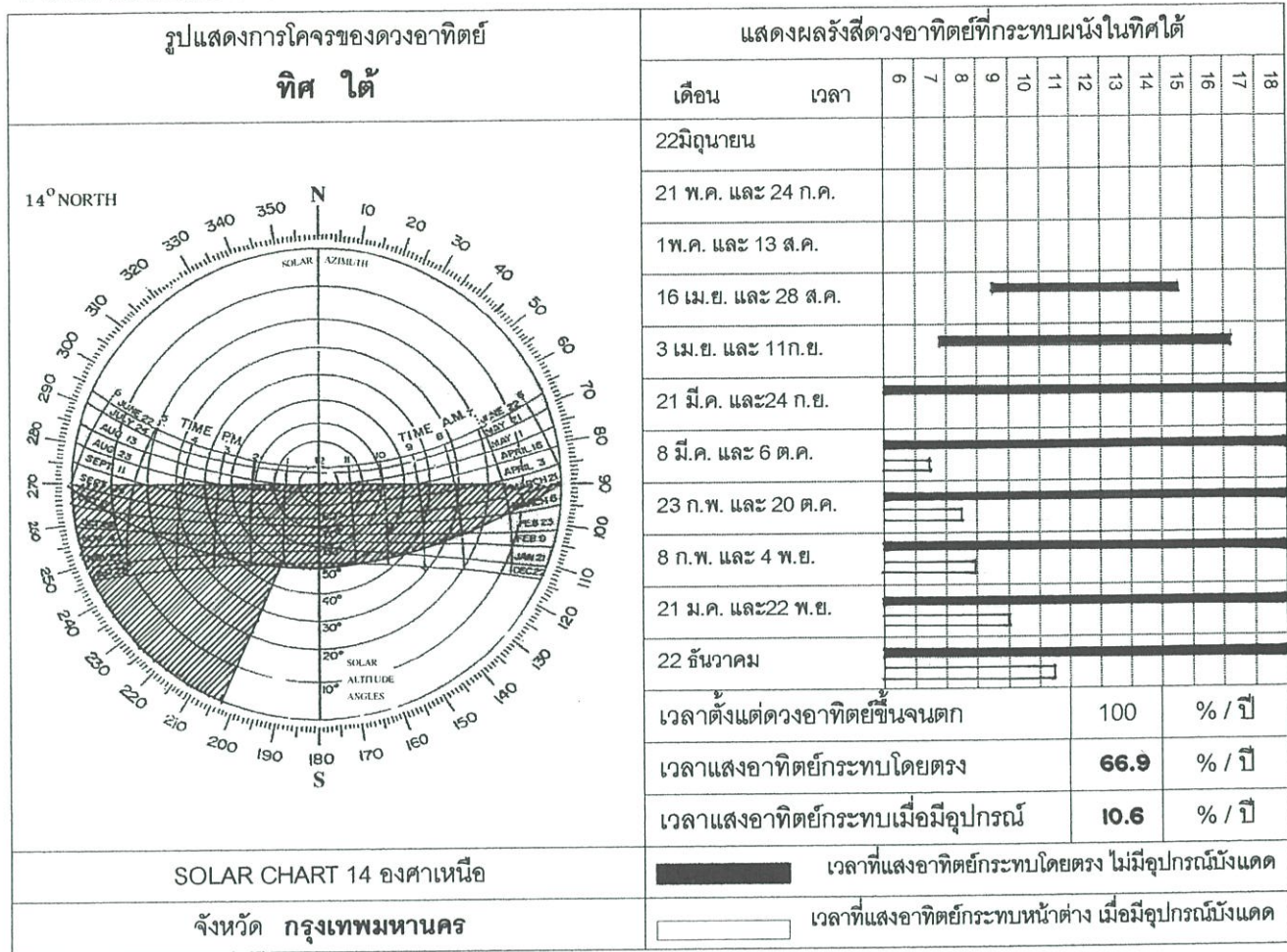
ตารางที่ 3.7 (บน) แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับผนังในทิศเหนือ (ล่าง) แสดงระยะของอุปกรณ์บังแดดทิศเหนือ



แสดงระยะของอุปกรณ์บังแดด ทิศเหนือ ณ วันที่ 22 มิถุนายน เวลา 9.00 น.



ตารางที่ 3.8 (บน) แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับผนังในทิศใต้ (ล่าง) แสดงระยะของอุปกรณ์บังแดดทิศใต้



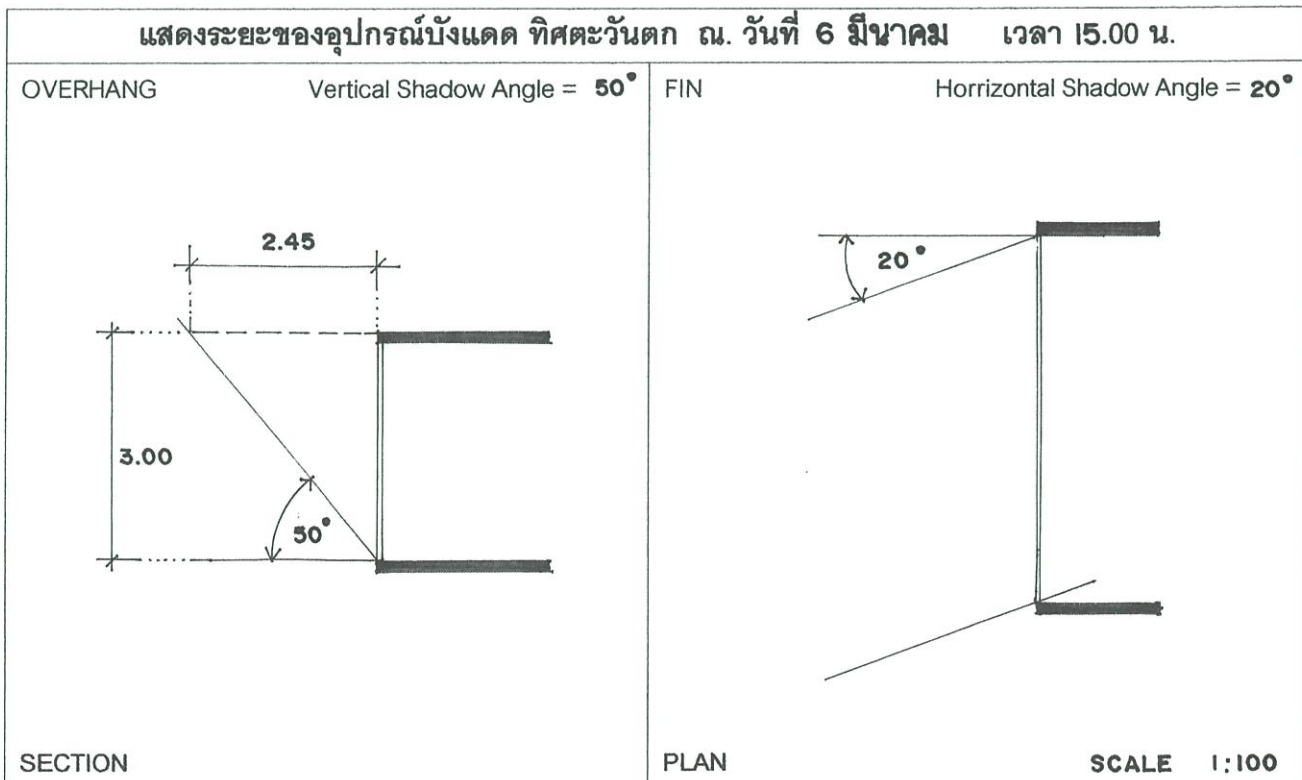
ตารางที่ 3.9 (บน)แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับผนังในทิศตะวันออก (ล่าง) แสดงระยะของอุปกรณ์บังแดดทิศตะวันออก

| รูปแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ ทิศ ตะวันออก | | แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบผนังในทิศตะวันออก | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|---|---|---|---|----|----|----|------|----|----|----|----|----|--|--|--------|--|
| เดือน | เวลา | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | |
| 22 มิถุนายน | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 พ.ค. และ 24 ก.ค. | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 พ.ค. และ 13 ส.ค. | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 เม.ย. และ 28 ส.ค. | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 เม.ย. และ 11 ก.ย. | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 มี.ค. และ 24 ก.ย. | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 มี.ค. และ 6 ต.ค. | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 ก.พ. และ 20 ต.ค. | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 ก.พ. และ 4 พ.ย. | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 ม.ค. และ 22 พ.ย. | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 ธันวาคม | | [Bar chart showing solar radiation from 6 AM to 12 PM] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| เวลาดังแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตก | | | | | | | | | 100 | | | | | | | | % / ปี | |
| เวลาแสงอาทิตย์กระทบโดยตรง | | | | | | | | | 50.0 | | | | | | | | % / ปี | |
| เวลาแสงอาทิตย์กระทบเมื่อมีอุปกรณ์ | | | | | | | | | 30.0 | | | | | | | | % / ปี | |
| SOLAR CHART 14 องศาเหนือ | | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"></div> <div style="width: 55%; text-align: right;"> <p>■ เวลาที่แสงอาทิตย์กระทบโดยตรง ไม่มีอุปกรณ์บังแดด</p> <p>□ เวลาที่แสงอาทิตย์กระทบหน้าต่าง เมื่อมีอุปกรณ์บังแดด</p> </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| จังหวัด กรุงเทพมหานคร | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| แสดงระยะของอุปกรณ์บังแดด ทิศตะวันออก ณ. วันที่ 21 มีนาคม เวลา 9.00 น. | |
|---|--|
| <p>OVERHANG Vertical Shadow Angle = 47°</p> <p>SECTION</p> | <p>FIN Horizontal Shadow Angle =</p> <p>PLAN</p> |
| SCALE 1: 100 | |

ตารางที่ 3.10 (บน)แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับผนังในทิศตะวันตก (ล่าง) แสดงระยะของอุปกรณ์บังแดดทิศตะวันตก

| รูปแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ ทิศ ตะวันตก | แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบผนังในทิศตะวันตก | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|---|---|---|---|----|----|----|------|--------|--------|----|----|----|--|
| | เดือน | เวลา | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| | 22 มิถุนายน | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21 พ.ค. และ 24 ก.ค. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 พ.ค. และ 13 ส.ค. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 16 เม.ย. และ 28 ส.ค. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 เม.ย. และ 11 ก.ย. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21 มี.ค. และ 24 ก.ย. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 มี.ค. และ 6 ต.ค. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 23 ก.พ. และ 20 ต.ค. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 ก.พ. และ 4 พ.ย. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21 ม.ค. และ 22 พ.ย. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 22 ธันวาคม | | | | | | | | | | | | | | | |
| | เวลาตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตก | | | | | | | | | | 100 | % / ปี | | | | |
| เวลาแสงอาทิตย์กระทบโดยตรง | | | | | | | | | | 50.0 | % / ปี | | | | | |
| เวลาแสงอาทิตย์กระทบเมื่อมีอุปกรณ์ | | | | | | | | | | 19.2 | % / ปี | | | | | |
| SOLAR CHART 14 องศาเหนือ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| จังหวัด กรุงเทพมหานคร | | | | | | | | | | | | | | | | |



3.3 การหาค่าสภาวะน่าสบาย(The Comfort zone)

โดยทั่วไปมนุษย์มีความคิดว่าสภาวะอากาศที่เรียกว่าเกณฑ์สบายนั้น คือไม่ทำให้รู้สึกหนาว ร้อน แห้งหรือชื้นเกินไป อุณหภูมิของอากาศที่สมบูรณน่าจะอยู่ตรงจุดกึ่งกลางระหว่างพิกัดต่ำ และสูง

ฉะนั้นการออกแบบอาคารมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบอาคาร คือ การสร้างสรรคหาความสบายให้แก่ผู้ใช้อาคารในการจัดหาความสบายให้แก่ผู้ใช้นั้น ไม่สามารถจะวัดได้ว่าที่อุณหภูมิเท่าไรจึงสบายสำหรับทุกคน เพราะมนุษย์ทุกคนมีลักษณะทางร่างกาย และสภาพจิตใจที่แตกต่างกัน แต่เมื่อได้ทำการทดลองในสภาพสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ก็สามารถจะทราบได้ว่าสภาพอากาศที่ทำให้ความรู้สึกให้มนุษย์สบายนั้นเรียกว่า “ เกณฑ์สบาย (Comfort zone) ”³ มีองค์ประกอบต่างๆ ของสภาพแวดล้อม ที่ทำให้เกิดความสบายแก่ผู้ใช้อาคาร พอจะแบ่งออกได้ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับอุณหภูมิในอากาศ (Air temperature)
2. การเคลื่อนไหวของอากาศ (Air movement)
3. สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับความชื้น (Humidity)
4. สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับอุณหภูมิเฉลี่ยของรังสีความร้อน (Radiation)
5. สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับแสงสว่าง (Light)

ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อความพึงพอใจต่อสภาวะอากาศของมนุษย์ ได้แก่ สภาพส่วนตัวของแต่ละบุคคลอัน ได้แก่ จำนวนเสื้อผ้าที่สวมใส่ อายุ เพศ รูปร่าง สีผิว อาหารและเครื่องดื่ม และสุขภาพร่างกายในขณะนั้น นอกจากนี้ยังมีสภาพจิตใจ สังคม ว่าบุคคลนั้นๆ กำลังมีความสุขหรือเศร้าหมอง อยู่หนึ่ง ๆ หรือเคลื่อนไหว อยู่คนเดียวหรือเป็นกลุ่ม ล้วนมีผลต่อความพึงพอใจต่อสภาวะอากาศของมนุษย์(โดยที่มนุษย์จะใช้ระยะเวลาในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ได้นั้นจะต้องใช้ระยะเวลา 3 สัปดาห์ถึง 6 เดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล)⁴

มีนักวิชาการหลายท่านได้พยายามค้นหาขนาดมาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิขึ้นมา โดยการทดลองวัดความรู้สึกของบุคคล และจะถูกประเมินค่าออกมาโดยระเบียบวิธีทางสถิติมาตรฐานที่ชี้ถึงขนาดของช่วงอุณหภูมิ เท่าที่มีการค้นคว้ากันนั้นมีมากมาย เช่น

³พาดนา ตันทลักษณ์, ภาวะภูมิอากาศกับการออกแบบอาคาร, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร, (ปีที่พิมพ์ไม่ปรากฏ).

⁴ Prof. SV. Szokolay. “ การบรรยายพิเศษ เรื่อง ENERGY CONSERVATION IN BUILDINGS” 2543. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. The Effective Temperature Index (ET)

โดย : Haughten, Yaglou และ Miller

ปี ค.ศ. : 1923 - 1925

ที่สมาคมวิศวกรการปรับอากาศ การทำความเย็นและการทำความร้อนแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Heating and Ventilating Engineers) โดยผลการทดลองวัดความรู้สึกได้ถูกจัดบันทึก ซึ่งทำให้เกิดเส้น "Equal Comfort Line" บนแผนภาพมาตรฐานนี้ได้ถูกสร้างขึ้น 2 แบบแบบหนึ่งสำหรับผู้ชายที่สวมเสื้อผ้าธรรมดา และอีกแบบสำหรับผู้สวมเสื้อกั๊ก (เสื้อผ้าสำหรับฤดูร้อน) โดยองค์ประกอบของสภาวะอากาศที่นำมารวมกัน ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ

2. The Corrected Effective Temperature Index (CET)

โดย : Vernon

ปี ค.ศ. : 1962

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

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

4. The Operative Temperature Index (OT)

โดย : Winslow, Herrington และ Gagge

ปี ค.ศ. : 1937

เป็นอีกมาตรฐานหนึ่งที่ได้มีการพัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา มาตรฐานนี้อาศัยหลักเกณฑ์คล้ายคลึงกับมาตรฐาน EW มาตรฐาน OT นี้ ได้รวมเอาผลกระทบจากการแผ่รังสี และอุณหภูมิของอากาศเข้าด้วยกัน แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับความชื้น และอัตราการเคลื่อนไหวของอากาศ มาตรฐานนี้ไม่เหมาะสมกับสภาพอุณหภูมิที่สูงกว่า 27 องศาเซลเซียส¹

¹ปรีชญา รังสิรักษ์, แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย, กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์), หน้า 18.

5. The Equivalent Temperature Index (EqT)

โดย : Duffon

ปี ค.ศ. : 1932

มาตรฐาน Egt นี้ไม่ได้นำผลกระทบของความชื้นมารวมด้วย ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 24 องศาเซลเซียส⁵ ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิที่สูงกว่า 24 องศาเซลเซียส การระบายความร้อนโดยการระเหยจะชัดเจน

6. The Resultant Temperature Index (RT)

โดย : Missenard

ปี ค.ศ. : 1948 ในประเทศฝรั่งเศส

มาตรฐานนี้ได้ถูกพัฒนาปรับปรุงขึ้นจากมาตรฐาน ET เล็กน้อย มีความน่าเชื่อถือได้ในสภาพอากาศปานกลาง แต่ไม่เหมาะสำหรับสภาพอากาศเมืองร้อน เนื่องจากมาตรฐานอันนี้ไม่ได้รวมผลกระทบของความเย็นอันเนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของอากาศที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 80%

7. The Equatorial Comfort Index (ECI)

โดย : Webb, C.G.

ปี ค.ศ. : 1960

ที่ประเทศสิงคโปร์ จากการจัดบันทึกการตอบสนองของความเคยชินของอากาศ พร้อมกับ การวัดอุณหภูมิของอากาศ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ Webb พบว่าความสัมพันธ์สามารถเขียนออกมาเป็นสูตรได้ มาตรฐาน ECI นี้เมื่อเขียนเป็น Nomogram ออกมาจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับ Nomogram ของมาตรฐาน ET สิ่งที่แตกต่างกัน คือ Nomogram ET จะมีตารางเปิดออก ส่วน Nomogram ECI ตารางจะมาบรรจบเข้าหากัน สำหรับค่าอุณหภูมิสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผิวน้ำที่เปียกชื้นจะมีความรู้สึกมากขึ้นต่อการเคลื่อนไหวของอากาศในสภาพดังกล่าว⁶

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 ในประเทศอังกฤษโดยรวมเอาระดับการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน (Metabolic level) และการสวมเสื้อผ้า 2 แบบเพิ่มเข้าไปกับองค์ประกอบของภูมิอากาศ ซึ่งจะอาศัยอัตราการไหลของเหงื่อจากร่างกายเป็นเครื่องชี้ประการหนึ่ง และนอกจากนี้ยังดูที่การเดิน

⁵ เรื่องเดียวกัน, หน้า 19.

⁶ เรื่องเดียวกัน, หน้า 21.

ของชีพจรกับอุณหภูมิภายในร่างกายอีกด้วย มาตรฐาน P₄ SR นี้เชื่อถือได้มากที่สุด สำหรับภาวะอุณหภูมิสูง แต่ไม่เหมาะสมกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส และไม่คำนึงถึงผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศภายใต้ความชื้นระดับสูง¹

9. The Heat Stress Index (HSI)

โดย : Belding, H.S. และ Hatch, T.F.

ปี ค.ศ. : 1955

ถูกพัฒนาขึ้นที่ มหาวิทยาลัยพิตซเบิร์ก(University of Pittsburgh) ในสหรัฐอเมริกา โดยให้ผู้ถูกทดลองทำกิจกรรมที่มีความหนักเบาในระดับต่างๆ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนดให้ และดูปริมาณความร้อนจากขบวนการเผาผลาญอาหาร(Metabolism) เปรียบเทียบกับอัตราการไหลของเหงื่อ ร่วมกับการเต้นของชีพจร และอุณหภูมิภายในร่างกายของผู้ถูกทดลอง มาตรฐาน HSI นี้เชื่อถือได้สำหรับอากาศระหว่าง 27 และ 35 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 30 ถึง 80% และสำหรับความชื้นในระดับต่ำ ถ้าเมื่ออุณหภูมิสูงแต่ไม่เหมาะสมกับระดับความสบาย (Comfort Zone)

10. The Bioclimatic Chart

โดย : Olgyay, V.

ปี ค.ศ. : 1963

Olgyay มีแนวความคิดว่า ไม่มีจุดหนึ่งจุดใดเพียงจุดเดียวในความพยายามที่จะสร้างมาตรฐาน ซึ่งมีรูปแบบแบบเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากตัวแปรของปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมแต่ละตัวนั้น ถูกควบคุมได้ด้วยวิธีทางที่แตกต่างกัน ดังนั้น Olgyay จึงได้สร้างแผนภาพซึ่งเรียกว่า "Bioclimatic Chart" ขึ้นเป็นมาตรฐาน แผนภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นความต้องการตัวแปรเพิ่มเติม เมื่ออยู่นอกเขตภาวะสบาย (Comfort Zone)

11. The Index of Thermal Stress (ITS)

โดย : Givoni, B.

ปี ค.ศ. : 1969

มาตรฐาน ITS นี้เป็นการคำนวณอัตราความเย็นที่เป็นผลมาจากการไหลของเหงื่อ ซึ่งจะรักษาระดับของอุณหภูมิภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนด สิ่งที่น่าสนใจในการคำนวณ ได้แก่ ปัจจัยของสิ่งแวดล้อม และปัจจัยความรู้สึกของมนุษย์

12. Psychrometric Chart

โดย : Auliciems

ปี ค.ศ. : 1981

¹ ประทีป มาลากุล, ม.ล. และคณะ, การประหยัดพลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม, งานวิจัยลำดับที่ 7, กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2527, หน้า 4.

ได้ทำการทดลองขึ้นในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นในหลายประเทศ ซึ่งทำให้ขอบเขต น่าสบายที่ได้มีความเหมาะสมสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น โดยพัฒนามาจากมาตรฐานของ ASHRAE โดยใช้ Psychrometric Chart แสดงถึงขอบเขตสบายที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และตัวแปรเพิ่มเติมที่ต้องการ

ตารางที่ 3.11 เขตความสบาย (Thermal comfort)

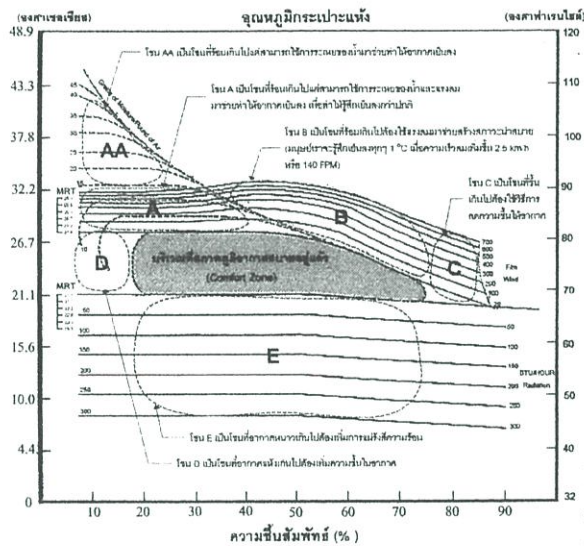
| Index | Metabolic rate (W)/h | DBT (°C) | WBT (°C) | Wind velocity (m/s) |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|------------------------|
| ET or CET | rest only | 1-43 | 1-43 | 0.10-3.5 |
| EW | | 30-35 | - | - |
| OT | | 27 | - | - |
| EqT | | 9-24 | - | 0.05 - 0.5 |
| RT | rest only | 18-45 | 18-45 | 0.10 -3.0 |
| ECI | rest only | 24-35 | 24-35 | 0 -1.5 |
| P ₄ SR | 62-232 | 27-55 | 15-36 | 0.05 -2.5 |
| HIS | 116-582 | 27-60 | 15-35 | 0.25 -10.0 |
| ITS | 116-698 | 20-55 | 15-35 | 0.10 -3.5 |

มาตรฐานต่างๆ ที่ได้หยิบยกมาจะเห็นได้ว่าต่างก็มีข้อจำกัดในเรื่องสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ไม่มีลักษณะเป็นแบบที่สามารถใช้ได้ในทุกสภาพภูมิอากาศ Universal ดังนั้นการจะเลือกใช้มาตรฐานใดเป็นเกณฑ์จึงต้องดูที่ข้อจำกัดที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในแต่ละกรณี ในประเทศไทยได้มีงานวิจัยหลายเล่มที่นิยมใช้ตามมาตรฐานของ Olgay และของ Auliciems : ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอใช้ตามมาตรฐานของ Auliciems,1981 เพราะได้ทำการวิจัยในเขตร้อนชื้น ที่มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทยมากที่สุด จึงสมควรใช้ดัชนีความสบายของ Auliciems,1981 เพื่อให้ผลการวิจัยใกล้เคียงที่สุด ส่วนมาตรฐานของ Olgay(1963)นั้น “ ถึงแม้ว่าผลสรุปของเขาแสดงให้เห็นว่าใช้ได้เหมาะสมบูรณ์ แต่ก็ยังรู้สึกว่ ดัชนีภาวะความสบายที่เชื่อถือได้ยังคงมีประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางและเป็นเครื่องมือในการบอกที่รบกวน(Szokolay et al 1973) ” คัดลอกมาจาก ปรีชญา รังสิรักษ์ เอกสารเรื่อง แนวความคิดในเรื่องภาวะน่าสบาย

แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทั้งมาตรฐานของ Olgay และของ Auliciems เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของทั้งสองมาตรฐาน

3.3.1 การสร้างแผนภูมิขอบเขตสบาย โดยอาศัยแผนภูมิไบโอไคลเมติก(Bioclimate Chart)

1. จากแผนภูมิไบโอไคลเมติกจะเห็นได้ว่าเขตภาวะน่าสบายจะอยู่บริเวณตรงกลาง
2. ตำแหน่งสภาวะร้อนวิกฤต(Overheated Zone) อยู่เหนือตำแหน่งภาวะน่าสบายซึ่งจะเห็นเส้นแสดงความเร็วลม ซึ่งจะสามารถนำลมมาช่วยให้พื้นที่ที่อยู่ในสภาพภูมิอากาศนั้นอยู่ในเขตภาวะน่าสบายได้ นอกจากนี้เหนือตำแหน่งภาวะน่าสบาย จะเห็นเส้นแสดงค่าความชื้นในอากาศซึ่งสามารถนำมาช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ ในบริเวณที่มีความชื้นในอากาศต่ำ
3. สภาวะเย็นวิกฤต(Underheated Zone) ใต้ตำแหน่งภาวะน่าสบาย จะมีเส้นแสดงปริมาณความต้องการ การแผ่รังสีความร้อน หรือความต้องการความร้อนเพิ่มทางใดทางหนึ่ง



แผนภูมิที่ 3.23 ไบโอไคลเมติก(Bioclimate Chart)⁷

ลักษณะภูมิอากาศ และเทคนิคการปรับแต่งสภาพภูมิอากาศนอกเขตสบายแบ่งออกเป็นโซนได้ดังนี้

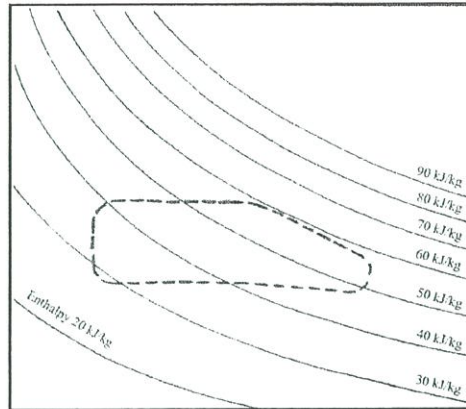
| โซน | ลักษณะภูมิอากาศ | เทคนิคการปรับแต่งสภาพภูมิอากาศ |
|-----|---------------------|---|
| A | ร้อน-แห้ง เกินไป | สามารถใช้การระเหยของน้ำและแรงลมมาช่วยให้อากาศเย็นลงกว่าปกติ |
| AA | ร้อนมาก-แห้ง เกินไป | สามารถใช้การระเหยของน้ำมาช่วยทำให้อากาศเย็นลง |
| B | ร้อน เกินไป | ต้องใช้แรงลมมาช่วยทำให้อุณหภูมิเย็นลง(มนุษย์เราจะรู้สึกเย็นลงทุกๆ 1 °c เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น 2.5 km/h หรือ 140 f/m |
| C | ชื้นเกินไป | ลดความชื้นให้อากาศโดยใช้ความเร็วลมหรือใช้อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ |
| D | แห้งเกินไป | เพิ่มความชื้นให้อากาศ |
| E | หนาวเกินไป | ใช้การแผ่รังสีความร้อน หรือใช้อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ |

⁷ที่มา: สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ . โรงพิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542. หน้า 39

หมายเหตุ แผนภูมิได้ปรับปรุงมาจากแผนภูมิ ไบโอไคลเมติก(Bioclimate Chart)ของ Victor Olgyay

สร้างแผนภูมิ ไปโอโคเลเมติก โดยมีข้อจำกัดให้เขตสบายของคนด้วยเส้นประ(จากการศึกษาของVictor Olgyay พบว่าคนเรารู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75 % โดยมีเงื่อนไขจากความเร็วลมค่อนข้างสงบ 0 -1 กม/ชม. หรือ 0-50 ฟุต/นาที่ อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิเฉลี่ยผิวนิ่งมีค่าเท่ากัน การแต่งกายเป็นแบบลำลอง สวมเสื้อผ้าสบายๆ อยู่ในอิริยาบถปกติ เช่น นั่งเล่น อ่านหนังสือ)



แผนภูมิที่ 3.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแกนตั้ง และความชื้นสัมพัทธ์แกนนอน เพื่อแสดงขอบเขตของสภาวะที่คนเรารู้สึกสบายจากตัวแปรของสภาพภูมิอากาศ

จากการศึกษา(Victor Olgyay,1973) พบว่าเมื่อกระแสลมที่พัดผ่านมีความเร็วลมเพิ่มขึ้นมนุษย์เราจะรู้สึกว่าเป็นลมกว่าอุณหภูมิของอากาศที่วัดได้จริง เป็นเพราะอัตราการระเหยความร้อนออกจากผิวหนังแปรผันตามความเร็วของกระแสลม ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่วัดได้จริงกับความรู้สึกเมื่อลมพัดผ่านผิวหนัง สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอย (Regression Analysis) ได้สูตรดังนี้

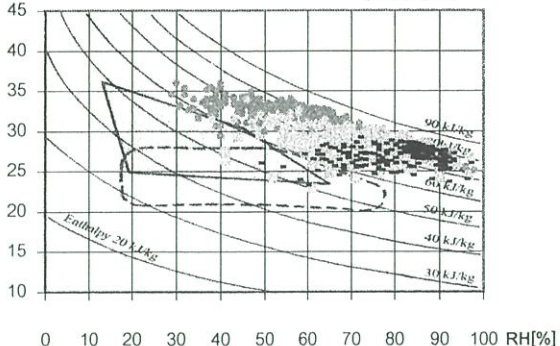
$$\text{ความรู้สึกเย็นลง}(^{\circ}\text{C}) = 0.381V + 0.016RH$$

เมื่อ V คือ ความเร็วลม(กิโลเมตร/ชั่วโมง)
RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์(เปอร์เซ็นต์)

จากการวิเคราะห์สมการข้างต้นนี้พบว่ามีความเชื่อถือได้ (R^2) = 0.94 ค่าความผิดพลาดมาตรฐาน(Standard Error,SE) = 0.457

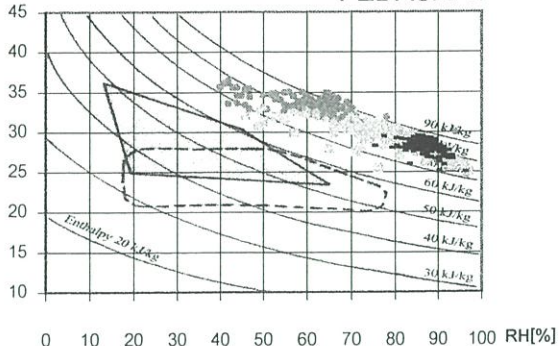
จากสมการอาจสรุปได้ว่ามนุษย์จะรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศจริงประมาณ 0.4°C เมื่อมีความเร็วลมเพิ่มขึ้น 1 กม./ชม. เมื่อนำเอาความเร็วของกระแสลมผ่านด้วยความเร็ว 10 กม./ชม. หรือประมาณ 550 ฟุต/นาที่ (ซึ่งเป็นความเร็วลมใกล้เคียงกับความเร็วของพัดลมระดับปานกลางที่ใช้ในบ้านทั่วไป) พบว่าสามารถเพิ่มจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายจากเดิม 1.99 % เป็น 4.8 %

T[°C] JANUARY



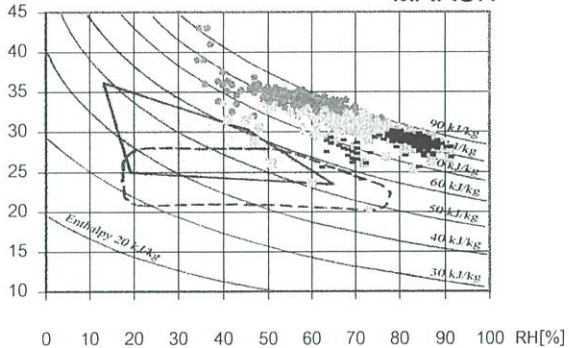
Actual data Number of hour in comfort zone 1.9 %
 Number of hour below comfort zone 0.2 %
 Total 2.1 %

T[°C] FEBRUARY



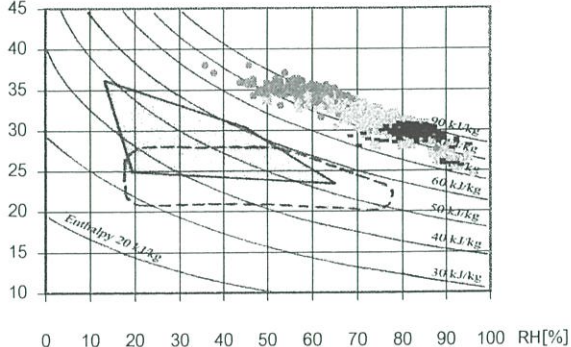
Actual data Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %

T[°C] MARCH



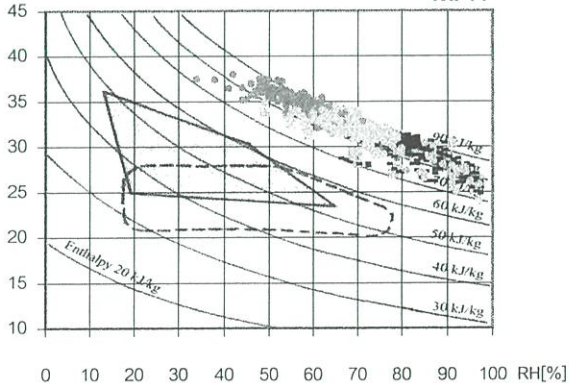
Actual data Number of hour in comfort zone 0.4 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.4 %

T[°C] APRIL



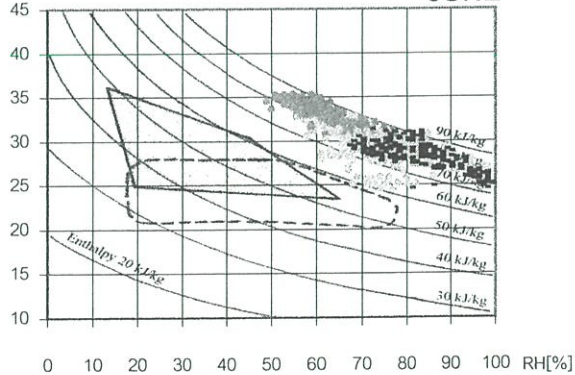
Actual data Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %

T[°C] MAY



Actual data Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %

T[°C] JUNE

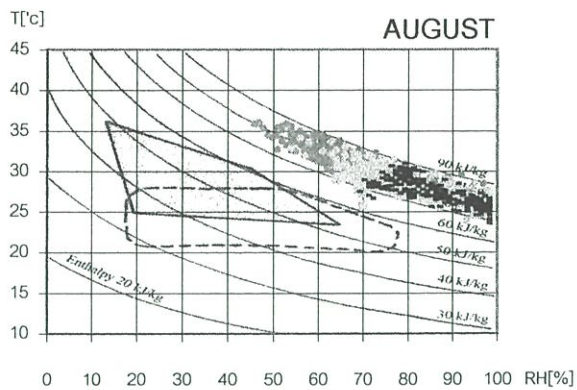
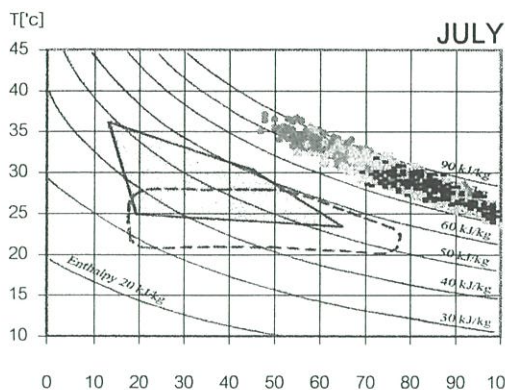


Actual data Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %

7:00-10:00 * 11:00-17:00 18:00-22:00 - 23:00-6:00

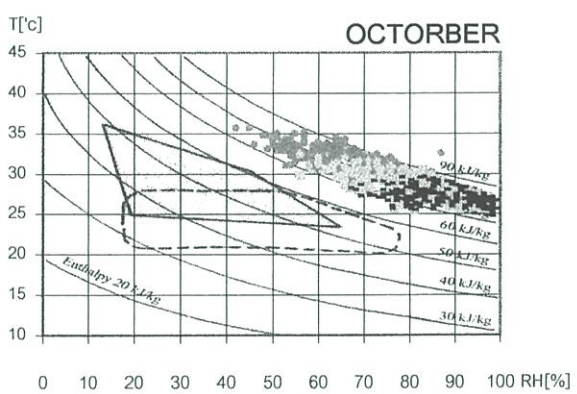
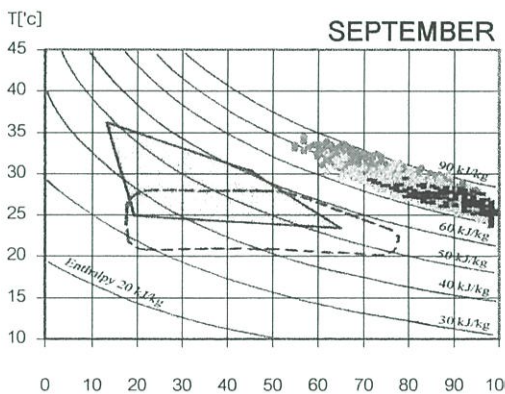
หมายเหตุ : เส้นประ คือขอบเขตสบาย(Olgyay,1963) เส้นทึบ คือขอบเขตสบาย(Aulicciems,1981)

แผนภูมิที่ 3.25(ก) แสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิและความชื้นรายชั่วโมงพศ. 2541
 โดยตรวจสอบจากแผนภูมิไบโอไคลเมติก



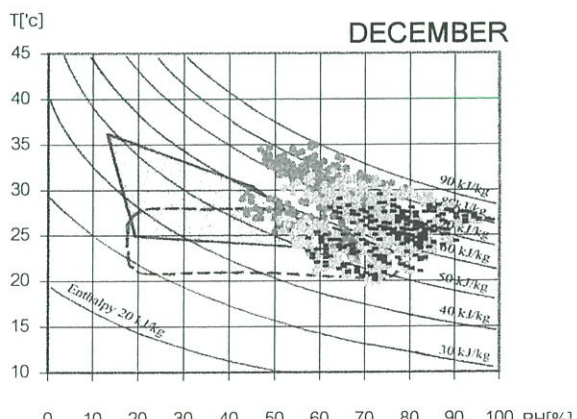
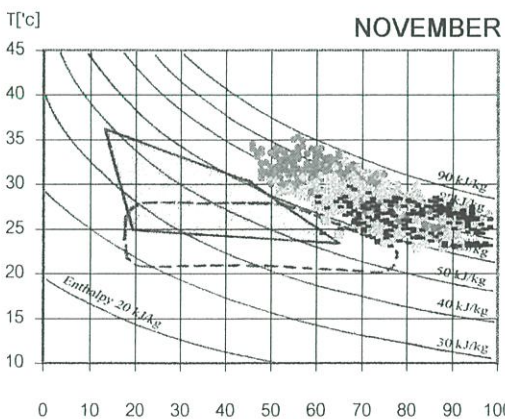
Actual data Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %

Actual data Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %



Actual data Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %

Actual data Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %



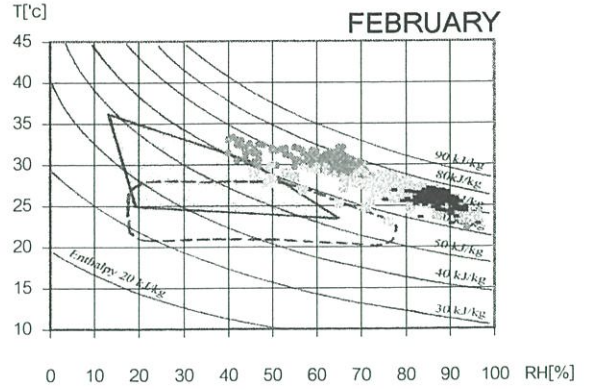
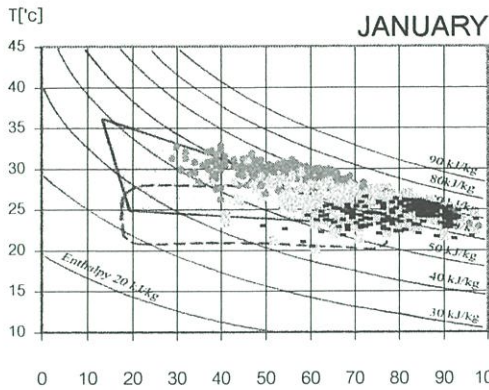
Actual data Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %

7:00-10:00 11:00-17:00 18:00-22:00 23:00-6:00

Actual data Number of hour in comfort zone 5.8 %
 Number of hour below comfort zone 8.5 %
 Total 14.3 %

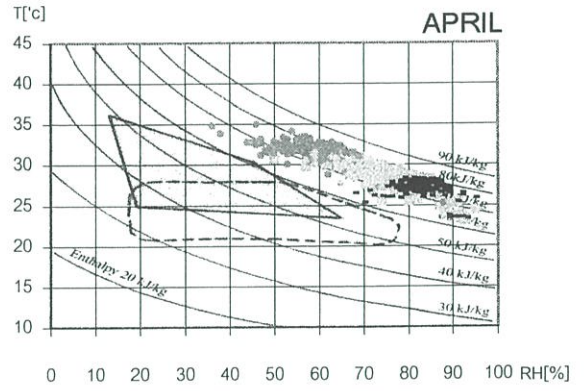
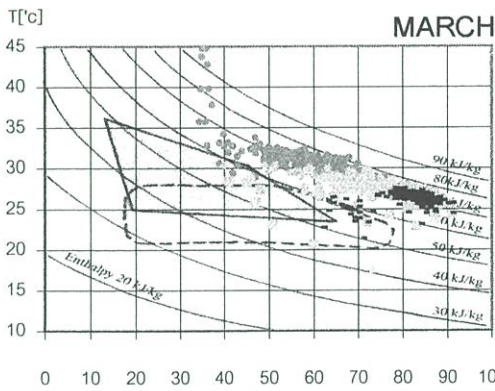
หมายเหตุ : เส้นประ คือขอบเขตสบาย(Olgay,1963) เส้นทึบ คือขอบเขตสบาย(Auliciems,1981) Total 14.3 %

แผนภูมิที่ 3.25(ข) แสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิและความชื้นรายชั่วโมงมิงพศ. 2541
 โดยตรวจสอบจากแผนภูมิไบโอไคลเมติก



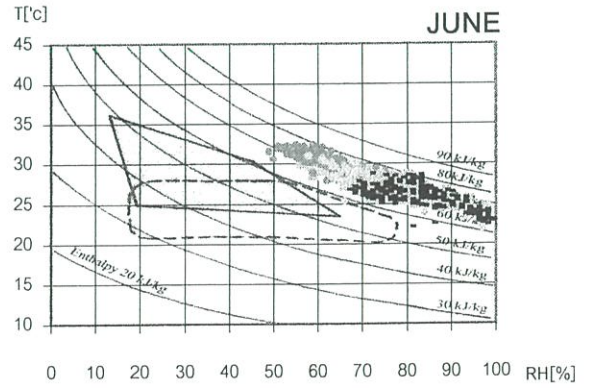
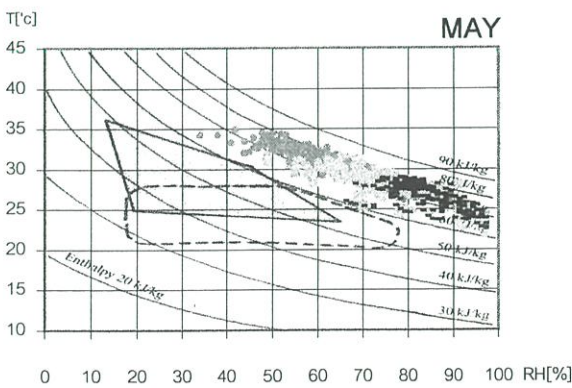
Data with air motion effect Number of hour in comfort zone 11.0 %
 Number of hour below comfort zone 7.4 %
 Total 18.4 %

Data with air motion effect Number of hour in comfort zone 1.2 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 1.2 %



Data with air motion effect Number of hour in comfort zone 1.4 %
 Number of hour below comfort zone 0.8 %
 Total 2.2 %

Data with air motion effect Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %



Data with air motion effect Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %

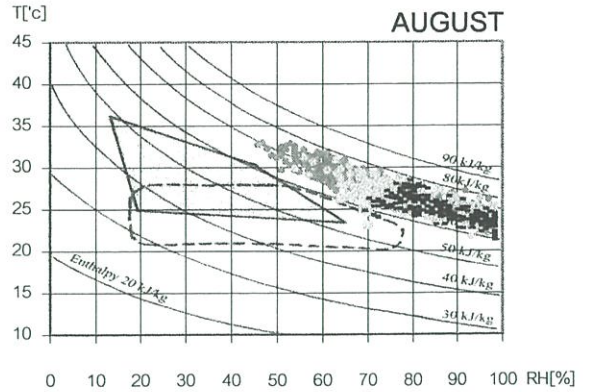
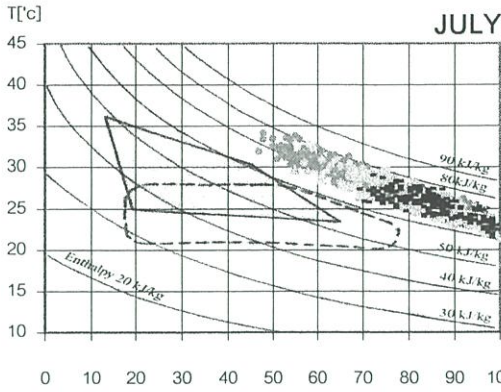
Data with air motion effect Number of hour in comfort zone 0.0 %
 Number of hour below comfort zone 0.0 %
 Total 0.0 %

7:00-10:00 ◦ 11:00-17:00 - 18:00-22:00 - 23:00-6:00

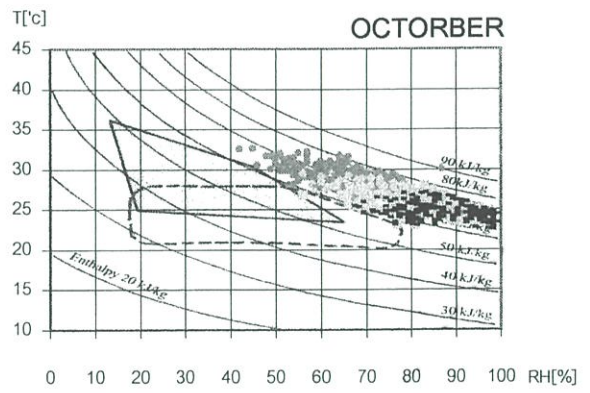
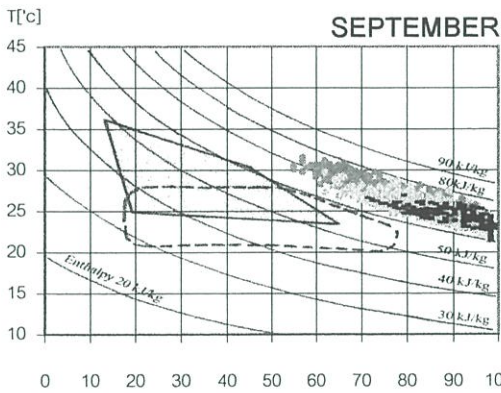
หมายเหตุ : เส้นประ คือขอบเขตสบาย(Olgay,1963) เส้นทึบ คือขอบเขตสบาย(Aulicmiens,1981)

Total 0.0 %

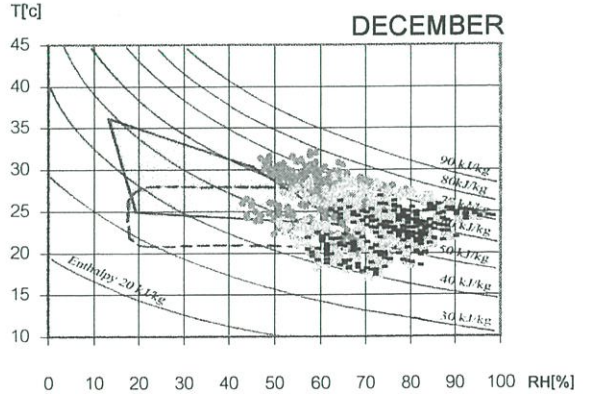
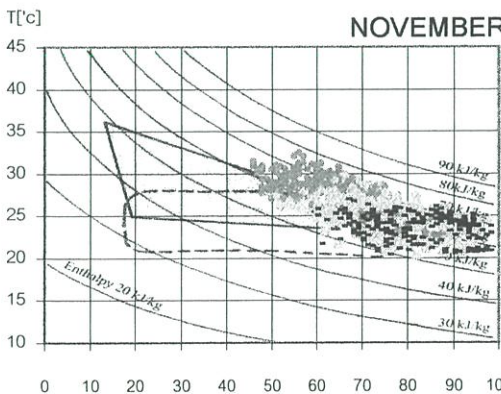
แผนภูมิที่ 3.26(ก) แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นเมื่อมีอิทธิพลลมมาช่วย โดยตรวจสอบจากแผนภูมิไปโอโคโลเมติก (ที่ความเร็วลม 10 km/h(2.77 m/s))



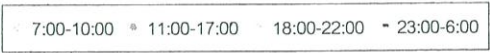
| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------------------|-----------------------------------|-------|
| Data with air motion effect | Number of hour in comfort zone | 0.0 % | Data with air motion effect | Number of hour in comfort zone | 0.0 % |
| | Number of hour below comfort zone | 0.0 % | | Number of hour below comfort zone | 0.0 % |
| | Total | 0.0 % | | Total | 0.0 % |



| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------------------|-----------------------------------|-------|
| Data with air motion effect | Number of hour in comfort zone | 0.0 % | Data with air motion effect | Number of hour in comfort zone | 0.1 % |
| | Number of hour below comfort zone | 0.0 % | | Number of hour below comfort zone | 0.0 % |
| | Total | 0.0 % | | Total | 0.1 % |



| | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------|------------|-------------|-------------|------------|
| Data with air motion effect | Number of hour in comfort zone | 3.3 % | 7:00-10:00 | 11:00-17:00 | 18:00-22:00 | 23:00-6:00 |
| | Number of hour below comfort zone | 9.9 % | | | | |
| | Total | 13.2 % | | | | |



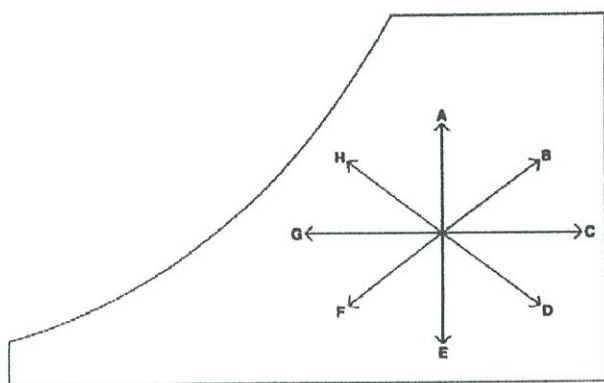
| | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------|
| Data with air motion effect | Number of hour in comfort zone | 4.7 % |
| | Number of hour below comfort zone | 23.4 % |
| | Total | 28.1 % |

หมายเหตุ : เส้นประ คือขอบเขตสบาย(Olgay,1963) เส้นทึบ คือขอบเขตสบาย(Aulicems,1981)

แผนภูมิที่ 3.26(ข) แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นเมื่อมีอิทธิพลลมมาช่วย โดยตรวจสอบจากแผนภูมิไปโอโคเลเมติก (ที่ความเร็วลม 10 km/h(2.77 m/s))

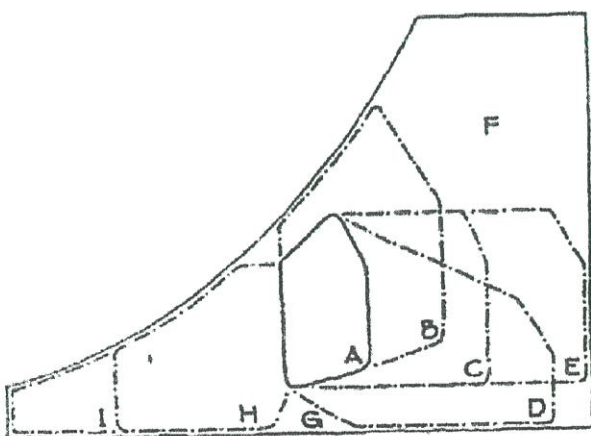
3.3.2 การสร้างแผนภูมิขอบเขตสบาย โดยแผนภูมิไซโครเมตริก(Psychrometric Chart)

แผนภูมิไซโครเมตริก เป็นเครื่องมือที่ช่วยผู้ออกแบบในการแปรหรืออ่านข้อมูลอากาศโดยตรง เพื่อเลือกใช้ขบวนการที่เหมาะสมในการออกแบบ ซึ่งทำโดยการใส่ข้อมูลภูมิอากาศทั้ง 12 เดือนลงในแผนภูมิที่มีค่าขอบเขตสบาย(Comfort Zone) ถ้าข้อมูลตกอยู่ในช่วงขอบเขตสบายแสดงว่าภูมิอากาศในพื้นที่นั้นอยู่ในสภาวะน่าสบาย ผู้ออกแบบจะต้องรักษาสภาพอากาศเช่นนั้นให้อาคารได้ แต่ถ้าข้อมูลอากาศไม่ได้อยู่ในขอบเขตสบายผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาสภาพภูมิอากาศพื้นที่นั้นๆ ว่าควรนำเทคนิคใดมาช่วยในการปรับสภาพภูมิอากาศของอาคารให้อยู่ในช่วงขอบเขตสบายมากที่สุด



- A. Humidifying
- B. Heating –Humidifying
- C. Sensible Heating
- D. Chemical Dehumidifying
- E. Dehumidifying
- F. Cooling – Dehumidifying
- G. Sensible Cooling
- H. Evaporative Cooling

แผนภูมิที่ 3.27 แสดงการอ่านค่าในแผนภูมิไซโครเมตริก

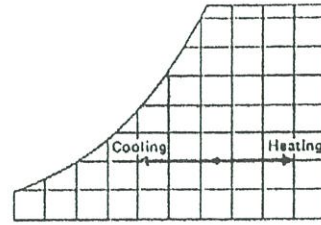
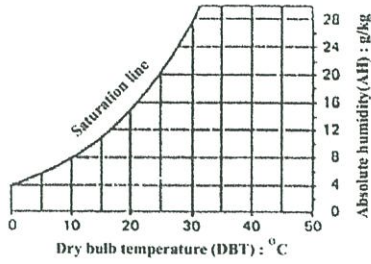


- A. Comfort Zone
- B. Natural / Mechanical Ventilation
- C. High Thermal Mass
- D. Evaporative Cooling
- E. High Mass with Nightventilation
- F. Conventional Air Conditioning
- G. Humidification
- H. Passive Solar Heating
- I. Active Solar / Conventional Heating

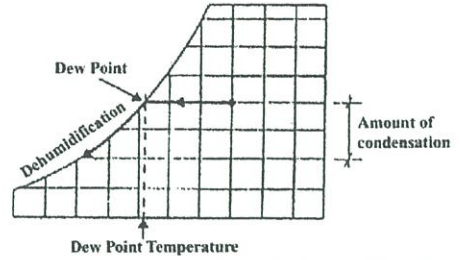
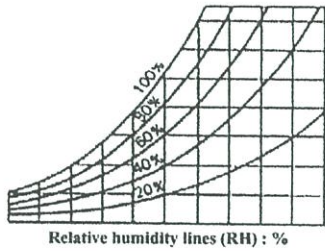
แผนภูมิที่ 3.28 แสดงเทคนิคในการปรับสภาพภูมิอากาศโดยแผนภูมิไซโครเมตริก

(Climate- condition processes.)

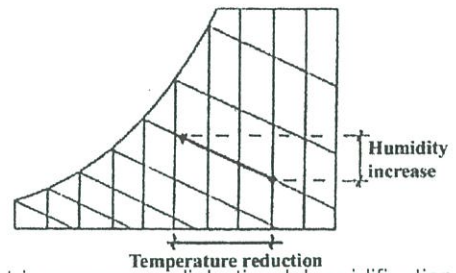
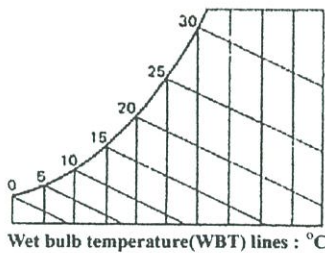
Psychrometric Chart : saturation humidity line. Psychrometric process : heating and cooling.



Psychrometric Chart : relative humidity lines. Psychrometric process : dehumidification by cooling.

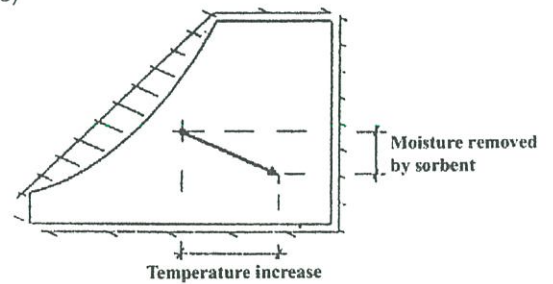
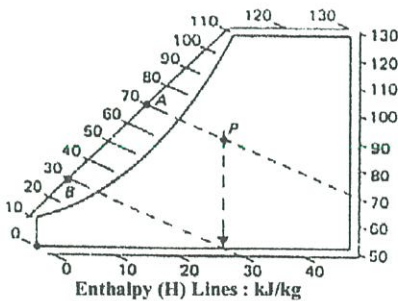


Psychrometric Chart : wet bulb temperature lines. Psychrometric process : adiabatic humidification. (evaporative cooling)



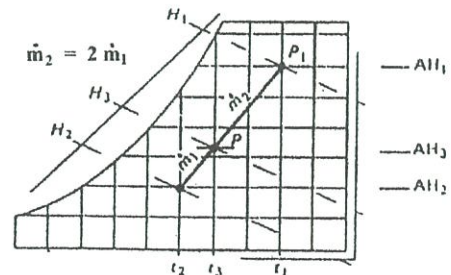
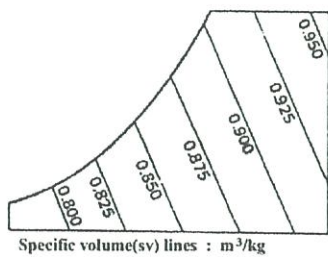
Psychrometric Chart : enthalpy lines.

Psychrometric process : adiabatic dehumidification. (sorbents)



Psychrometric Chart : specific volume lines.

Psychrometric process : mixing.



แผนภูมิที่ 3.29 แสดงการอ่านค่าของเส้นบนแผนภูมิ ไชโครเมตริก

จากการทดลองของ Auliciems และSV. Szokolay., 1981 สามารถคำนวณขอบเขตสบายได้ดังนี้⁸
หาค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมได้จากสูตร

$$T_n = 17.6 + (0.31 \times T_o. av)$$

โดยที่ T_n = อุณหภูมิที่เหมาะสม(Neutrality Temperature)

$T_o.av$ = ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดทั้งปี(Mean Temperature) โดยใช้ค่า
mean max Temperature และค่า mean min Temperature

เมื่อได้ค่า T_n อุณหภูมิที่เหมาะสมทั้ง 2 ค่าแล้วสามารถหาขอบเขตของอุณหภูมิที่เหมาะสมได้จาก
 $T_n + 2$ และ $T_n - 2$

Set Line Slope คือ เส้นที่มนุษย์มีความรู้สึกเหมือนกันถึงแม้ว่า อุณหภูมิ และความชื้นแตกต่างกันโดย
สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{Set Line Slope} = 0.025 \times (T_n - 14) \times AH$$

โดยที่ T_n = อุณหภูมิที่เหมาะสม(Neutrality Temperature)

AH = ค่าความชื้นสัมบูรณ์(Absolute Humidity)

จากการทดลองของ Auliciems, 1981 พบว่าค่าความชื้นสัมบูรณ์(Absolute humidity)ควรอยู่ใน
ช่วง 4-12 g/kg ถ้าความชื้นสัมบูรณ์อยู่นอกช่วงดังกล่าวจะทำให้มนุษย์รู้สึกอึดอัด ดังนั้นจึงสามารถ
ลากเส้น AH ที่ 4 และ AH ที่ 12 เพื่อกำหนดช่วงขอบเขตสบายได้

ตารางที่ 3.12 ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสบายของกรุงเทพฯ 2541

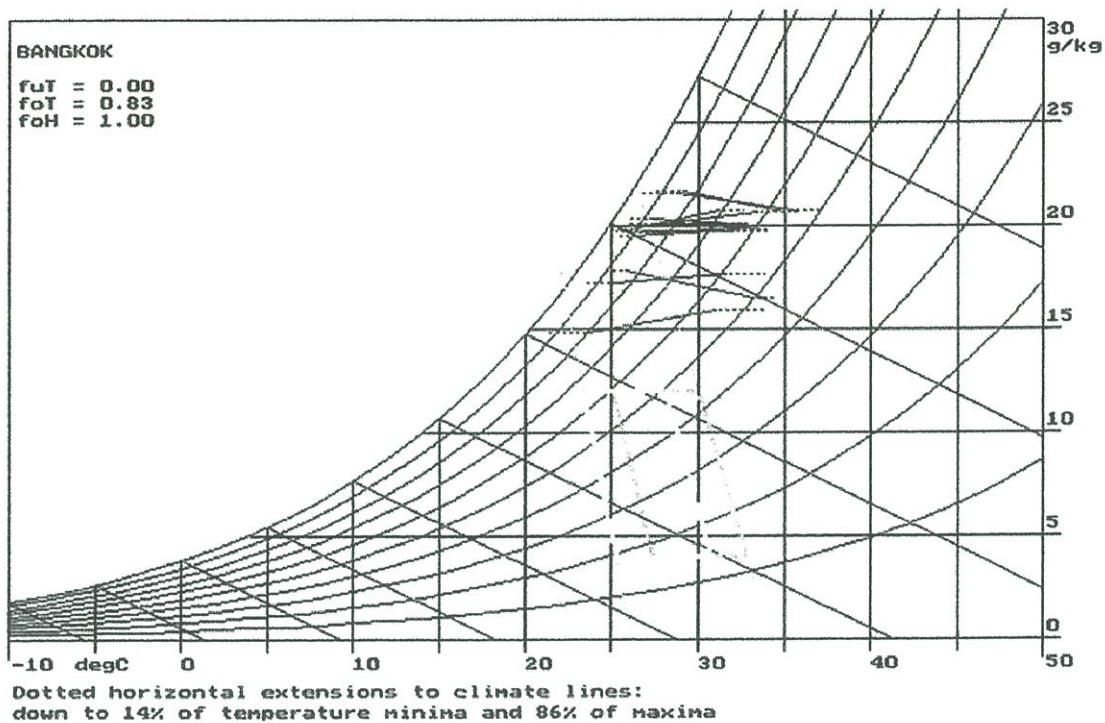
| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | mean |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tmax | 33.2 | 33.7 | 34.9 | 35.1 | 35.5 | 33.7 | 33.4 | 32.1 | 31.2 | 32.4 | 31.6 | 31 | 33.3 |
| SdMax | 1.2 | 1.1 | 0. | 0.8 | 1.4 | 1 | 1.7 | 1.8 | 1.3 | 1.5 | 2.1 | 2.8 | 1.35 |
| Tmin | 25.9 | 27.3 | 28 | 29.1 | 28.8 | 27.7 | 27.2 | 26.8 | 26.1 | 26.2 | 25.1 | 23.7 | 27 |
| SdMin | 1.1 | 1.1 | 1.9 | 1.5 | 1.8 | 1.4 | 1.6 | 1.3 | 1 | 0.8 | 1.4 | 2.1 | 1.4 |
| Tsd | 0.5 | 0.7 | 0.4 | 0.8 | 1.3 | 1 | 1.4 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1.5 | 2.2 | 1 |
| RH am | 84 | 88 | 83 | 84 | 85 | 83 | 87 | 88 | 92 | 90 | 85 | 80 | 85 |
| RH pm | 50 | 59 | 55 | 56 | 55 | 59 | 62 | 54 | 71 | 63 | 59 | 55 | 59 |
| Rain | 45 | 33 | 1 | 56 | 231 | 224 | 223 | 449 | 591 | 202 | 19 | 0 | 129 |
| Irad | 4648 | 5052 | 5456 | 2688 | 4992 | 4826 | 4661 | 4445 | 4228 | 4535 | 4532 | 4528 | 4592 |

⁸ Prof. SV. Szokolay. “ การบรรยายพิเศษ เรื่อง ENERGY CONSERVATION IN BUILDINGS”
2543. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

| | | | |
|----------|-------|---|--|
| หมายเหตุ | Tmax | = | mean max temperature(°C) |
| | sdMax | = | standard deviation of maxima |
| | Tmin | = | mean minimum temperature(°C) |
| | SdMin | = | standard deviation of minima |
| | Tsd | = | standard deviation of daily mean temperature |
| | RHam | = | early morning relative humidity(%) |
| | RHpm | = | afternoon relative humidity(%) |
| | Rain | = | total rainfall in month(mm) |
| | Irad | = | solar irradiation on horizontal(Wh/m ² day) |

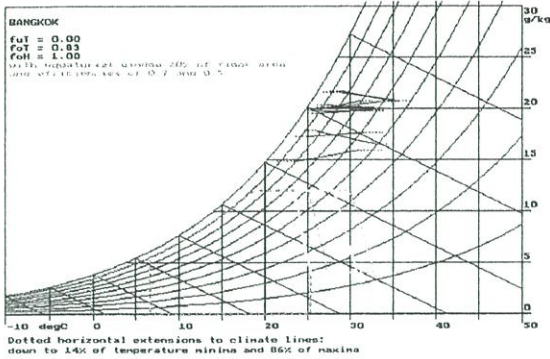
จากข้อมูลภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2541 สามารถหาขอบเขตสบายโดยวิธีการ
Auliciems และSV. Szokolay. ได้ดังนี้

| | | | |
|-----------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Comfort zone Limits | Tn = | 17.6 + (0.31 x To.av).....1 | |
| mean max Temperature | = | 33.3 °C | แทนค่าในสมการที่ 1 |
| mean min Temperature | = | 27 °C | แทนค่าในสมการที่ 1 |
| | Tn mean max | = 27.9 °C | |
| | Tn mean min | = 25.97 °C | |
| ช่วงอุณหภูมิเขตสบาย | Tn mean max | = 25.9 - 29.9 °C | ใส่ค่าที่ได้ในแผนภูมิเพื่อหา AH |
| | Tn mean min | = 23.97 - 27.97 °C | ใส่ค่าที่ได้ในแผนภูมิเพื่อหา AH |
| | Set Line Slope | = 0.025 x (T n -14) x AH.....2 | |
| | AH max | = 10.5 - 13.3 | แทนค่าในสมการที่ 2 |
| | AH min | = 9.4 - 11.9 | แทนค่าในสมการที่ 2 |
| Tn mean max ที่ 25.9 | Set Line Slope | = 0.025 x (25.9 -14) x 10.5 | |
| | | = 3.12 | |
| Tn mean max ที่ 29.9 | Set Line Slope | = 0.025 x (29.9 -14) x 13.3 | |
| | | = 5.29 | |
| Tn mean min ที่ 23.97 | Set Line Slope | = 0.025 x (23.97 -14) x 9.4 | |
| | | = 2.34 | |
| Tn mean min ที่ 27.97 | Set Line Slope | = 0.025 x (27.97 -14) x 11.9 | |
| | | = 4.16 | |

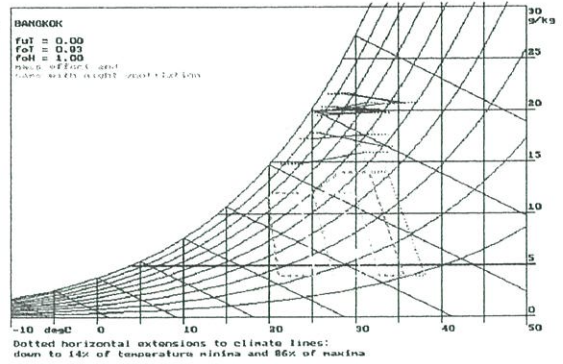


แผนภูมิที่ 3.32 แสดงขอบเขตภาวะน่าสบายในแผนภูมิไซโคเมตริก และเส้นข้อมูลภูมิอากาศ
รายเดือนเฉลี่ย พ.ศ. 2541

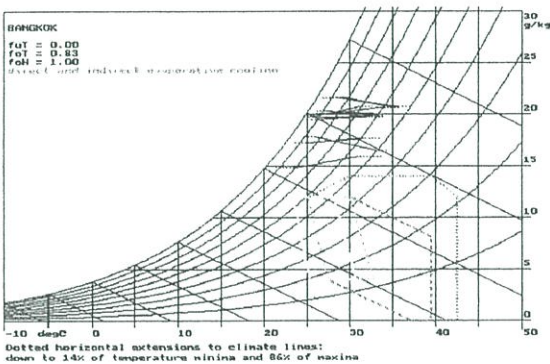
จากแผนภูมิ 3.32 พบว่ากรุงเทพฯมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่นอกเขตสบายตลอดทั้งปี แต่ช่วง
อุณหภูมิในบางเดือนยังคงอยู่ในช่วงเขตสบาย ฉะนั้นจึงควรรหาแนวทางที่ช่วยในการปรับสภาพ
ภูมิอากาศของกรุงเทพฯต่อไป



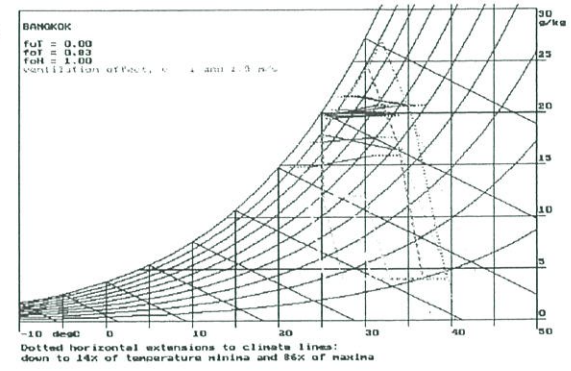
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

แผนภูมิ 3.33 แสดงผลในแผนภูมิไซโคเมตริกที่เกิดจากการนำเทคนิคต่างๆมาช่วยในการออกแบบ เพื่อปรับสภาพภูมิอากาศภายในอาคาร

- ก. ใช้เทคนิคการระเหยของน้ำเพื่อเพิ่มความชื้น เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศเขตร้อนแห้ง
- ข. ใช้เทคนิคการสะสมความร้อนที่ผนังมวลหนาหรือผนังที่มีช่วงเวลากการหน่วงความร้อนมาก ผสมกับการระบายอากาศที่ดีในช่วงกลางคืน เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศที่มีช่วงอุณหภูมิแตกต่างกันมากระหว่างกลางวันและกลางคืน
- ค. ใช้เทคนิคการนำความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศหนาว
- ง. ใช้เทคนิคการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่ดีและป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ ร้อนชื้น

แสดงวิธีการคำนวณจากการนำเทคนิคการเคลื่อนที่ของอากาศเพื่อปรับสภาพภูมิอากาศ⁹

ผลจากการเพิ่มความเย็นด้วยการเคลื่อนที่ของอากาศ สามารถประมาณความสามารถในการเพิ่มความเย็นจากความเร็วของลม(velocity) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} dt &= 0.054 \times V - 0.000045 \times V^2 \dots\dots\dots (^{\circ}\text{F}) \quad (V \text{ ไม่เกิน } 600 \text{ ft/min}) \\ &= 6 \times V - V^2 \dots\dots\dots (^{\circ}\text{C}) \quad (V \text{ ไม่เกิน } 3 \text{ m/s}) \end{aligned}$$

จากแผนภูมิที่ 3.31 เป็นการแสดงค่าอุณหภูมิที่กระเปาะแห้งจากตำแหน่ง T₂ ไป T₃ เป็นการเพิ่มขอบเขตของอุณหภูมิที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50 % โดยการขยายขอบเขตของ HR (Humidity Ratio) ที่ 0.012 และค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 90% การเคลื่อนที่ของอากาศเป็นเป็นการช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวหนังของมนุษย์ได้

ตัวอย่าง

$$T_2 = 78 \text{ }^{\circ}\text{F} (25.5 \text{ }^{\circ}\text{C}) \quad \text{และ} \quad V = 200 \text{ ft/min} (1 \text{ m/s})$$

$$T_3 = 78 + 9 = 87 \text{ }^{\circ}\text{F} (= 25.5 - 5 = 30.5 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$\text{จากสูตร } T \text{ intercept} = T_3 + 23 \times (T_3 - 57) \times \text{HR } T_3 \quad (^{\circ}\text{F})$$

$$= T_3 - 23 \times (T_3 - 14) \times \text{HR } T_3 \quad (^{\circ}\text{C})$$

$$\text{จะได้ } T \text{ intercept} = 87 + 23 \times (87 - 57) \times 0.0136 = 96.4 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$T \text{ intercept} = 30.5 - 23 \times (30.5 - 14) \times 0.0136 = 35.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

การขยายขอบเขตสบายภายใต้ความเร็วลม 200 ft/m (1 m/s) ซึ่งเป็นความเร็วลมที่มีเป็นปกติ และที่ระดับความเร็วลม 300 ft/min (1.5 m/s) ก็ใช้ลักษณะการคำนวณเช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถดูขอบเขตที่ขยายขึ้นได้จากแผนภูมิ 3.31

⁹ Henry J. Cowan, Editor. S.V.Szokolay. HANDBOOK OF ARCHITECTURE TECHNOLOGY. New York : Van Nostrand Reinhold. 1991

ตารางที่ 3.13 การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ และรูปแบบอาคารที่เหมาะสมสำหรับกรุงเทพฯ(2541)
จากโปรแกรม ARCHIPAK Climate analysis for BANGKOK(1998)

| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|--------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|
| Mean range(K) : | 7.3 | 6.4 | 6.9 | 6.0 | 6.7 | 6.0 | 6.2 | 5.3 | 5.1 | 6.2 | 6.5 | 7.3 |
| Humidity cat. : | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| Day up. Limit : | 28.0 | 27.0 | 28.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 28.0 |
| Day Low. Limit : | 23.0 | 22.0 | 23.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 23.0 |
| Mean max. temp. : | 33.2 | 33.7 | 34.9 | 35.1 | 35.5 | 33.7 | 33.4 | 32.1 | 31.2 | 32.4 | 31.6 | 31.0 |
| Day – stress : | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Night up. Limit : | 23.0 | 21.0 | 23.0 | 21.0 | 21.0 | 21.0 | 21.0 | 21.0 | 21.0 | 21.0 | 21.0 | 23.0 |
| Night low. Limit : | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 |
| Mean min. temp : | 25.9 | 27.3 | 28.0 | 29.1 | 28.8 | 27.7 | 27.2 | 26.8 | 26.1 | 26.2 | 25.1 | 23.7 |
| Night – stress : | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Indicator tot : | *1 = 12 | *2 = 0 | *3 = 6 | *4 = 0 | *5 = 0 | *6 = 0 | | | | | | |

RECOMMENDATIONS for BANGKOK

| | |
|----------------------|---|
| Layout : | Orientation : north – south (Long axis east – west) |
| Spacing : | Open spacing to allow for breezes |
| Air movement : | Single banked rooms for full cross – ventilation |
| Opening sizes : | Large : 50 – 80 % of wall surface |
| Opening position : | In N and S walls, at body level on windward side |
| Opening protection : | Full permanent shading Rain protection is required |
| Walls and floors : | Lightweight, of low thermal capacity |
| Roof construction : | Light, with reflective surface, cavity between roof and ceiling |
| External features : | Adequate rainwater drainage is important |

3.4 สรุปสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

อุณหภูมิ (Temperature) : 22-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงเกือบตลอดทั้งปี
 เริ่มต่ำลงเดือนพฤศจิกายน ต่ำสุดเดือนธันวาคม(13.7°C)
 เริ่มสูงขึ้นเดือนกุมภาพันธ์

พืสัย (DR) : ประมาณ 8-10 องศาเซลเซียส

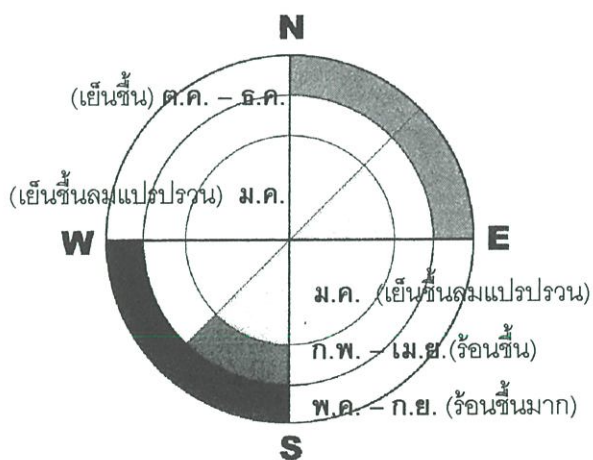
ความชื้นสัมพัทธ์(Relative humidity) : 20 – 90 % ความชื้นสูงเกือบตลอดทั้งปี
 โดยเฉพาะเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน

ช่วงเวลาที่มิแสงจากพระอาทิตย์ (Sunshine –duration) : ประมาณ 5-9 ชั่วโมง
 มีค่ามากช่วงเดือนพฤศจิกายน - เมษายน(7.5-9 ชั่วโมง)
 มีค่าน้อยลงช่วง เดือน เมษายน – ตุลาคม(4.5-7 ชั่วโมง)

ค่าการแผ่รังสีความร้อน(Radiation) : เฉลี่ยประมาณ 100 โดยมีค่ามากในช่วงเดือนมีนาคม - สิงหาคม
 ฝน(Rainfall) : ฝนตกทั้งปีประมาณ 1507 มิลลิเมตร

จำนวนวันที่ฝนตกมากในช่วงเดือน พฤษภาคม-ตุลาคม (ประมาณ 6 เดือน)

ลม (Wind) : ความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.5–5.5 m/s ความเร็วลมช่วง 1.7-3.4 m/s มาก



3.4.1 การวิเคราะห์อิทธิพลลมกับสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าถ้าสามารถนำอิทธิพลจากลมมาใช้ ก็จะเป็นการเลือกอันวยต่อการประหยัดพลังงานได้(แผนภูมิ3.26 3.27 และ3.33) พบว่าในช่วง เดือนธันวาคมและเดือนมกราคม เป็นช่วงเวลาที่ภูมิอากาศเหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานที่สุด ส่วนในช่วงที่มีความเป็นไปได้ในการนำอิทธิพลทางธรรมชาติมาใช้รองลงมาคือช่วง เดือนพฤศจิกายน และเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับเดือนทั่วไปพบว่ามียุณหภูมิและความชื้นสูง จึงควรหลีกเลี่ยงอากาศที่มีความชื้นสูงเข้ามาภายในอาคาร จากการดู

ข้อมูลในรอบ 10 ปี และปี พ.ศ.2541 พบว่า พ.ศ.2541 มีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยในรอบ 10 ปี ในที่นี้แบ่งข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2541 เป็น 4 กลุ่มได้ต่อไปนี้

1. กลุ่มเย็นชื้นลมปรวนแปร(มกราคม)

ช่วงนี้เป็นช่วงฤดูหนาว ช่วงกระแสลมมาหลายทิศทาง มาจากด้านทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันออกและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นช่วงที่มีสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการนำลมมาช่วยในการปรับสภาพให้อยู่ในขอบเขตสบาย แต่ใน พ.ศ. 2541 อุณหภูมิค่อนข้างสูงกว่าทุกปี แต่บางชั่วโมง อุณหภูมิก็อยู่ใกล้เคียงขอบเขตสบาย ฉะนั้นต้องป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้ามาในอาคารมากเกินไป โดยในช่วงนี้แดดจะอ้อมมาจากทางทิศใต้ ฉะนั้นจึงควรทำการป้องกันความร้อนจากแสงแดดทางด้านทิศใต้ไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคาร

2. กลุ่มร้อนชื้น(กุมภาพันธ์-เมษายน)

ช่วงนี้เป็นช่วงฤดูร้อน มีระยะเวลาประมาณ 3 เดือน จะมีลมส่วนใหญ่พัดมาทางด้านทิศใต้ และตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าสภาพภูมิอากาศกลุ่มนี้ จะมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในเดือนเมษายนจะมีอุณหภูมิสูงมาก และอยู่ห่างจากขอบเขตสบายมาก ดังนั้นควรป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าสู่อาคารให้น้อยที่สุด แต่ในปี พ.ศ.2541 นี้เดือนมีนาคมบางช่วงเวลามีภูมิอากาศอยู่ในเขตภาวะน่าสบาย แต่เป็นส่วนน้อยมาก

3. กลุ่มร้อนชื้นมาก(พฤษภาคม-ตุลาคม)

ช่วงนี้เป็นช่วงฤดูฝน มีระยะเวลา 6 เดือน จะมีลมส่วนใหญ่พัดมาทางด้านทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ ยกเว้นในช่วงเดือนตุลาคมเป็นช่วงเปลี่ยนมรสุม มีลมพัดเปลี่ยนจากตะวันตกเฉียงใต้เป็นตะวันออกเฉียงเหนือด้วย โดยเฉลี่ยจะมีฝนตกประมาณ 17 วันต่อเดือน ซึ่งจะมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในรอบ 6 เดือนนี้ประมาณ 320.1 มม. ดังนั้นจึงต้องมีส่วนยื่นที่เพียงพอต่อการป้องกันฝนสาดเข้าสู่อาคาร โดยสภาพภูมิอากาศช่วงนี้จะอยู่นอกขอบเขตสบายโดยมักจะมีอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าช่วงอื่น ถ้ามีการนำกระแสลมช่วยทำให้เกิดการเหนียวนำให้สภาพภูมิอากาศอยู่ใกล้ขอบเขตสบาย แต่ต้องใช้วิธีการลดความชื้นให้กับอากาศภายใน และป้องกันความชื้นจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร

4. กลุ่มเย็นชื้น(พฤศจิกายน-ธันวาคม)

ช่วงนี้เป็นช่วงฤดูหนาว จะมีลมพัดมาทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศเหนือ และตะวันออกเฉียงใต้ โดยสภาพภูมิอากาศช่วงนี้มีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลง สามารถใช้ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติมาช่วยทำให้สภาพภูมิอากาศอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ แต่ในบางช่วงอาจมีอุณหภูมิต่ำกว่าขอบเขตสบาย บางครั้งอาจต้องมีการนำอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ มาช่วยในการปรับสภาพอากาศให้อยู่ในขอบเขตสบาย

3.4.2 สรุปแนวทางการออกแบบตามทฤษฎีของ คาร์ล มาโฮนี(Carl Mahony)

ตารางที่ 3.14 สรุปแนวทางการออกแบบอาคาร ในกรุงเทพมหานครโดยวิธีของคาร์ล มาโฮนี(CARL MAHONY)

| องค์ประกอบในการออกแบบ | รายละเอียดในการออกแบบ |
|-------------------------------|--|
| 1. ผังบริเวณ | ● การจัดวางอาคารให้วางอาคารให้ส่วนแคบอยู่ทาง ทิศตะวันออก – ตะก ส่วนยาวของอาคาร ทางทิศเหนือและทิศใต้ |
| 2. พื้นที่ในอาคาร | ● ควรมีลักษณะโค้งให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่กั้นผนังทึบ แต่ต้องระวัง ป้องกัน ลมที่พัดจะพาอากาศร้อนและความชื้นเข้าสู่ภายในอาคาร |
| 3. การระบายอากาศ | ● อาคารควรมีลักษณะทางเดินจ่ายออกด้านเดียว(rooms single banked) เพื่อให้มีทิศทางเปิดให้อากาศถ่ายเทได้ไม่ควรมีห้องใช้งาน ซ้อนห้องกัน |
| 4. ช่องเปิด | ● ขนาดใหญ่ มีพื้นที่ช่องเปิด 40-80% ของพื้นที่ผนัง ช่องเปิดควรอยู่ทางทิศเหนือ และทิศใต้ |
| 5. ตำแหน่งของช่องเปิด | ● อยู่ทิศเหนือ-ใต้ ช่องเปิดด้านรับลมควรอยู่ระดับช่วงตัวผู้ใช้(body height) |
| 6. การป้องกันช่องเปิดของอาคาร | ● มีอุปกรณ์กันฝนสาดเข้าทางช่องเปิดทางทิศใต้ ควรมีการป้องกันความร้อนจากแสงแดดเข้าสู่อาคาร |
| 7. ผนัง และพื้น | ● วัสดุเบา(มวลเบา) มีความจุความร้อนน้อย time lag สั้น |
| 8. หลังคา | ● วัสดุเบา(มวลเบา) สะท้อนความร้อนมีช่องว่างในช่องหลังคา และมีฉนวนกันความร้อน ระหว่างหลังคา กับฝ้าเพดาน |

หมายเหตุ : ดูรายละเอียดในภาคผนวก

3.5 อิทธิพลของความชื้น¹

จากการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพฯ พบว่ามีระดับความชื้นโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานสำหรับในกรณีที่อาคารมีการใช้ระบบปรับอากาศ พบว่าเมื่อนำอากาศจากภายนอกมาปรับสภาพให้อยู่ในเขตสบายภายในห้องปรับอากาศ จะต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการลดความชื้นในรูปความร้อนแฝง(Latent Load) และการลดอุณหภูมิในรูปความร้อนสัมผัส(Sensible Load)

หากเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ เมื่อนำอากาศจากภายนอกมาปรับสภาพให้อยู่ในระดับที่ต้องการ จะพบว่าจะต้องใช้พลังงานส่วนใหญ่ในการลดความชื้นมากกว่าการลดอุณหภูมิให้กับอากาศหลายเท่า โดยมีปริมาณพลังงานรวมที่ใช้ในเวลากลางวันและกลางคืนแตกต่างกันไม่มากนัก เนื่องจากอิทธิพลของความชื้นที่สะสมในอากาศ ด้วยเหตุนี้เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานในอาคารจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการรั่วซึมของอากาศที่มาจากหลายทาง เช่น

1. ความชื้นที่ซึมผ่านผนังอาคาร

ในกรณีที่ผนังเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทั่วไป จะพบว่าไม่สามารถป้องกันความชื้นได้ดีนัก เมื่อผนังเปียก ความชื้นจะค่อยๆ ซึมผ่านผนังและเข้าสู่ภายในอาคารในสภาพของไอน้ำ ซึ่งเป็นความชื้นที่ยากต่อการควบคุม

2. ความชื้นที่รั่วซึมผ่านขอบประตูหน้าต่าง และช่องเปิด

ในระบบการก่อสร้างโดยทั่วไป ส่วนใหญ่มักจะมีช่องว่าง รูรั่ว ที่อยู่ระหว่างขอบประตูหน้าต่างกับส่วนประกอบของอาคารค่อนข้างมาก ถึงแม้จะปิดประตูหน้าต่างสนิทแล้วก็ตาม เมื่อมีความแตกต่างของแรงดันอากาศบริเวณใต้ลมและเหนือลมเกิดขึ้น จะทำให้อากาศรั่วซึมผ่านผนังและรอยแยกต่างๆ เข้ามาภายในอาคารได้มาก

3. ความชื้นจากการเปิด-ปิด ประตูหน้าต่าง

เมื่อมีการเปิด-ปิด ประตูหน้าต่าง ในขณะที่ภายนอก มีลมแรงพบว่า จะต้องสูญเสียพลังงานไปในการยอมให้อากาศจากภายนอกเข้ามาภายใน เช่น ถ้าเปิดประตูบานขนาด 1 เมตร x 2 เมตร ด้านทิศใต้ ช่วงบ่ายของเดือนเมษายน โดยภายนอกมีความเร็วลมประมาณ 10 ก.ม./ชม. หากลมเคลื่อนที่เข้ามาภายในตัวบ้านอย่างสะดวกเป็นเวลา 1 นาที จะต้องเพิ่มภาระในการลดอุณหภูมิให้กับอาคารประมาณ

¹ สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542

12.6 เมกะจูล(12,000 บีทียู) หมายความว่าถ้าเปิดประตูข้างไว้เพียง 1 นาที จะต้องใช้ระบบปรับอากาศขนาด 1 ตัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในการลดความชื้นและอุณหภูมิให้กับกระแสลม

4. ความชื้นจากการสะสมของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง

ในกรณีที่เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนจะพบว่า เมื่อเปิดบ้านทิ้งไว้เป็นเวลานานๆ ความร้อนความชื้นจากภายนอกบ้าน จะสะสมอยู่ภายในเนื้อวัสดุต่างๆ ภายในบ้าน เช่นผนังพื้น หรือวัสดุภายในอื่นๆ จะต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก เพื่อลดความร้อนและความชื้นที่สะสมอยู่ในวัสดุก่อสร้างเหล่านี้

5. ความชื้นที่สะสมอยู่ในวัสดุตกแต่งภายใน และเครื่องเรือน

การใช้วัสดุตกแต่งในบ้าน เช่นพรม บางชนิด ผ้าผ่าน โตะผ้า หนังสือเก่าๆ และอุปกรณ์ที่มีค่าการดูดซับความชื้นสูง จะพบว่าเมื่อเปิดบ้านทิ้งไว้ ความชื้นจะสะสมอยู่ในวัสดุประเภทนี้มาก

ที่กล่าวข้างต้นเป็นเพียงส่วนหนึ่ง ของอิทธิพลของความร้อน และความชื้นจากภายนอกที่มีผลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารอย่างมาก อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อตัวอาคาร เช่น สีผนังหลุดร่อน ผนังเกิดเชื้อราอันเป็นสาเหตุของโรคภูมิแพ้ และโรคอื่นๆ

จากการคำนวณปริมาณพลังงานที่ใช้ลดความชื้น และลดอุณหภูมิให้กับอากาศ จากข้อมูลสภาพอากาศจริงของกรุงเทพมหานคร ในเดือนที่แตกต่างกัน 4 เดือน เมื่อพิจารณาปริมาณพลังงานที่ใช้ลดความชื้น และลดอุณหภูมิให้กับอากาศ ต่อ 1 ลิตรต่อวินาทีที่ค่อนข้างสูงมาก ในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยของพลังงานสูงถึงชั่วโมงละ 44.7 วัตต์ต่อวินาที(72 บีทียูต่อลูกบาศก์ฟุตต่ออนาที) หมายความว่า หากใช้พัดลมดูดอากาศขนาด 100 ลิตรต่อวินาที(212 ลูกบาศก์ฟุตต่ออนาที) ซึ่งเป็นพัดลมขนาดเล็กที่นิยมใช้กันทั่วไปในห้องน้ำโดยเปิดไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะต้องสูญเสียพลังงานให้กับการลดอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศขนาด 1.3 ตัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เช่นเดียวกันในเดือนอื่นของปีก็มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นในฤดูหนาวที่อิทธิพลของความร้อนและความชื้นค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะเมื่อลมพัดจากทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ถ้ากระแสลมพัดมาจากทางทิศอื่นๆ ปริมาณพลังงานที่จะต้องใช้ในการลดความชื้น และอุณหภูมิก็ไม่แตกต่างกันมากนัก

บทที่ 4

กรณีศึกษา

ในการวิเคราะห์กรณีศึกษาในบทนี้เป็นการศึกษา ผลดีผลเสียที่เกิดขึ้นของรูปแบบอาคารพักอาศัย ประเภท Double Loaded Corridor แบบสตูดิโอ(studio type) เพื่อนำมาวิเคราะห์แก้ปัญหาในการออกแบบต่อไป โดยจะทำการศึกษารายละเอียดทั้งหมด 6 อาคารดังนี้

4.1 รายละเอียดอาคารที่ทำการศึกษา

| | |
|------------------------|--|
| 4.1.1 ชื่ออาคาร | ถนนมิตร์พาร์ค |
| ประเภทอาคาร ที่ตั้ง | คอนโดมิเนียม 8 ชั้น ซอยวัชรพล ถนนรามอินทรา แขวงจรเขี้ยว เขตบางเขน ก.ท.ม. 10220 |
| จำนวนอาคาร | 12 อาคาร |
| จำนวนห้องพัก | 200 ห้อง/อาคาร |
| โครงสร้าง | เสา และคาน วางพื้นสำเร็จ |
| ขนาดห้อง | กว้าง 4 เมตร ยาว 7 เมตร |
| พื้นที่ห้อง | 28 ตารางเมตร |

ลักษณะการวางอาคาร

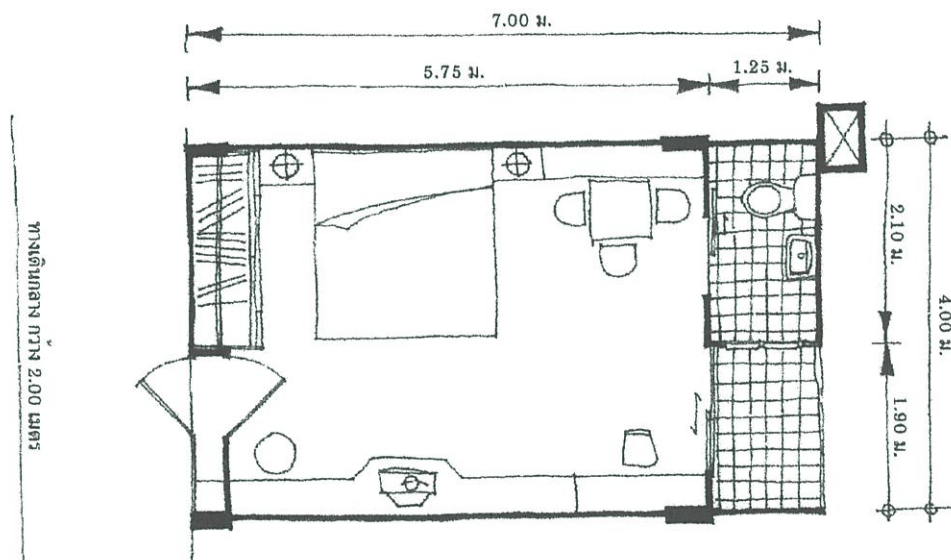
วางอาคารเป็นรูปตัว L หันหน้าเข้าหากัน เหมือนลักษณะตัว U จึงเกิดพื้นที่ตรงกลางเป็นลานจอดรถ เนื่องจากโครงการมีหลายอาคาร จึงวางอาคารต่อกันจึงทำให้เกิดปัญหาการบังลมซึ่งกันเนื่องจากระยะห่างระหว่างอาคารไม่เพียงพอและ ยังทำให้มุมมองไม่ดีอีกด้วย

ลักษณะการจัดหน่วยพักอาศัย

มีระเบียงและห้องน้ำอยู่ด้านชิดเปลืออาคาร ช่องท่ออยู่ภายนอกอาคาร เวลาเกิดปัญหาที่ระบบท่อ จะดูแลรักษายาก มีการทำเป็นประตูไม้ทึบ และประตูมุ้งลวด เพื่อกันยุง ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาเรื่องการระบายอากาศโดยการเปิดประตู แต่ทำให้ขาดความเป็นส่วนตัวในห้องพักอาศัย อีกทั้งทิศทางลมภายในห้องจะพัดไม่ถูกผู้ใช้ ตำแหน่งตู้เสื้อผ้าอยู่ห่างจากห้องน้ำ ทำให้ไม่เกิดความต่อเนื่องในการใช้งาน



ภาพที่ 4.1 อาคารพักอาศัยถนอมมิตร



ภาพที่ 4.2 ผังห้องพักอาคารถนอมมิตร

| | |
|-----------------|----------------------------|
| 4.1.2 ชื่ออาคาร | โดมอนด์ |
| ประเภทอาคาร | อาคารเช่าพักอาศัย 9 ชั้น |
| ที่ตั้ง | กรุงเทพมหานคร |
| จำนวนอาคาร | 1 อาคาร |
| จำนวนห้องพัก | 160 ห้อง |
| โครงสร้าง | เสา และคาน วางพื้นสำเร็จ |
| ขนาดห้อง | กว้าง 4 เมตร ยาว 10.5 เมตร |
| พื้นที่ห้อง | 42 ตารางเมตร |

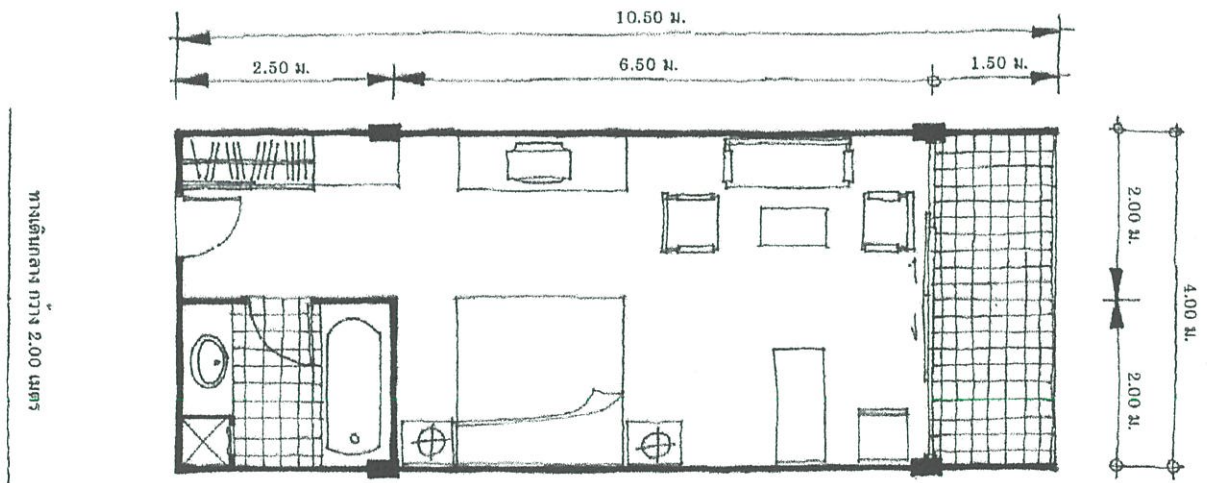
ลักษณะการจัดหน่วยพักอาศัย

การจัดวางห้องน้ำอยู่ด้านบริเวณทางเดินกลางอาคาร จึงทำให้ผนังห้องด้านเปลือกอาคารสามารถเจาะช่องแสงและลมได้เต็มที่ พื้นที่บริเวณห้องน้ำขาดการคำนึงถึงการนำแสงธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ แต่มีการติดตั้งมระบายอากาศที่ช่องท่อจากระบบ เป็นการช่วยในการระบายอากาศได้ในระดับหนึ่ง

มีการจัดวางส่วนนอนและส่วนเอนกประสงค์ได้อย่างเหมาะสม คือ นำส่วนนอนมาไว้ด้านในอาคารและ ส่วนเอนกประสงค์อยู่ใกล้กับผนังเปลือกอาคาร(ดูเหตุผลในบทที่ 5) ห้องมีความลึกมากเมื่อเทียบกับความกว้างของห้องจึงทำให้แสงสว่างภายในห้องที่อยู่ลึกเข้าไปไม่มีความสว่างไม่เพียงพอ



ภาพที่ 4.3 อาคารพักอาศัยโดมอนด์



ภาพที่ 4.4 ผังห้องพักอาศัยโดมอนด์

4.1.3 ชื่ออาคาร

ประเภทอาคาร

ที่ตั้ง

จำนวนอาคาร

จำนวนห้องพัก

เอกภาคย์ อพาร์ทเมนท์

อาคารเช่าพักอาศัย 6 ชั้น

300/252 ถ.พหลโยธิน อำเภอ ลำลูกกา ปทุมธานี 12310

1 อาคาร

180 ห้อง

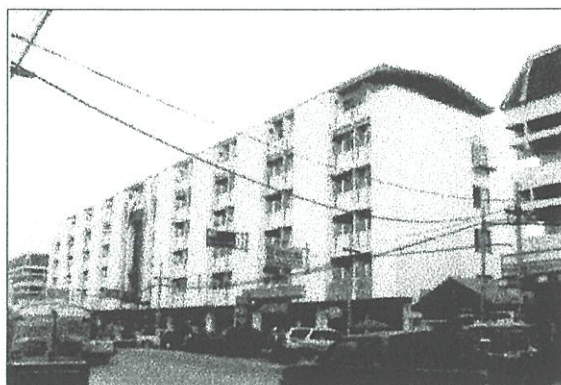
| | |
|-------------|-----------------------------|
| โครงสร้าง | เสา และคาน พื้น คสล. |
| ขนาดห้อง | กว้าง 4.5 เมตร ยาว 7.5 เมตร |
| พื้นที่ห้อง | 32.5 ตารางเมตร |

ลักษณะการจัดวางอาคาร

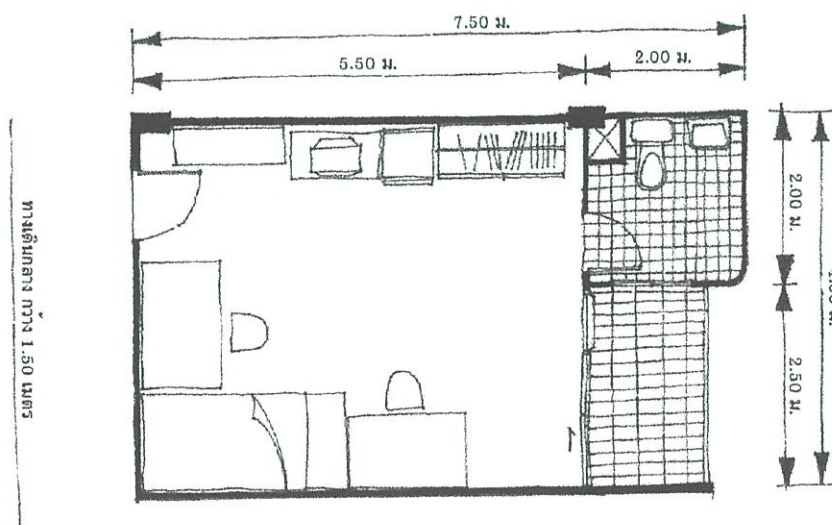
มีการวางอาคารตามแนวถนน อาคารมีความยาวมาก ไม่มีการเว้นช่องอาคาร จึงทำให้บริเวณทางเดินกลางมีตมมาก และมีลมพัดผ่านน้อย

ลักษณะการจัดวางหน่วยพักอาศัย

ห้องมีความกว้างค่อนข้างมาก ทำให้สามารถเจาะช่องลมและแสงได้มาก แต่มีห้องน้ำอยู่ด้านเปลือกนอกอาคาร ทำให้พื้นที่เจาะช่องเปิดน้อยลง มีการจัดวางอุปกรณ์ภายในห้องตามความต้องการใช้งานของผู้อยู่อาศัย ในบางส่วนจึงขาดความเหมาะสมในการวางเช่นตำแหน่งเตียง เป็นต้น



ภาพที่ 4.5 อาคารพักอาศัยเอกภาคย์อพาร์ทเมนต์



ภาพที่ 4.6 ผังห้องพักอาคารเอกภาคย์

| | |
|-----------------|--|
| 4.1.4 ชื่ออาคาร | นิรันดร์เรซิเดนซ์ |
| ประเภทอาคาร | อาคารเช่าพักอาศัย 9 ชั้น |
| ที่ตั้ง | ซอยสุภาพงษ์ 3 เขตประเวศ แขวงหนองบอน ก.ท.ม. |
| จำนวนอาคาร | 4 อาคาร |
| จำนวนชั้น | 9 ชั้น |
| จำนวนห้องพัก | 182 ห้อง |
| โครงสร้าง | เสา และคาน วางพื้นสำเร็จ |
| ขนาดห้อง | กว้าง 4 เมตร ยาว 8.25 เมตร |
| พื้นที่ห้อง | 33 ตารางเมตร |

ลักษณะการจัดวางอาคาร

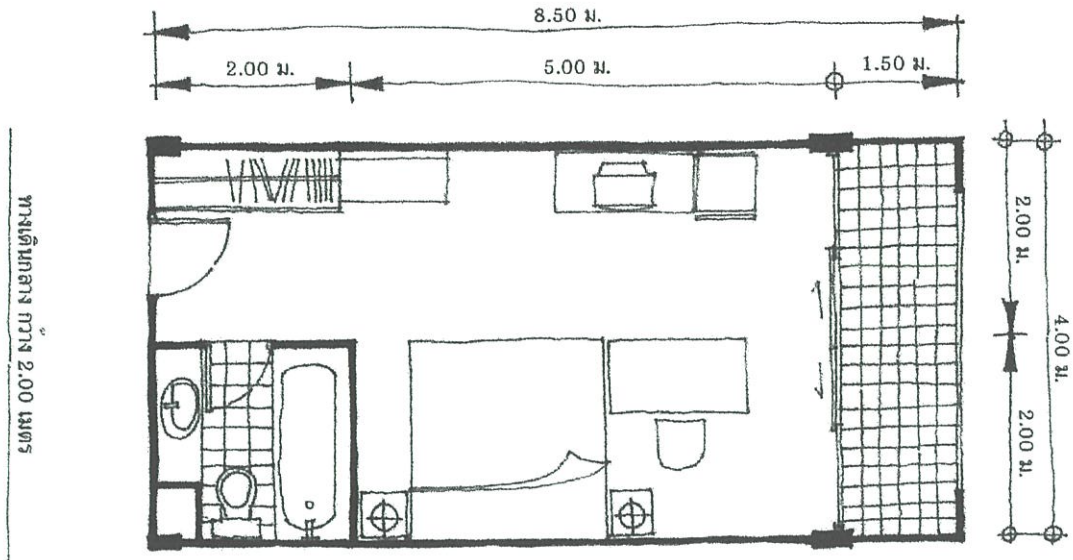
ระยะห่างระหว่างอาคารน้อยเกินไปจึงทำให้เกิดปัญหาในการบังลมซึ่งกันและกัน อีกทั้งห้องที่อยู่ตรงข้ามติดกัน สามารถมองเห็นกันได้ง่ายจึงขาดความเป็นส่วนตัว

ลักษณะการจัดวางหน่วยพักอาศัย

มีการจัดวางห้องน้ำอยู่ด้านชิดทางเดินกลาง ทำให้สามารถเจาะช่องเปิดได้มาก การใช้รูปแบบหน้าต่างแบบบานเลื่อนจึงทำให้การระบายลมไม่เต็มที่(ควรใช้เป็นแบบบานเลื่อนโดยเลื่อนสองบานด้านข้างเข้าตรงกลาง เพื่อให้เกิดช่องลมเป็นสองด้านจะเป็นการช่วยให้เกิดการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำได้) บริเวณห้องน้ำที่อยู่ด้านในไม่ได้รับแสงและลม ทำให้เกิดความอับชื้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับอาคารโดมอนด์ที่วางห้องน้ำอยู่ด้านในเหมือนกันแต่มีความอับชื้นน้อยกว่ามากเนื่องจากการติดตั้งคลุมดูอากาศ



ภาพที่ 4.7 อาคารพักอาศัยนิรันดร์เรซิเดนซ์



ภาพที่ 4.8 ผังห้องพักอาคารนิรันดร์เรลิตেন্ট

| | |
|-----------------|---|
| 4.1.5 ชื่ออาคาร | อาคารหอพักมหาวิทยาลัยรังสิต |
| ประเภทอาคาร | อาคารเช่าพักอาศัย 9 ชั้น |
| ที่ตั้ง | หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน ปทุมธานี 10200 |
| จำนวนอาคาร | 4 อาคาร |
| จำนวนชั้น | 9 ชั้น |
| จำนวนห้องพัก | 250 ห้อง |
| โครงสร้าง | เสา และคาน วางพื้นสำเร็จ |
| ขนาดห้อง | กว้าง 4.5 เมตร ยาว 7.0 เมตร |
| พื้นที่ห้อง | 31.5 ตารางเมตร |

ลักษณะการจัดวางอาคาร

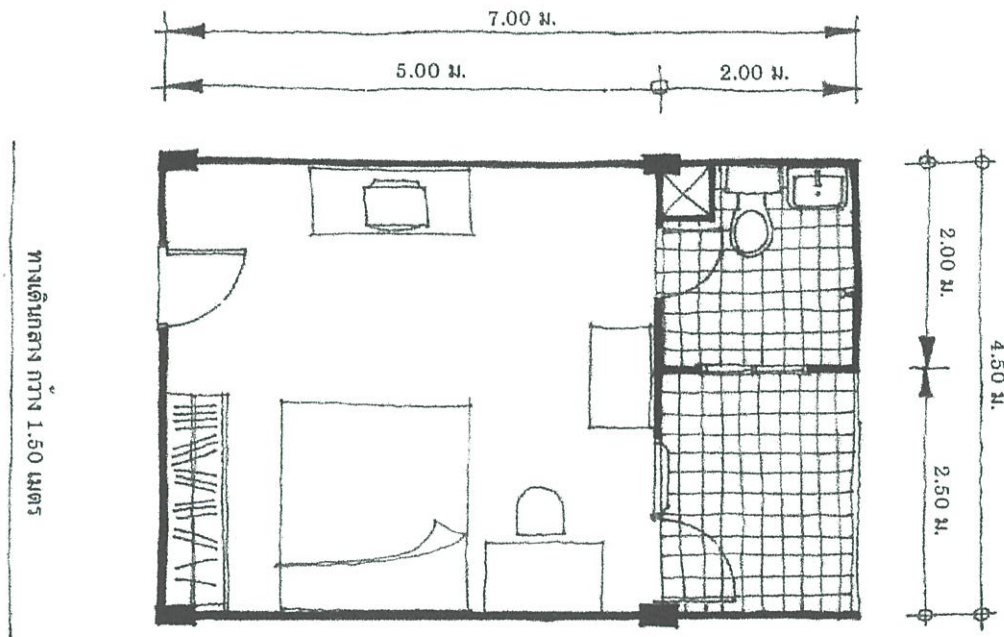
ระยะห่างระหว่างอาคารน้อยเกินไปจึงทำให้เกิดปัญหาในการบังลมซึ่งกันและกัน อีกทั้งห้องที่อยู่ตรงข้ามติดกัน สามารถมองเห็นกันได้ง่ายจึงขาดความเป็นส่วนตัว

ลักษณะการจัดหน่วยพักอาศัย

ตำแหน่งห้องน้ำอยู่ด้านเปลือกอาคาร ทำให้มีพื้นที่เจาะช่องเปิดน้อย มีการเจาะช่องเปิดที่ด้านเปลือกอาคารน้อย มีการวางตำแหน่งเครื่องเรือนไม่สอดคล้องกับการใช้งาน เช่นตู้เสื้อผ้าวางห่างจากห้องน้ำมากเกินไป อาจเกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน



ภาพที่ 4.9 อาคารหอพักมหาวิทยาลัยรังสิต



ภาพที่ 4.10 ผังห้องพักอาคารหอพัก ม.รังสิต

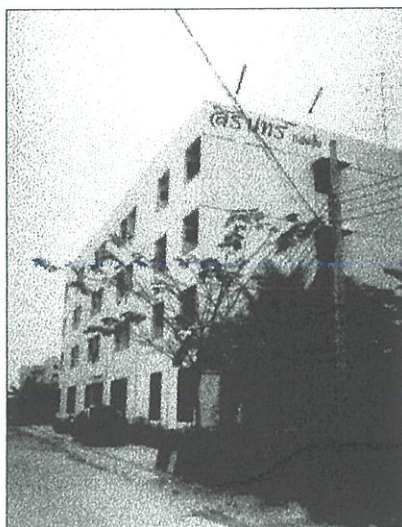
| | |
|------------------------|--|
| 4.1.6 ชื่ออาคาร | สิรินทร์ แมนชั่น |
| ประเภทอาคาร ที่ตั้ง | อาคารเช่าพักอาศัย 4 ชั้น ถนนรังสิต-นครนายก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี |
| จำนวนชั้น | 4 ชั้น |
| จำนวนห้องพัก | 64 ห้อง |
| โครงสร้าง | เสา และคาน วางพื้นสำเร็จ |
| ขนาดห้อง | กว้าง 4 เมตร ยาว 5.5 เมตร |
| พื้นที่ห้อง | 22 ตารางเมตร |

ลักษณะการจัดวางอาคาร

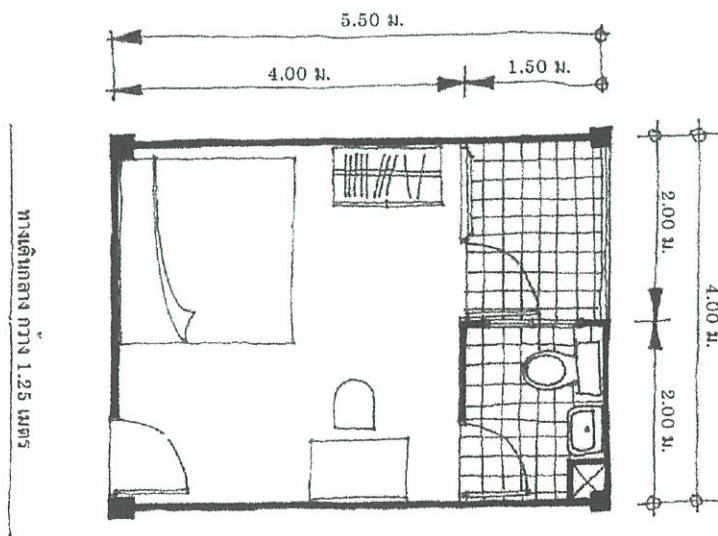
มีการวางอาคารตาม แนวตะวัน ความยาวของอาคารไม่มาก มีการเจาะช่องที่ปลายทางเดินกลางทั้งสองด้านและ บริเวณโถงบันไดมีความโล่ง จึงทำให้ปริมาณแสงและลมเพียงพอในบริเวณทางเดินกลาง

ลักษณะการจัดหน่วยพักอาศัย

ความลึกของห้องค่อนข้างน้อย แสงสว่างจากธรรมชาติเลยสามารถส่องได้ทั่วห้อง ตำแหน่งห้องน้ำอยู่ด้านเปลือกอาคาร ทำให้มีพื้นที่เจาะช่องเปิดน้อย ทำให้ไม่สามารถมีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่ดีได้ ฉะนั้นผู้พักอาศัยจำเป็นต้องเปิดประตูห้องเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านได้ ทำให้ขาดความเป็นส่วนตัว



ภาพที่ 4.11 อาคารพักอาศัย สิรินธร แมนชั่น



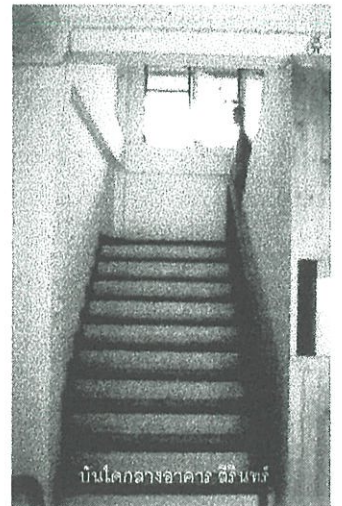
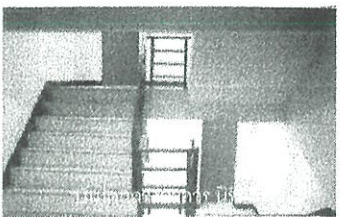
ภาพที่ 4.12 ผังห้องพักอาศัยสิรินธรแมนชั่น

4.2 การวิเคราะห์ผลดีผลเสียอาคารตัวอย่าง

4.2.1 บ้านใดกลาง

ส่วนมากบ้านใดกลางในอาคารมักเป็นทางสัญจรหลักของอาคาร นอกเหนือจากอาคารที่มีลิฟต์ มักมีความกว้างประมาณ 1.50-2.50 เมตร โครงสร้างเป็นคอนกรีตหล่อในที่ โดยมากมักมีทั้งลูกตั้งและลูกนอน ซึ่งทำให้เกิดการระบายอากาศที่ไม่ดี เกิดบริเวณอับลมที่ใต้บันได อาคารพักอาศัยเหล่านี้บริเวณทางเดินกลางมักไม่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ฉะนั้นควรคำนึงถึงการไหลถ่ายเทของอากาศที่ดี ถ้ามีการออกแบบที่ดีบริเวณบันไดก็เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยเสริมให้มีการระบายอากาศที่ดี อาจทำเป็นลักษณะแม่บันได และมีแต่ลูกนอนเพียงอย่างเดียว หรืออาจมีลูกตั้งที่มีการระบายอากาศที่ดี แต่สามารถบังมุมมองจากผู้ที่เดินอยู่ในชั้นที่ต่ำกว่ามองขึ้นด้านบน

ช่องเปิดบริเวณบันได และโถงบันไดควรออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสมเพียงพอต่อการระบายอากาศและสามารถให้แสงสว่างเข้าสู่อาคารได้ดี บริเวณชานพักบันไดไม่ควรมีการกั้นห้องมาบังลมและแสง เช่น อาคารโดมอนด์ และหอพักม.รังสิต ที่บริเวณชานพักมีห้องเก็บของ ทำให้ลมและแสงไม่สามารถเข้าได้เต็มที่

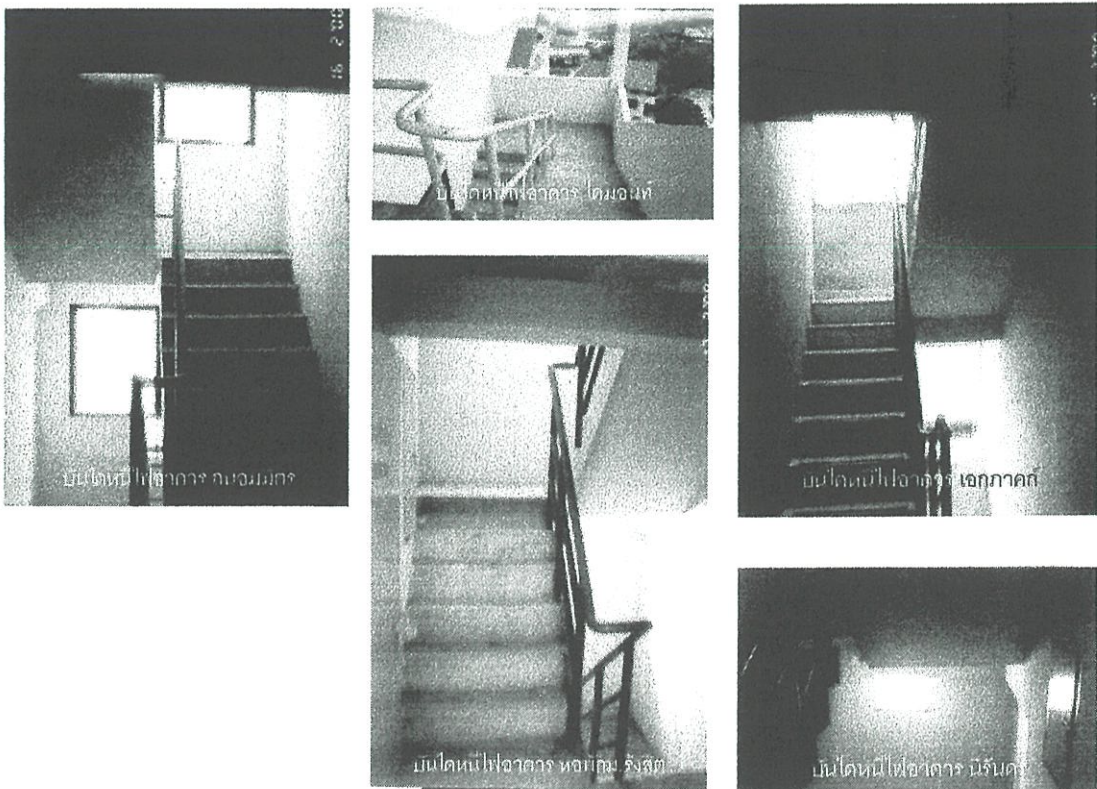


ภาพที่ 4.13 บ้านใดกลางอาคารกรณีศึกษา

4.2.2 บ้านไดหนีไฟ

บ้านไดหนีไฟสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทด้วยกัน คือ แบบไม่อัดอากาศ มักอยู่ที่ด้านกรอบนอกของอาคารและ แบบมีช่องอัดอากาศ มักใช้กับอาคารที่มีขนาดใหญ่ เพราะจำเป็นต้องวางไว้บริเวณกลางอาคาร อาคารพักอาศัยประเภทนี้มักจะวางไว้ที่ปลายทางเดินกลาง จากอาคารกรณีศึกษาส่วนใหญ่เป็นบ้านไดหนีไฟแบบไม่อัดอากาศ และมักจะไม่มีการป้องกันไฟ เพราะอาจเป็นด้วยเหตุผลที่ต้องการใช้บ้านไดหนีไฟเป็นทางสัญจรของอาคาร ทำให้ไม่สามารถป้องกันไฟได้ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ โครงสร้างเป็นคอนกรีตหล่อในที่ที่มีทั้งลูกตั้งลูกนอน เป็นสาเหตุให้เกิดการบงลมและ แสงสว่างเข้าสู่อาคารบริเวณทางเดินกลางไม่เพียงพอเนื่องจากการเจาะช่องเปิดที่ขนาดเล็กเกินไป

ในการออกแบบควรคำนึงถึงตำแหน่งที่เหมาะสม ใช้งานในการหนีอัคคีภัยได้สะดวก ไม่บงลม และแสงสว่างเข้าสู่อาคาร โดยมีวิธีแก้ไขที่แตกต่างกัน เช่น บ้านไดหนีไฟที่ต่อกับบริเวณทางเดินกลางอาจทำเป็นลักษณะบันไดโปร่งมีเฉพาะลูกนอน เพื่อให้ลมและแสงสว่างเข้าได้เต็มที่ เบี่ยงตำแหน่งบันไดหนีไฟไปจากทางเดินกลาง และทำเป็นลักษณะปลีกอาคารเพื่อช่วยในการเหนี่ยวนำลมเข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง ทำให้สามารถมีช่องเปิดปลายทางเดินกลาง ควรระวังเรื่องความร้อนเข้าสู่อาคารที่บริเวณช่องเปิด เพราะเนื่องจากปลายทางเดินกลางของอาคารมักอยู่ในทิศตะวันออกตะวันตก ไม่ควรให้ช่องเปิดถูกแสงอาทิตย์(sunlight) โดยตรง



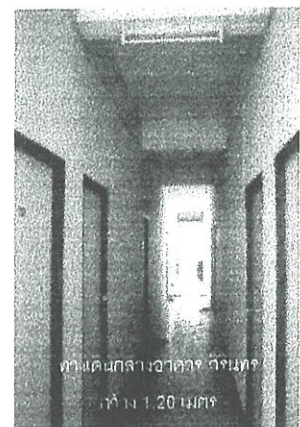
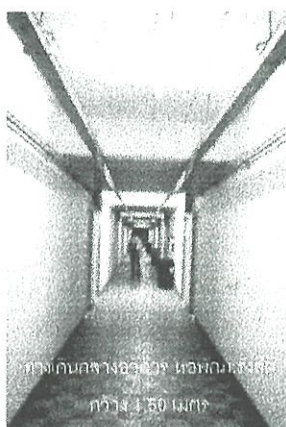
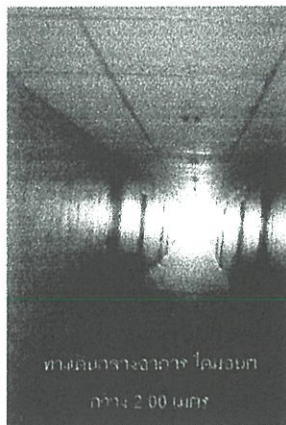
ภาพที่ 4.14 บ้านไดหนีไฟอาคารกรณีศึกษา

4.2.3 ทางเดินกลาง

อาคารที่มีทางเดินกลางยาวมากเกินไป แม้จะมีการเจาะช่องแสงปลายทางเดินกลาง แต่แสงก็ไม่เพียงพอ เช่นอาคารโดมอนต์ อาคารเอกภาคค์ โดยอาคารที่จำเป็นต้องมีช่องทางเดินกลางที่ยาวควรมีการออกแบบให้มีการเว้นช่วงอาคารเป็นระยะๆ เพื่อการระบายอากาศและการนำแสงธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์

บางอาคารเช่น อาคารนิรันดร์ ปลายทางเดินกลางไม่มีการเจาะช่องแสงและช่องระบายอากาศ เพราะออกแบบให้เป็นตำแหน่งบันไดหนีไฟแบบอัดอากาศไว้ที่ปลายทาง ทำให้บริเวณทางเดินกลางต้องมีการใช้ไฟฟ้าตลอดวัน และเป็นบริเวณที่มีกลิ่นอับมากเนื่องจากพื้นที่ทางเดินกลางไม่มีการระบายอากาศที่ดีพอ ควรออกแบบให้บันไดหนีไฟเบี่ยงออก เพื่อให้สามารถเจาะช่องเปิดได้สะดวก หรือจำเป็นต้องนำบันไดหนีไฟไว้ปลายทางเดินกลาง ควรออกแบบให้บันไดหนีไฟเป็นแบบเปิดโล่ง เช่นอาคาร โดมอนด์ เพื่อให้สามารถเจาะช่องเปิดที่ปลายทางเดินกลางได้สะดวก

วัสดุปูพื้นที่ใช้บริเวณทางเดินกลางควรใช้วัสดุที่เป็นตัวนำที่ดี มีความแข็งแรง และทำความสะอาดง่าย เช่น กระเบื้อง หินแกรนิต เป็นต้น ไม่ควรใช้พรมเช่น อาคารโดมอนต์เพราะเป็นวัสดุที่อมความชื้นไว้มาก และดูแลรักษายาก ฝ้าเพดานบริเวณทางเดินกลางมักเป็นตำแหน่งที่เดินสายไฟกระจายสู่ห้องต่างๆ ควรใช้เป็นแบบผ้าแขวน หรือเป็นชนิดที่มีช่องเปิดสามารถเปิดซ่อมแซมหรือเดินสายไฟเพิ่มเติมได้ง่าย เพื่อความเป็นระเบียบ ไม่ควรปล่อยเป็นท้องพื้นเปลือยหรือใช้ผ้าแผ่นเรียบที่ไม่มีช่องเปิด และควรใช้วัสดุที่มีสีอ่อนเพื่อการสะท้อนแสงที่ดี

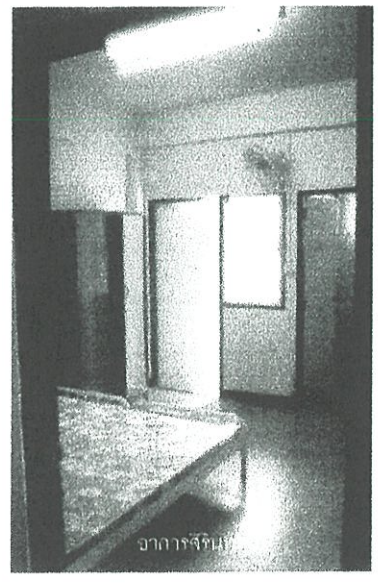
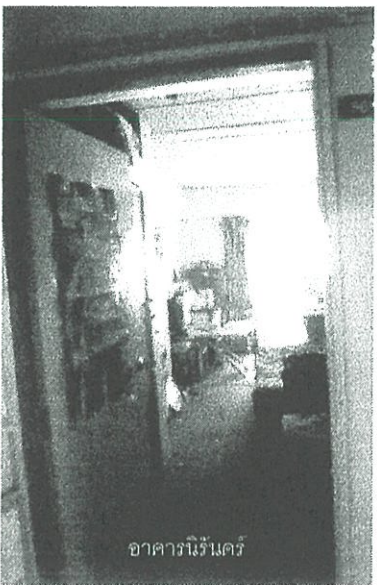


ภาพที่ 4.15 ทางเดินกลางอาคารกรณีศึกษา

4.2.4 การระบายอากาศ

โดยทั่วไปอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor มักจะมีช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว และผนังที่ติดบริเวณทางเดินกลางมักไม่มีการเจาะช่องเปิด นอกจากประตูทางเข้าห้อง เป็นเหตุทำให้ไม่สามารถเกิดการระบายอากาศได้ ส่วนมากผู้ใช้อาคารมักจะต้องเปิดประตูเพื่อให้เกิดการถ่ายเทของลม ซึ่งเป็นเหตุทำให้ขาดความเป็นส่วนตัว และในช่วงเวลากลางคืนที่ผู้ใช้เข้านอนก็ไม่สามารถเปิดประตูทิ้งไว้ได้เพราะอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ฉะนั้นทำให้ในช่วงเข้านอนภายในห้องพักจึงไม่สามารถมีการถ่ายเทอากาศที่ดีได้ โดยเฉพาะห้องที่อยู่ท้ายลมนั้นจะทำให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ซึ่งเป็นเรื่องยากอย่างยิ่งในการออกแบบ

ด้วยปัญหาในข้อนี้จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องมีการวิเคราะห์ แนวทางในการแก้ปัญหาในบทต่อไปเพื่อให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่ดีที่สุดสำหรับอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor



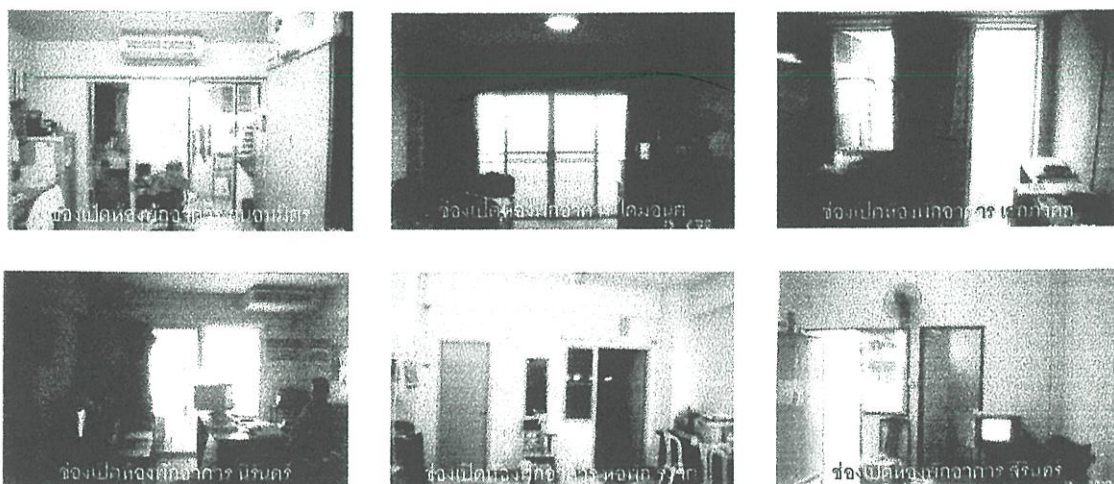
ภาพที่ 4.16 แสดงช่องเปิดอาคารกรณีศึกษา

4.2.5 ช่องเปิด

มีลักษณะแตกต่างกันไป ทั้งแบบเป็นกระจกบานเลื่อน บานเกล็ด และมีประตู สังเกตเห็นได้ว่ามักใช้ชนิดของหน้าต่างที่มีรูปแบบที่ไม่ทำให้เกิดการเสียพื้นที่บริเวณระเบียง เนื่องจากระเบียงมีขนาดเล็ก ฉะนั้นในการเลือกรูปแบบหน้าต่าง นอกจากคำนึงถึงเรื่องการระบายอากาศ การป้องกันแดด ฝนแล้ว ยังต้องคำนึงถึงรูปแบบช่องเปิดที่สอดคล้องกับการใช้งานหรือไม่

ห้องพักในอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor ส่วนมากมักมีช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว ที่ติดกับผนังเปลือกอาคาร ในกรณีที่มีห้องน้ำอยู่บริเวณด้านผนังทางเดินกลางจะทำให้สามารถเจาะช่องเปิดได้ตลอดแนวผนังด้านเปลือกอาคาร เช่น อาคารโดมอนด์ และอาคารนิรันดร์ เป็นต้น ทำให้แสงสามารถส่องเข้าสู่ภายในห้องได้เต็มที่ แต่เนื่องจากอาคารทั้งสองผนังด้านนอกติดกับพื้นที่ระเบียง และใช้ช่องเปิดแบบบานเลื่อน จึงทำให้มีการระบายอากาศได้ที่ไม่เต็มที่ อีกทั้งแสงสว่างจากช่องเปิดเพียงด้านเดียว จะทำให้เกิดแสงจ้าเกินไปเมื่อผู้ใช้มองสู่ภายนอก

ส่วนอาคารที่มีห้องน้ำอยู่ติดภายนอกอาคารทำให้มีพื้นที่ผนังเจาะช่องเปิดน้อย ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการระบายอากาศ และแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในห้องน้อยเกินไป พื้นที่ส่วนหนึ่งต้องเป็นช่องประตู ในบางอาคารใช้เป็นประตูบานเปิด ทำให้เสียพื้นที่ใช้งานบริเวณระเบียง บางอาคารก็ใช้เป็นลักษณะบานเลื่อนก็ทำให้เกิดปัญหาในการบังลม ดังนั้นในการออกแบบ หรือเลือกประเภทของช่องเปิดจึงควรคำนึงถึงความเหมาะสมหลายๆด้าน เช่น ความเหมาะสมในการระบายอากาศ ความเหมาะสมในการใช้พื้นที่ ความเหมาะสมในการนำแสงสว่างเข้าสู่อาคาร ความเหมาะสมในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร นอกจากการคำนึงถึงเพียงแค่ว่าความสวยงามและราคาเท่านั้น



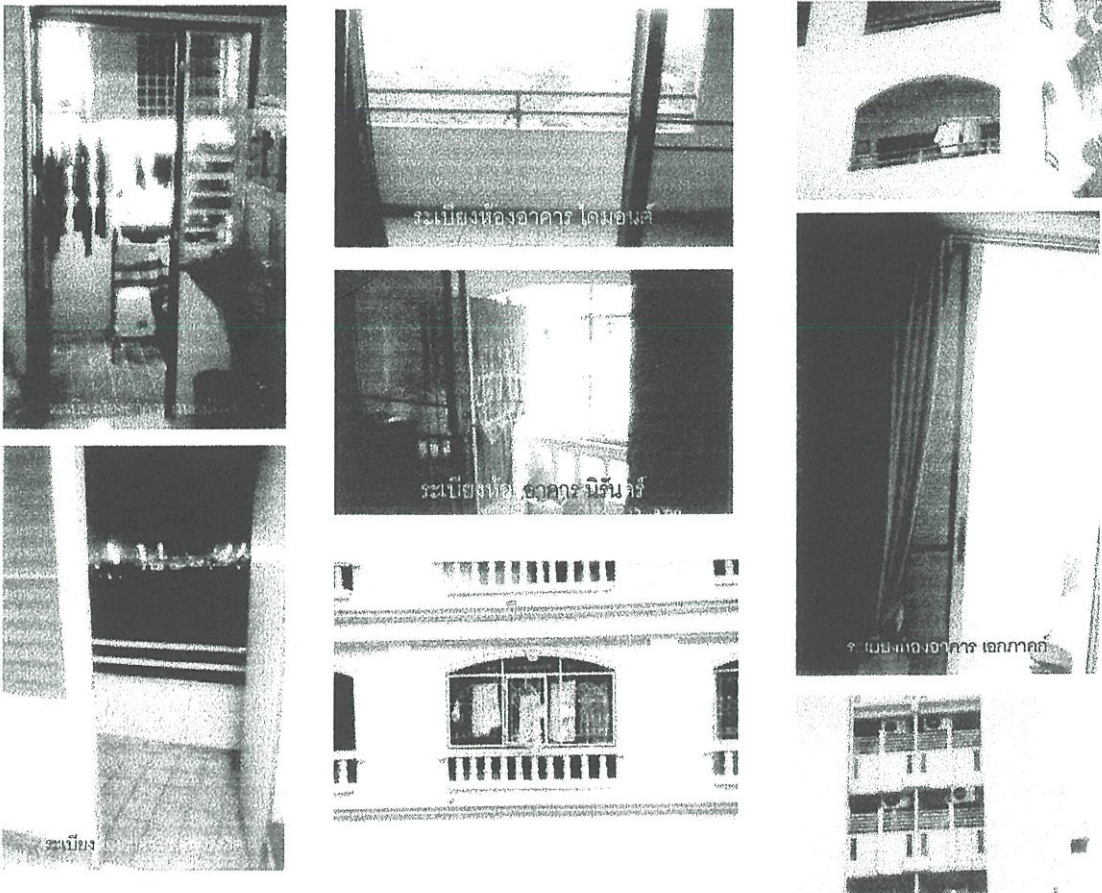
ภาพที่ 4.17 ช่องเปิดห้องพักอาคารกรณีศึกษา

4.2.6 ระเบียบ

โดยมากระเบียบของห้องพักจะอยู่ติดด้านเปลือกอาคาร มักมีความกว้างตั้งแต่ 1.20 – 2.50 เมตร มีลักษณะการใช้พื้นที่ที่หลากหลาย สามารถเป็นส่วนป้องกันแสงเข้าสู่ห้องพัก ไว้สำหรับเป็นพื้นที่พักชมบรรยากาศภายนอก ไว้สำหรับเป็นพื้นที่ซักล้าง และตากผ้า แต่ในการใช้พื้นที่จริงแล้วมักจะเป็นพื้นที่ที่ใช้ตากผ้าอยู่เกือบตลอดเวลา ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดปัญหาในเรื่องการบังลมและแสงแดดที่เข้าสู่อาคาร

ระเบียบมักเป็นพื้นที่สำหรับตั้ง Condensing Unit หรือในบางอาคารที่มีพื้นที่ระเบียบมีขนาดเล็ก จึงนำ Condensing Unit แขนงไว้ที่ฝ้าเพดานตรงระเบียบ ซึ่งทำให้ความร้อนที่เครื่องถูกพัดพาเข้าสู่ภายในห้อง ผู้ใช้อาคารมักนำผ้ามาตากที่บริเวณ ทำให้เกิดความไม่เป็นระเบียบ และทำให้ทัศนียภาพของอาคารเสียไป

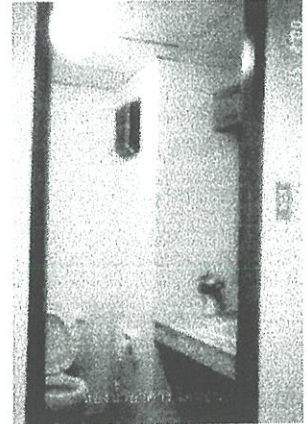
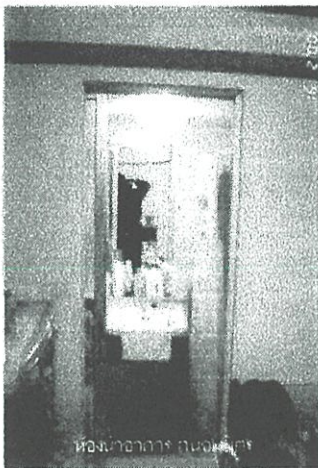
จากตัวอย่างอาคารที่ทำการศึกษาวัสดุพื้นระเบียบมักใช้การปูกระเบื้อง มีทั้งสีเข้ม สีอ่อน แตกต่างกันไป อาคารที่ใช้วัสดุสีอ่อนจะมีการสะท้อนแสงแดดเข้าสู่ภายในห้องมากกว่าที่ใช้วัสดุสีเข้ม ซึ่งห้องที่มีการสะท้อนแสงจากพื้นระเบียบเข้ามามากก็จะเป็นการนำความร้อนเข้ามาสู่ภายในห้องมากขึ้นด้วย ดังนั้นวัสดุที่ใช้ปูพื้นที่ระเบียบควรใช้วัสดุ ที่มีค่าการสะท้อนแสงน้อย และมีสีเข้มหรือสีสว่างปานกลาง แต่ทั้งนี้ต้องระวังเรื่องการสะสมความร้อนบริเวณพื้นระเบียบ



ภาพที่ 4.18 ระเบียบห้องอาคารกรณีศึกษา

4.2.7 ห้องน้ำ

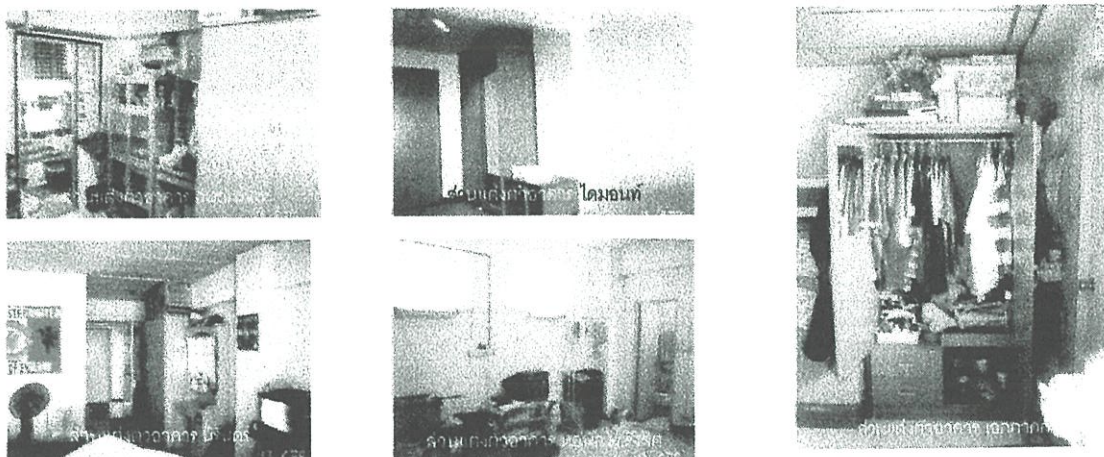
ตำแหน่งห้องน้ำของอาคารที่ทำการศึกษามักจะมีทั้ง ชิดด้านเปลือกนอกของอาคาร และ ชิดด้านผนังทางเดินกลาง ซึ่งมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ห้องที่ตั้งชิดด้านเปลือกอาคารจะสามารถระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติได้ง่าย และถ้าอาคารที่มีการเจาะช่องแสงที่เพียงพอจะทำให้ห้องน้ำแห้งเร็ว และไม่อับชื้น แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ทำให้พื้นที่ระเบียงน้อยลง และทำให้พื้นที่ในการเจาะช่องเปิดสู่ในห้องน้อยลงไปด้วย ในกรณีที่เกิดปัญหาในบริเวณช่องท่อจะทำการดูแลรักษาได้ยาก ส่วนอาคารที่มีการตั้งห้องน้ำชิดผนังทางเดินกลาง ทำให้พื้นที่ผนังห้องด้านเปลือกอาคารมีมากขึ้น สามารถเจาะช่องเปิดสู่ภายในห้องได้สะดวกขึ้น ในกรณีที่เกิดปัญหาที่ช่องท่อสามารถดูแลรักษาได้ง่าย แต่ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องแสงสว่างที่ไม่เพียงพอจำเป็นต้องเปิดไฟทุกครั้งทีเข้าห้องน้ำ และถ้ามีการออกแบบระบบระบายอากาศที่ไม่ดี เช่น อาคารนิรันดร์ที่มีห้องน้ำตั้งอยู่ผนังชิดทางเดินกลาง แต่ไม่มีการจัดระบบระบายอากาศภายในห้องน้ำเลย จากการสำรวจพบว่าห้องน้ำมีความอับชื้นอย่างมาก และทำให้ความชื้นเข้าสู่บริเวณห้องพักมาก เมื่อเทียบกับห้องน้ำของอาคารโดมอนท์ที่มีตำแหน่งห้องน้ำในลักษณะเดียวกัน แต่มีการออกแบบระบบระบายอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศเข้าสู่บริเวณช่องท่อ สามารถช่วยลดปัญหาในเรื่องความอับชื้นได้มาก ช่องแสงของห้องน้ำมักมีขนาดเล็กเกินไปทำให้การระบายอากาศ และแสงสว่างที่เข้าสู่อาคารไม่เพียงพอ



ภาพที่ 4.19 ห้องน้ำอาคารกรณีศึกษา

4.2.8 ส่วนแต่งตัว

บางอาคารมีการวางตำแหน่งตู้เสื้อผ้าที่ไม่ต่อเนื่องกับห้องน้ำ ทำให้การใช้สอยไม่สะดวกเท่าที่ควร โดยมากตู้เสื้อผ้าจะทำจากไม้ มีลักษณะที่บิดัน และมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ถ้าจัดวางในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดการบังลมและแสงที่เข้าสู่ภายในห้องได้

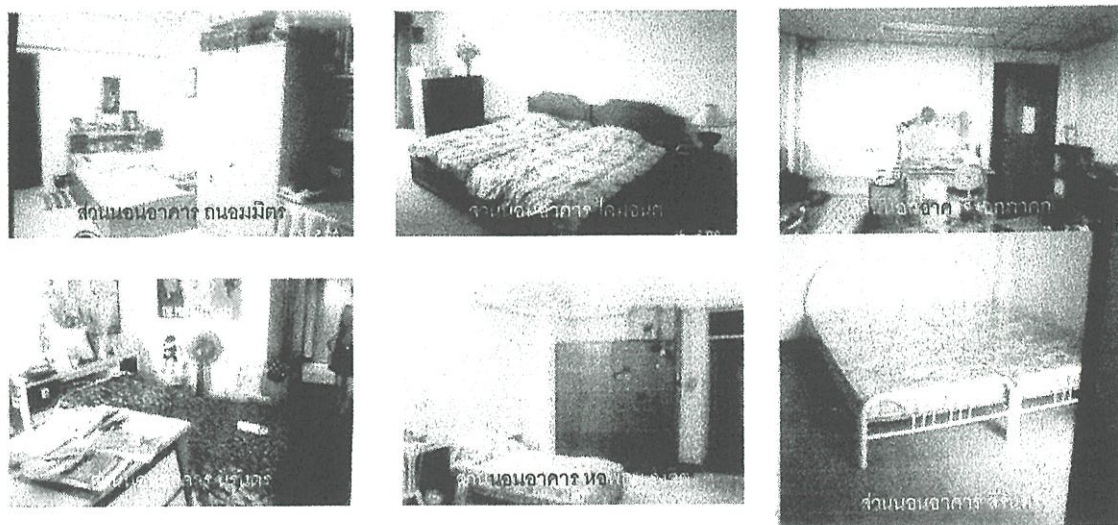


ภาพที่ 4.20 ส่วนแต่งตัวอาคารกรณีศึกษา

4.2.9 ส่วนนอน

พื้นที่ส่วนนี้นอกจากใช้ในการนอนพักอาศัยแล้ว ยังเป็นส่วนที่ผู้ใช้อาคารมักนอนหรือนั่งเล่นบริเวณเตียงนอนนี้ด้วย ในบางห้องมีการตั้งตำแหน่งเตียงที่ไม่เหมาะสม เช่นห้องของอาคารถนนอมมิตร ตั้งหัวเตียงด้านเดียวกับประตู ทำให้ผู้ใช้ที่อยู่บนเตียงนอนจะรู้สึกผวาอยู่ตลอดเวลา

รูปแบบเตียงนอนมักมีลักษณะเตียงแบบที่บิดันทำให้เกิดการบังในการไหลเวียนของอากาศภายในห้อง ส่วนรูปแบบเตียงของห้องในอาคารสิรินธร มีลักษณะที่โปร่งโล่งทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้องดีขึ้น

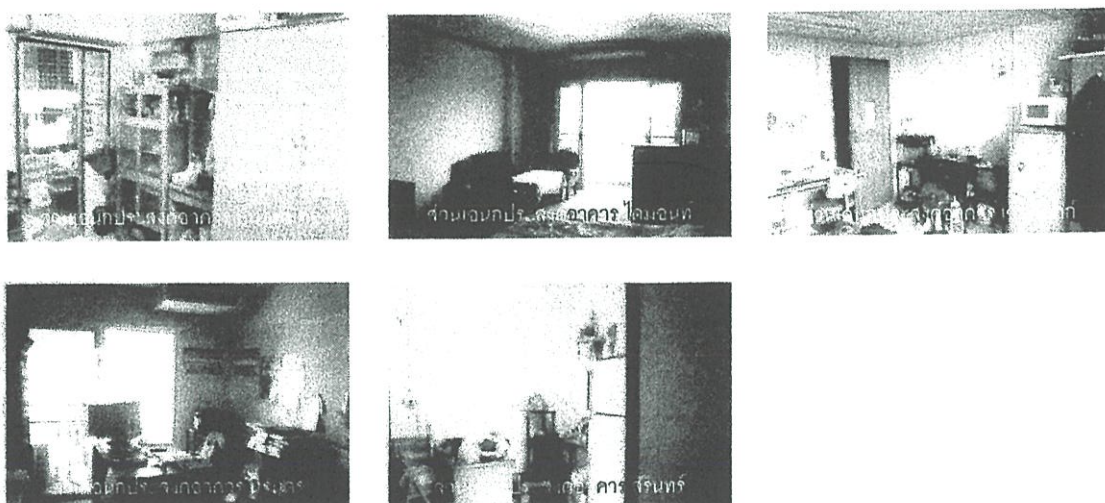


ภาพที่ 4.21 ส่วนนอนอาคารกรณีศึกษา

4.2.10 ส่วนเอนกประสงค์

เป็นพื้นที่ที่ใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการนั่งเล่น นั่งทำงาน ในบางอาคารที่มีห้องขนาดเล็กอาจจำเป็นต้องใช้เป็นพื้นที่สำหรับการปรุงอาหารที่ไม่ยุ่งยาก และเป็นที่ยอมรับทานอาหารในพื้นที่เดียวกัน จากการใช้พื้นที่ที่หลากหลาย จึงควรจะใช้เครื่องเรือนที่มีการยืดหยุ่นในการใช้งานได้ดี เช่นเป็นโต๊ะที่สามารถพับเก็บได้ เป็นต้น

การใช้พื้นที่ส่วนเอนกประสงค์ มีระยะเวลาการใช้มาก โดยมักจะอยู่ในช่วงเช้าจนถึงก่อนนอน ฉะนั้นควรเป็นพื้นที่ที่มีมุมมองสู่ภายนอกที่ดี มีการระบายอากาศที่ดี และได้รับแสงสว่าง(daylight) อย่างเต็มที่ เพราะช่วยในการประหยัดพลังงานเพื่อการส่องสว่างในช่วงที่มีแสงอาทิตย์ได้มาก



ภาพที่ 4.22 ส่วนเอนกประสงค์อาคารกรณีศึกษา

4.2.11 เครื่องใช้ไฟฟ้า

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้องพักนั้น มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น ตู้เย็น พัดลม เตารีด เต้าไมโครเวฟ เป็นต้น ล้วนส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น ผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าควรเลือกใช้เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่มีประสิทธิภาพสูง และมีการใช้ไฟฟ้าที่ต่ำ ควรสังเกตจุดฉลาดประหยัดไฟก่อนเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด โดยเลือกฉลาดประหยัดไฟเบอร์ 5

เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายประเภทส่งผลทำให้เกิดความร้อนที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นภายในห้อง เช่น ตู้เย็น จะทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่แผงวงจรด้านหลังตู้ ดังนั้นเวลาจัดวางตู้เย็นควรตั้งในตำแหน่งที่ไม่ให้ความร้อนเข้ามารบกวนผู้อยู่อาศัย และห้องข้างเคียง



ภาพที่ 4.23 เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องพักอาคารกรณีศึกษา

4.2.12 ฝ้าเพดาน

ตามที่ได้กล่าวถึงฝ้าเพดานในส่วนทางเดินกลาง ว่าควรใช้ฝ้าแขวนหรือฝ้าที่เปิดช่องได้ เพื่อสะดวกในการเดินสายไฟ และความเป็นระเบียบเรียบร้อยในบริเวณทางเดินร่วม เพราะเนื่องจากบริเวณทางเดินกลางมักเป็นที่เดินสายไฟกระจายสู่ห้องต่างๆ

ฝ้าเพดานภายในห้องพักอาศัย จากตัวอย่างอาคารที่ทำการศึกษามีหลายรูปแบบด้วยกัน บางอาคาร ภายในห้องก็ไม่มีการทำฝ้าเพดานปล่อยโชว์ท้องพื้นเลย บางอาคารก็ใช้ฝ้าแผ่นเรียบ หรือบางอาคารก็ใช้ฝ้ายิปซัมแบบแขวน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของโครงการ และราคาของโครงการเป็นส่วนใหญ่ โดยมากมักจะทำฝ้าเป็นสีขาว ซึ่งเป็นการช่วยในการสะท้อนแสงภายในห้องทำให้ห้องสว่างขึ้นได้ โดยจะทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมในเรื่องการใช้ชนิดรูปแบบฝ้าเพดานเพื่อช่วยในการระบายอากาศและการประหยัดพลังงานต่อไป

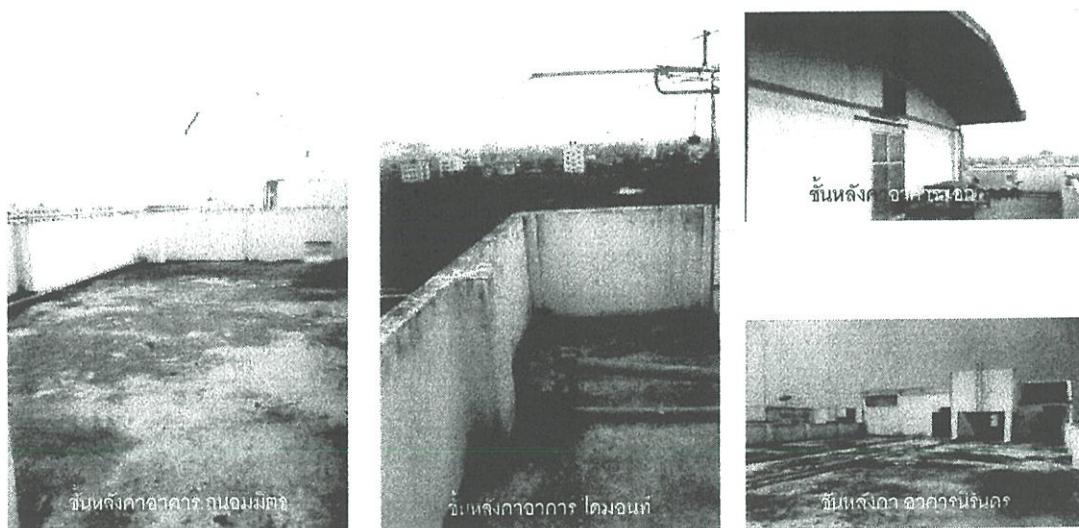


ภาพที่ 4.24 ฝ้าเพดานอาคารกรณีศึกษา

4.213 หลังคา

โดยมากหลังคาอาคารประเภทนี้มักเป็นหลังคาคอนกรีตแผ่นเรียบ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีการสะสมความร้อนมาก ถ้าไม่มีการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารที่ดี บริเวณห้องชั้นบนในช่วงตอนกลางวันอาจจะร้อนมากจนไม่สามารถอยู่ได้ ในช่วงตอนกลางคืนความร้อนที่สะสมมาจากตอนกลางวันก็จะถูกส่งออกมาในตอนกลางคืน ก็จะทำให้ห้องชั้นบนมีอุณหภูมิสูงกว่าห้องที่อยู่ในชั้นที่ต่ำกว่า สำหรับอาคารเอกภาคที่มีการต่อเติมชั้นบนเป็นห้องพักอาศัยนั้น มีการทำเป็นหลังคาทรงจั่วและมีช่องระบายอากาศใต้หลังคา ซึ่งช่วยในการระบายความร้อนได้ในระดับหนึ่ง แต่ความร้อนที่พื้นหลังคาคอนกรีตของเดิมที่ต่อเติมไม่เต็มพื้นที่นั้นอาจเป็นเหตุให้เกิดการสะท้อนความร้อนเข้าสู่ห้องที่อยู่ด้านริมอาคาร อาจแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีง่าย ๆ โดยการใช้ต้นไม้กระถางช่วยให้เกิดร่มเงาขึ้น และเป็นการช่วยเสริมสร้างบรรยากาศให้กับผู้ใช้อาคารอีกด้วย

สำหรับความเหมาะสมของรูปแบบ และวัสดุหลังคาที่ใช้กับอาคารพักอาศัยนี้จะทำการวิเคราะห์ต่อไป



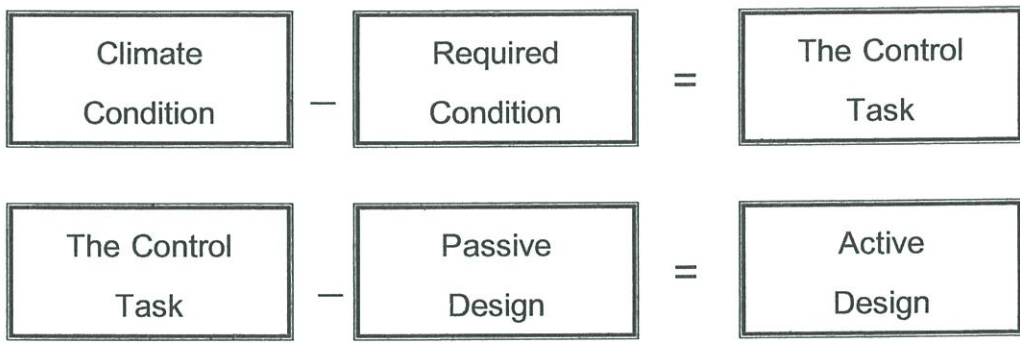
ภาพที่ 4.25 หลังคาอาคารกรณีศึกษา

บทที่ 5

การศึกษาแนวทางการออกแบบอาคารพักอาศัย ประเภท Double Loaded Corridor

5.1 แนวความคิดในการออกแบบ

ในการศึกษาแนวทางการออกแบบของงานวิจัยครั้งนี้ได้นำหลักการวิเคราะห์พื้นฐานการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน สำหรับภูมิอากาศในแต่ละท้องถิ่นโดยสามารถเขียนเป็นแผนภาพ¹ได้ดังนี้



คือการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศในท้องถิ่น(Climate Condition) ลบด้วยความต้องการในการปรับสภาพภูมิอากาศที่มนุษย์ต้องการให้อยู่ในขอบเขตสบาย(Required Condition) จะทำให้ทราบถึงสถานะที่ต้องทำการควบคุมอาคารเพื่อให้ผู้อยู่ในสภาวะน่าสบาย(The Control Task) หลังจากที่ทราบถึงสภาวะอากาศที่ต้องการควบคุมแล้ว ให้นำประโยชน์จากธรรมชาติมาช่วยในการออกแบบ(Passive Design)ให้มากที่สุด ถ้าอาคารนั้นยังไม่สามารถอยู่ในสภาวะที่ต้องการควบคุมได้ ถึงจะมีการนำระบบเครื่องกลมาช่วยให้อาคารอยู่ในสภาวะน่าสบาย (Active Design) แต่ทั้งนี้ในการออกแบบจะต้องให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันขึ้นในแต่ละขั้นตอนด้วย

ในการออกแบบเพื่อให้อาคารอยู่ในสภาวะน่าสบายและประหยัดพลังงานมากที่สุดนั้น ควรทำการออกแบบอาคารโดยเน้นถึงการนำระบบธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาคเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานสูงสุด จำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลายๆประการด้วยกัน ดังนี้

¹ Steven V. Szokolay. "ENERGY CONSERVATION IN BUILDINGS." รายงานการบรรยายพิเศษ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, มกราคม 2543.

- การคำนึงถึงองค์ประกอบของที่ตั้งโครงการ(Site Elements) คือการใช้ตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งโครงการ(Micro Climate) เพื่อให้สภาพแวดล้อมอาคารเย็นลงกว่าเดิม
- การคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้ง ทิศทางการวางอาคาร และสัดส่วนอาคาร(Building Placement and Orientation) จะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งอาคาร เพื่อลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอก โดยการเลือกทิศทาง ตำแหน่งอาคาร และขนาดสัดส่วนของอาคาร ให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ เพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารให้ได้มากที่สุด
- องค์ประกอบทางด้านพื้นที่ใช้สอย(Function) จะต้องมีความเหมาะสมต่อการใช้งานมากที่สุด
- แสง ช่องเปิด และการระบายอากาศ(Void and Ventilation) ช่องแสง และช่องเปิดจะต้องมีขนาดสัดส่วน ตำแหน่ง รูปแบบที่เหมาะสม โดยช่องแสงจะต้องส่งเสริมการนำแสงธรรมชาติมาใช้และป้องกันการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร และส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศในลักษณะที่เหมาะสม และพัดผ่านผู้ใช้
- การเลือกระบบเปลือกอาคาร(Envelope Component Consideration) ระบบเปลือกอาคารที่ดีสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นอย่างประเทศไทย จะต้องช่วยลดความร้อนและความชื้นเข้าสู่ภายในอาคาร และควรมีการนำความเย็นจากสภาพแวดล้อมที่ตั้งเข้าสู่อาคารให้มากที่สุด
- การพิจารณาระบบไฟฟ้า แสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบประปา และระบบอื่นๆ (Building System) ซึ่งล้วนเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานในระยะยาวมากที่สุด โดยเฉพาะระบบปรับอากาศควรใช้เฉพาะเท่าที่จำเป็น เช่นในกรณีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องสภาวะอากาศภายในอาคารด้วยวิธีทางธรรมชาติได้ และเพื่อให้เกิดการตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้อาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้นมากที่สุด ควรเลือกระบบที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะอาคาร และใช้อุปกรณ์หรือวัสดุตกแต่งเท่าที่มีความจำเป็นมีค่าการสะสมความร้อนและความชื้นน้อย เพื่อไม่ให้เป็นการระต่อระบบที่นำมาใช้ หากเป็นไปได้ควรนำอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มความร้อนต่างๆ เช่น ตู้เย็น กาต้มน้ำ ไว้ภายนอกอาคาร

ถึงแม้ว่าในการวิจัยเรื่อง “ การออกแบบระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor แบบสตูดิโอ(Studio type) เพื่อการประหยัดพลังงาน “ จะเน้นที่การออกแบบระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติก็ตาม แต่จำเป็นต้องคำนึงถึงการปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันขึ้นในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการออกแบบอาคาร และสามารถนำไปสร้างได้จริง หรือนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสม

5.2 การวิเคราะห์การจัดวางอาคารและสัดส่วนของอาคารพักอาศัยประเภท ทางเดินกลาง Double Loaded Corridor

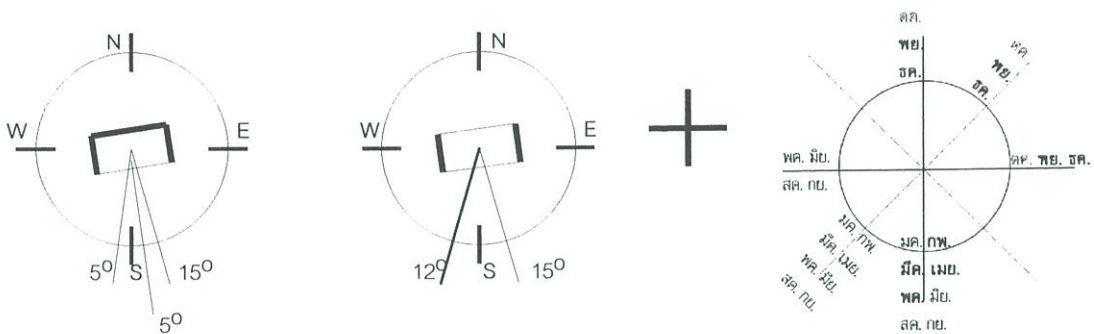
5.2.1 การจัดวางอาคารของอาคารพักอาศัย

เมื่อเราได้วิเคราะห์ถึงสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น พบว่าเนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นในอากาศสูงเกินขอบเขตสบาย จึงทำให้เรารู้สึกไม่สบายตัว ลมมีส่วนช่วยในการปรับสภาพอากาศรอบๆตัวเราให้อุณหภูมิและความชื้นรอบๆตัวเราลดลงได้มาก ลักษณะสถาปัตยกรรมจึงควรส่งเสริมให้เกิดลมพัดผ่านตัวเราให้มากเพียงพอที่จะทำให้เรารู้สึกสบายขึ้นฉะนั้นเราควรพิจารณาข้อดีข้อเสียของลม เพื่อนำประโยชน์จากลมมาใช้ในการออกแบบให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยแบ่งการพิจารณาเป็นข้อได้ดังนี้

1. พิจารณาตามหลัก SOL- AIR METHOD

$$\text{SOL- AIR METHOD} = \text{SOL -AIR ORIENTATION} + \text{LOCAL CLIMATE}$$

การวางอาคารให้เหมาะสมกับสภาพอากาศเขตร้อนชื้น(SOL-AIR METHOD) โดยการประยุกต์ข้อมูลแบบ SOL-AIR ORIENTATION กับข้อมูลลมประจำถิ่นเข้าด้วยกัน



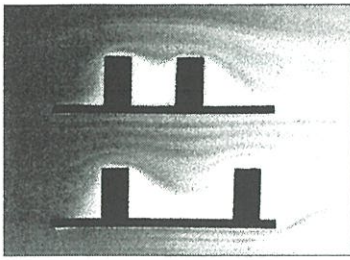
แผนภูมิที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์การวางอาคารโดยการประยุกต์ข้อมูลในเขตร้อนชื้น SOL-AIR ORIENTATION กับข้อมูลสภาพอากาศ กรุงเทพฯเฉลี่ย(2532-2541)

2. พิจารณาลักษณะลมรอบที่ตั้ง

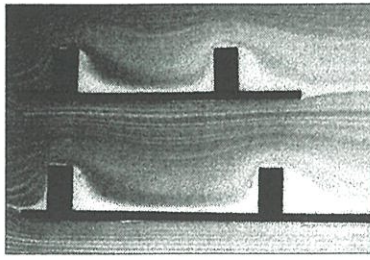
ถ้ารอบที่ตั้งมีอาคารหรือสิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ตั้งอยู่ จะทำให้ทิศทางกระแสลมเปลี่ยนแปลงได้

3. พิจารณาการวางกลุ่มอาคาร

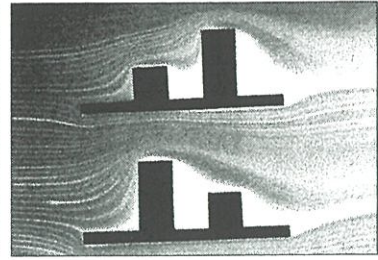
ถ้าเป็นการออกแบบกลุ่มอาคาร เราควรพิจารณาถึงรูปแบบของกระแสลมที่เกิดขึ้น ในการวางกลุ่มอาคารลักษณะต่างๆ(ภาพ5.1.1-5.1.2)



5.1.1



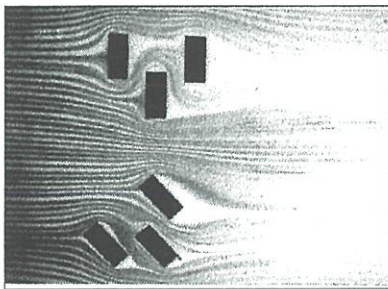
5.1.2



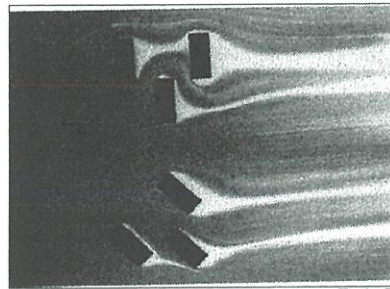
5.1.3

— ความสูงอาคารหน้าลม และหลังลมมีผลซึ่งกันและกัน เช่นอาคารหน้าลมสูงกว่าอาคารหลังลมมาก จะทำให้อาคารหลังอับลมมากขึ้นตามไปด้วย(ภาพ5.1.3)

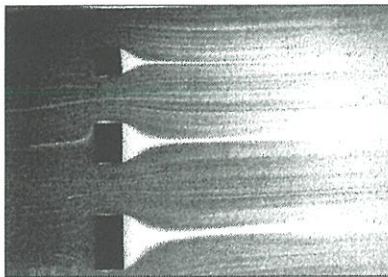
— ระยะห่างระหว่างอาคาร มีผลต่อกระแสลม ยิ่งวางอาคารห่างกันมาก ก็จะทำให้อาคารหลังอับลมน้อยลง โดยทั่วไปแล้วควรห่างอย่างน้อย 2 เท่าของความสูงของอาคารหน้าลม(ภาพ 5.1.4-5.1.5) ถ้ามีการเจาะช่องอาคารหลังจะช่วยทำให้ลมพัดผ่านได้ดีขึ้น และความเร็วลมด้านหลังอาคาร จะเริ่มมีความเร็วลมเท่ากับความเร็วลมเดิม จะต้องใช้ระยะทางประมาณ 7 เท่าของความสูงและความกว้างของอาคาร(ภาพ 5.1.6 - 5.1.7)



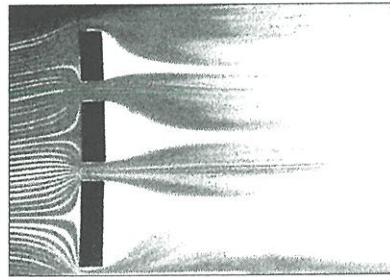
5.1.4



5.1.5

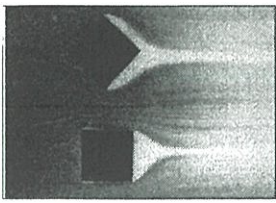


5.1.6

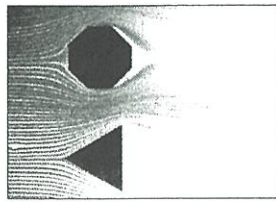


5.1.7

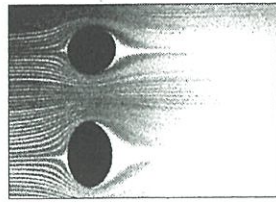
4. พิจารณารูปแบบของลมที่พัดผ่านอาคารในรูปแบบต่างๆ(ภาพ5.1.8 - 5.1.21) เราควรออกแบบรูปทรงอาคารให้ได้รับลมอย่างพอเหมาะพอดี ที่กล่าวว่าพอเหมาะพอดีนั้น เพราะว่า ถ้าความเร็วลมมากเกินไปจะทำให้เราไม่รู้สี่กสบาย เช่น ถ้าลมแรงมากสิ่งของอาจปลิวได้ ในบางพื้นที่แรงลมอาจมีผลกระทบต่อโครงสร้างอาคารก็เป็นได้ และความเร็วลมหน้าอาคารขนาดใหญ่ที่พัดมามากๆ ด้านหน้าอาคารก็จะเกิดลมหมุนแรงเกินพอดี เราอาจออกแบบแก้ไข โดยออกแบบให้อาคารระดับชั้นล่างอยู่ในแนบราบ (Podium) เพื่อลดการพัดกลับของกระแสลม(ภาพ 5.1.16)



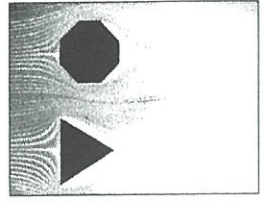
5.1.8



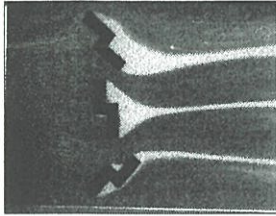
5.1.9



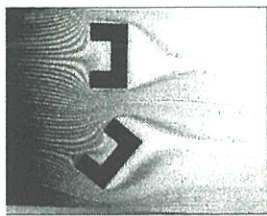
5.1.10



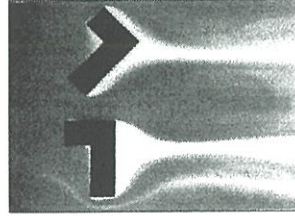
5.1.11



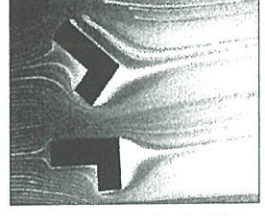
5.1.12



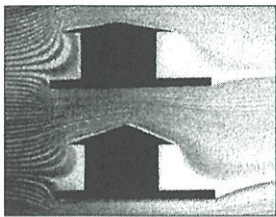
5.1.13



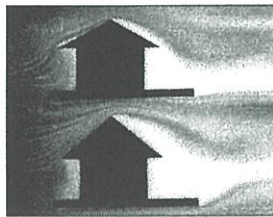
5.1.14



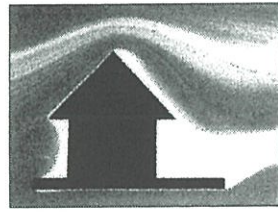
5.1.15



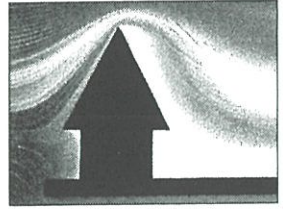
5.1.16



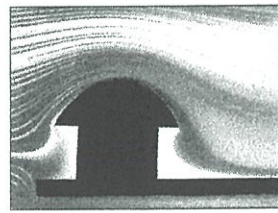
5.1.17



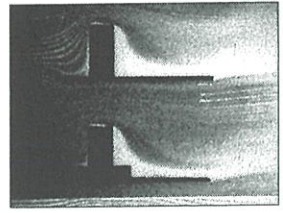
5.1.18



5.1.19

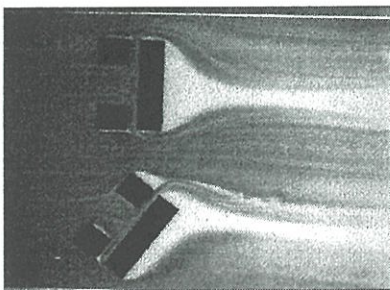


5.1.20

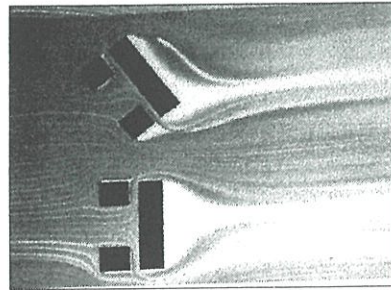


5.1.21

5. พิจารณาการเจาะช่องเปิดของอาคารด้านหน้าลมและหลังลมให้สัมพันธ์กัน และการเว้นระยะช่องเปิดภายในตัวอาคาร เพื่อให้ลมพัดอย่างทั่วอาคาร(ภาพ 5.1.22-5.1.23)



5.1.22



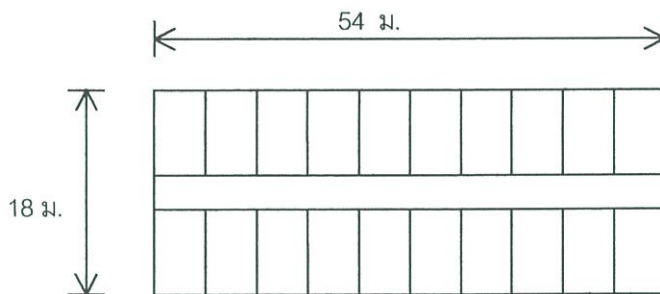
5.2.23

ภาพที่ 5.1 แสดงการทดลองรูปแบบการเคลื่อนที่ของลมของการวางอาคารและรูปทรงอาคารกรณีต่างๆ

5.2.2 สัดส่วนของอาคารชุดพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor

รูปร่าง หรือสัดส่วนอาคารในเขตรื้อนขึ้นควรเป็นอัตราส่วน 1 : 3 อาจกล่าวได้ว่า ถ้าห้องพัก มี ความกว้าง 5 เมตร/หน่วย ความลึก 8 เมตร/หน่วย ทางเดินกลางกว้าง 2 เมตร ความกว้าง ของอาคารจะกว้างประมาณ 18 เมตร

จากอัตราส่วนของอาคารในเขตรื้อนขึ้นควรเป็น 1 : 3
 ฉะนั้นอาคารควรมีความยาวประมาณ $18 \times 3 = 54$ เมตร
 สามารถทำห้องพักได้จำนวนประมาณ $54 / 5 = 10.8$ หน่วยต่อด้าน
 ดังนั้นใน 1 ชั้นจะมีห้องพักได้ประมาณ 21.6 หน่วย



ภาพที่ 5.2 แสดงสัดส่วนอาคารพักอาศัยที่เหมาะสม (1:3) และจำนวนห้องที่เหมาะสม (ประมาณ 20 ห้อง/ชั้น)

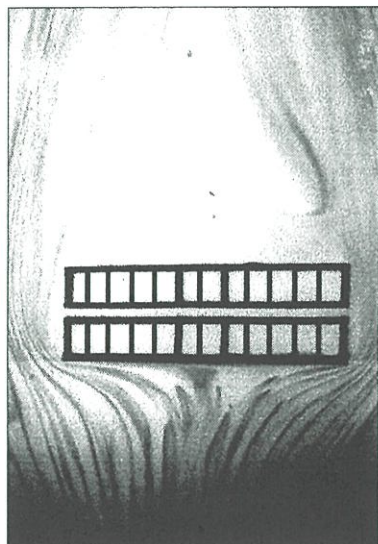
จากรายงานการวิจัย ของสมสกุล จีระศิลป์ เรื่อง “ แนวทางจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ภายในอาคารชุดพักอาศัย สำหรับผู้อยู่อาศัยที่มีรายได้ปานกลาง ” จากแบบสอบถาม 400 ชุด เรื่องจำนวนหน่วยพักอาศัยต่อชั้นที่มีความเหมาะสมและเป็นที่พอใจของผู้อยู่อาศัย สำหรับอาคารชุดพักอาศัยควรมีจำนวนหน่วยพักอาศัย ไม่เกิน 20 หน่วย/ชั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า จำนวนห้องพักที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนของอาคารในเขตรื้อนขึ้น 21.6 หน่วย/ชั้น กับ จำนวนหน่วยพักอาศัยที่มีความเหมาะสมและเป็นที่พอใจของผู้อยู่อาศัย เท่ากับ 20 หน่วย/ชั้น มีความใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นผู้วิจัยขอสรุปว่าจำนวนหน่วยพักอาศัยที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับอาคารชุดพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor ที่มีขนาดหน่วยพักอาศัย 5x8 เมตร ควรมีจำนวนหน่วยพักอาศัยประมาณ 20 หน่วยพัก/ชั้น

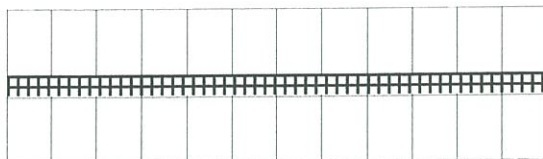
ในการกล่าวสรุปข้างต้นทั้งหมดเป็นเพียงแนวทางในการนำไปพิจารณาในการวางอาคาร แต่ในทางปฏิบัติจริงอาจต้องคำนึงถึงเหตุผลอีกหลายประการ เช่นขนาดและรูปร่างของที่ตั้งโครงการ ความต้องการทางด้านการตลาด เป็นต้น

5.2.2 แนวทางการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติเข้าสู่ทางเดินกลาง

อาคารพักอาศัยประเภท ที่มีบริเวณทางเดินกลาง (Double Loaded Corridor) มักไม่มีการรับแสง และการระบายอากาศจากธรรมชาติที่ดี ทั้งนี้เป็นสาเหตุให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานในการปรับอากาศ และพลังงานสำหรับแสงสว่าง ดังนั้นผู้ออกแบบควรหาแนวทางในการออกแบบเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว



(ข.)

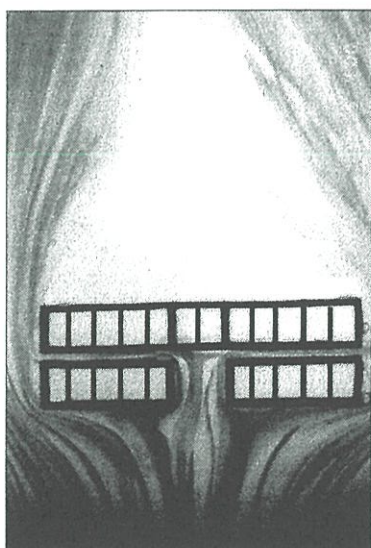


(ก.)

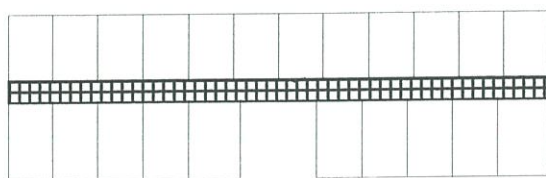
ภาพที่ 5.3 แสดงลักษณะทางธรรมชาติของอาคารที่มีทางเดินกลาง

(ก.) อาคารที่มีทางเดินกลางไม่ควรเอาสวนใดไปปิดกั้นหัวท้ายที่ปลายทางเดินกลาง

(ข.) การทดลองแสดงให้เห็นว่าบริเวณทางเดินกลางมักไม่ได้รับลมที่เพียงพอ



(ข.)

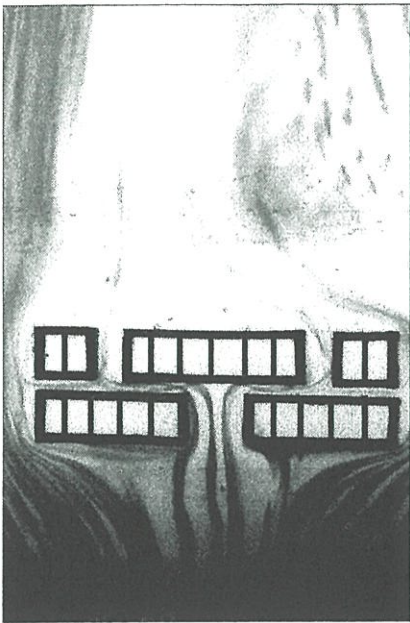


(ก.)

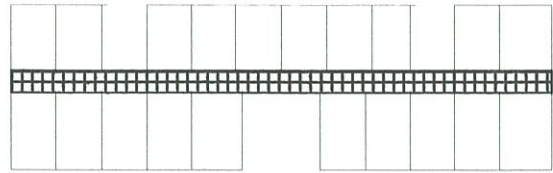
ภาพที่ 5.4 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง

(ก.) แสดงแนวทางการออกแบบเว้นระยะห้องเพื่อให้เกิดช่องลมและแสงสู่ทางเดินกลาง

(ข.) การทดลองแสดงการเคลื่อนที่ของลมเมื่อมีการเว้นช่องระยะอาคารด้านรับลม



(ข.)

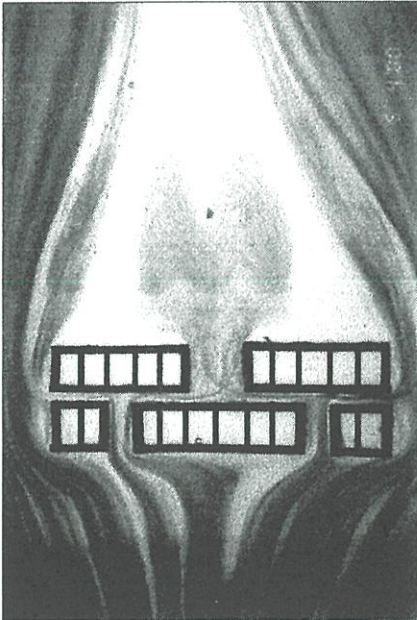


(ก.)

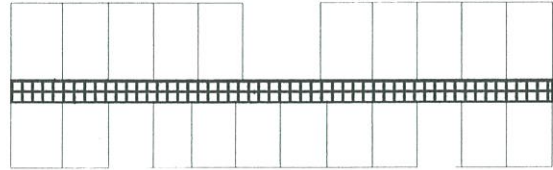
ภาพที่ 5.5 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง

(ก.) แสดงการเว้นระยะห้องบางช่วงทั้งด้านรับลม ท้ายลมเพื่อให้ลม และแสงธรรมชาติเข้าสู่ทางเดินกลาง

(ข) การทดลองแสดงการเคลื่อนที่ของลม เมื่อมีการเว้นห้องด้านลมเข้าและลมออก



(ข.)

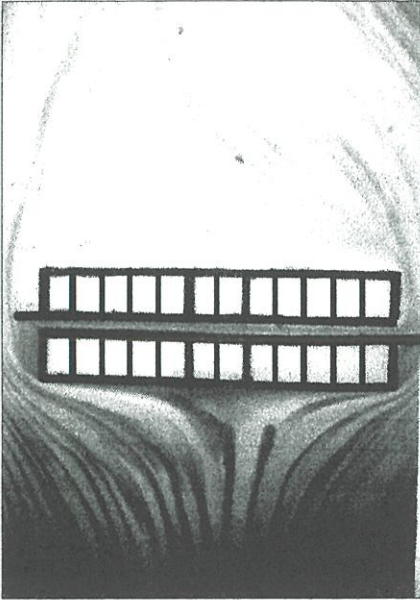


(ก.)

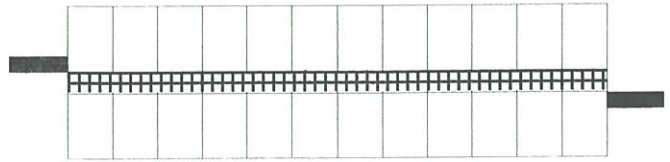
ภาพที่ 5.6 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง

(ก.) แสดงการเว้นห้องบางช่วงทั้งด้านลมเข้าและออก เพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติเข้าสู่ทางเดินกลาง

(ข) การทดลองแสดงการเคลื่อนที่ของลม เมื่อมีการเว้นห้องด้านลมเข้าและออก



(ข.)

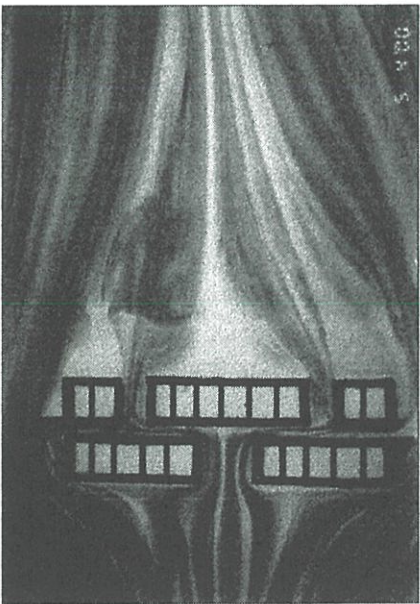


(ก.)

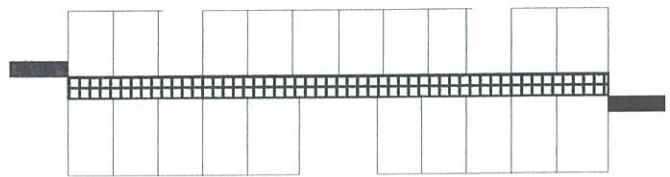
ภาพที่ 5.7 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมผ่านโดยใช้ปีกอาคาร

(ก.) การออกแบบโดยใช้ปีกอาคารเพื่อสร้างความแตกต่างของความกดอากาศชั้นที่ปลายทางเดินกลาง

(ข.) การทดลองแสดงการเคลื่อนที่ของลม เมื่อมีปีกอาคารที่ปลายทางเดินกลาง



(ข.)

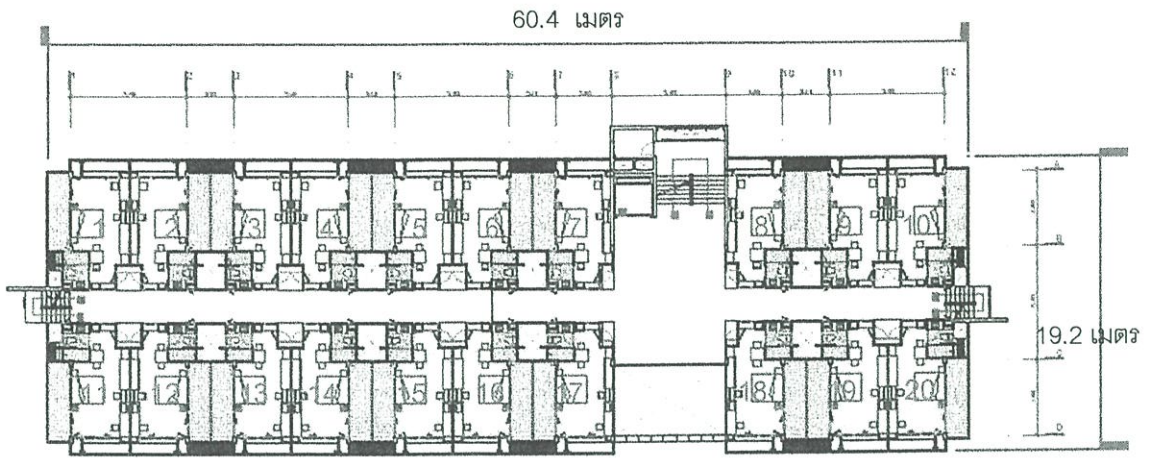


(ก.)

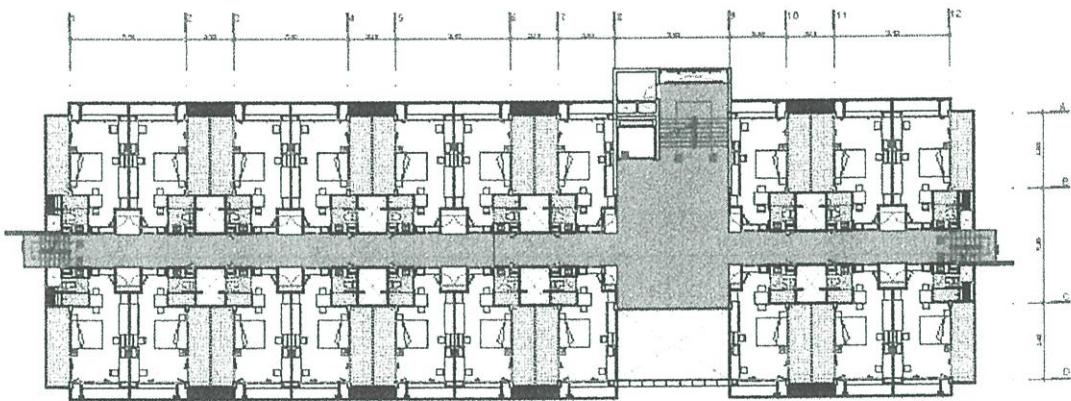
ภาพที่ 5.8 แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง

(ก.) การออกแบบโดยใช้ปีกอาคารที่ปลายทางเดินกลางกับการเว้นระยะด้านลมเข้า-ออก

(ข.) การทดลองแสดงการเคลื่อนที่ของลม เมื่อมีปีกอาคารที่ปลายทางเดินกลาง และมีการเว้นระยะห้องด้านลมเข้า-ออก



(ก.)



(ข.)

ภาพที่ 5.9(ก.) แสดงสัดส่วนอาคาร และจำนวนห้องพักที่เหมาะสมในแต่ละชั้นของแบบเสนอ

สัดส่วนอาคารของแบบเสนอ

กว้าง : ยาว

19.2 เมตร : 60.4 เมตร

1 : 3.14

จำนวนห้องพัก 20 ห้องต่อชั้น เหมาะสมต่อพฤติกรรมการใช้งาน

(ข.) แสดงการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่บริเวณทางเดินกลางโดยใช้ปีกอาคารที่ปลายทางเดินกลาง และการเว้นระยะห้องด้านลมเข้า-ออก เพื่อดักลมเข้าสู่อาคาร

5.3 การวิเคราะห์การจัดวางหน่วยพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor

หน่วยพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor ในที่นี้หมายความถึงห้องพักอาศัยที่มีผนังด้านเดียวติดกับภายนอกอาคาร ผนังด้านตรงข้ามติดทางเดิน ผนังอีกสองด้านติดหน่วยพักอาศัยที่อยู่ถัดไป

5.3.1 การวิเคราะห์รูปแบบหน่วยพักอาศัย

พบว่าการจัดวางหน่วยพักอาศัยมีรูปแบบที่แตกต่างกันในแต่ละอาคารซึ่งขึ้นอยู่กับเหตุผลและวัตถุประสงค์ของแต่ละโครงการ เช่น เหตุผลทางด้านมุมมอง เหตุผลทางด้านการระบายอากาศ เหตุผลทางด้านโครงสร้าง เหตุผลทางด้านการจัดวางเครื่องเรือน เหตุผลทางด้านสภาพที่ตั้งโครงการ เหตุผลทางด้านแสงสว่างที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ เหตุผลทางด้านการโคจรของดวงอาทิตย์ต่อการสะสมความร้อนของอาคาร เหตุผลทางด้านราคาค่าก่อสร้าง ซึ่งแต่ละโครงการอาจให้ความสำคัญต่อเหตุผลในแต่ละข้อไม่เท่ากัน ซึ่งผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยแบ่งรูปแบบหน่วยพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. รูปแบบการจัดหน่วยพักอาศัยแบบตรงระเบียบอยู่ด้านติดกับภายนอกอาคาร
2. รูปแบบการจัดหน่วยพักอาศัยแบบตรงระเบียบอยู่ด้านข้าง
3. รูปแบบการจัดหน่วยพักอาศัยแบบเอียงรับกับทิศทางสภาพแวดล้อมระเบียบอยู่ติดกับภายนอกอาคาร
4. รูปแบบการจัดหน่วยพักอาศัยแบบผสมเอียงรับกับทิศทางสภาพแวดล้อมระเบียบอยู่ด้านข้าง

โดยทำการวิเคราะห์ถึงข้อดีข้อเสียในแต่ละเหตุผลและให้คะแนนเพื่อหารูปแบบการจัดวางหน่วยพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor ที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด โดยมีคะแนนเต็ม 100 แบ่งฐานคะแนนตามความสำคัญดังนี้

1. **เหตุผลทางด้านโครงสร้าง** รูปแบบมีผลต่อความยากง่ายในการก่อสร้าง ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องถึงเรื่องราคาค่าก่อสร้าง ถ้ามีการก่อสร้างที่ยากราคาค่าก่อสร้างก็จะแพงขึ้น ราคาค่าก่อสร้างแพงราคาต่อหน่วยพักอาศัยก็จะแพงตามไปด้วยทำให้ยากต่อการขายหรือเช่าเพื่อให้เกิดการคุ้มทุน ซึ่งเป็นเหตุผลหลักที่สำคัญ

(ให้คะแนนความสำคัญเท่ากับ 25 คะแนน)

2. **เหตุผลทางด้านการใช้พื้นที่** การวางหน่วยพักอาศัยที่แตกต่างกันทำให้ความคุ้มค่าในการใช้พื้นที่ต่างกัน กล่าวคือถ้ามีการวางหน่วยพักอาศัยได้จำนวนมากก็ทำให้สามารถมีจำนวนห้องพักขาย หรือให้เช่ามากขึ้น ทำให้โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากตามไปด้วย

(ให้คะแนนความสำคัญเท่ากับ 20 คะแนน)

3. **เหตุผลทางด้านการระบายอากาศ** การระบายอากาศที่ดีมีส่วนช่วยในการลดชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศมาก เป็นผลสืบเนื่องต่อการใช้พลังงาน ในการปรับอากาศ และราคาค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ โดยมากอาคารพักอาศัยจะมี ภาระค่าไฟฟ้าและการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศมากที่สุด

(ให้คะแนนความสำคัญเท่ากับ 15 คะแนน)

4. **เหตุผลทางด้านแสงสว่างที่ได้รับจากดวงอาทิตย์** การได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่ดีมีส่วนช่วยในการลดภาระค่าไฟฟ้า และการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง

(ให้คะแนนความสำคัญเท่ากับ 10 คะแนน)

5. **เหตุผลทางด้านการโคจรของดวงอาทิตย์ต่อการสะสมความร้อนของผนังอาคาร** การจัดวางหน่วยพักอาศัยที่แตกต่างกันมีผลต่อการบังเงา ทำให้การสะสมความร้อนของผนังอาคารแตกต่างกัน โดยมากอาคารมักวางอาคารทางด้านยาวหันไปทางทิศเหนือ-ใต้เพื่อหลีกเลี่ยงแสงอาทิตย์ที่กระทบกับผิวอาคาร เหตุผลในข้อนี้มีผลต่อการจัดหน่วยพักอาศัยไม่มากนัก

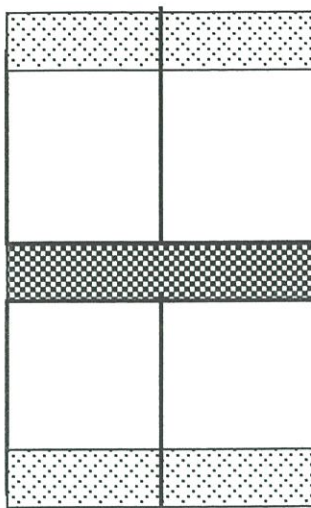
(ให้คะแนนความสำคัญเท่ากับ 10 คะแนน)

6. **เหตุผลทางด้านมุมมอง** มุมมองในที่นี้กล่าวรวมถึงทั้งมุมมองจากภายในสู่ภายนอก และมุมมองภายในห้องพักอาศัยเองด้วย มุมมองจากภายในสู่ภายนอกที่ดีมีผลต่อสภาพแวดล้อมและบรรยากาศภายใน

(ให้คะแนนความสำคัญเท่ากับ 10 คะแนน)

7. **เหตุผลทางด้านการจัดวางเครื่องเรือน** รูปร่างของหน่วยพักอาศัยที่มีหลายเหลี่ยมหลายมุมทำให้เกิดการจัดวางเครื่องเรือนยาก เกิดซอกมุมมาก สำหรับกรณีที่จัดสร้างเครื่องเรือนขึ้นมาเฉพาะที่ก็จะทำให้มีราคาแพง

(ให้คะแนนความสำคัญเท่ากับ 10 คะแนน)

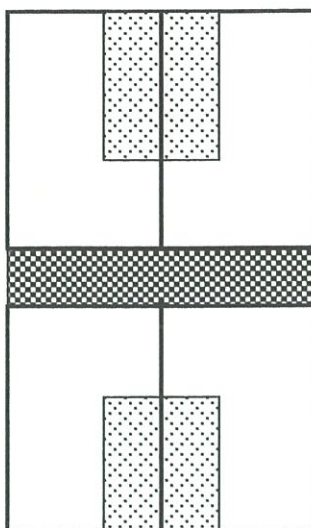


ภาพที่ 5.10 รูปแบบที่1 การจัดหน่วยพักอาศัยแบบระเบียบอยู่ด้านติดกับภายนอกอาคาร

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียการจัดผังหน่วยพักอาศัยแบบระเบียบอยู่ด้านติดกับภายนอกอาคาร

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|--------------------------------|---|
| 1. ก่อสร้างง่าย-ประหยัด | 1. มุมมองสู่ภายนอกแคบ |
| 2. การแบ่งพื้นที่ห้องพักได้มาก | 2. การระบายอากาศได้ยากโดยเฉพาะห้องที่อยู่ท้ายลม |
| | 3. มีความร้อนสะสมทางทิศใต้เนื่องจากถูกแดดทั้งวันในช่วงเวลาดวงอาทิตย์อ้อมใต้ |
| | 4. ไม่สามารถเลือกทิศทางของแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในอาคาร |
| | 5. บางห้องอาจได้แสงจ้าสะท้อนเข้าตาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเวลาพระอาทิตย์ตก |
| | 6. ส่วนที่อยู่ลึกเข้าไปจากริมอาคารได้รับแสงสว่างน้อย |

การพัฒนาารูปแบบของการจัดวางหน่วยพักอาศัยเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ด้วยการเพิ่มจำนวนผนังหน่วยพักอาศัยที่สามารถเจาะช่องเปิด โดยให้พื้นที่ระเบียบอยู่ด้านข้างห้อง ให้การระบายอากาศจากกระแสลมธรรมชาติได้ง่าย อีกทั้งทำให้เป็นส่วนที่อยู่ลึกจากริมอาคารได้รับแสงสว่างมากขึ้น

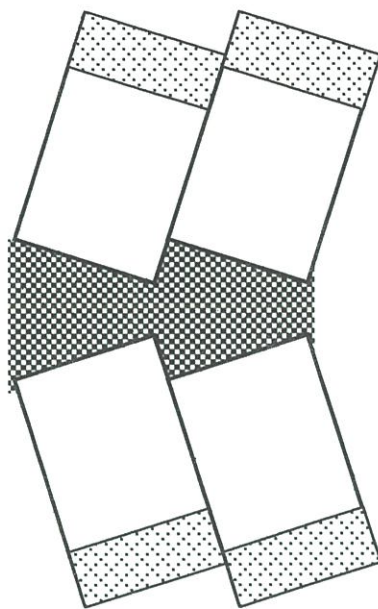


ภาพที่ 5.11 รูปแบบที่ 2 การจัดหน่วยพักอาศัยแบบตรงระเบียบอยู่ด้านข้าง

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการจัดผังหน่วยพักอาศัยแบบตรงระเบียบอยู่ด้านข้าง

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|--|---|
| 1. การระบายอากาศด้วยกระแสลมธรรมชาติได้ดี | 1. มีการก่อสร้างซับซ้อนขึ้นแต่ไม่มาก |
| 2. ลดความร้อนสะสมภายในหน่วยพักอาศัยได้เร็วขึ้น | 2. ยังมีความร้อนสะสมที่ผนังเปลือกอาคารด้านทิศใต้เนื่องจากถูกแสงแดดในช่วงเวลาดวงอาทิตย์อ้อมได้ |
| 3. ส่วนที่ลึกจากริมอาคารได้รับแสงสว่างมากขึ้น | 3. ไม่สามารถเลือกทิศทางของแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในอาคาร |
| 4. มีบรรยากาศที่น่ายิ่งมากขึ้นเนื่องจากมีพื้นที่เปิดสู่ภายนอกมากขึ้น | 4. บางห้องอาจได้แสงจ้าสะท้อนเข้าตาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเวลาพระอาทิตย์ตก |
| 5. ทัศนียภาพภายนอกของอาคารดีขึ้น | |

การวางผังอาคารให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่อความสบายในการอยู่อาศัยได้มากน้อยเพียงใดมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ทิศทางของที่ดินอันเป็นที่ตั้งของโครงการ แต่เราไม่สามารถที่จะเลือกตำแหน่งของที่ตั้งให้เหมาะสมได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นการปรับทิศทางให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจึงเป็นการออกแบบที่ตัวอาคารให้มีทิศทางที่สอดคล้องกับลักษณะที่ตั้งตามที่ต้องการ แต่ประการสำคัญที่ต้องออกแบบให้มีทิศทางเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ทิศทางโคจรของดวงอาทิตย์ ทิศทางลมประจำ เปลือกอาคาร โดยให้ผนังของหน่วยพักอาศัยเอียงทำมุมรับลมและแสงแดดในทิศทางที่เหมาะสม

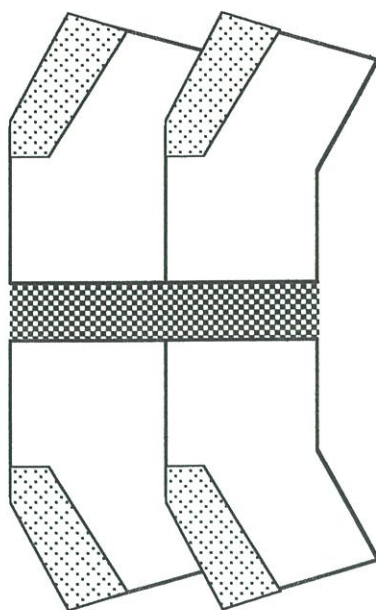


ภาพที่ 5.12 รูปแบบที่ 3 การจัดหน่วยพักอาศัยแบบเรียงรับกับทิศทางสภาพแวดล้อมระเบียบอยู่ติดกับภายนอกอาคาร

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบการจัดผังหน่วยพักอาศัยแบบเรียงรับกับทิศทางสภาพแวดล้อมระเบียบอยู่ติดกับภายนอกอาคาร

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| 1. ได้มุมมองสู่ภายนอกกว้างและสามารถเลือกให้อาคารหันไปสู่มุมมองที่ดีได้ | 1. สิ้นเปลืองพื้นที่อาคารเนื่องจากการจัดห้องได้น้อยลง |
| 2. การลดความร้อนสะสมที่ผนังเปลือกอาคารเนื่องจากการบังเงาและการรับความร้อนของพื้นที่ผนังด้านที่โดนแดดในช่วงเวลาสั้นและการระบายอากาศทำได้ดี | 2. สิ้นเปลืองพื้นที่ทางเดินกลางอาคาร |
| 3. ความร้อนสะสมที่ผนังเปลือกอาคารมีเฉพาะทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ | 3. การก่อสร้างยากเนื่องจากการบิดแกนของหน่วยพักอาศัย |
| 4. สามารถเลือกทิศทางของแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในอาคาร | 4. การกระจายลมสู่ห้องที่อยู่ท้ายลมยังไม่ดี |
| 5. ลดแสงจ้าสะท้อนเข้าตาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ | 5. ปริมาณแสงส่วนที่อยู่ด้านในห้องน้อย |

จากรูปแบบของการจัดหน่วยพักอาศัยในการวางผังอาคารแบบเรียงตามสภาพแวดล้อมยังมีข้อเสียในการสิ้นเปลืองพื้นที่ที่กว่าในการวางหน่วยพักอาศัยแบบตั้งฉากโดยทั่วไป ซึ่งในทางปฏิบัติจริงเป็นไปได้ยากเนื่องจากการลงทุนที่สูงขึ้น แต่พื้นที่ขายลดลง ดังนั้นรูปแบบที่ควรจะเป็นเพื่อให้เหมาะกับการตลาดและทิศทางของสภาพแวดล้อมคือการผสมผสานของการวางรูปแบบหน่วยพักอาศัยแบบตั้งฉากกับแบบเรียงเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 5.13 รูปแบบที่ 4 การจัดหน่วยพักอาศัยแบบผสมเอียงรับกับทิศทางสภาพแวดล้อม
ระเบียงอยู่ด้านข้าง

ตารางที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบการจัดผังหน่วยพักอาศัยแบบเอียงรับกับทิศทางสภาพแวดล้อม
ระเบียงอยู่ด้านข้าง

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|--|
| 1. การระบายอากาศสู่ห้องที่อยู่ท้ายลมได้ดี | 1. การก่อสร้างยุ่งยากมากกว่าทำให้การลงทุนสูงขึ้น |
| 2. การระบายอากาศเพื่อลดความร้อนบริเวณที่ถูกแสงแดดและภายในอาคารทำได้ดีเนื่องจากมีช่องเพื่อให้กระแสลมเข้า-ออกสะดวก | 2. เกิดที่ว่างที่เป็นช่องเล็ก ๆ ระหว่างหน่วยพักอาศัย |
| 3. แผงเปลือกอาคารส่วนที่ถูกความร้อนมีพื้นที่ถูกแสงแดดน้อยเนื่องจากการบังค้ำเงาระหว่างหน่วยพักอาศัยและอุปกรณ์กันแดดในช่วงเวลาที่สั้นทำให้การลดความร้อนที่สะสมทำได้เร็ว | 3. ทำให้จัดจำนวนหน่วยพักอาศัยได้น้อยลง |
| 4. สามารถเลือกทิศทางแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในอาคาร | 4. การจัดเครื่องเรือนให้ลงตัวเป็นไปได้ยาก |
| 5. ส่วนที่อยู่ลึกจากริมอาคารรับแสงสว่างจากภายนอกได้ดี | 5. เกิดภาพลวงตาในบางจุดภายในหน่วยพักอาศัยทำให้รู้สึกถูกบีบเนื่องจากการบิดแกนของหน่วยพักอาศัย |
| 6. ลดแสงจ้าสะท้อนเข้าตาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ | |
| 7. มุมมองสู่ภายนอกกว้างขึ้น | |
| 8. มีบรรยากาศในการพักอาศัยที่ดีอาจทำให้เกิดผลดีในด้านการตลาด | |

ตารางที่ 5.5 แสดงการให้ค่าคะแนนในการจัดวางหน่วยพักอาศัย

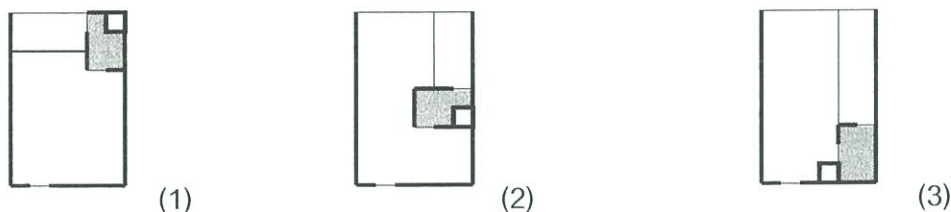
| | ค่า คะแนน | แบบที่ 1 | แบบที่ 2 | แบบที่ 3 | แบบที่ 4 |
|--|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1. เหตุผลทางด้านโครงสร้าง | 25 | 25 | 20 | 10 | 5 |
| 2. เหตุผลทางด้านการใช้พื้นที่ | 20 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| 3. เหตุผลทางด้านการระบายอากาศ | 15 | 5 | 12 | 10 | 15 |
| 4. เหตุผลทางด้านแสงสว่างที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ | 10 | 5 | 10 | 8 | 10 |
| 5. เหตุผลทางด้านการโคจรของดวงอาทิตย์ต่อการสะสม ความร้อนของผนังอาคาร | 10 | 7 | 7 | 9 | 10 |
| 6. เหตุผลทางด้านมุมมอง | 10 | 4 | 6 | 10 | 7 |
| 7. เหตุผลทางด้านการจัดวางเครื่องเรือน | 10 | 9 | 10 | 8 | 5 |
| คะแนนรวม | 100 | 67 | 78 | 65 | 57 |

เมื่อพิจารณาถึงข้อดี-เสีย และคะแนน ของการจัดวางผังหน่วยพักอาศัยในรูปแบบต่าง ๆ จะเห็นว่ารูปแบบที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเด็นของการลดความร้อนเข้าสู่อาคารจะเป็นการวางผังแบบเอียงปิดแกนทำมุมให้เหมาะสมกับทางโคจรของดวงอาทิตย์ และทำให้สามารถเลือกให้สอดคล้องกับทิศทางลมได้ แต่ในทางปฏิบัติจริงๆ แล้วอาจจะเป็นไปได้ยากในเรื่องการตลาด เนื่องจากการจัดหน่วยพักอาศัยได้น้อยกว่าแบบตรงในขนาดของตัวอาคารที่เท่ากันทำให้ราคาขายต่อตารางเมตรเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาการวางผังหน่วยพักอาศัยแบบผสมที่มีการปิดแกนของส่วนหน่วยพักอาศัยที่อยู่ติดกับสภาพแวดล้อมภายนอกก็มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม แต่เกิดปัญหาเรื่องลักษณะทางสถาปัตยกรรม

ดังนั้นรูปแบบที่ 2 มีลักษณะการจัดหน่วยพักอาศัยแบบตรง ตั้งฉากกับทางเดินกลางมีระเบียงอยู่ด้านข้างหน่วยพักอาศัย จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำไปออกแบบอาคารพักอาศัย เพื่อทำการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

5.3.2 การวิเคราะห์การวางตำแหน่งห้องน้ำ-ส้วม

เมื่อได้รูปแบบการจัดหน่วยพักอาศัยที่เหมาะสมแล้ว จะทำการวิเคราะห์ถึงตำแหน่งห้องน้ำ-ส้วม ซึ่งมีผลต่อการบังมุมมอง การระบายอากาศ และแสงสว่างที่ได้รับ จากการศึกษาตัวอย่างอาคารพักอาศัย(บทที่ 4) พบว่าสามารถแบ่งการวางตำแหน่งห้องน้ำ-ส้วม ได้เป็น 3 กรณีดังนี้



ภาพที่ 5.14 แสดงการวางตำแหน่งห้อง น้ำ-ส้วม ในแบบต่างๆ

1. ห้องน้ำอยู่ติดด้านนอกอาคาร
2. ห้องน้ำอยู่กลางหน่วยพักอาศัย
3. ห้องน้ำอยู่ติดบริเวณทางเดินกลาง

ตารางที่ 5.6 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย กรณี 1 ห้องน้ำอยู่ติดภายนอกอาคาร

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|--|---|
| 1. การระบายอากาศในห้องน้ำ-ส้วมทำได้ดี | 1. ทำให้ห้องพักมีมุมมองที่แคบ |
| 2. มีแสงสว่างภายในห้องน้ำมาก | 2. ทำให้พื้นที่ระเบียงมีขนาดเล็กจึงไม่เพียงพอต่อการใช้งาน |
| 3. ป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าสู่อาคารได้ดี | 3. ทำให้การระบายอากาศภายในห้องไม่สะดวก |
| | 4. บดบังแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในห้อง |
| | 5. ตำแหน่งช่องท่อต้องอยู่ภายในห้องหรืออยู่ติดภายนอกห้อง จึงเกิดปัญหามากในการซ่อมบำรุง |

ตารางที่ 5.7 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย กรณี 2 ห้องน้ำอยู่กลางหน่วยพักอาศัย

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|--|--|
| 1. เหมาะสมกับห้องพักที่มีขนาดใหญ่ และต้องการแบ่งพื้นที่เป็นสัดส่วน | 1. ทำให้ห้องพักถูกแบ่งเป็นพื้นที่ย่อยขนาดเล็ก |
| 2. ทำให้ห้องพักมีมุมมองที่กว้าง | 2. ทำให้การระบายอากาศภายในห้องส่วนในไม่สะดวกถ้ามีการออกแบบที่ไม่ดีพอ |
| | 3. ทำให้แสงสว่างภายในห้องส่วนในไม่ดีถ้ามีการออกแบบที่ไม่ดีพอ |
| | 4. ตำแหน่งช่องท่อต้องอยู่ภายในห้อง จึงเกิดปัญหามากในการซ่อมบำรุง |

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย กรณี 3 ห้องน้ำอยู่ติดทางเดินกลาง

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|--|---|
| 1. ตำแหน่งช่องท่อสามารถอยู่ติดทางเดินกลาง จึงทำให้ง่ายแก่การซ่อมบำรุงซ่อมบำรุง | 1. ทำให้ห้องน้ำ-ส้วมมีการระบายอากาศที่ไม่ดีพอ ถ้าได้รับการออกแบบที่ไม่ดี |
| 2. ทำให้ห้องพักมีมุมมองที่กว้าง | 2. ทำให้ห้องน้ำ-ส้วมมีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่ไม่ดีพอถ้าได้รับการออกแบบที่ไม่ดี |
| 3. ทำให้ห้องพักมีการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้ง่าย | |
| 4. ทำให้ภายในห้องพักมีการได้รับแสงสว่างที่ดี | |

จากการวิเคราะห์ ข้อดี และข้อเสีย ของการวางตำแหน่งห้องน้ำในลักษณะต่างๆ มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ในการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายประการ เช่น ขนาดของห้อง เป็นต้น ในความคิดของผู้วิจัยเห็นว่าแบบที่ 1 และ 2 ไม่เหมาะสมอย่างยิ่งในการนำไปใช้ในการออกแบบห้องพักอาศัย ที่มีขนาดเล็กโดยเฉพาะแบบสตูดิโอ(Studio type) ยกเว้นในกรณีที่เป็นห้องชุดที่มีหลายห้องในยูนิตเดียวกัน อาจจะมีการวางตำแหน่งห้องน้ำอยู่ติดภายนอกอาคารทางด้านทิศตะวันตกเพื่อป้องกันความร้อนจากแสงแดด

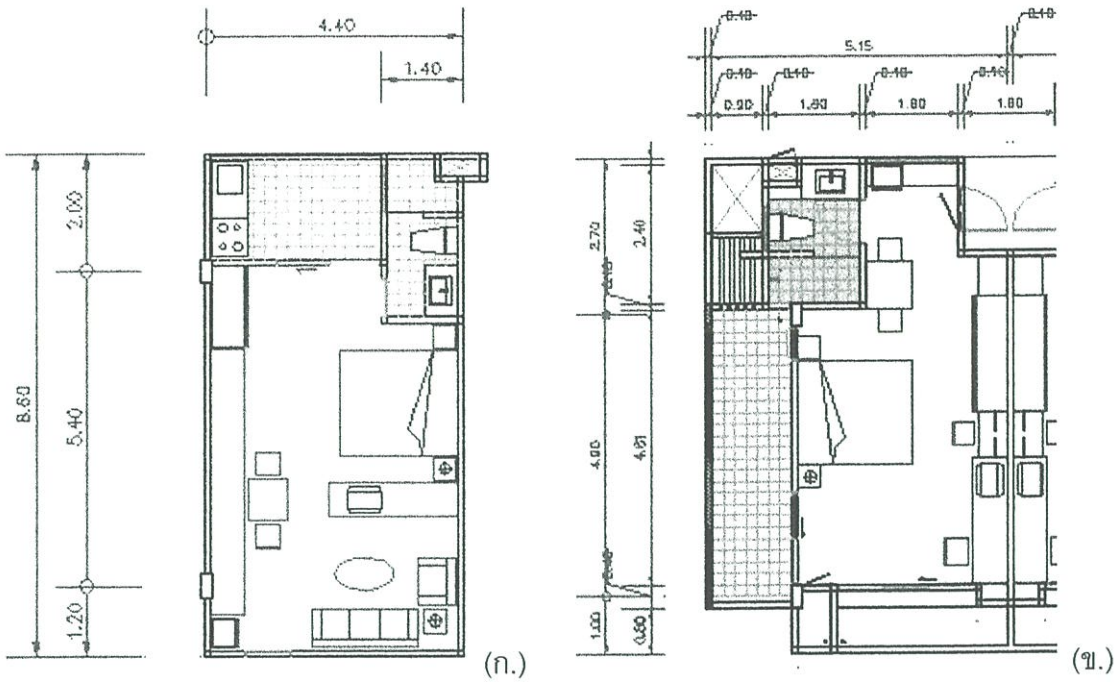
กรณีที่ 3 วางตำแหน่งห้องน้ำ-ส้วม ติดทางเดินกลาง มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในห้องพักทุกขนาด แต่ทั้งนี้ต้องระวังในเรื่องการระบายอากาศและแสงสว่างของห้องน้ำให้มาก

5.3.3 การเปรียบเทียบการใช้พื้นที่ของอาคารพักอาศัยทั่วไป กับอาคารเสนอแนะ

ในที่นี้ผู้วิจัยขอให้ความหมายของคำว่า แบบอาคาร ทั่วไป และแบบอาคารเสนอแนะ

แบบอาคารทั่วไป หมายถึง รูปแบบของอาคารพักอาศัยที่นิยมทำกันทั่วไป โดยผู้วิจัยอ้างอิงมาจาก วิทยานิพนธ์เรื่อง แนวทางการจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคารชุดพักอาศัยสำหรับผู้มีรายได้ปานกลาง ของ สมสกุล จีระศิลป์เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาสถาปัตยกรรมภายใน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541

แบบอาคารเสนอแนะ หมายถึง รูปแบบของอาคารพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบปรับปรุง เพื่อให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติ ประหยัดพลังงาน สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้ และสามารถนำไปก่อสร้าง หรือนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง



ภาพที่ 5.15 (ก.) แสดงขนาดการใช้พื้นที่ของ แบบทั่วไป
(ข.) แสดงขนาดการใช้พื้นที่ของ แบบเสนอ

แบบทั่วไป

มีการใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้าง.....40.....ตารางเมตร
 มีพื้นที่ใช้สอย.....35.....ตารางเมตร
 อัตราส่วน การใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้าง : การได้พื้นที่ใช้สอย $40 : 35 = 1.14 : 1$

แบบเสนอ

มีการใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้าง.....43.....ตารางเมตร
 มีพื้นที่ใช้สอย.....36.....ตารางเมตร
 อัตราส่วน การใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้าง : การได้พื้นที่ใช้สอย $43 : 36 = 1.19 : 1$

จากอัตราส่วน การใช้พื้นที่สำหรับการก่อสร้าง : การได้พื้นที่ใช้สอย ของแบบทั่วไป และ แบบเสนอ มีอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน จึงสามารถสรุปได้ว่าการออกแบบให้ระเบียบอยู่ด้านข้าง ห้องน้ำอยู่ด้านใน สามารถทำให้มีการใช้พื้นที่ดินที่คุ้มค่า ใกล้เคียงกับ แบบทั่วไป

5.4 วิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยของหน่วยพักอาศัย

5.4.1 การวิเคราะห์เวลากับกิจกรรมที่ใช้ในพื้นที่แต่ละส่วน

ตารางที่ 5.9 แสดงกิจกรรมบริเวณใช้สอยพื้นที่ในวันที่มีการทำงาน

| ช่วงเวลา | กิจกรรม | บริเวณใช้สอย |
|-------------|--------------------------|--------------------------------|
| 5.30-06.00 | ตื่นนอน อาบน้ำ-แต่งตัว | ส่วนนอน ห้องน้ำ-ส้วม |
| 06.00-06.30 | ปรุงอาหาร รับประทานอาหาร | ส่วนปรุงอาหาร - รับประทานอาหาร |
| 06.30-18.00 | ออกไปทำงาน | |
| 18.00-19.00 | กลับถึงบ้าน พักผ่อน | ส่วนเอนกประสงค์ |
| 19.00-20.00 | ปรุงอาหาร รับประทานอาหาร | ส่วนปรุงอาหาร - รับประทานอาหาร |
| 20.00-21.00 | พักผ่อน ดูทีวี อาบน้ำ | ส่วนเอนกประสงค์ ห้องน้ำ-ส้วม |
| 21.00-22.30 | นอน | ส่วนนอน |

ตารางที่ 5.10 แสดงกิจกรรมบริเวณใช้สอยพื้นที่ในวันหยุด

| ช่วงเวลา | กิจกรรม | บริเวณที่ใช้สอย |
|-------------|----------------------------|----------------------------------|
| 06.30-07.00 | ตื่นนอน อาบน้ำ แต่งตัว | ส่วนนอน ห้องน้ำ-ส้วม ส่วนแต่งตัว |
| 07.00-08.00 | ปรุงอาหาร รับประทานอาหาร | ส่วนปรุงอาหาร - รับประทานอาหาร |
| 08.00-09.00 | พักผ่อน ดูทีวี | ส่วนเอนกประสงค์ |
| 09.00-10.30 | ทำงานบ้าน | ระเบียง(บริเวณซักล้าง) |
| 10.30-11.30 | พักผ่อน | ส่วนเอนกประสงค์ |
| 11.30-12.30 | ปรุงอาหาร รับประทานอาหาร | ส่วนปรุงอาหาร - รับประทานอาหาร |
| 12.30-18.00 | พักผ่อน | ส่วนเอนกประสงค์ |
| 18.00-19.00 | ปรุงอาหาร รับประทานอาหาร | ส่วนปรุงอาหาร - รับประทานอาหาร |
| 19.00-20.00 | พักผ่อน อาบน้ำ | ส่วนเอนกประสงค์ ห้องน้ำ-ส้วม |
| 20.00-22.00 | พักผ่อน ดูทีวี อ่านหนังสือ | ส่วนเอนกประสงค์ ส่วนทำงาน |
| 22.00-6.30 | นอน | ส่วนนอน |

ตารางที่ 5.11 แสดงช่วงเวลาใน 1 วันของการใช้พื้นที่ส่วนต่าง ๆ

(ก.) วันที่ต้องไปทำงาน ประมาณ 5-6วัน/สัปดาห์

(ข.) วันหยุด ประมาณ 1-2วัน/สัปดาห์

| | ลักษณะพื้นที่ | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------|-----------|---------|--|
| | เวลา | ส่วนนอน | ห้องน้ำ | ส่วนแต่งตัว | ส่วนเอนกประสงค์ | ส่วนอาหาร | ระเบียง | |
| เวลาที่มีความร้อนแสงอาทิตย์ | 6:00-7:00 | | | | | | | |
| | 7:00-8:00 | | | | | | | |
| | 8:00-9:00 | | | | | | | |
| | 9:00-10:00 | | | | | | | |
| | 10:00-11:00 | | | | | | | |
| | 11:00-12:00 | | | | | | | |
| | 12:00-13:00 | | | | | | | |
| | 13:00-14:00 | | | | | | | |
| | 14:00-15:00 | | | | | | | |
| | 15:00-16:00 | | | | | | | |
| | 16:00-17:00 | | | | | | | |
| | 17:00-18:00 | | | | | | | |
| | เวลาที่ไม่มีความร้อนแสงอาทิตย์ | 18:00-19:00 | | | | | | |
| | | 19:00-20:00 | | | | | | |
| 20:00-21:00 | | | | | | | | |
| 21:00-22:00 | | | | | | | | |
| 22:00-23:00 | | | | | | | | |
| 23:00-24:00 | | | | | | | | |
| 24:00-1:00 | | | | | | | | |
| 1:00-2:00 | | | | | | | | |
| 2:00-3:00 | | | | | | | | |
| 3:00-4:00 | | | | | | | | |
| 4:00-5:00 | | | | | | | | |
| 5:00-6:00 | | | | | | | | |

| | ลักษณะพื้นที่ | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------|-----------|---------|--|
| | เวลา | ส่วนนอน | ห้องน้ำ | ส่วนแต่งตัว | ส่วนเอนกประสงค์ | ส่วนอาหาร | ระเบียง | |
| เวลาที่มีความร้อนแสงอาทิตย์ | 6:00-7:00 | | | | | | | |
| | 7:00-8:00 | | | | | | | |
| | 8:00-9:00 | | | | | | | |
| | 9:00-10:00 | | | | | | | |
| | 10:00-11:00 | | | | | | | |
| | 11:00-12:00 | | | | | | | |
| | 12:00-13:00 | | | | | | | |
| | 13:00-14:00 | | | | | | | |
| | 14:00-15:00 | | | | | | | |
| | 15:00-16:00 | | | | | | | |
| | 16:00-17:00 | | | | | | | |
| | 17:00-18:00 | | | | | | | |
| | เวลาที่ไม่มีความร้อนแสงอาทิตย์ | 18:00-19:00 | | | | | | |
| | | 19:00-20:00 | | | | | | |
| 20:00-21:00 | | | | | | | | |
| 21:00-22:00 | | | | | | | | |
| 22:00-23:00 | | | | | | | | |
| 23:00-24:00 | | | | | | | | |
| 24:00-1:00 | | | | | | | | |
| 1:00-2:00 | | | | | | | | |
| 2:00-3:00 | | | | | | | | |
| 3:00-4:00 | | | | | | | | |
| 4:00-5:00 | | | | | | | | |
| 5:00-6:00 | | | | | | | | |

จากตาราง 5.11 พบได้ว่าในวันที่มีการทำงาน ส่วนมากจะมีการใช้พื้นที่ส่วนนอนมากกว่าส่วนอื่น ๆ ซึ่งอยู่ในช่วงเวลากลางคืนคือเวลาที่ไม่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ ส่วนในวันหยุดจะมีการใช้พื้นที่ส่วนเอนกประสงค์มากอยู่ในช่วงเวลากลางวัน คือช่วงที่มีความร้อนจากแสงอาทิตย์ และใช้ส่วนนอนมากในตอนกลางคืน คือช่วงเวลาที่ไม่มีความร้อนจากแสงอาทิตย์ จากตารางที่ 5.11(ข) พบว่าในส่วนเอนกประสงค์จะมีช่วงเวลาพบค่า(18.00-22.00) เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีความร้อนจากแสงอาทิตย์ แต่จะเริ่มมีการแพร่รังสีความร้อนที่สะสมอยู่ในผนังตอนกลางวัน

ดังนั้นผนังเปลือกอาคารควรมีการต้านทานความร้อน(R-Value)สูง การส่งผ่านความร้อน(U-Value)น้อย และมีช่วงเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน(Time Lag) ที่เหมาะสม จากการสังเกตช่วงเวลาที่ผู้ใช้เลิกใช้พื้นที่ส่วนเอนกประสงค์ เปลี่ยนไปใช้พื้นที่ส่วนนอน มีช่วงเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง โดยนับตั้งแต่เวลาที่เริ่มไม่มีความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง ฉะนั้นผนังด้านเปลือกอาคารควรมีช่วงเวลาการหน่วงเหนี่ยวความร้อนไม่ต่ำกว่า 4 ชั่วโมง ตอนกลางวันต้องการให้ผนังต้านทานความร้อนไม่ให้เข้าสู่ภายในอีกทั้งตอนกลางคืนไม่ต้องการความร้อนนั้นด้วย ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุด คือการระบายอากาศที่ดีในเวลากลางคืนเพื่อเอาความเย็นจากภายนอกเข้าสู่ภายในและเอาความร้อนออกไปสู่ภายนอกทั้งหมด

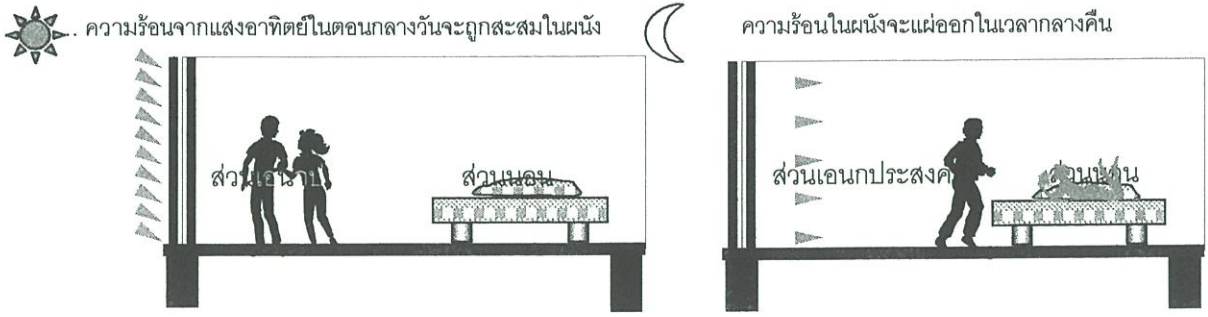
5.4.2 วิเคราะห์พื้นที่และองค์ประกอบหน่วยพักอาศัยเพื่อตอบสนองพฤติกรรมผู้ใช้

การวิเคราะห์พื้นที่ในหัวข้อนี้ นอกจากเป็นการวิเคราะห์เพื่อส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ(Natural Ventilation)เพื่อทำให้สภาพภูมิอากาศภายในอาคารดีขึ้น และการประหยัดพลังงานแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการนำไปปฏิบัติใช้ในโครงการจริงให้มากที่สุด และสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้อาคารของผู้อยู่อาศัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ขอกล่าวอ้างอิงผลการวิจัยของ สมสกุล จีระศิลป์ ที่เป็นการสำรวจโดยการทำแบบสอบถามที่กล่าวสรุปไว้ในบทที่ 2 โดยแบ่งหัวข้อการวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยเป็นส่วน ดังนี้

- ส่วนนอน
- ส่วนเอนกประสงค์
- ห้องน้ำ-ส้วม
- ส่วนแต่งตัว
- ส่วนปรุงและรับประทานอาหาร
- ระเบียงภายนอกอาคาร

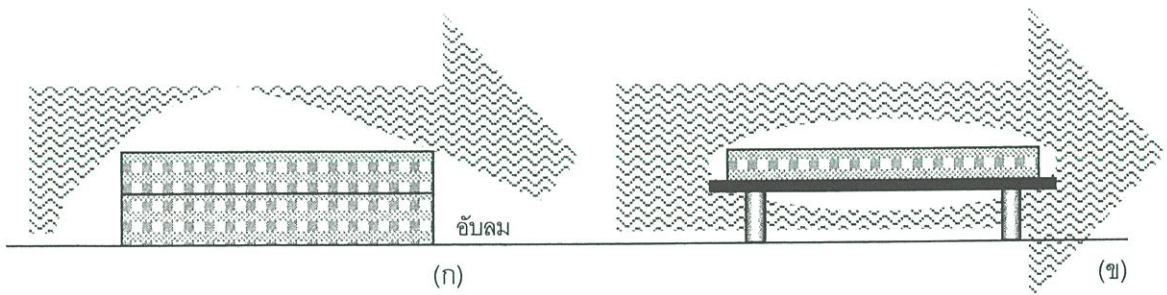
ส่วนนอน

เป็นส่วนที่เจ้าของบ้านใช้นอนหลับ พักผ่อนส่วนตัว ผู้ใช้บางคนใช้บริเวณนี้ทำกิจกรรมอื่น ๆ นอกจากการนอน พักผ่อน เช่น อ่านหนังสือ นอนดูโทรทัศน์ นอกเหนือพื้นที่ทำกิจกรรมแล้วยังต้องมีพื้นที่ทางสัญจรเพื่อการติดต่อกับบริเวณพื้นที่อื่นให้เหมาะสม ประสานกับการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ที่จำเป็นต่อกิจกรรมของผู้ใช้ (จากผลการสำรวจของผู้อยู่อาศัยจึงพบว่ามักจะวางส่วนนอนไว้บริเวณตอนในใกล้ระเบียงและห้องน้ำ 60.50%) การวางตำแหน่งและทิศทางของส่วนนอนโดยทั่วไปแล้วช่วงเวลาที่ใช้นอนหลับพักผ่อนจะอยู่ในเวลากลางคืน บริเวณที่ใช้เป็นส่วนนอนควรอยู่ในส่วนที่ห่างจากผนังเปลือกนอกอาคารที่ได้รับความร้อนจากแสงแดดโดยตรงเพื่อหลีกเลี่ยงการถ่ายเทความร้อนที่สะสมในช่วงเวลากลางวันจากผนังเปลือกอาคารสู่ภายในช่วงเวลากลางคืน ส่วนนอนควรมีการระบายอากาศที่ดีและได้รับแสงสว่างในช่วงเวลากลางวัน ไม่ควรอยู่ในจุดอับลม ทึบแสง และไม่ควรถังในตำแหน่งที่ใกล้ห้องน้ำ เนื่องจากความชื้นและกลิ่นจากห้องน้ำอาจส่งผลให้มีปัญหาเรื่องความสบายและมีผลต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารด้วย



ภาพที่ 5.16 แสดงถึงพื้นที่ส่วนนอนควรอยู่ห่างจากผนังเปลือกนอกอาคารที่ได้รับความร้อนจากแสงแดดโดยตรง เพื่อหลีกเลี่ยงการถ่ายเทความร้อนที่สะสมในช่วงเวลากลางวันจากผนังเปลือกอาคารสู่ภายในช่วงเวลากลางคืน

การออกแบบและเลือกรูปแบบเครื่องเรือนที่ดีสามารถเป็นส่วนช่วยในการสนับสนุนในด้านการประหยัดพลังงานได้ไม่มากนักน้อย เครื่องเรือนในส่วนนอน ประกอบด้วย เตียงและโต๊ะหัวเตียงไม่ควรทำเป็นลักษณะที่บตันควรมีลักษณะโปร่ง อาจทำเป็นลักษณะแบบขาตั้ง เพื่อให้เกิดการไหลเวียนของอากาศได้ทั่วห้อง แม้แต่การใช้วัสดุตกแต่งภายใน ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ เช่นคุณสมบัติในการสะสมความร้อนและความชื้นของผ้าก็มีผลต่อภาวะในการปรับอากาศ ในช่วงที่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศ¹ ซึ่งควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

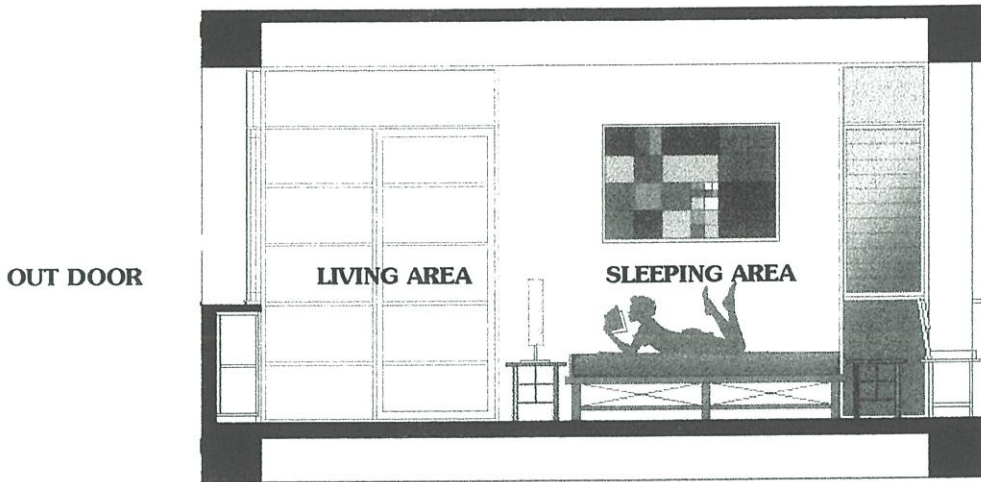


ภาพที่ 5.17 รูปแบบของเครื่องเรือนมีผลต่อการไหลเวียนของอากาศภายในห้อง

(ก.) เตียงที่มีลักษณะที่บตันจะทำให้เกิดบริเวณอับลม

(ข.) เตียงที่มีลักษณะโปร่งส่งเสริมให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศได้ดีขึ้น

¹ วีรศักดิ์ ศิลศิลป์ชัย, "ผลกระทบของวัสดุตกแต่งภายในต่อการสะสมความร้อนและความชื้นภายในอาคาร."



ภาพที่ 5.18 รูปตัดของแบบเสนอ แสดงการออกแบบตำแหน่งส่วนนอน ที่วางห่างจากด้านเปลือกอาคาร และรูปแบบเครื่องเรือนบริเวณส่วนนอนที่โปร่งเพื่อให้ลมพัดผ่านได้สะดวก

ส่วนเอนกประสงค์ (ส่วนรับแขก-พักผ่อน)

ส่วนเอนกประสงค์เป็นส่วนที่มีการใช้งานที่หลากหลายกิจกรรมในพื้นที่เดียวกัน (จากผลการสำรวจของผู้อยู่อาศัยจริงพบว่ามักจะวางส่วนรับแขก-พักผ่อนไว้บริเวณทางเข้าห้อง 63.41%) แม้ว่าบริเวณทางเข้าห้องจะมีส่วนต่อเนื่องต่อผู้มาเยือน แต่ในความเป็นจริงแล้วเป็นพื้นที่ที่มีแสงสว่าง การระบายอากาศ และมุมมองที่ไม่ดี ซึ่งในการใช้งานมักอยู่ในช่วงเวลาประมาณเวลา 10.30 - 22.00 น.(ดูตาราง 5.11(ข)) ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลากลางวัน ดังนั้นตำแหน่งที่ตั้งของบริเวณนี้ควรอยู่ติดกับเปลือกอาคารเป็นบริเวณที่สามารถมองเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ดีเหมาะกับการพักผ่อน มีแสงสว่างพอเพียงต่อกิจกรรมที่หลากหลาย และมีการระบายอากาศที่ดี แต่จะต้องมีการป้องกันการส่งผ่านความร้อนจากสภาพแวดล้อมเข้าสู่ภายในอาคาร เช่นการใช้แผงกันแดด ไม่ให้แสงแดดเข้าสู่ในอาคารโดยตรง ผนังด้านนอกอาคารควรป้องกันไม่ให้แสงกระทบโดยตรง อาจใช้ต้นไม้ในการเสริมสร้างความร่มรื่นและช่วยในการเพิ่มความเย็นให้กับลมเข้าภายในอาคาร ใช้วัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อน(R-value)มาก ค่าการส่งผ่านความร้อน(U-value)น้อย ช่วงเวลาในการหน่วงความร้อน (time lag)ที่เหมาะสม(ดูรายละเอียด 5.4.1) และออกแบบให้มีการระบายอากาศโดยธรรมชาติที่ดี

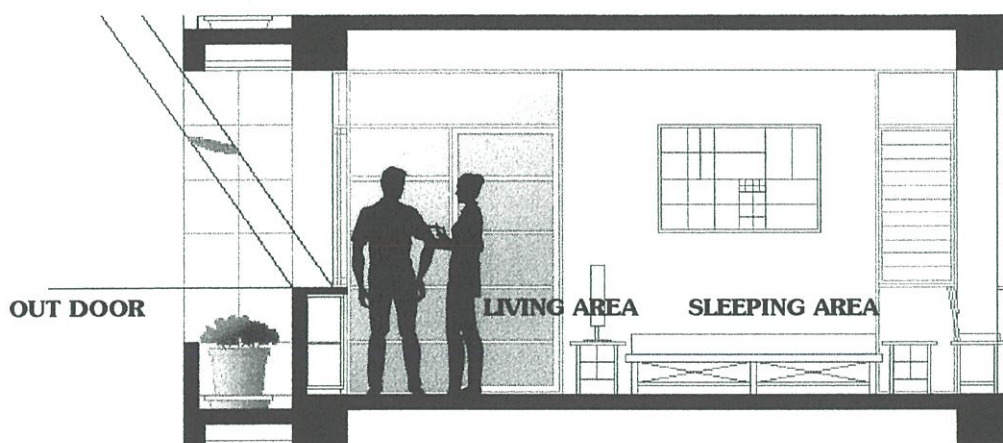
ป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าโดยตรง

แต่ต้องให้แสงสว่างเข้าสู่ภายในห้องอย่างพอเหมาะ



ภาพที่ 5.19 แสดงถึงแนวความคิดในการออกแบบสวนเอนกประสงค์ควรอยู่บริเวณใกล้เปลือกอาคารเพื่อมุมมอง แสงสว่าง และการระบายอากาศที่ดี

SOUTH 22 DEC. (11:00 AM)

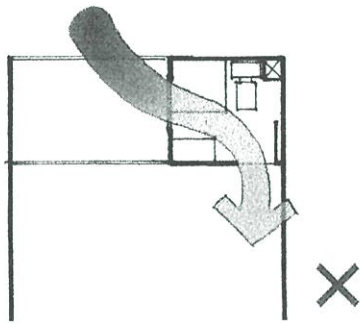


ภาพที่ 5.20 รูปตัดของแบบเสนอ แสดงการออกแบบสวนเอนกประสงค์ที่อยู่ใกล้เปลือกอาคารเพื่อมุมมอง แสงสว่าง และการระบายอากาศที่ดี

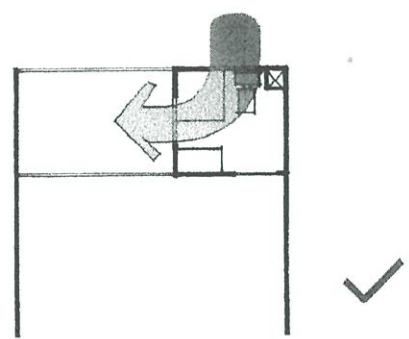
ห้องน้ำ-ส้วม

เป็นห้องที่ไม่สามารถกำหนดเวลาในการทำงานได้ ภายในห้องน้ำ-ส้วม มักจะเปียกชื้นมาก ถ้าปล่อยให้ความชื้นเข้ามาสู่ภายในห้องพักได้มากก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดสภาวะไม่สบายขึ้นได้ ควรออกแบบให้มีแสงเข้าเพียงพอที่จะทำให้หน้าระเหย และแห้งเร็ว และควรมีการระบายอากาศที่ดีเพื่อกำจัดกลิ่นเหม็น แต่ควรระวังไม่ให้พัดกลืนไม่พึงประสงค์เข้ามาสู่ภายในห้องพักได้ โดยมากมักจะออกแบบช่องเปิดที่ด้านบนของผนัง บางอาคารก็มีช่องเปิดขนาดเล็กมากจนแสงสว่างเข้าได้น้อยเกินไป และมักจะใช้ประตูบานเกล็ดเพื่อให้เกิดการระบายอากาศจากหน้าต่างประตู (ภาพ 5.20ก) ซึ่งเป็นวิธีที่จะทำให้เกิด

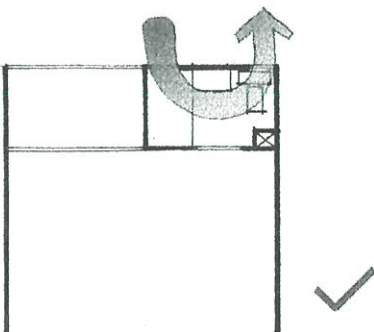
การนำความชื้นและกลิ่นเหม็นเข้าสู่ภายในห้องพักได้ ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่าไม่ควรใช้ประตูบานเกล็ดสำหรับห้องน้ำที่อยู่ภายในห้องพัก (ภาพ5.20ก) อาจป้องกันความชื้นเข้าสู่ห้องโดยออกแบบให้มีช่องเปิดที่ผนัง 2 ด้านในกรณีที่มีผนังห้องน้ำมีส่วนชิดกับด้านนอกห้อง2ด้าน(ภาพ5.20ข) แต่ถ้าห้องน้ำมีผนังชิดกับด้านนอกอาคารเพียงด้านเดียวอาจใช้วิธีการเจาะหน้าต่าง 2 บานที่ปลายของผนังทั้งสองด้านเพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ(ดูรายละเอียด 2.3.2)(ภาพ5.20ค.) หรืออาจเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว และทำช่องท่อระบายอากาศ(Stack effect)โดยการติดตั้งลมดูดอากาศที่ช่องระบายอากาศเพื่อให้เกิดการระบายอากาศภายในห้องน้ำ(ภาพ5.20ง) การออกแบบให้ช่องเปิดมีขนาดใหญ่เพื่อให้แสงสว่างส่องเข้าได้มาก อาจทำโดยการแบ่งกระจกเป็น 2 ส่วน โดยให้ตอนบนเป็นกระจกใส และตอนล่างเป็นกระจกฝ้าเพื่อเพิ่มความสว่างให้กับห้องน้ำ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงมุมมองจากภายนอกห้องน้ำไม่ให้เห็นสามารถมองเข้ามาภายในได้เพื่อคงความเป็นส่วนตัวในการใช้งาน



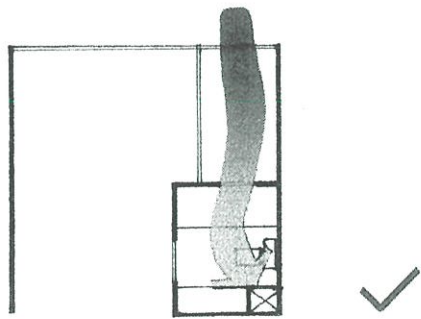
(ก) มักจะใช้ประตูบานเกล็ดเพื่อให้เกิดการระบายอากาศจากหน้าต่างสู่ประตูซึ่งเป็นการนำความชื้นเข้าสู่ภายในห้อง



(ข) ให้มีช่องเปิดที่ผนัง 2 ด้าน ในกรณีที่ผนังห้องน้ำมีส่วนชิดกับด้านนอกห้อง2ด้าน

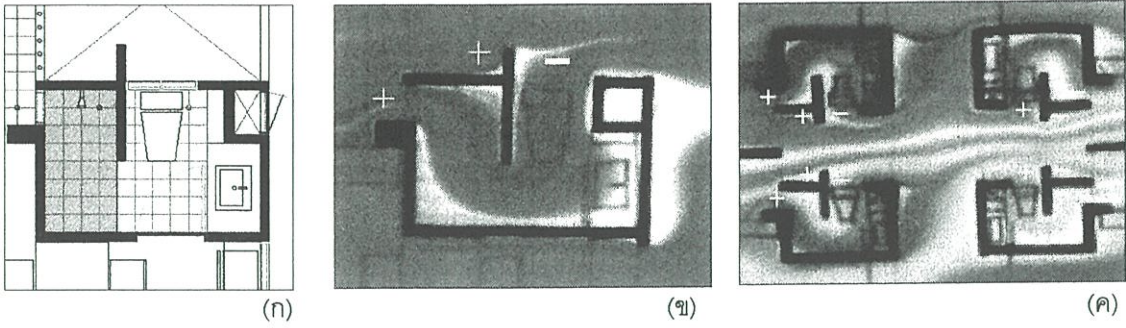


(ค) ถ้าห้องน้ำมีผนังชิดกับด้านนอกอาคารเพียงด้านเดียวอาจใช้วิธีการเจาะหน้าต่าง 2 บานที่ปลายของผนังทั้งสองด้านเพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ

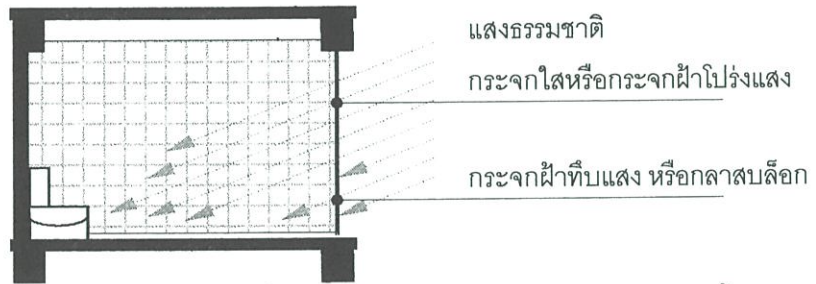


(ง) อาจเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว และทำช่องท่อระบายอากาศ(Stack effect)โดยการติดตั้งลมดูดอากาศที่ช่องระบายอากาศเพื่อให้เกิดการระบายอากาศภายในห้องน้ำ

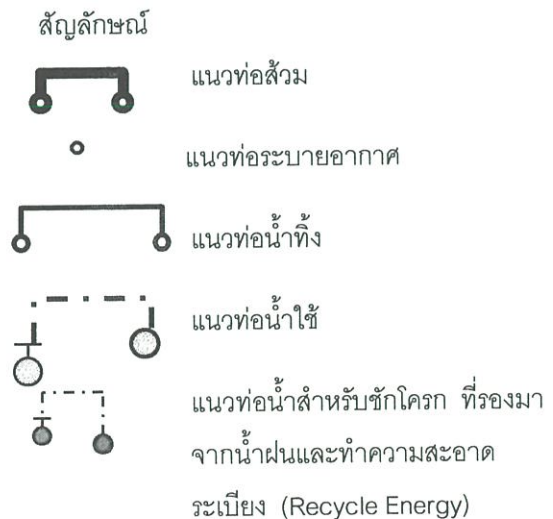
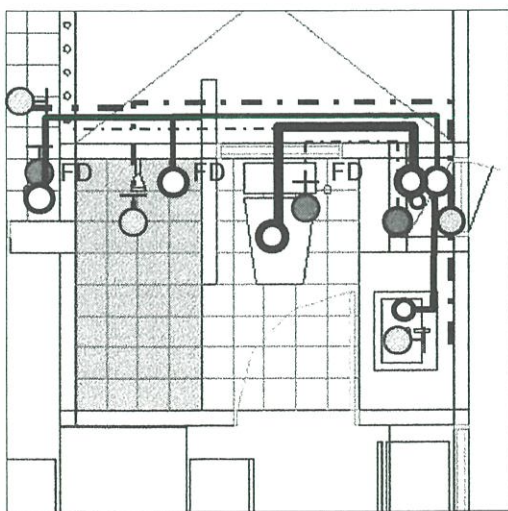
ภาพที่ 5.21 แสดงการเจาะช่องเปิดห้องน้ำในแบบต่างๆ เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องความชื้นจากห้องน้ำเข้าสู่ภายในห้องพัก



ภาพที่ 5.22 (ก) แปลนห้องน้ำ-ส้วม ของแบบเสนอ แสดงแบบการเจาะช่องเปิดของห้องน้ำ ที่ผนังสองด้าน และการใช้ครีบบังช่องลมออก เพื่อสร้างความความกดอากาศที่แตกต่าง ระหว่างช่องลมเข้า และช่องลมออก
(ข)-(ค) แสดงการทดลองให้เห็นรูปแบบการเคลื่อนที่ของลมบริเวณห้องน้ำ และแสดงตำแหน่งความกดอากาศสูง และความกดอากาศต่ำบริเวณต่างๆ



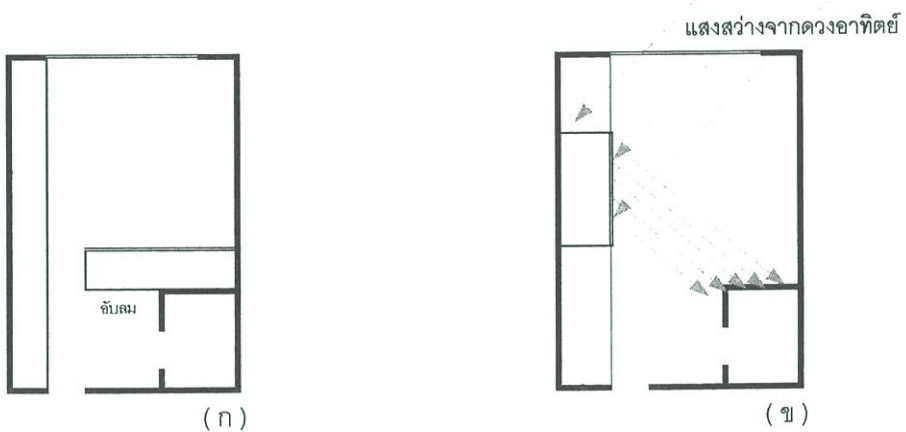
ภาพที่ 5.23 การเจาะช่องเปิดขนาดใหญ่ของห้องน้ำ เพื่อให้แสงสว่างจากธรรมชาติทำให้น้ำระเหยและแห้งเร็ว



ภาพที่ 5.24 ผังแสดงการเดินท่อประปาบริเวณห้องน้ำและระเบียบยงของแบบเสนอ จะเห็นได้ว่าการจัดวางตำแหน่งสุขภัณฑ์ ให้อยู่ในแนวเดียวกันจะทำให้การก่อสร้างงานระบบง่ายขึ้น อีกทั้งยังเป็นการช่วยประหยัดวัสดุในการก่อสร้าง

ส่วนแต่งตัว

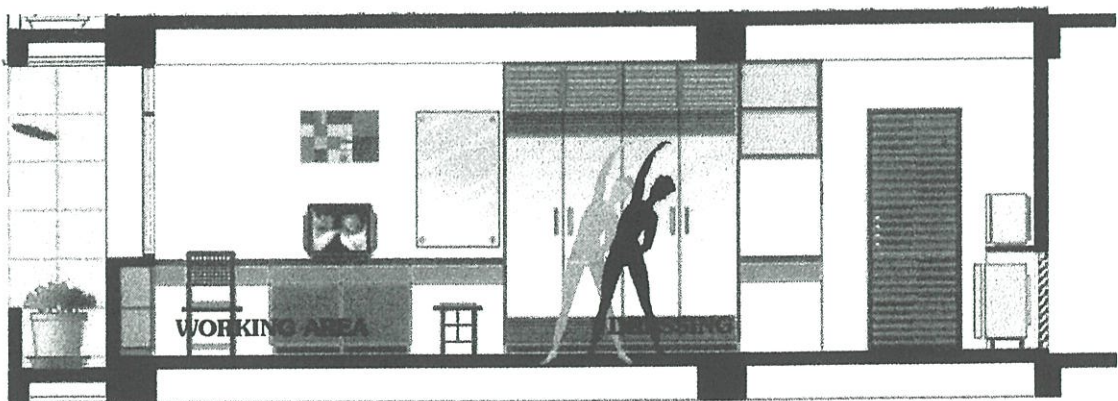
ควรอยู่ต่อเนื่องกับทางเข้า-ออก ของห้องน้ำ-ส้วม ซึ่งส่วนแต่งตัวนี้อาจจะอยู่ในส่วนนอน หรือเชื่อมต่อระหว่างห้องน้ำกับส่วนนอนเพื่อความต่อเนื่องในการใช้งาน และสะดวกในการควบคุม ความสะอาดเรียบร้อย การวางตำแหน่งตู้เสื้อผ้า และโต๊ะเครื่องแป้งไม่ควรวางขวางทิศทางลม แก้อั้วสำหรับโต๊ะเครื่องแป้งควรออกแบบให้มีลักษณะโปร่งเพื่อให้เกิดการทะลุผ่านของลมได้ ไม่ควร ทำเป็นกล่องทึบตัน ตู้เสื้อผ้าอาจทำเป็นลักษณะบานเลื่อนหรือบานเปิดกระจกเงาเพื่อช่วยในการ สะท้อนแสงทำให้ภายในห้องสว่าง และดูกว้างขวางขึ้น หรือ อาจทำเป็นลักษณะบานเกล็ดเพื่อให้เกิดการไหลเวียนของอากาศและลดปัญหาเรื่องความอับชื้นภายในตู้เสื้อผ้า แต่ในกรณีห้องที่มีการ ใช้เครื่องปรับอากาศไม่ควรทำตู้เก็บเสื้อผ้าเป็นลักษณะบานเกล็ด เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการรีดความชื้นจากเสื้อผ้าที่อยู่ภายในตู้



ภาพที่ 5.25 การจัดวางเครื่องเรือนส่วนแต่งตัว

(ก.) การวางตำแหน่งตู้เสื้อผ้าที่ผิดทำให้เกิดการวางขวางทิศทางลม

(ข.) บานเปิดตู้เป็นกระจกเงาจะช่วยสะท้อนแสง และบานเกล็ดช่วยในการระบายอากาศ



ภาพที่ 5.26 รูปตัดแบบเสนอ แสดงการจัดพื้นที่ส่วนแต่งตัว และรูปแบบเครื่องเรือนส่วนแต่งตัว

ส่วนปรุง และรับประทานอาหาร

จากผลการสำรวจของผู้อยู่อาศัยจริงพบว่า ผู้ใช้อาคารไม่ได้ปรุงอาหารเข้าไปทานที่ทำงาน 51.25% อาหารเย็นมักจะซื้อมารับประทานที่บ้าน 48.91% ความถี่ในการปรุงอาหาร นานๆ ครั้ง 44% ประเภทอาหารที่นิยมปรุงคืออาหารไทยรสไม่จัด-แกงจืด(ทำง่าย) 55.44%

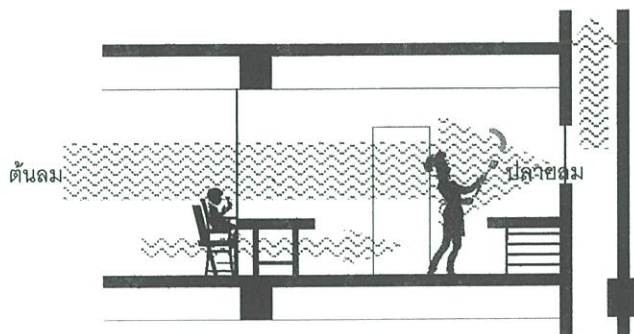
จากข้อมูลที่กล่าวมาสามารถกล่าวได้ว่า พื้นที่ใช้สอยส่วนประกอบอาหารจะมีขนาดเล็กปรุงอาหารง่าย ๆ ที่ไม่มีความยุ่งยากมากนัก เนื่องจากลักษณะการดำเนินชีวิตประจำวันที่จะไม่มีเวลาในการทำครัว และพื้นที่ของห้องชุดที่มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะทำครัวตามปกติ โดยเฉพาะลักษณะทางกายภาพของห้องที่ใช้ที่วางรวมกันอาจทำให้เกิดปัญหาเรื่องความสะอาดและกลิ่น ดังนั้นตำแหน่งของส่วนปรุงอาหารควรอยู่บริเวณท้ายลมที่มีการระบายอากาศได้หรือระบายอากาศออกทางช่องทางที่กำหนดให้โดยไม่เกิดปัญหารบกวนส่วนอื่นๆ พื้นที่บริเวณนี้ต้องเป็นที่ตั้งของเครื่องไฟฟ้าหลายชนิด เช่น ตู้เย็น กาดม้มน้ำร้อน ไมโครเวฟ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความร้อนเพิ่มมากขึ้นภายในห้อง ในช่วงที่ต้องมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ (จากรายงานการวิจัยสำรวจผู้ใช้อาคารจริงพบว่าผู้ใช้อาคารมักตั้งตู้เย็นไว้ชิดผนังด้านใดด้านหนึ่งบริเวณกลางผนัง)(ห้องที่มีการใช้กาดม้มน้ำร้อน และชงกาแฟ จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 7.46 % เมื่อเปรียบเทียบกับห้องที่ไม่มีกาดม้มน้ำร้อน และการชงกาแฟ)² จากรายงานการวิจัยทั้งสองนี้อาจกล่าวสรุปได้ว่า ตำแหน่งในการวางเครื่องไฟฟ้าที่จำเป็นเหล่านี้มีส่วนช่วยในการประหยัดพลังงานได้โดยไม่ต้องลงทุนเพิ่มเติม แต่เนื่องจากห้องพักอาศัยมีพื้นที่จำกัด อาจจำเป็นต้องตั้งเครื่องเหล่านี้ไว้ภายในห้อง อาจแก้ปัญหาโดยการตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าไว้ตรงบริเวณช่องทางลมออก ถ้าบริเวณนั้นไม่มีช่องทางลมออกอาจใช้วิธีการวางตำแหน่งตู้เย็นไว้ชิดผนังด้านทางเดินกลางเพื่อให้ความร้อนที่ด้านหลังตู้เย็นกระจายความร้อนสู่ผนังชิดทางเดิน และแพร่ความร้อนออกไปจากห้อง หรือใช้วิธีการดูดความร้อนและความชื้นโดยพัดลมดูดอากาศ ซึ่งการติดตั้งพัดลมดูดอากาศนี้ยังมีส่วนช่วยในการไหลเวียนของอากาศภายในห้อง แต่ต้องใช้ในการเปิดพัดลมดูดอากาศในกรณีที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ (การเปิดพัดลมดูดอากาศตลอดเวลาพร้อมกับการเปิดเครื่องปรับอากาศ จะทำให้เป็นการสิ้นเปลืองปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นถึง 39.0%)³ แสดงว่าความนิยมของผู้ใช้อาคารที่ตั้งตู้เย็นไว้ชิดผนังกลางห้องเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง

การเลือกเฟอร์นิเจอร์ในส่วนรับประทานอาหาร ควรเลือกให้เหมาะสมกับขนาดและการใช้งานของห้อง คือ ต้องมีขนาดไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป เคลื่อนย้ายหรือเก็บได้ในกรณีที่ต้องการใช้พื้นที่

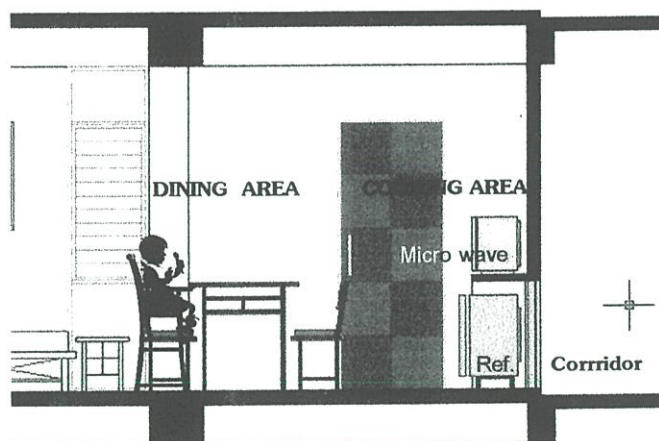
² กรุง กุลชาติ , สารศาสตร์สถาปัตย์ วารสารวิชาการ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฉบับที่2 2542, การวิจัยเรื่อง พฤติกรรมการใช้อาคารที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 2541 กรณีศึกษา อาคารบรมราชกุมารี, หน้า146

³ เรื่องเดียวกัน

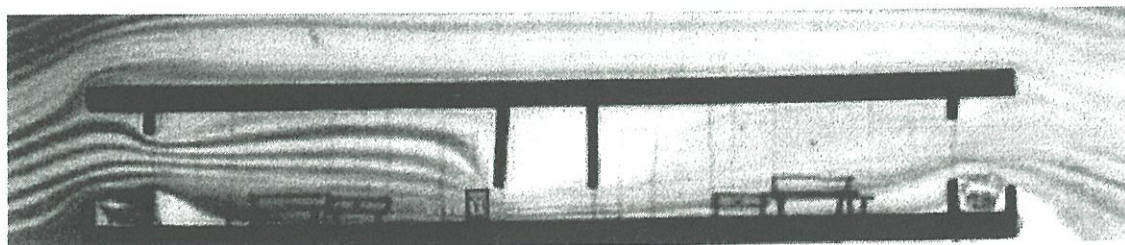
ที่บริเวณนั้น แต่ต้องมีความแข็งแรงเพราะบางครั้งอาจใช้เป็นที่ทำกับข้าวได้ง่ายๆได้ รูปแบบของโต๊ะ และเก้าอี้ควรมีลักษณะที่โปร่ง สามารถให้ลมเครื่องไหวผ่านได้สะดวก การวางตำแหน่งของส่วนรับประทานอาหารที่มีช่วงเวลาในการใช้สอยแตกต่างกันควรอยู่บริเวณที่มีลมพัดถ่ายเทได้ดี สะดวกต่อการหยิบใช้อุปกรณ์ประกอบการรับประทานอาหาร และมีแสงสว่างที่ใช้ควรจะนวลตาและสามารถมองเห็นได้ชัดเจน



ภาพที่ 5.27 แสดงพื้นที่ส่วนปรุงอาหารควรอยู่ปลายลมเพื่อให้พัดกลิ่น และความร้อนออกจากห้อง และโต๊ะอาหารควรมีรูปแบบที่โปร่งเพื่อให้ลมพัดผ่านได้สะดวก อาจมีลักษณะที่พับเก็บได้เพื่อประโยชน์ในการใช้พื้นที่ที่หลากหลาย



ภาพที่ 5.28 รูปตัดแสดงการออกแบบตำแหน่งส่วนครัว และ ส่วนรับประทานอาหารของแบบเสนอ เพื่อให้ระบายกลิ่น และความร้อนต่างๆจากเครื่องครัวออกภายนอกห้อง และเครื่องเรือนในบริเวณนี้ก็ควรมีลักษณะโปร่ง เพื่อให้อากาศพัดผ่านผู้ใช้ได้ง่าย

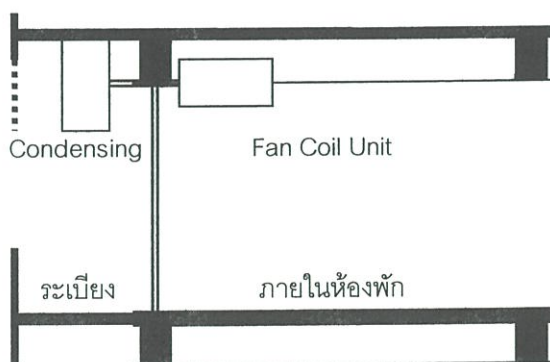


ภาพที่ 5.29 แสดงการทดลองแนวการเคลื่อนที่ของลมที่พัดผ่าน บริเวณปรุงและรับประทานอาหาร

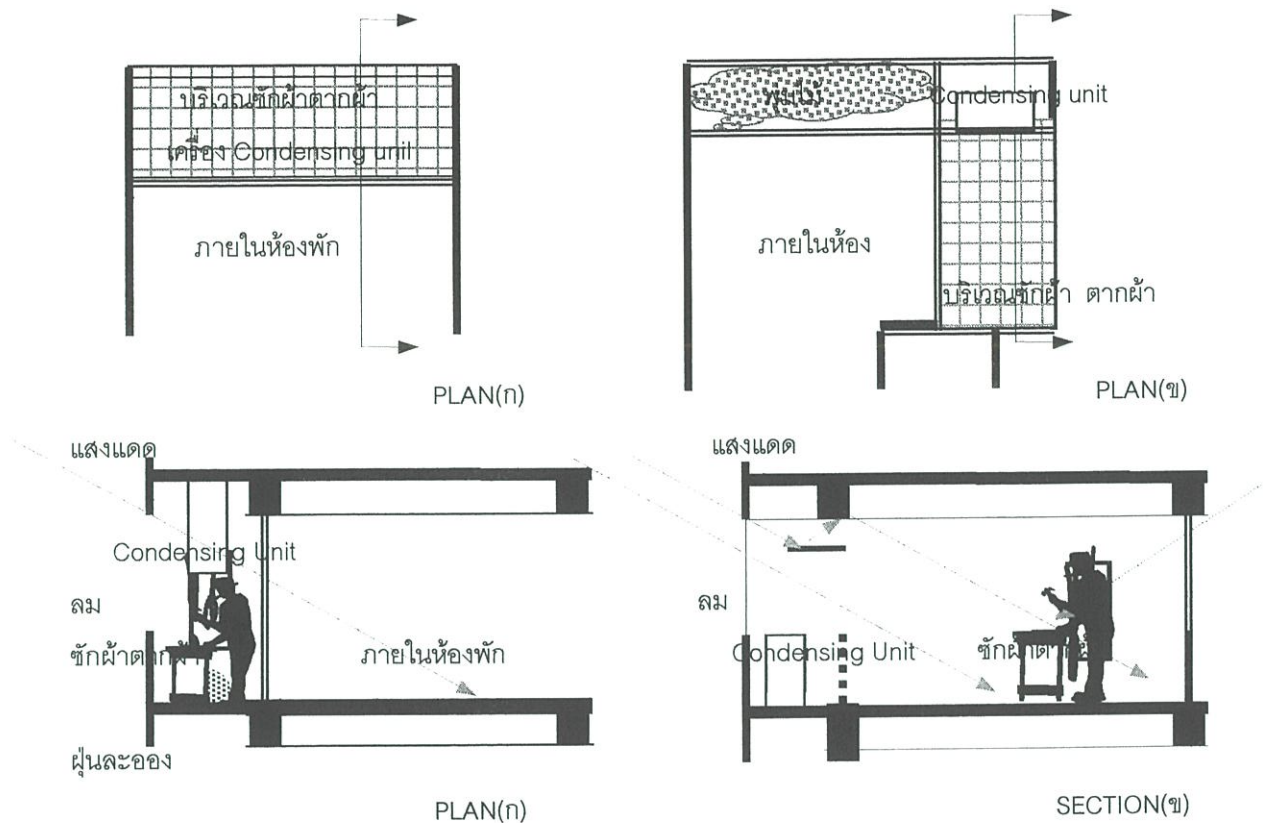
ระเบียงภายนอกอาคาร

จากผลการสำรวจของผู้อยู่อาศัยจริงพบว่า มักมีการซักกรีดเสื้อผ้าเอง 61.27 % และมัก รวมกันซักกรีดในวันหยุด 53.85% และพื้นที่ซักกรีดมักเป็นบริเวณห้องน้ำและพื้นที่ใกล้เคียง 61.40% บริเวณระเบียง 29.82% สาเหตุที่มีการซักบริเวณระเบียงน้อยเนื่องจากว่าระเบียงมักมีขนาดเล็กไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีความคิดเห็นว่ระเบียงเล็กและคับแคบ 59.02% ในกรณีห้องที่มีเครื่องซักผ้ามักตั้งไว้บริเวณระเบียง 50% ห้องน้ำ 28% พื้นที่สำหรับรีดผ้ามักเป็นบริเวณส่วนรับแขก-นั่งเล่น 51%

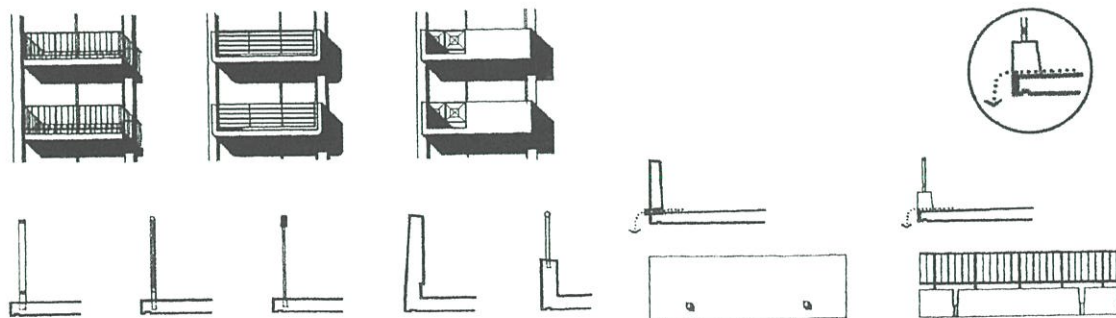
หน้าที่ใช้สอยของระเบียงนั้นนอกจากจะใช้พักชมทัศนียภาพแล้วยังต้องใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ เช่น ซักล้างหรือเป็นส่วนที่ยื่นกันแดด-ฝน และมักเป็นตำแหน่งสำหรับวาง Condensing Unit ซึ่งจะมีการระบายความร้อนออกจากเครื่อง Condensing Unit ฉะนั้นในการออกแบบควรคำนึงถึงตำแหน่งในการวางเครื่อง Condensing Unit ให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดการพัดพาความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยทั่วไปมักจะห้อยไว้บนฝ้าของระเบียง ซึ่งทำให้ภาพลักษณ์ของอาคารเสีย หรือวางบนพื้นระเบียงซึ่งทำให้พื้นที่ใช้สอยของระเบียงไม่เพียงพอ เนื่องจากหน้าที่ใช้สอยของระเบียงค่อนข้างหลากหลายไม่สามารถกำหนดให้ชัดเจนเหมือนกับองค์ประกอบส่วนอื่นๆ เช่น ในบริเวณระเบียง มักจะมีการตากผ้าซึ่งทำให้ภาพลักษณ์ของอาคารดูไม่สวยงาม ฉะนั้นในการออกแบบจึงควรจัดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงเรื่องแสงแดดและลมที่ช่วยในการทำให้ผ้าแห้งและปลอดเชื้อได้ดี ส่วนซักผ้าควรอยู่ในที่ร่มและมีการถ่ายเทอากาศได้ดี ส่วนระยะยื่นของกันสาดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมต้องพิจารณาร่วมกันระหว่างเปลือกอาคารเช่น ช่องเปิด โครงสร้าง รูปทรงและทางโคจรของดวงอาทิตย์เพื่อการป้องกันแสงแดดเข้าสู่อาคารโดยตรงซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์ต่อไป



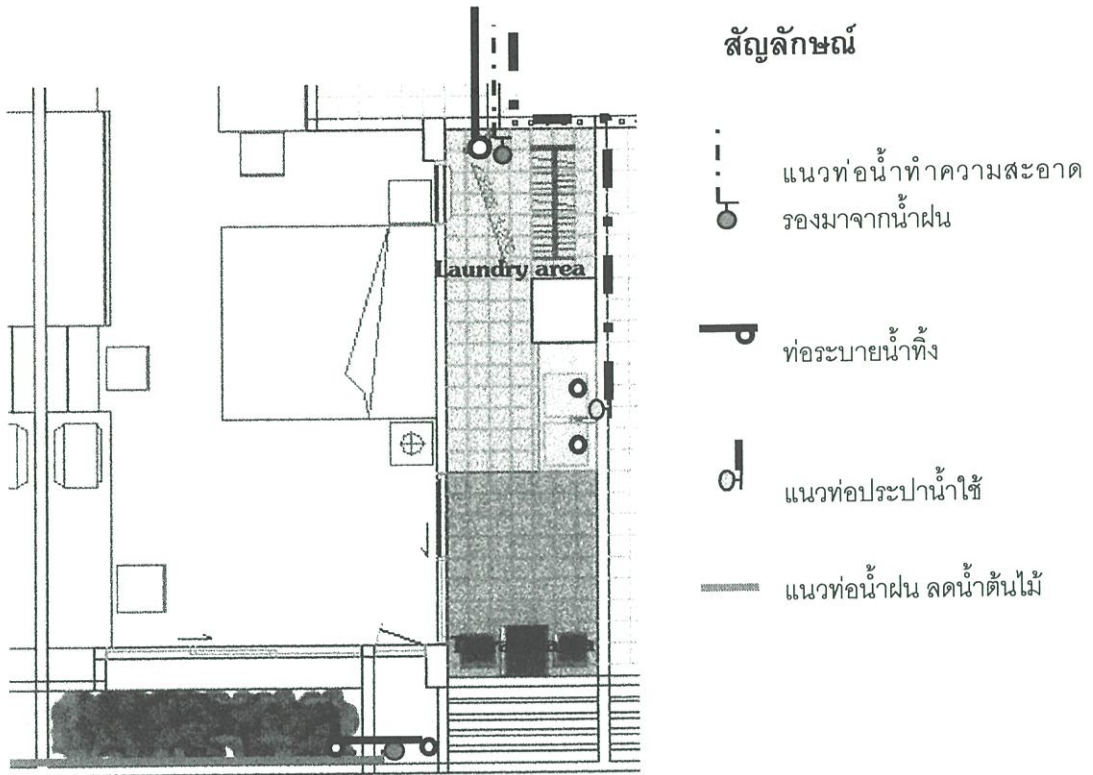
ภาพที่ 5.30 บางอาคารมักแขวน Condensing Unit บริเวณฝ้าตรงระเบียง ทำให้มีการเดินท่อสั้น ทำให้ระบบสามารถทำงานได้ดี แต่มักทำให้เกิดภาพลักษณ์ที่ไม่สวยงาม ควรออกแบบป้องกันทางด้านมุมมองจากภายนอกอาคารและต้องระวังเรื่องการบังแสงจากธรรมชาติเข้าสู่อาคาร และการพัดพาความร้อนจากเครื่องเข้าสู่อาคาร



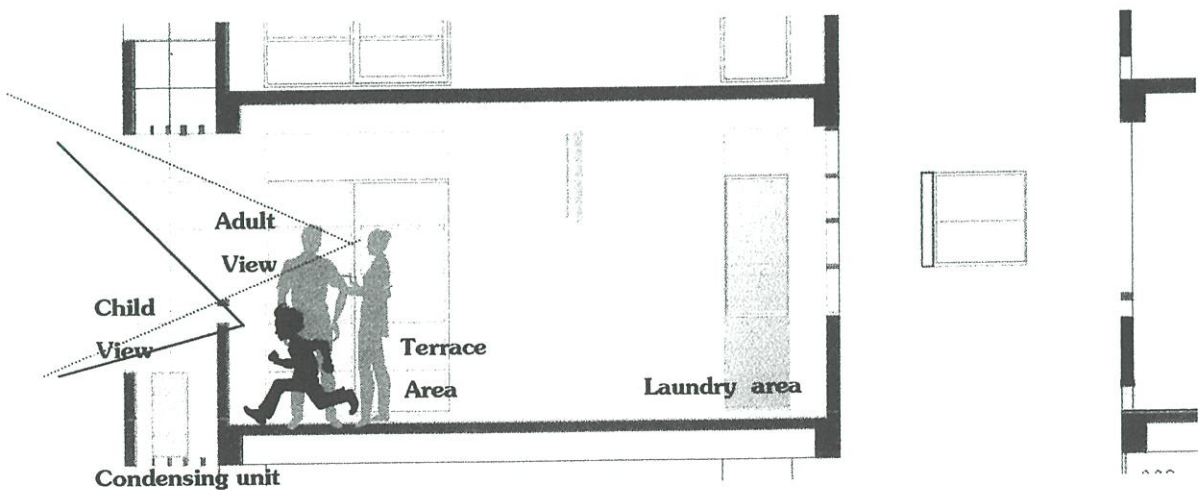
ภาพที่ 5.31 (ก.) แสดงการออกแบบระเบียงอาคารพักอาศัยทั่วไปมักเป็นบริเวณที่แขวนเสื้อผ้า และติดตั้ง Condensing Unit ทำให้เกิดการบังแสงเข้าสู่อาคาร และภาพลักษณะที่ไม่สวยงาม (ข.) แบบระเบียงที่ได้รับการออกแบบแก้ไขขั้นต้น



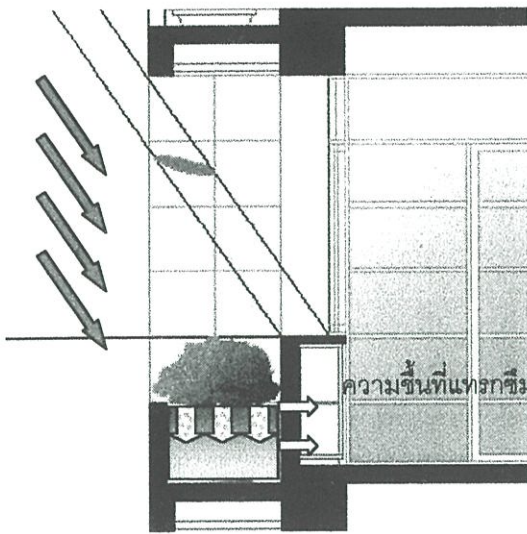
ภาพที่ 5.32 ราวระเบียงในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย ควรมีลักษณะโปร่ง เพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านได้ดี และควรหลีกเลี่ยงรูปแบบที่เด็กสามารถปีนป่ายได้ง่าย และในการก่อสร้างควรมีการทำท่อระบายน้ำบริเวณระเบียงให้เพียงพอกับปริมาณน้ำฝน แต่ในกรณีที่มีการใช้ระเบียงเป็นที่ซักผ้าไม่ควรทำรางน้ำให้ไหลสู่นอกอาคารดังภาพด้านขวา เพราะจะทำให้ความเดือดร้อนแก่ผู้อาศัยในชั้นที่ต่ำกว่า และทำให้เกิดคราบสกปรกของน้ำตามผนังอาคารควรมีการเจาะร่องที่บริเวณท้องพื้นระเบียงเพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำเข้าสู่ห้องด้านล่าง แต่ในความเป็นจริงแล้ว บางพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำมากๆ อาจมีการระบายไม่ทัน หรือกรณีท่ออุดตัน ก็จะทำให้น้ำล้นเป็นคราบตามผนังภายนอกอาคาร



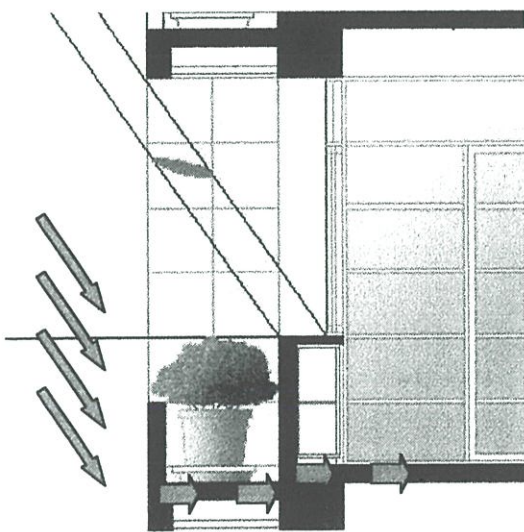
ภาพที่ 5.33 แสดงการจัดพื้นที่ส่วนระเบียงของแบบเสนอโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนซักล้าง และส่วนพักผ่อนแสดงการเดินทางท่อน้ำใช้ และน้ำทิ้ง และท่อน้ำฝนเพื่อใช้ในการรดน้ำต้นไม้ บริเวณด้านเปลือกอาคาร เพื่อการดูแลรักษาต้นไม้อย่างถูกวิธี รักษาสภาพแวดล้อม และทัศนียภาพโดยรวมของอาคาร



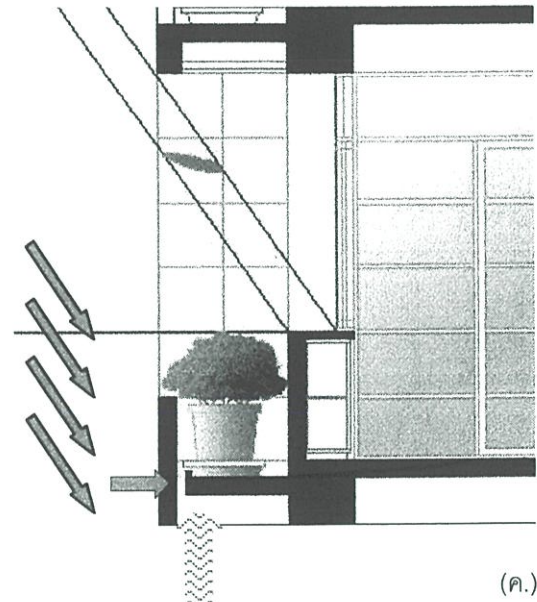
ภาพที่ 5.34 รูปตัดระเบียงแบบเสนอ แสดงการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานของเด็ก และผู้ใหญ่ ราวระเบียงควรมีความสูง 1.10 เมตร เพื่อกันตก และเจาะช่องบริเวณระดับ 0.80 เมตร เพื่อเปิดมุมมอง สำหรับเด็ก และเวลานั่งเก้าอี้ ยังเป็นระดับที่ท้าวแขนได้สบาย



(ก.)

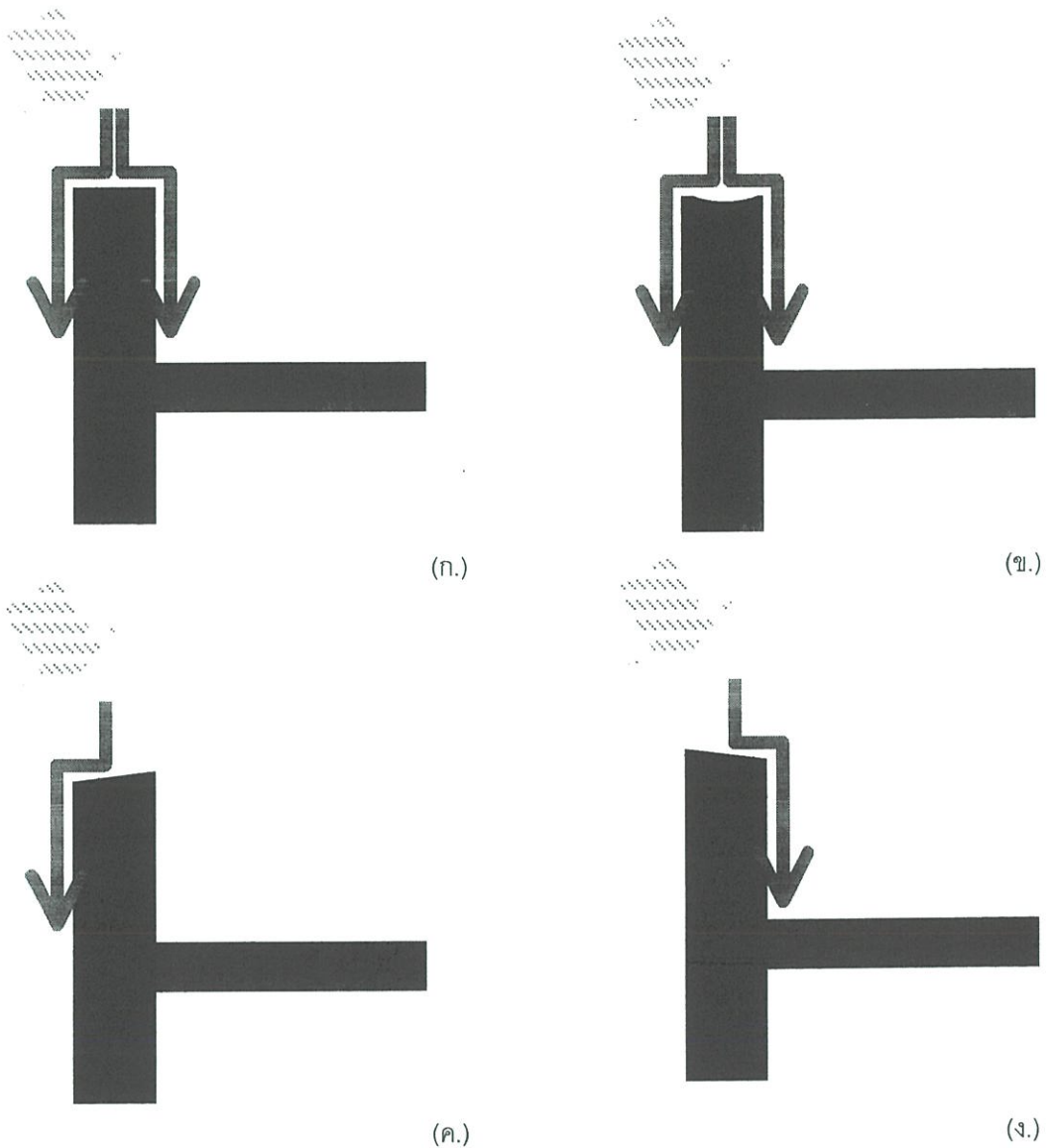


(ข.)



(ค.)

- ภาพที่ 5.35 (ก.) การปลูกต้นไม้โดยการใส่ดินในบริเวณกระเบื้องผนังด้านในอาคาร อาจทำให้ความชื้น แทรกซึมมาตามผนังด้านใน เข้าสู่ภายในห้องพักได้
- (ข.) การออกแบบให้มีการปลูกต้นไม้บริเวณเปลือกอาคาร ในลักษณะของแบบเสนอ เป็นเสมือนการทำผนัง 2 ชั้น สามารถป้องกันความชื้นที่มีมากในช่วงลดน้ำต้นไม้ แทรกซึมมาตามผนัง แต่ยังมีส่วนทำให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ แทรกซึมเข้าสู่ผนัง ควรปลูกต้นไม้ที่การดูแลรักษาง่าย และควบคุมการเจริญเติบโตได้ง่าย เช่น ต้นเฟื่องฟ้า การนำต้นไม้ปลูกในกระถางจะทำให้ควบคุมการเจริญเติบโตได้ง่าย สลับเปลี่ยนได้ง่าย การดูแลรักษาความสะดวกที่ง่าย
- (ค.) ลดรอยต่อของผนังด้านเปลือกอาคาร ที่รับความร้อนโดยตรง กับส่วนโครงสร้างที่ใส่สอยในอาคาร จะสามารถช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้



ภาพที่ 5.36 แสดงการออกแบบรายละเอียดของขอบผนังเปลือกอาคาร

- (ก.) การทำขอบผนังเปลือกอาคารเรียบ จะทำให้คราบน้ำฝนไหลตามสองด้านของผนังเปลือกอาคาร
- (ข.) ในการก่อสร้างจริง ถ้าช่างก่อสร้างฉาบผิวขอบผนังเปลือกอาคารเป็นหลุมบ่อจะเป็นพื้นที่สะสม
- (ค.) คราบสกปรก เพียงแต่ทำให้ความสกปรกไหลทั้งสองด้านของผนังเปลือกอาคาร การปาดขอบผนังเฉียงสู่ภายนอกอาคารเป็นการทำให้คราบสกปรกไหลตามภายนอกผนังเปลือกอาคาร
- (ง.) การปาดขอบผนังเฉียงสู่ภายในอาคาร เป็นการทำให้คราบสกปรกไหลตามภายในผนังเปลือกอาคาร การปาดขอบผนังเฉียงสู่ภายในอาคาร ทำให้มีคราบสกปรกไหลตามภายในผนังเปลือกอาคาร ทำให้สามารถลดการเกิดคราบสกปรกที่ผนังเปลือกอาคาร ช่วยชะลอความเสื่อมโทรมของอาคาร

5.5 วิเคราะห์การออกแบบ องค์ประกอบต่างๆ ของอาคารพักอาศัย

5.5.1 การออกแบบช่องเปิด

ช่องเปิด เป็นผนังส่วนที่ถูกเจาะออก อาจเจาะสู่ภายนอกหรือภายใน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติ ประเภทของช่องเปิดต่างๆ ความสว่างภายในอาคารทัศนวิสัย มุมมอง และค่าความร้อนที่เข้ามาในอาคาร ล้วนมีผลต่อการออกแบบ พอสรุปหลักการออกแบบช่องเปิดสำหรับอาคารพักอาศัยได้ดังนี้

1. คุณสมบัติด้านการประหยัดพลังงาน
 - ต้องมีรูปแบบทำให้เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติที่ดี
 - ต้องใช้วัสดุที่ยอมให้แสงสว่างเข้ามาได้อย่างเหมาะสมแต่ยอมให้รังสีความร้อนเข้ามาได้น้อย
 - ไม่สะสมความร้อนหรือมีการจุความร้อน(Thermal Capacity)ต่ำ
 - ไม่ดูดและ อมความร้อน หรือป้องกันความร้อนขึ้นได้ดี
 - ป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ดี
2. คุณสมบัติในการก่อสร้างและระบบเศรษฐกิจ
 - มีน้ำหนักเบา และมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
 - ง่าย ราคาประหยัด ค่าบำรุงรักษาต่ำและมีความทนทานสูง
3. คุณสมบัติที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม
 - ต้องออกแบบให้มีความสวยงาม มีทัศนวิสัยและมุมมองจากภายในสู่ภายนอกที่ดีหรือในบางพื้นที่ต้องป้องกันมุมมองจากภายนอกสู่ภายในเพื่อความเป็นส่วนตัว
 - เลือกใช้วัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและ สภาพแวดล้อม เช่นป้องกันไม่ให้แสงสะท้อนกระจกกระทบอาคารข้างเคียง
 - มีความสามารถในการกันไฟสูง
4. คุณสมบัติด้านการกันเสียง
 - มีความสามารถในการดูดซับเสียงหรือเสียงสะท้อนจากภายในได้ดี

การวิเคราะห์ประเภทของช่องเปิดรูปแบบต่างๆ

ช่องเปิดประตู หน้าต่างมีด้วยกันหลายรูปแบบ สามารถวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของช่องเปิดรูปแบบต่างๆได้ดังนี้

บานเปิดเดี่ยว

- ข้อดี** - ช่วยในการหมุนงัดกลมได้ดี ในกรณีที่ทิศลมส่วนมากมาจากทิศทางเดียว
- มุมมองภายในสู่ภายนอกเปิดกว้าง
- ข้อเสีย** - ในกรณีที่ลมเปลี่ยนทิศทางอาจทำให้ได้รับลมไม่เต็มที่
- ไม่สามารถป้องกันฝนในตัวเองได้อาจต้องใช้ส่วนยื่นอาคารช่วยในการกันฝน
 - ในกรณีที่ช่องเปิดอยู่ติดกับพื้นที่ใช้งานจะทำให้เสียพื้นที่ใช้งานได้

บานเปิดคู่

- ข้อดี** - ช่วยในการหมุนงัดและดักทิศทางลมได้ดีไม่ว่าลมจะมาจากทิศทางใด
- ทำให้สามารถรับลมได้เต็มที่
 - มุมมองภายในสู่ภายนอกเปิดกว้าง
- ข้อเสีย** - ไม่สามารถป้องกันฝนในตัวเองได้อาจต้องใช้ส่วนยื่นอาคารช่วยในการกันฝน
- ในกรณีที่ช่องเปิดอยู่ติดกับพื้นที่ใช้งานจะทำให้เสียพื้นที่ใช้งานได้

บานเกล็ดปรับมุมแนวนอน

- ข้อดี** - สามารถปรับมุมบังคับทิศทางลมที่เข้ามาภายในอาคารให้พัดผ่าน
- บริเวณที่ใช้งานได้ดี
 - สามารถปรับมุมบังคับทิศทางของแสงอาทิตย์ทางด้านทิศใต้ได้
- ข้อเสีย** - มุมมองสู่ภายนอกไม่ดี
- ไม่สามารถบังฝนได้เต็มที่

บานเกล็ดปรับมุมแนวตั้ง

- ข้อดี** - สามารถปรับมุมบังคับทิศทางลมให้เข้าสู่ภายในอาคารได้ดี
- สามารถปรับมุมบังคับทิศทางแสงอาทิตย์ทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตกได้ดี
 - ในกรณีที่ต้องการบังคับมุมมองบานเกล็ดปรับมุมแนวตั้งสามารถทำได้ดี
- ข้อเสีย** - ไม่สามารถบังฝนได้เต็มที่
- ถ้าบานเกล็ดมีขนาดใหญ่อาจทำให้เสียพื้นที่ใช้งานบางส่วน

บานเลื่อน

- ข้อดี** - การเปิดปิดสะดวก
- สามารถรับแสงสว่างได้เต็มที่
 - มีมุมมองที่กว้าง

- ไม่เสียพื้นที่ใช้งาน

ข้อเสีย - ทำให้รับลมได้ไม่เต็มที่

บานเกล็ดซ้อน

ข้อดี - สามารถบังมุมมองจากภายนอกสู่ภายในได้ดี

- สามารถป้องกันฝนเข้าสู่ภายในอาคารค่อนข้างดี

- ไม่เสียพื้นที่ใช้งาน

ข้อเสีย - ทำให้ลมไม่สามารถเข้าได้เต็มที่

- ทำให้แสงไม่สามารถเข้าได้เต็มที่

บานกระทุ้ง

ข้อดี - สามารถบังฝนได้ดีในกรณีที่ฝนตกสามารถเปิดหน้าต่างได้

- สามารถบังแดดได้ดี

- มุมมองสู่ภายนอกค่อนข้างกว้างในมุมต่ำ

ข้อเสีย - มุมมองทางด้านสูงไม่ดี

- ถ้าเปิดหน้าต่างไม่กว้างพอจะทำให้ทิศทางลมขึ้นสู่ฝ้าเพดาน

- ในกรณีที่ช่องเปิดอยู่ติดกับพื้นที่ใช้งานจะทำให้เสียพื้นที่ใช้งานมาก

บานเฟี้ยม

ข้อดี - ให้ความต่อเนื่องของพื้นที่ใช้สอยได้ดี

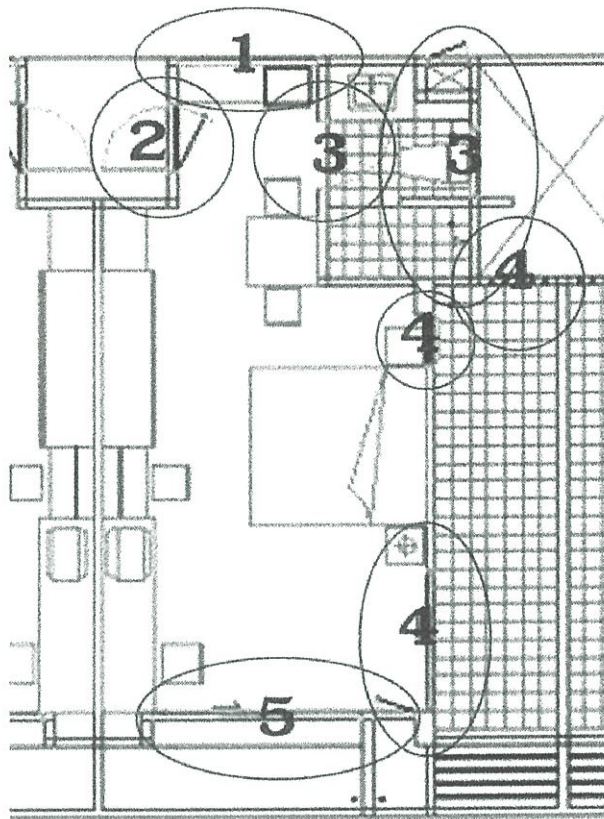
- มุมมองสู่ภายนอกดี

- ลมสามารถเข้าได้เต็มที่

ข้อเสีย - ไม่สามารถกันแสงอาทิตย์ได้

- ไม่สามารถป้องกันฝนในตัวเองได้อาจต้องใช้ส่วนยื่นอาคารช่วยในการกันฝน

จากการพิจารณาช่องเปิดประตูหน้าต่างแต่ละประเภทมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ดังนั้นในการเลือกใช้ควรคำนึงถึงความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ที่นำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ใช้สอย เช่น บริเวณห้องน้ำ เป็นบริเวณที่ต้องการความเป็นส่วนตัว ดังนั้นควรใช้หน้าต่างประเภทบานเกล็ด หรือ บานซ้อน โดยใช้กระจกฝ้า เพื่อป้องกันมุมมองจากภายนอกสู่ภายใน หรืออาจใช้ช่องแสงช่วย ช่องเปิดบริเวณผนังด้านที่ติดกับภายนอกของอาคารควรใช้ประเภทกระจกบานเปิดเดี่ยว บานเปิดคู่ บานกระทุ้ง หรือบานเลื่อนที่สามารถเลื่อนเปิดได้หลายบาน เพื่อให้ลมสามารถไหลผ่านได้เต็มที่ มีทัศนวิสัย และมุมมองที่ดี ช่องเปิดบริเวณผนังที่ต่อเนื่องกับพื้นที่ใช้งานภายในควรใช้ ประเภทบานเลื่อน หรือบานเฟี้ยมเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการใช้งาน และไม่เสียพื้นที่ใช้งาน เป็นต้น



ภาพที่ 5.37 แสดงตำแหน่งช่องเปิดของแบบเสนอช่องเปิดทางเดินกลาง

1. ประตูทางเข้า
2. หน้าต่าง และประตูห้องน้ำ
3. ช่องเปิดบริเวณระเบียง
4. ช่องเปิดด้านเปลือกอาคาร

1. ช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง

การที่มีช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง นอกจากเพื่อส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศแบบทะลุผ่าน Through Ventilation แล้ว ยังควรต้องป้องกันในเรื่องของมุมมอง และปัญหาในเรื่องเสียง เพื่อไม่ให้ผู้อยู่อาศัยขาดความเป็นส่วนตัว จากอาคารกรณีศึกษาที่มีการเจาะช่องบริเวณทางเดินกลางมักมี การออกแบบให้มีตำแหน่งช่องเปิด และลักษณะของช่องเปิดโดยขาดการคำนึงถึงเรื่อง ความเป็นส่วนตัว และปัญหาในเรื่องเสียงที่เข้ามาทางช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง

ตำแหน่งช่องเปิดผนังทางเดินกลาง แบ่งได้เป็นสามช่วง ช่วงตอนบนของผนัง ช่วงตอนกลางผนัง และตอนล่างของผนัง จากการทดลองในบทที่ 6 พบว่าผนังทั้งสามช่วงสามารถออกแบบให้ทิศทางลมพัดผ่านบริเวณผู้ใช้อาคารได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของลมเข้าและออก ส่วนตอนล่างสามารถออกแบบเพื่อส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศพัดผ่านผู้ใช้งานได้ดีที่สุด

พิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ของลมในกรณีต่าง ๆ โดยทำการทดลองด้วยโต๊ะน้ำ
สามารถสรุปได้ดัง ภาพ 5.38



ภาพที่ 5.38 รูปตัด แสดงตำแหน่งช่องลมด้านเปลือกอาคาร และทางเดินกลาง

- ในกรณีที่เจาะช่องลมทางเดินกลางบริเวณ ก. ไม่ควรเจาะช่องลมเปลือกอาคาร บริเวณ 1 และ 2 เพราะจะทำให้ลมไม่พัดผ่านผู้ใช้อาคาร การเจาะช่องลมด้านเปลือกอาคารบริเวณ 3 จะทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคารบ้างในกรณีนี้
- ไม่ควรเจาะช่องลมทางเดินกลางบริเวณ ข. เพราะจะทำให้เกิดปัญหาเรื่องมูมมอง และเสียงมากที่สุด

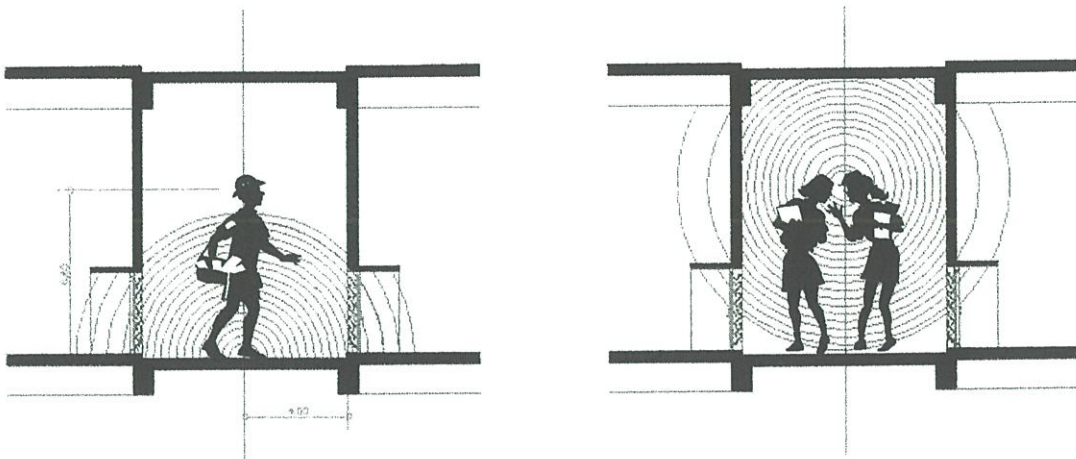
ในกรณีที่เจาะช่องลมทางเดินกลางบริเวณ ค. จะทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคารมากที่สุด โดยสามารถเจาะช่องลมด้านเปลือกอาคารบริเวณใดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการศึกษาของผู้ออกแบบ แต่ไม่ควรเจาะเฉพาะบริเวณ 1 เพียงอย่างเดียว เพราะจะทำให้บางส่วนอับลม

ตารางที่ 5.12 การพิจารณาข้อดีข้อเสียของรูปแบบช่องเปิดทางเดินกลางที่นิยมทำทั่วไป

| รูปแบบ | ข้อดี | ข้อเสีย |
|------------|-------------------------------|--|
| บานซ้อน | - ป้องกันความเป็นส่วนตัวได้ดี | - ไม่สามารถระบายอากาศได้ดี - ป้องกันเสียงไม่ดี |
| บานเกล็ด | - ส่งเสริมการระบายอากาศได้ดี | - ไม่สามารถป้องกันความเป็นส่วนตัวได้ดีเพราะอาจถูกปีนดูได้ง่าย ผู้ใช้จึงมักจะมีการปิดผ้าม่าน ทำให้การระบายอากาศไม่ดี - ป้องกันเสียงไม่ดี |
| บานกระทุ้ง | - สามารถระบายอากาศได้ดี | - ไม่สามารถป้องกันความเป็นส่วนตัวได้ดี - ป้องกันเสียงไม่ดี |
| บานเลื่อน | - ส่งเสริมการระบายอากาศได้ดี | - ไม่สามารถป้องกันความเป็นส่วนตัวได้ดี - ป้องกันเสียงไม่ดี |

จากการวิเคราะห์รูปแบบช่องเปิดทางเดินกลาง ซึ่งมีข้อดีข้อเสีย แตกต่างกันไป ผู้วิจัยจึงนำมาพิจารณาแก้ไขต่อไป ดังนี้

พิจารณาการออกแบบช่องเปิดทางเดินกลางโดยคำนึงถึงการเคลื่อนที่ของเสียงบริเวณทางเดินกลาง ที่เข้าสู่ภายในห้อง



แหล่งเสียงที่เกิดขึ้นได้บ่อยครั้งในบริเวณทางเดินกลาง

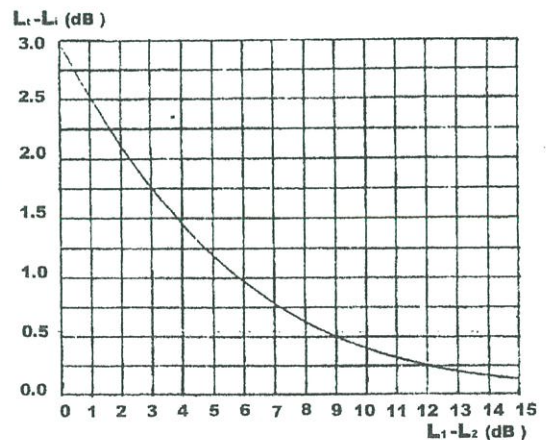
1. เสียงจากการสนทนา 65 dB
2. เสียงจากการเดินเท้า 50 dB

การรวมความดังของเสียงที่มาจากบริเวณทางเดินกลาง ซึ่งเกิดจาก 2 แหล่งเสียง

ค่าความแตกต่างระหว่าง 2 แหล่งเสียง $65 - 50 = 15$ dB

จากแผนภูมิ แสดงค่าความแตกต่างเสียง 15 dB อ่านค่าที่ต้องเพิ่มกับเดซิเบลที่สูงกว่า 0.2 ดังนั้นเมื่อรวม เดซิเบลระหว่าง 60 และ 50 เดซิเบล เท่ากับ $60 + 0.2 = 60.2$ dB

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|---------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | frequency(HZ) |
| 54 | 60 | 67 | 68 | 60 | 55 | sound pressure level (dB) |



ที่มา : ผศ.ปรีชญา รังสิริรักษ์, การควบคุมเสียงภายในอาคาร, กรุงเทพฯ: สจล. ,2541. ภาคผนวก 6

เสียงรบกวนขนาด 60.2 dB มากกระทบผิวสามารถหาความเข้มเสียงได้ดังนี้

$$NI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$60.4 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\begin{aligned}
 I &= 10^{-12} \times \text{antilog } 6.02 \\
 &= 10^{-12} \times 10^{6.02} \\
 \text{ความเข้มเสียง} &= 10^{-5.98} \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

ในการออกแบบช่องเปิดบานเกล็ดบริเวณทางเดินกลางนี้ เลือกใช้วัสดุ

อะคูสติคบอร์ดอัดไม้ยางหนา 16 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง 0.42
 เสียงในห้องจะสะท้อนเข้าสู่ภายในห้อง = $1 - 0.42 = 0.58$ %

$$N' = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$N' = 10 \log \frac{10^{-5.98} \times 0.58}{10^{-12}}$$

$$= 10 \log 0.58 \times 10^{6.02}$$

$$= 10 (\log 0.58 + 6.02 \log 10)$$

$$= 10 (-0.236 + 6.02)$$

$$N' = 57.8 \text{ dB}$$

$$\text{เสียงสามารถลดลงไปได้ } 60.2 - 57.83 = 2.37 \text{ dB}$$

ในกรณีที่เสียงเข้าสู่บานเกล็ด ยังมีการสะท้อนเสียงที่ยิ่งมากครั้งก็ยิ่งทำให้ความดังเสียงลดลงตามภาพ 5.38 (เราสามารถออกแบบ การหักมุมของบานเกล็ด เพื่อทำให้เกิดการสะท้อนเสียงที่มากขึ้น)

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ กรณีที่มีการสะท้อน 2 ครั้ง} &= 0.58 \times 0.58 \\
 &= 0.34
 \end{aligned}$$

$$\text{เสียงเข้าสู่ภายในห้องเพียง} = 0.34 \text{ %}$$

$$N' = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$N' = 10 \log \frac{10^{-5.98} \times 0.34}{10^{-12}}$$

$$= 10 \log 0.34 \times 10^{6.02}$$

$$= 10 (\log 0.34 + 6.02 \log 10)$$

$$= 10 (-0.47 + 6.02)$$

$$N' = 58.5 \text{ dB}$$

$$\text{เสียงสามารถลดลงไปได้ } 60.2 - 55.5 = 4.7 \text{ dB}$$

● กรณีที่มีการสะท้อน 3 ครั้ง = $0.58 \times 0.58 \times 0.58$
 = 0.195
 เสียงเข้าสู่ภายในห้องเพียง = 19.5 %

$$N' = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$N' = 10 \log \frac{10^{-5.98} \times 0.19}{10^{-12}}$$

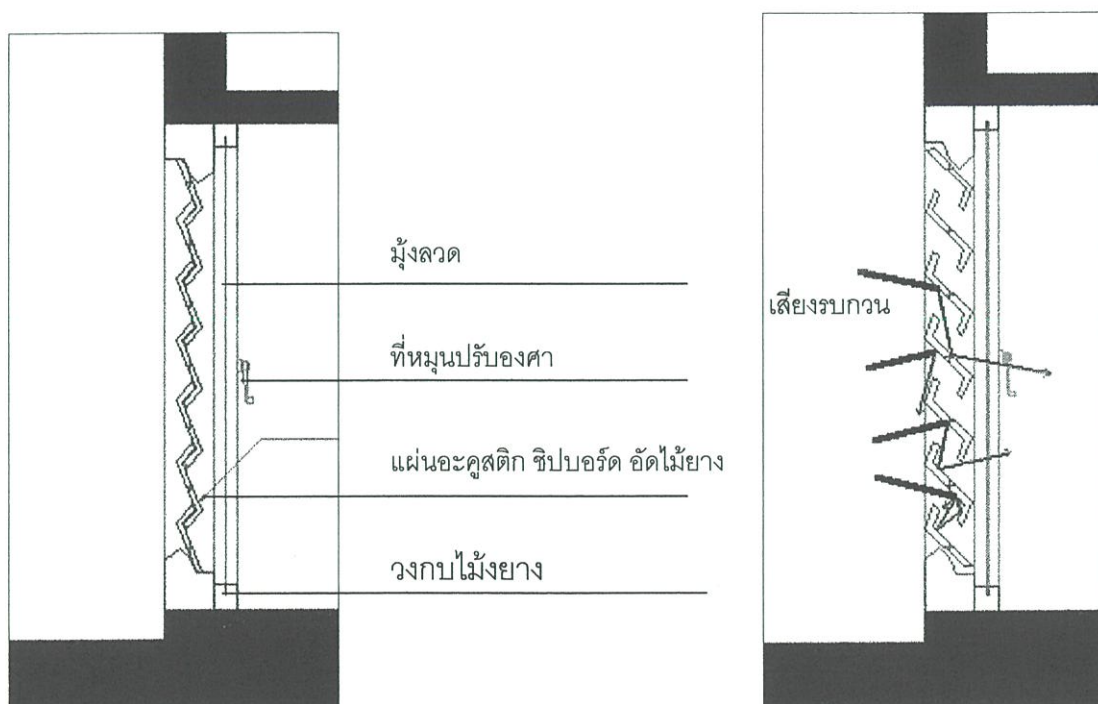
 = $10 \log 0.19 \times 10^{6.02}$
 = $10 (\log 0.19 + 6.02 \log 10)$
 = $10 (-0.72 + 6.02)$

$$N' = 53 \text{ dB}$$

เสียงสามารถลดลงไปได้ $60.2-53 = 7.2 \text{ dB}$

มาตรฐานระดับเสียงในย่านที่อยู่อาศัย ของประเทศไทย

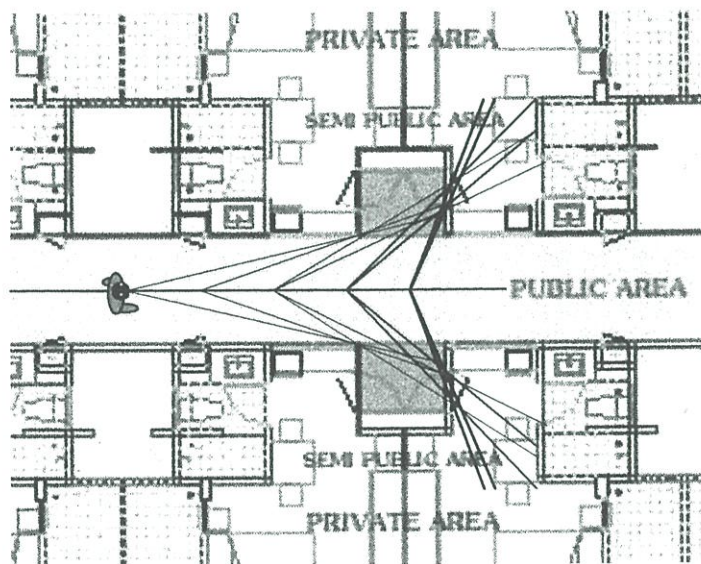
1. ระดับเสียงในย่านที่อยู่อาศัยในขณะใดขณะหนึ่งในเวลากลางวันต้องไม่เกิน 60 เดซิเบล เอ
2. ระดับเสียงในย่านที่อยู่อาศัยในขณะใดขณะหนึ่งในเวลากลางคืนต้องไม่เกิน 55 เดซิเบล เอ



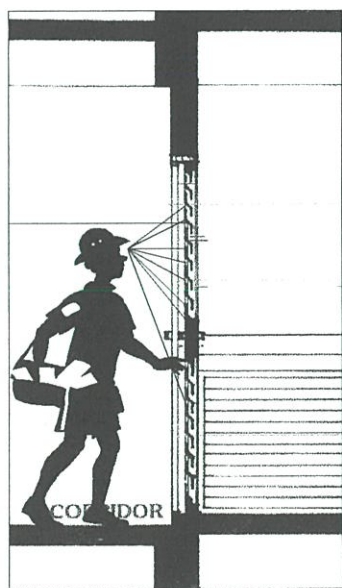
ภาพที่ 5.39 แสดงรูปแบบของช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง โดยต้องพิจารณาให้ตำแหน่งและรูปแบบ ส่งเสริมการระบายอากาศที่ดี ไม่มีปัญหาทางด้านมุมมอง และสามารถลดเสียงที่มาจากบริเวณทางเดินกลางได้ดี

2. ประตูทางเข้า

อาคารทั่วไป มักมีการเจาะช่องประตูในทิศทางที่ขนานกับทางเดินกลาง ซึ่งในทางปฏิบัติจริงผู้ใช้อาคารมักมีการเปิดประตูค้างไว้บ้างในบางครั้งคราว เพื่อต้องการให้เกิดการระบายอากาศ แต่บางคนมักจะไม่เปิดเพราะขาดความเป็นส่วนตัว ซึ่งเราสามารถออกแบบตำแหน่งและรูปแบบให้สามารถเปิดประตูค้างไว้ได้โดยยังทำให้เกิดความเป็นส่วนตัว

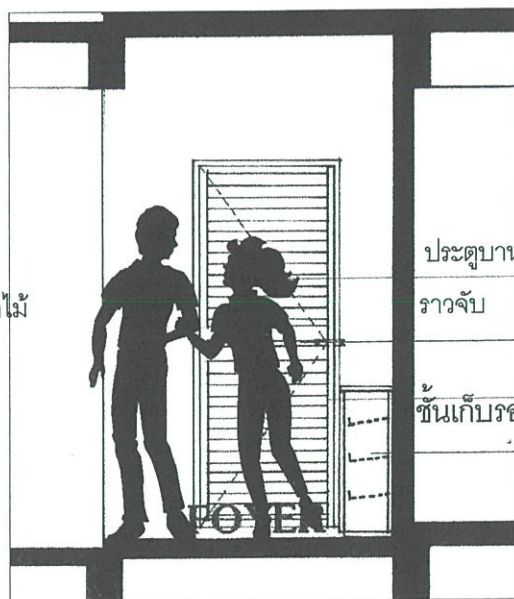


(ก.)



ประตูบานทึบ
ประตูบานเกล็ด
ทำจาก แผ่นอะลูมิเนียมอัดไม้
ราวจับ
มุ้งลวด

(ข.) SECTION



ประตูบานเกล็ด
ราวจับ
ชั้นเก็บรองเท้า

(ข.) ELEVATION

ภาพที่ 5.40 การออกแบบประตูทางเข้าเพื่อส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศ และไม่ขาดความเป็นส่วนตัว

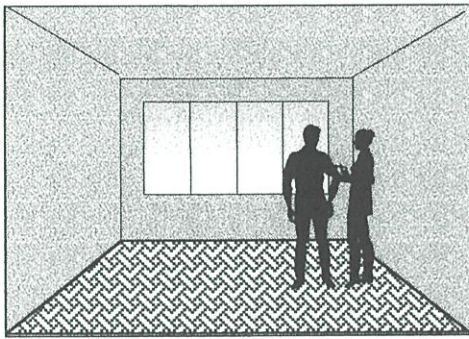
ก.) การเบี่ยงตำแหน่งของประตูเพื่อบังมุมมอง และยังทำให้มีความเป็นสัดส่วนมากขึ้นในบริเวณทางเข้า

ข.) แบบขยายรูปแบบประตูที่ส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศ และไม่ขาดความเป็นส่วนตัว

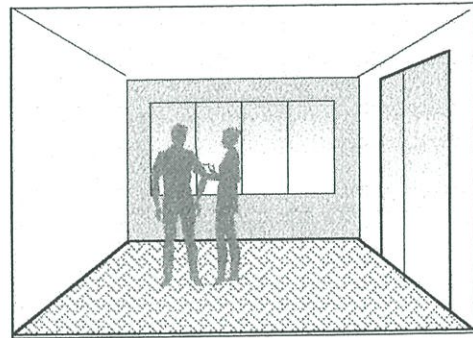
3. ช่องเปิดห้อง น้ำ-ส้วม (ดูรายละเอียด 5.4.2 ห้องน้ำ-ส้วม)

4. ช่องเปิดด้านข้างหน่วยพักอาศัย

การเปิดช่องเปิดของอาคารพักอาศัยขนาดเล็กส่วนใหญ่มักมีช่องเปิดอยู่ที่ผนังด้านเดียว คือ ด้านที่ติดอยู่กับภายนอกของอาคาร มักจะเริ่มเปิดตั้งแต่ระดับทำงาน(Working Plane สูงจากระดับพื้น 60-80 เซนติเมตร) ซึ่งการเปิดช่องเปิดที่ผนังด้านเดียวนั้นนอกจากทำให้การระบายอากาศที่ไม่ดีแล้ว พื้นที่ที่อยู่ส่วนลึกเข้าไปยังไม่ได้รับแสงสว่าง(Day Light)ได้เต็มที่ ทำให้เกิดความแตกต่างของความจําระหว่างผนังทึบและผนังโปร่ง ฉะนั้นถ้าสามารถเพิ่มพื้นที่ช่องเปิดที่ผนังด้านข้างจะเป็นการช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี และยังทำให้ห้องพักอาศัยดูโปร่งโล่งขึ้น



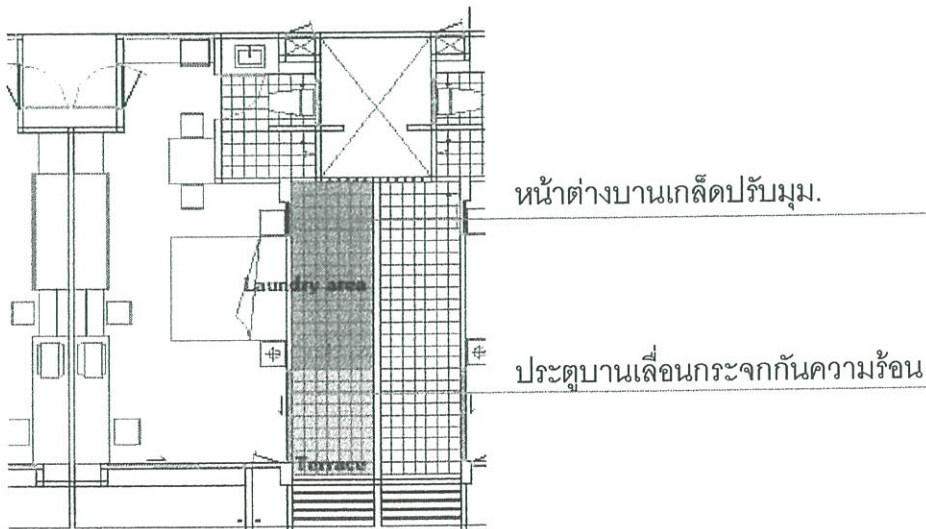
(ก)



(ข)

ภาพที่ 5.41 (ก) แสดงการเจาะหน้าต่างต่างของอาคารพักอาศัยทั่วไป

(ข) แสดงการเจาะหน้าต่างต่างด้านข้างเพิ่มเพื่อแก้ปัญหาเรื่องการระบายอากาศและความสว่างภายในห้องพักอาศัย



ภาพที่ 5.42 แสดงรูปแบบหน้าต่างและประตูบริเวณระเบียงเพื่อประหยัดพื้นที่ แต่สามารถส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศที่ดี โดยเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนที่ตีแต่ยอมให้แสงผ่านเข้าได้มาก

5. ช่องเปิดด้านเปลือกอาคาร

การออกแบบช่องเปิดด้านเปลือกอาคารควรพิจารณา ให้มีตำแหน่ง ขนาด รูปแบบ ที่ส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่ดี พัดผ่านผู้ใช้อาคาร ป้องกันแดดและฝนได้ดี ควรเลือกวัสดุกระจกที่สามารถยอมให้แสงผ่านได้ดี และสามารถป้องกันความร้อนได้ดีด้วย

ตำแหน่งช่องเปิดผนังเปลือกอาคาร เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลจากการทดลองความสัมพันธ์กับช่องเปิดผนังทางเดินกลาง พบว่าเราสามารถเปิดช่องด้านเปลือกอาคารได้ทั้ง ตอนบน ตอนกลางและตอนล่างของผนัง ซึ่งสามารถทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคารได้ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของช่องลมออก ถ้าผู้ออกแบบต้องการช่องเปิดที่ทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคาร ตลอดห้องไม่ควรเจาะช่องลมตอนบนผนังเปลือกอาคารเพียงอย่างเดียว เพราะจะทำให้บางพื้นที่อับลม

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์ และทดลอง พบว่า การใช้หน้าต่างบานเลื่อนมีความเหมาะสมกับการใช้ในบริเวณเปลือกอาคาร ที่มีกันสาด หรือระเบียงมากที่สุด เพราะ สามารถทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคารได้ดี การเปิดปิดง่าย รับแสงสว่างได้ดี มีมุมมองที่กว้าง ไม่เสียพื้นที่ใช้งาน แต่ทั้งนี้ควรพิจารณาถึง บานที่เลื่อนเปิด และบานที่ติดตาย เพราะถ้ามีการออกแบบ ตำแหน่งบานที่เลื่อน กับบานที่ติดตายที่ดีแล้ว จะมีส่วนในการช่วยให้ทิศทางของกระแสลมพัดได้ทั่วห้องมากขึ้น (พิจารณาภาพ 6.32-6.33)

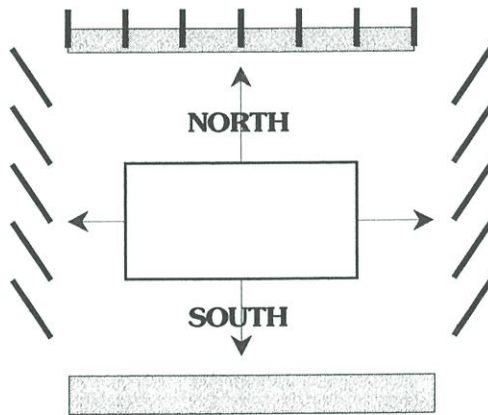
5.5.2 การป้องกันแสงแดด

อุปกรณ์กันแดด เป็นส่วนสำคัญในการลดแสงแดด(Sun Light)โดยตรง เป็นการสร้างร่มเงาให้แก่ผนังเปลือกอาคาร การป้องกันมิให้ความร้อนจากแสงแดดเพิ่มอุณหภูมิแก่อาคาร การให้ร่มเงาแก่ส่วนที่ได้รับความร้อนจากแสงแดดบริเวณเปลือกอาคารด้วยอุปกรณ์กันแดดทำได้หลายลักษณะอาจแบ่งได้ 3 ประเภท

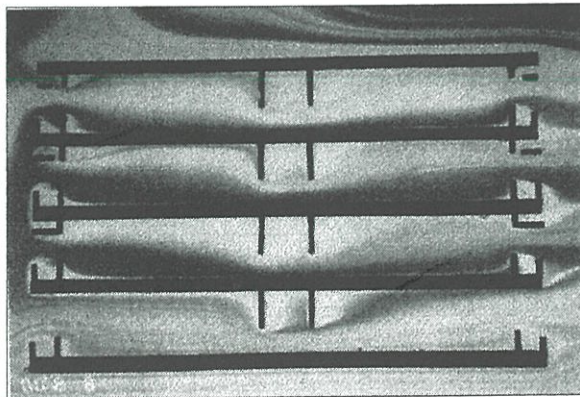
1. เครื่องบังแดดทางนอน(HORIZONTAL) เช่นชายคา แผงทางนอน เกล็ดนอนบังแดด
2. เครื่องบังแดดทางตั้ง (VERTICAL) เช่นครีบท่างตั้ง, เกล็ดทางตั้งบังแดด
3. เครื่องบังแดดแบบตาราง (EGG CRATE) เป็นแบบผสมระหว่างทางตั้งและทางนอน

การออกแบบเครื่องบังแดดจากลวดรูปโดยย่อได้ดังนี้¹

- ด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตกเป็นด้านที่รับแดดมากที่สุด ดังนั้นควรหันอาคารด้านยาวรับทิศเหนือและใต้
- ทางด้านทิศเหนือต้องการแผงบังแดดทางนอนเช่นเดียวกับแผงบังแดดทางตั้ง แต่ส่วนยื่นของแผงบังแดดทางนอนน้อยกว่าทางด้านทิศใต้
- ทางด้านทิศใต้ แผงบังแดดทางนอนใช้ผลได้ดีที่สุด
- ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกแผงบังแดดทางตั้งชนิดทะแยงใช้ได้ดีและควรทะแยงไปทางทิศเหนือ เพื่อบังแสงแดดที่อ้อมได้ แผงบังแดดปรับมุมได้เหมาะอย่างยิ่งสำหรับด้านที่แสงแดดเปลี่ยนแปลงเร็ว เช่น ด้านทิศตะวันออก ตะวันตก ตะวันออกเฉียงใต้ และตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ 5.43 แสดงลักษณะของแผงบังแดดที่เหมาะสมในทิศต่างๆ

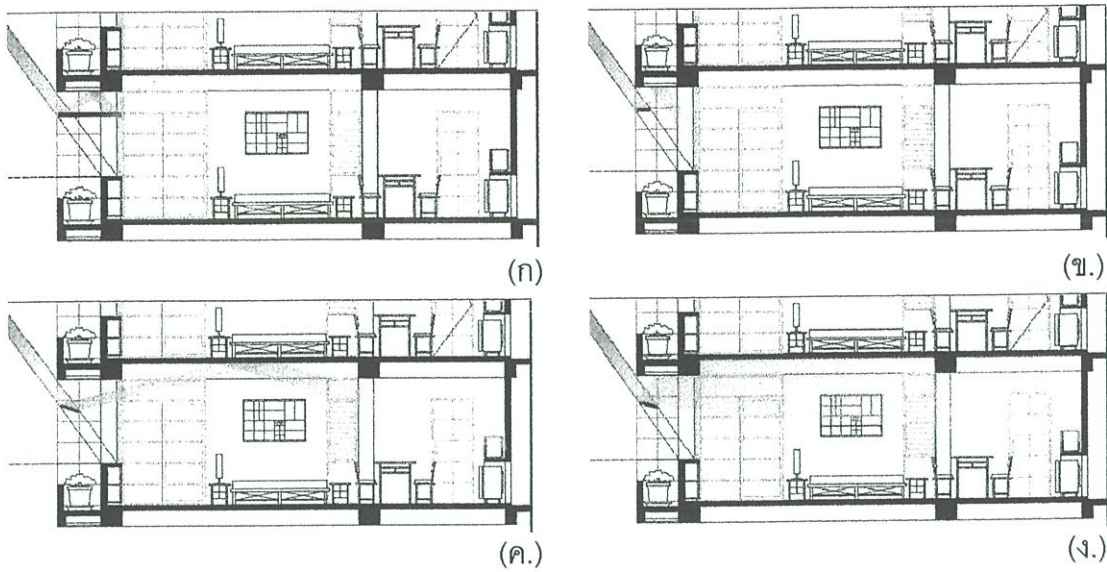


ภาพที่ 5.44 แสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของลมเนื่องจากองค์ประกอบของแผงกันแดดทางนอน (Overhang) แบบยื่นห่างจากผนัง จะมีส่วนช่วยการทำให้ลม กดลงพัดผ่านผู้ใช้ อาคารมากขึ้น และยังทำให้สามารถลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้อีกด้วย

¹ ปรีชญา รังสิรักษ์, พลังงานแสงอาทิตย์กับอาคาร (ไม่ระบุปีที่พิมพ์), หน้า 36

SOUTH

22 DEC 11.00 AM Vertical Shadow Angle = 55 °

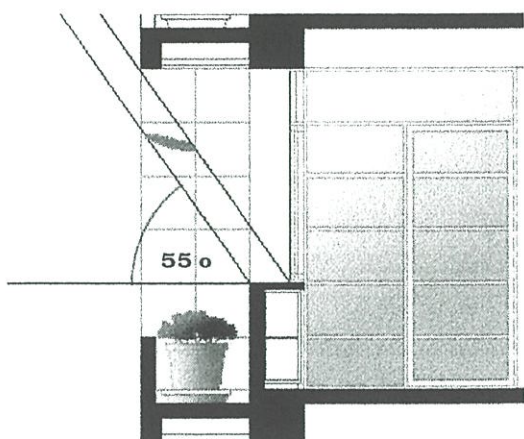


ภาพที่ 5.45 แสดงแนวความคิดการออกแบบแผงกันแดดทางนอนเพื่อบังคืบทิศทางลม

- (ก.) แสดงการออกแบบแผงกันแดดตามนอนเพื่อบังแสงแดด และทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคาร แต่ในการทำแผงบังแดดชนิดอาคาร จะทำให้ความร้อนถูกถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้
- (ข.) แสดงการออกแบบแผงกันแดดตามนอนเพื่อบังแสงแดด ทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคาร และลดความร้อนเข้าสู่อาคาร
- (ค.) แสดงการออกแบบแผงกันแดดตามนอนเพื่อบังแสงแดด ลดความร้อนเข้าสู่อาคาร เอียงแผงบังแดดเข้าสู่ภายในอาคารดังภาพ เพื่อบังคืบให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคาร และช่วยในการสะท้อนแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร
- (ง.) แสดงรายละเอียดของการใช้แผงกันแดดตามนอนแบบโค้งมนดังภาพ เพื่อเพิ่มการสะท้อนแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในให้ลึกขึ้น (ธรรมชาติของแสง มุมตกเท่ากับมุมกระทบ ดังนั้นการใช้แผงบังแดดแบบเอียงเข้าสู่อาคาร และแบบโค้งมนมีส่วนทำให้แสงธรรมชาติสะท้อนเข้าสู่อาคารมากขึ้น แต่ทั้งนี้ควรใช้วัสดุที่มีค่าการสะท้อนแสงที่ดี และระวังเรื่องฝนการเดินเข้าสู่ภายในอาคาร)

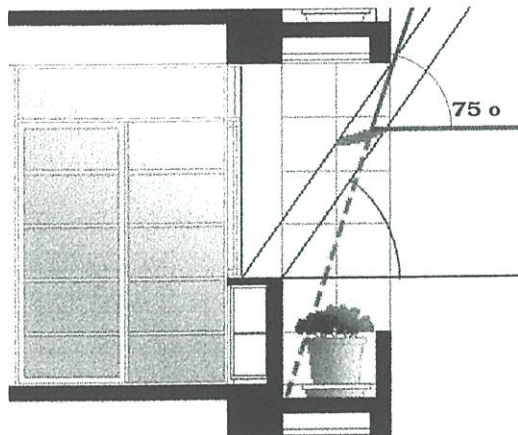
SOUTH
22 DEC 11.00 AM.

Vertical Shadow Angle = 55 °

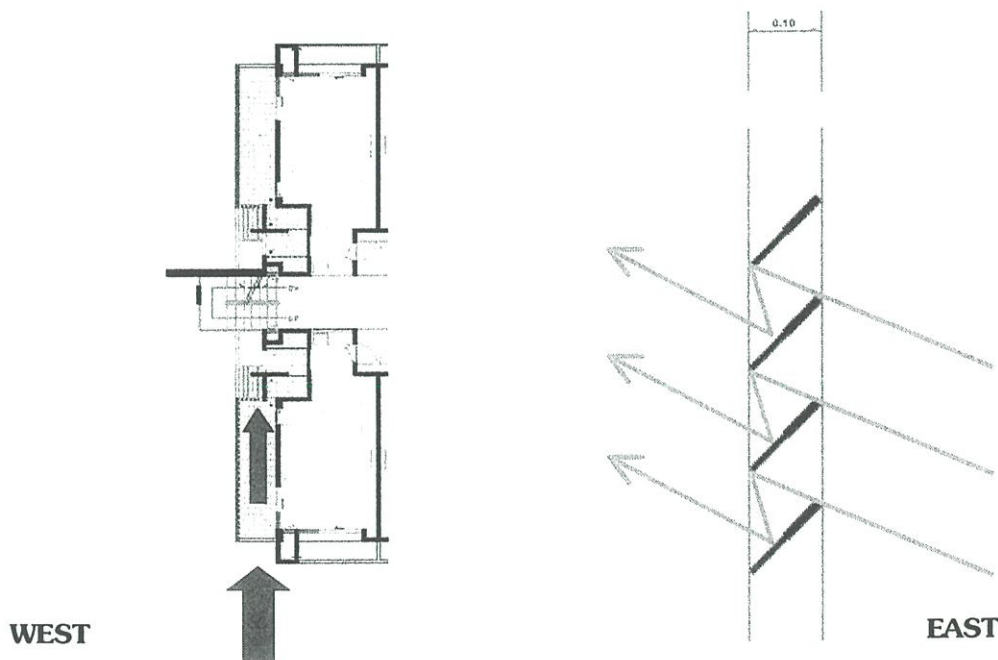


NORTH
22 JUNE 9:00 AM.

Vertical Shadow Angle = 75 °



ภาพที่ 5.46 รูปตัดแสดงการออกแบบแผงบังแดดทางด้านทิศใต้ การเอียงเข้าของ Overhang จะเป็นการช่วยบังคืบทิศทางลม และช่วยในการสะท้อนแสงเข้าสู่ภายในอาคาร ทางด้านทิศเหนือระยะยื่นของอาคารสามารถป้องกันแสงได้เพียงพอ



ภาพที่ 5.47 ผังแสดงการออกแบบแผงกันแดดทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตก

ทิศตะวันตก ออกแบบเป็นผนังปิดทึบ เพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร เหมือนกับการทำผนังสองชั้น และทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดีอีกด้วย

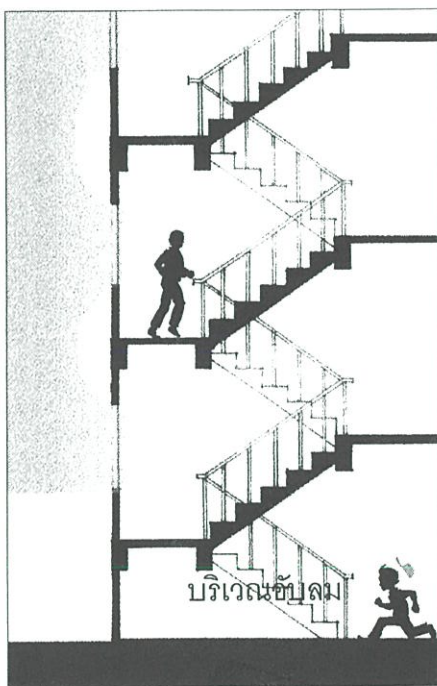
ทิศตะวันออก ออกแบบเป็นคืบแผงกันแดดทแยงขึ้นทางด้านทิศเหนือ เพื่อป้องกันแสงอาทิตย์เข้าโดยตรง ยอมให้แสงตอนเช้าเข้าได้ในบางช่วงเวลา

5.5.3 บันได

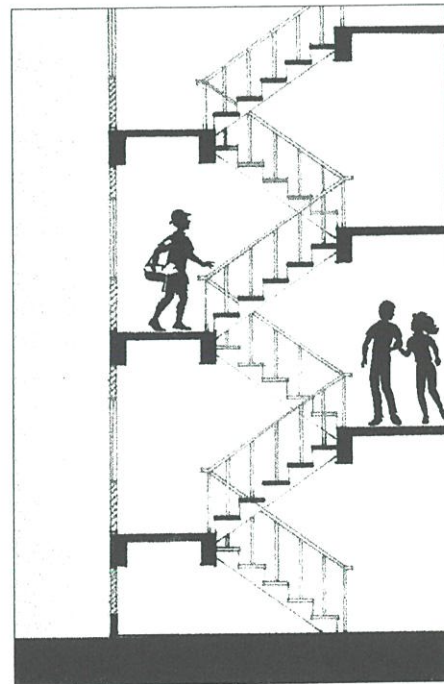
การออกแบบบันไดกลาง

บันไดกลางสำหรับอาคารพักอาศัยนี้มักเป็นทางสัญจรหลักของอาคารนอกจากอาคารที่มีลิฟท์ โดยมากมีความกว้างประมาณ 1.50–2.50 เมตร จะวางในตำแหน่งชิดกับเปลือกอาคาร และมีการเจาะช่องแสงเพื่อให้แสงเข้าสู่ภายในอาคาร แต่มักไม่มีการคำนึงถึงเรื่องการระบายอากาศโดยธรรมชาติ มีการออกแบบเป็นรูปแบบบันไดแบบที่บิดันทำให้บริเวณห้องบันไดเกิดบริเวณอับลมได้

การออกแบบบันไดที่ดี มีส่วนช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศได้ อาจทำโดยเป็นลักษณะบันไดที่มีช่องบริเวณลูกตั้ง หรือมีเฉพาะลูกนอน เพื่อให้เกิดการไหลของอากาศ แต่ทั้งนี้ควรคำนึงถึงเรื่องมุมมองจากใต้บันได อีกทั้งรูปแบบราวบันไดควรเป็นแบบโปร่ง และหลีกเลี่ยงรูปแบบที่ทำให้เด็กสามารถปีนป่ายได้ง่าย



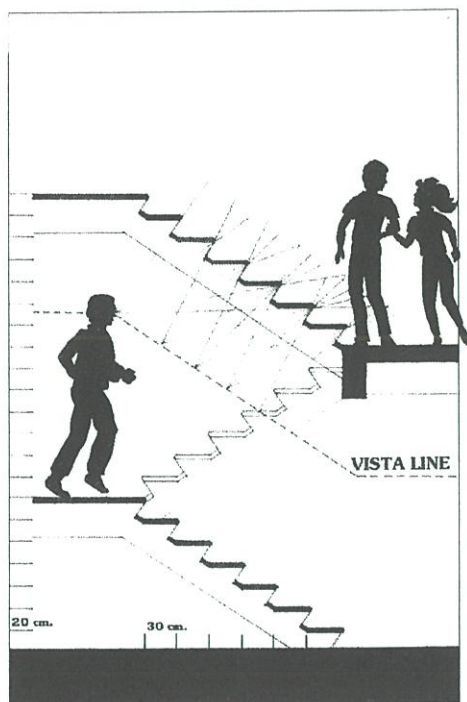
(ก.)



(ข.)

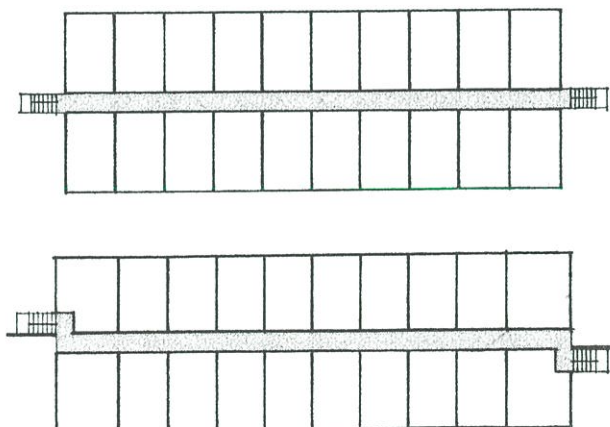
ภาพที่ 5.48 แนวทางการออกแบบบันไดเพื่อช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ

- (ก.) แสดงรูปแบบบันไดทั่วไปที่มีทั้งลูกตั้งลูกนอนทำให้เกิดบริเวณอับลม
- (ข.) แสดงรูปแบบบันไดที่มีการระบายอากาศที่ดีโดยออกแบบให้มีเฉพาะลูกนอนหรือมีลูกตั้งที่โปร่งโล่งช่องเปิดผนังชานพักใช้รูปแบบที่มีลักษณะส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร



ภาพที่ 5.49 แสดงวิธีการออกแบบบันได เพื่อป้องกันมุมมอง แต่ยังคงเสริมให้เกิดการระบายอากาศ การทำแผงบังมุมมองแล้ว ยังเป็นการช่วยป้องกันฝุ่นจากพื้นบันไดชั้นบนตกลงสู่ชั้นล่าง

บันไดหนีไฟ

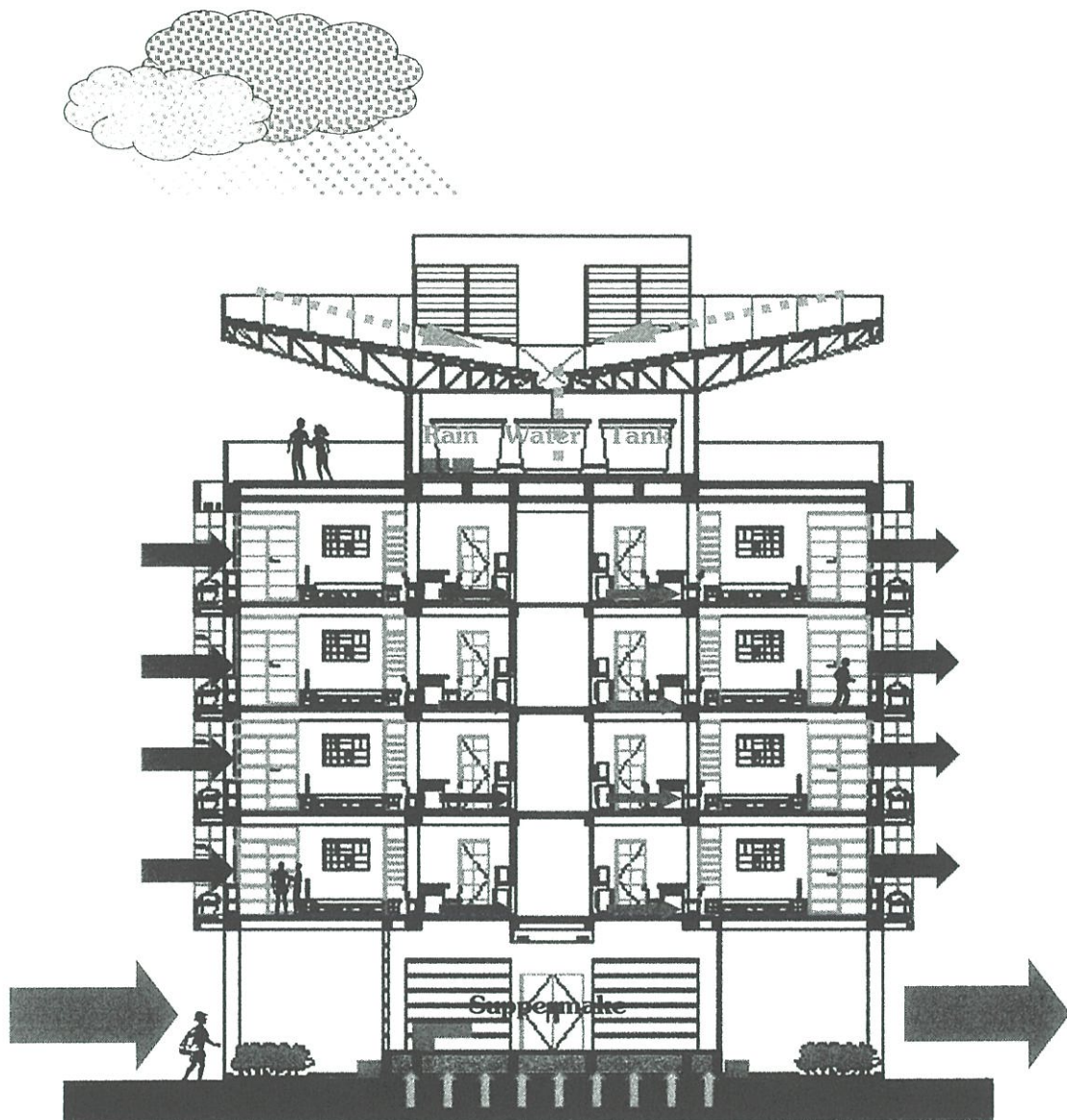


ภาพที่ 5.50 ลักษณะและตำแหน่งบันไดหนีไฟมีส่วนในการทำให้ลมและแสงเข้าสู่อาคาร

(ก.) บันไดหนีไฟที่อยู่ปลายทางเดินกลาง อาจเป็นสาเหตุให้ไม่สามารถเจาะช่องเปิดได้เต็มที่

(ข.) อาจแก้ไขโดยการเบี่ยงตำแหน่งบันไดหนีไฟเพื่อให้สามารถเจาะช่องเปิดที่ปลายทางเดินกลางได้เต็มที่ และยังเป็นส่วนช่วยในการเหนี่ยวนำลมให้เข้าสู่อาคารได้เป็นอย่างดี

5.5.4 แนวความคิดในการออกแบบเพื่อส่งเสริมให้เกิดการประหยัดพลังงาน



ภาพที่ 5.51 รูปตัด A-A' แสดงแนวความคิดในการออกแบบ เพื่อให้เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติแบบทะลุผ่าน

1.) การเจาะช่องเปิดบริเวณทางเดินกลางส่วนล่างของผนัง ส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศแบบทะลุผ่าน(Through Ventilation)ได้ดี

2.) มีอาคารพักอาศัยทั่วไป หลายอาคารที่ไม่มีหลังคา ทำให้ผู้อยู่อาศัยชั้นบนสุด จะมีอากาศร้อนมาก จนบางอาคารถึงกับว่า ในช่วงกลางวันไม่สามารถอยู่อาศัยได้ โดยเฉพาะอาคารที่ไม่มีกรอบแบบป้องกันความร้อนเป็นพิเศษ เช่นการใส่ฉนวนที่เพียงพอ ในความเห็นของผู้วิจัย หลังคานั้นนอกจากใช้ในการป้องกันแดดฝน แล้ว ถ้ามีการเตรียมการที่ดีเราสามารถเก็บน้ำฝนเพื่อมาใช้ในส่วนต่าง ๆ ได้ เช่นนำไปใช้สำหรับในการซักโครก ทำความสะอาด รดน้ำต้นไม้ ถ้าผู้ลงทุน ลงทุนทำระบบบำบัดน้ำที่ดีก็จะนำน้ำนั้นไปใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย ซึ่งเป็นส่วนช่วยในการประหยัดน้ำได้มาก อีกทั้งพื้นที่ใต้หลังคาสามารถทำประโยชน์ได้อีกมากมาย

3.) บริเวณชั้น ล่างถมพื้นอาคารขึ้นสูงตามความเหมาะสมของพื้นที่ และควรสร้างอาคารติดดินเพื่อนำความเย็นจากดินมาใช้ โดยออกแบบให้เปิดโล่งมีการระบายอากาศที่ดี เพื่อลดปัญหาในเรื่องความชื้น

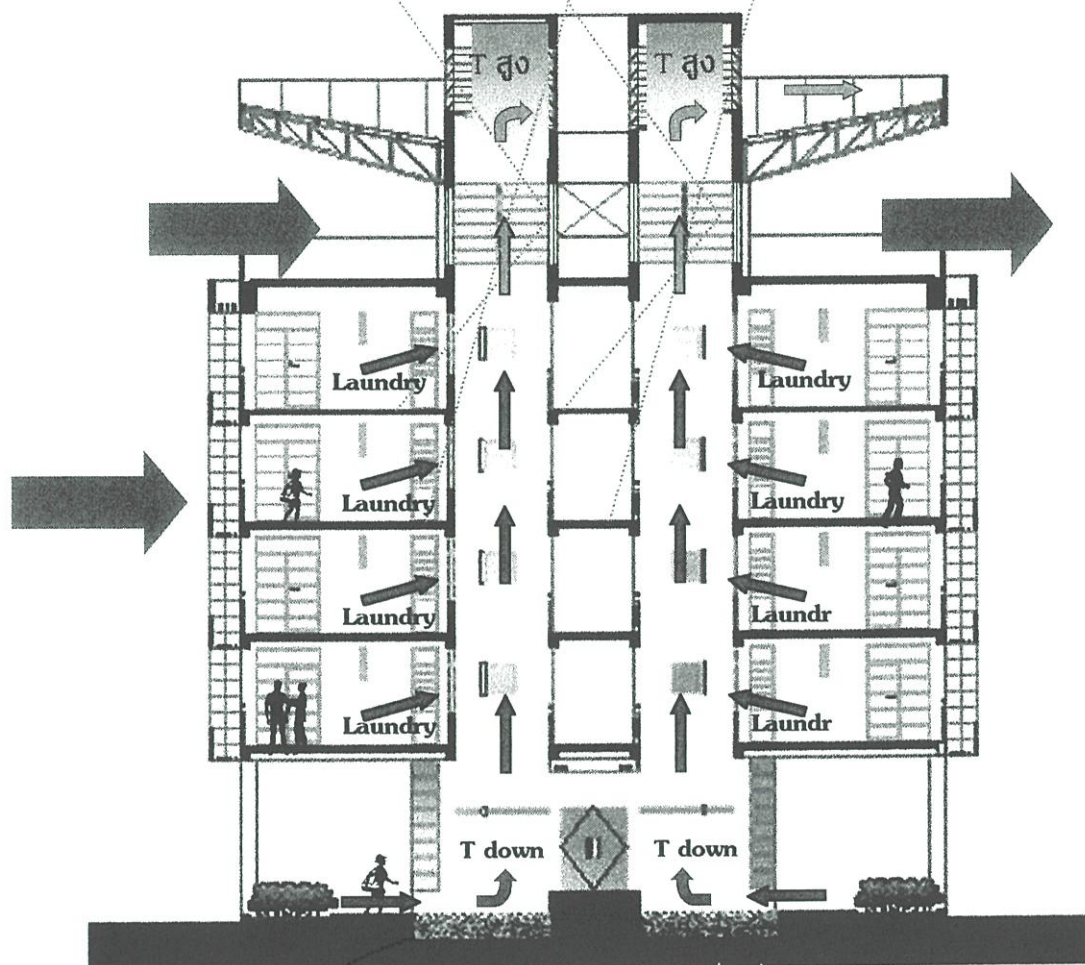
SOUTH
22 DEC 11.00 AM.

Vertical Shadow Angle = 55°



NORTH
22 JUNE 9:00 AM.

Vertical Shadow Angle = 75°



พื้นที่ชั้นล่างปรับสภาพภูมิอากาศให้เย็น และใช้วัสดุที่มีค่าการเก็บความเย็นสูง เช่น หินเป็นต้น

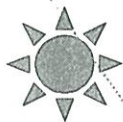
ภาพที่ 5.52 รูปตัด B-B' แสดงแนวความคิดในการออกแบบ เพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำ

1.) ในความเป็นจริง การพัดของลมไม่สม่ำเสมอ ในบางช่วงเวลาอาจไม่มีกระแสลมจากธรรมชาติ แต่เราสามารถทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของอากาศ โดยสร้างความแตกต่างของอุณหภูมิและความดัน(ดูรายละเอียด บทที่ 2) เพื่อทำให้เกิดลมพัดภายในอาคาร โดยการทำปล่องดูดอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ทำให้บริเวณด้านบนปล่องมีความร้อนสูงมากๆ ออกแบบให้แสงผ่านได้มากเพื่อทำให้อุณหภูมิด้านบนสูงกว่าด้านล่าง แต่ทั้งนี้ต้องระวังในช่วงที่แสงมีความร้อนมากๆ ส่วนพื้นที่ชั้นล่างปรับสภาพภูมิอากาศให้เย็น และใช้วัสดุที่มีค่าการเก็บความเย็นสูง เช่น หินเป็นต้น

2.) แสงธรรมชาติที่เข้าสู่ในบริเวณปล่องสามารถช่วยในการทำให้เสื้อผ้าบริเวณซักผ้าแห้งเร็วขึ้น ในขณะที่มีการซักเสื้อผ้า บริเวณนั้นอาจมี อุณหภูมิต่ำลงเล็กน้อย และความชื้นมากขึ้น ถ้าความแตกต่างของอุณหภูมิด้านบนปล่อง กับบริเวณห้องนั้นมีความแตกต่างกันมาก จะทำให้เกิดการดูดความร้อนและความชื้นขึ้นสู่ด้านบนได้มาก

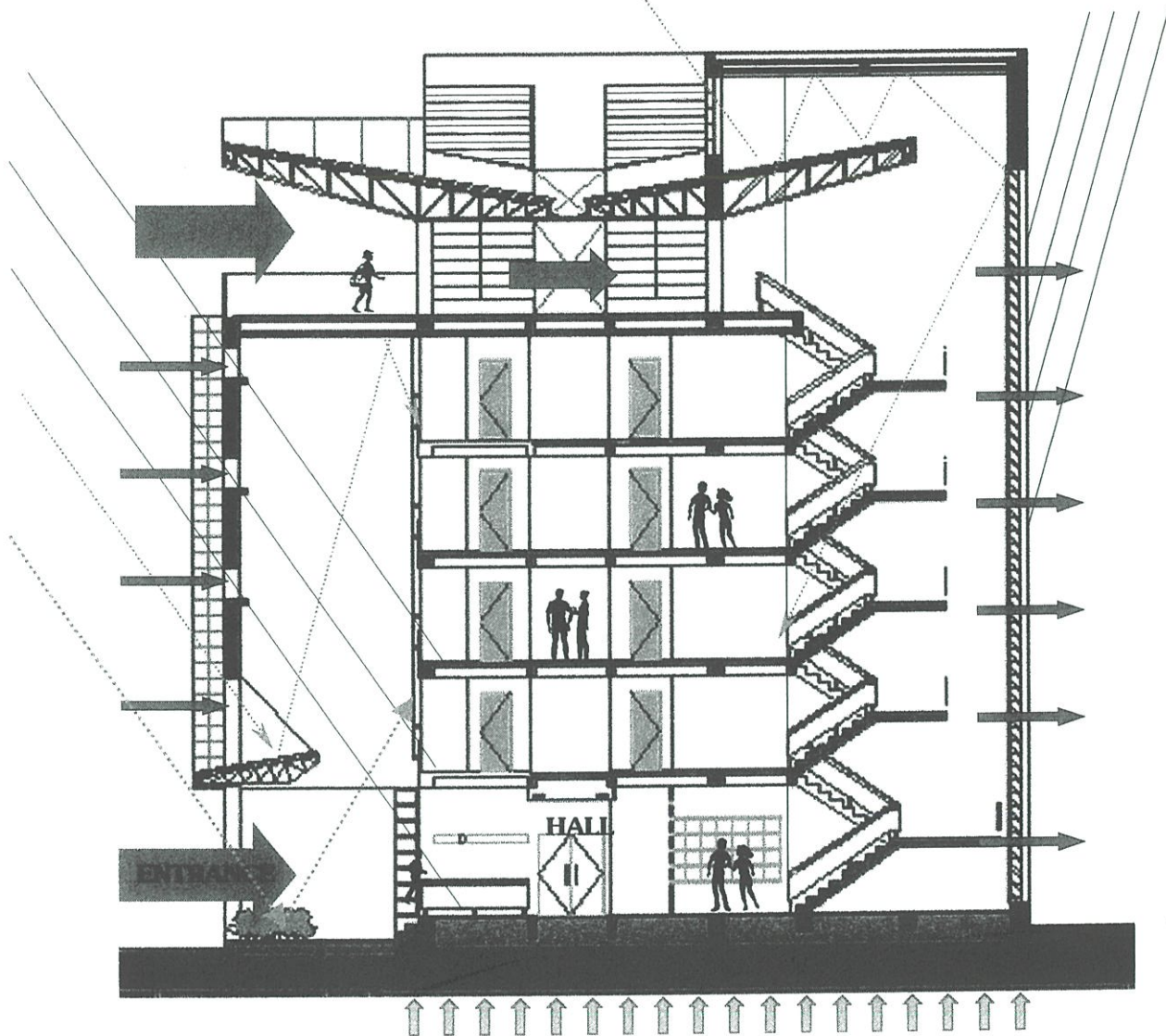
SOUTH
22 DEC 11.00 AM.

Vertical Shadow Angle = 55 °



NORTH
22 JUNE 9:00 AM.

Vertical Shadow Angle = 75 °



ภาพที่ 5.53 รูปตัด C-C' แสดงแนวความคิดในการออกแบบ บริเวณโถงกลาง

- 1.) บริเวณชั้นล่างถมพื้นอาคารขึ้นสูงตามความเหมาะสมของพื้นที่ และควรสร้างอาคารติดดิน เพื่อนำความเย็นจากดินมาใช้ โดยพยายามออกแบบให้เกิดการระบายอากาศที่ดี เพื่อลดปัญหาในเรื่องความชื้น และการปรับอุณหภูมิให้ต่ำลง
- 2.) ออกแบบให้บริเวณโถงบันไดมีลักษณะโปร่งโล่ง
- 3.) พยายามนำแสงธรรมชาติมาให้ให้มากที่สุด แต่ยังคงป้องกันแสงในช่วงเวลาที่มีความร้อนมาก

5.5.5 การป้องกันเสียง

จากการสำรวจของผู้อยู่อาศัยจริง ประชากรส่วนใหญ่เห็นว่าเสียงรบกวน โดยมีต้นกำเนิดเสียงมาจากห้องข้างเคียง 75 % รองลงมาคือเสียงจากการจราจร แต่ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ร้อยละ 72 เห็นว่าเป็นอุปสรรคที่พอรับได้

ซึ่งอาจกล่าวสรุปได้ว่าปัญหาในเรื่องเสียงของห้องชุดพักอาศัย ไม่เป็นอุปสรรคมากนักในการออกแบบ แต่ก็ไม่ควรละเลยรายละเอียดในส่วนต่างๆ ที่สามารถลดปริมาณเสียงให้น้อยลง

การพิจารณาเรื่องเสียงในการออกแบบอาคาร เราแบ่งเสียงออกเป็น 2 ชนิด²

เสียงจากภายนอกอาคาร(External noise)

เสียงภายในอาคาร(Internal noise)

สำหรับเสียงภายนอกอาคารนั้น เราสามารถป้องกันได้ด้วยวิธีต่างๆ ต่อไปนี้

- 1.) ระยะทาง (distance)
- 2.) หลีกเลียงบริเวณที่เสียงกระทบได้โดยตรง(avoid zones of directional sound)
- 3.) ทำแผงหรือผนังกันเสียง(screening)
- 4.) โดยการวางผังอาคาร โดยให้ส่วนที่ไม่ต้องการความเงียบมาเป็นส่วนกันเสียง (acoustic zone)
- 5.) กำหนดตำแหน่งส่วนเปิดของอาคารให้หลีกเลียงแนวทางของเสียง
- 6.) โดยการใส่วัสดุกันเสียงที่ผิวผนังอาคาร

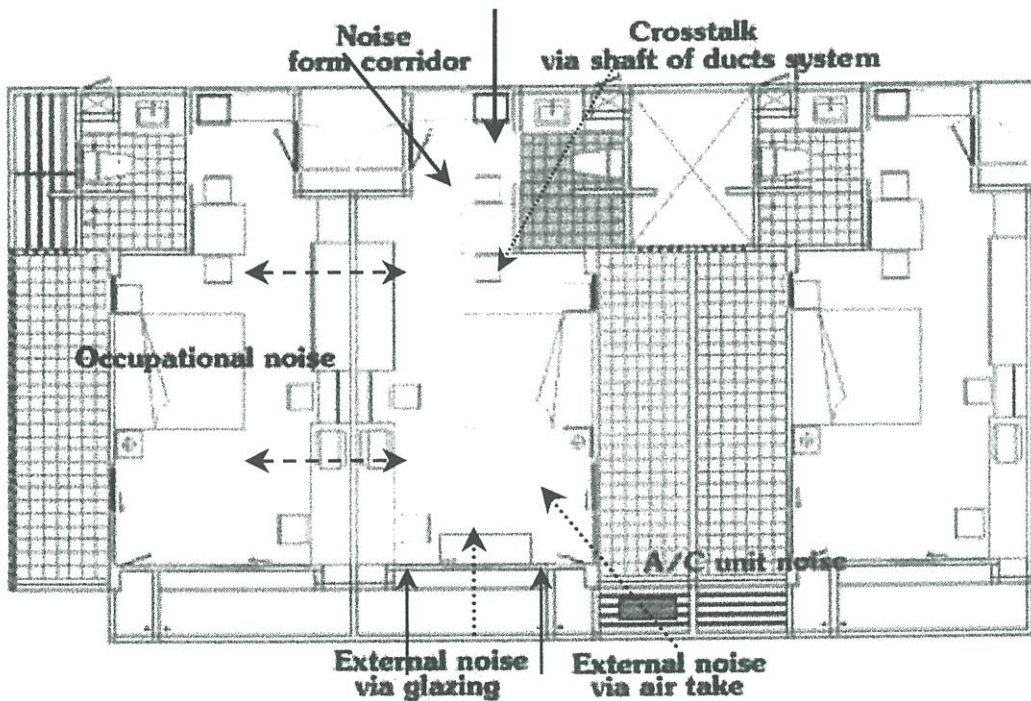
สำหรับเสียงภายในอาคารนั้นเราสามารถป้องกันได้ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1.) ลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง
- 2.) บรรจุด้านกำเนิดเสียงลงในกล่องหรือห้องปิดและแยกให้ห่างออกไป หรืออาจจะใช้แผงหรือผนังดูดกลืนเสียงนั้น(absorbant screens)
- 3.) โดยการวางผังอาคาร แยกบริเวณที่มีเสียงดังออกจากบริเวณที่ต้องการความเงียบ โดยการกั้น สองบริเวณนี้ด้วยห้องที่ไม่ต้องการความเงียบ
- 4.) วางตำแหน่งเครื่องจักรที่ส่งเสียงดังไว้ในลักษณะที่สามารถป้องกันเสียงได้ดี
- 5.) ลดเสียงที่มากกระทบโดยการคลุมด้วยวัสดุป้องกันเสียง(resilient materials)
- 6.) ลดเสียงภายในห้องโดยการใส่วัสดุที่ดูดซับเสียงได้ดี

² ผศ.ปรีชญา รังสิรักษ์, การควบคุมเสียงภายในอาคาร, กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541. หน้า 34-35

- 7.) ลดเสียงที่แทรกซึมมาตามร่องรั้วของอาคาร (airborne transmission sound) ด้วย
 รายละเอียดการก่อสร้างที่ดี
- 8.) ลดเสียงที่แทรกซึมตามโครงสร้าง(structure transmission sound) โดยการทำผนัง
 ไม่เรียบต่อเนื่องกันหรือโครงสร้างไม่ต่อเนื่อง

สำหรับในการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบเพื่อคุณภาพเสียงที่เหมาะสมนี้ ขอกล่าวถึง
 เฉพาะ การออกแบบเพื่อป้องกันเสียงภายในห้องชุดพักอาศัยเท่านั้น ลักษณะของเสียงที่เข้ามาในห้อง
 ชุดพักอาศัยได้จากหลายแหล่งเสียง โดยจะกล่าวถึงวิธีการป้องกันเสียงแทรกในหัวข้อต่าง ๆ



ภาพที่ 5.54 แสดงเสียงจากตำแหน่งต่างๆที่เล็ดลอดเข้ามาภายในห้องพักทั่วไป

1. เสียงจากบริเวณทางเดินกลาง(Noise form corridor)
2. เสียงจากช่องงานระบบ(Crosstalk via shaft of ducts system)
3. เสียงที่แทรกซึมตามผนังและโครงสร้างจากห้องข้างเคียง(Occupational noise)
4. เสียงจากภายนอกที่แทรกซึมมาตามกระจก(External noise via glazing)
5. เสียงจากภายนอกที่เล็ดลอดมาตามช่องว่างอากาศ(External noise via air take)
6. เสียงที่เกิดจากเครื่องปรับอากาศ(A/C unit noise)

กรณีที่ต้องใช้เครื่องปรับอากาศ

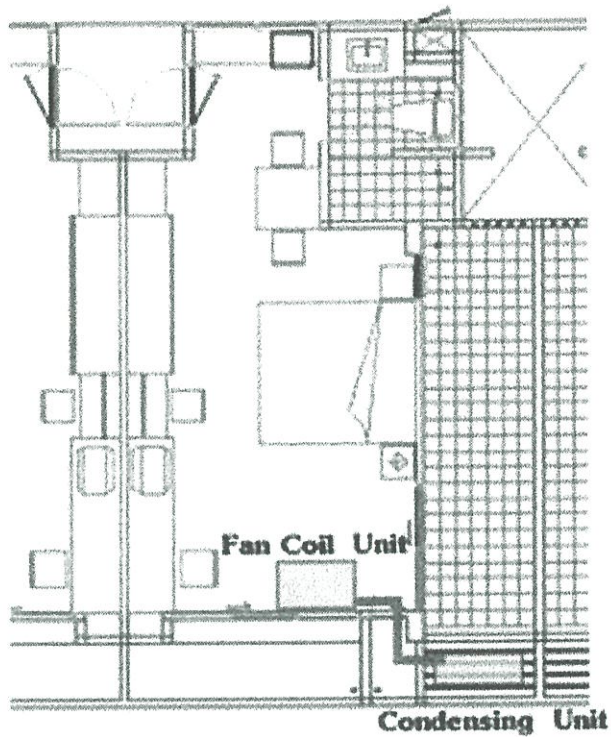
จากการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศในบทที่ 3 พบว่า การใช้วิธีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสามารถช่วยในการปรับสภาพภูมิอากาศให้อยู่ในเกณฑ์สบายมากขึ้น แต่ยังมีในบางช่วงไม่สามารถปรับสภาพภูมิอากาศให้อยู่ในเกณฑ์สบายได้ บางกรณีอาจจำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศในการช่วย ซึ่งในกรณีที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศนั้นนอกจาก ผู้ออกแบบควรพิจารณาถึงการเลือกระบบเครื่องปรับอากาศที่นำมาใช้เหมาะสมกับโครงการและการทำงานแล้ว ในแง่ทางด้านการประหยัดพลังงานควรคำนึงถึงดังนี้

- 1.) ตำแหน่งที่ตั้งและการเดินระบบของเครื่องปรับอากาศ
- 2.) รายละเอียดการก่อสร้างที่สามารถป้องกันความชื้นเข้าสู่อาคาร
- 3.) การป้องกันความร้อนของเครื่องเข้าสู่อาคาร
- 4.) การป้องกันเสียงของเครื่องเข้าสู่อาคาร

การก่อสร้างที่สามารถป้องกันความชื้นเข้าสู่ภายในอาคารได้ดี มีส่วนช่วยในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศเป็นอย่างมาก

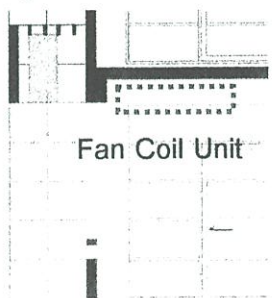
การติดตั้งตำแหน่งเครื่องทำความเย็น(Condensing Unit)ที่เหมาะสม คือ ตั้งในทิศทางที่ไม่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง มีการระบายอากาศที่ดี ควรตั้งอยู่ปลายลม เพื่อให้ลมพัดพาความร้อนและเสียงที่เกิดจากตัวเครื่องพัดออกสู่ภายนอกอาคาร ตำแหน่งที่สามารถทำการซ่อมแซมได้ง่าย การติดตั้งเครื่องทำความเย็น(Condensing Unit) และเครื่องเป่าลมเย็น(Fan Coil Unit)อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กัน นอกจากจะเป็นการประหยัดวัสดุในการเดินท่อแล้ว ยังช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าในการปรับอากาศ เพราะถ้ามีการเดินท่อที่ยาวจะทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนจากระยะทางการเดินทางของลมเย็นมาสู่เครื่องเป่าลมเย็น(Fan Coil Unit)

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้น ยังควรคำนึงถึงเรื่องการรักษาทัศนียภาพที่สวยงามของอาคารอีกด้วย มีหลายอาคารที่ขาดการคำนึงถึงเรื่องดังกล่าว ทำให้สูญเสียทัศนียภาพของอาคารที่ดี ทั้งๆที่บางอาคารมีรูปแบบที่สวยงามราคาค่าก่อสร้างหลายล้านบาท แต่ไม่มีการคำนึงถึงการตั้งเครื่องทำความเย็น(Condensing Unit) พอในการทำงานจริงผู้ใช้อาคารซึ่งไม่มีความรู้ทางด้านนี้ก็จะติดตั้งเครื่องทำความเย็น(Condensing Unit)เพิ่มเติม โดยขาดการคำนึงถึงความเหมาะสมตามเรื่องดังกล่าวมา ทำให้ความสวยงามและความเป็นระเบียบลดน้อยลง

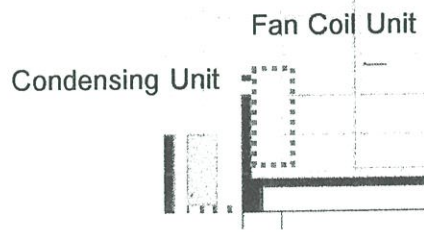


ภาพที่ 5.55 ก.) ผังแสดงตำแหน่ง และเส้นทางการเดินระบบของของเครื่องทำความเย็น (Condensing Unit) และเครื่องเป่าลมเย็น(Fan Coil Unit)

Condensing Unit



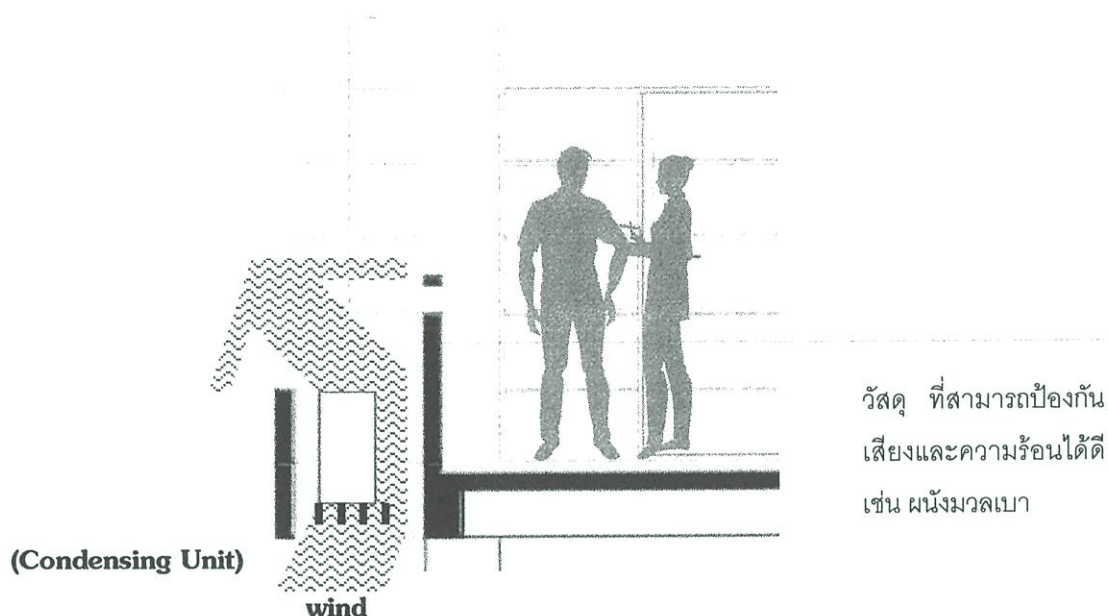
(ก.)



(ข.)

ภาพที่ 5.56 แสดงตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

- (ก.) รูปตัดแสดงตำแหน่งของเครื่องทำความเย็น(Condensing Unit) และ เครื่องเป่าลมเย็น(Fan Coil Unit) ในกรณีที่ใช้เครื่องเป่าลมเย็นแบบแขวน
- (ข.) รูปตัดแสดงตำแหน่งของเครื่องทำความเย็น(Condensing Unit) และเครื่องเป่าลมเย็น(Fan Coil Unit)ในกรณีที่ใช้เครื่องเป่าลมเย็นแบบตั้งพื้น



ภาพที่ 5.57 การออกแบบรูปแบบในการตั้งเครื่องทำความเย็น(Condensing Unit) เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการระบายความร้อน ป้องกันเสียง และไม่ทำลายทัศนียภาพที่สวยงามของอาคาร

1. การใช้วัสดุ ระบาย ที่สามารถป้องกันเสียง และความร้อนได้ดี
2. ทำเป็นลักษณะที่รับน้ำหนัก เครื่องทำความเย็น(Condensing Unit)ได้ นอกจากเพื่อให้เกิดการระบายความร้อนแล้วยังเป็นการลดเสียงที่ทอดแทรกมากับโครงสร้าง(Structure born sound) เพราะหน้าตัดโครงสร้างรับเครื่องมีพื้นที่น้อยลง ยิ่งถ้ามีการใช้รูปแบบที่มีการยึดหยุ่นได้ยิ่งเป็นการลดเสียงลงได้มากขึ้น แต่ไม่ควรใช้วัสดุที่เป็นสนิมได้ง่าย เพราะเมื่อโดนฝนคราบสนิมจะทำให้สีภายนอกอาคารเป็นคราบสกปรก
3. ออกแบบให้มีแผงบังสายตา อาจทำเป็นลักษณะที่บ หรือเป็นบานเกล็ดเพื่อช่วยในการระบายอากาศก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

5.6 การพิจารณาวัสดุ

การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ เป็นส่วนช่วยในการลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ภายในอาคาร ได้มาก สภาพอากาศแบบร้อน-ชื้น อย่างในกรุงเทพมหานคร มีฝนตกชุกและอุณหภูมิสูงเกือบตลอดทั้งปี มีความจำเป็นต้องลดปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารทำให้ผิวของวัสดุส่วนประกอบภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอก จะช่วยให้ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกเย็นกว่าอุณหภูมิของอากาศเนื่องจากเกิดการสูญเสียความร้อนของผู้ใช้อาคารให้กับวัสดุส่วนประกอบภายในอาคาร ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ผู้ออกแบบจำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุ คืออาคารนั้นมีการติดตั้งระบบปรับอากาศหรือไม่

อาคารที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ หมายถึง อาคารที่ใช้เฉพาะระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ โดยไม่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ในกรณีที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศถ้าเลือกใช้วัสดุที่มีช่วงเวลาหน่วงเหนี่ยวความร้อน(Time Lag)นาน ซึ่งวัสดุจะเริ่มคายความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารในเวลาหัวค่ำ เป็นช่วงเวลาที่มีการเริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศ จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในการปรับอากาศมาก แต่จากการวิเคราะห์สภาวะภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครใน บทที่ 3 พบว่าการใช้การระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติอย่างเดียวนั้นสามารถสร้างให้ภายในอาคารอยู่ในสภาวะน่าสบายได้เกือบตลอดทั้งปี ดังนั้นในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับอาคารที่ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ใช่เป็นการวิจัยการออกแบบอาคารพักอาศัยทั้งอาคาร แต่เป็นการวิจัยเพื่อหาศักยภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติของอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor เท่านั้น ฉะนั้นการพิจารณาเปลือกอาคารพักอาศัยเพื่อการประหยัดพลังงานเพื่อใช้ในการประกอบการออกแบบของงานวิจัยนี้เท่านั้นโดยสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 4 ประเภท

1. พื้น
2. ผนังทึบ
3. ฝ้าเพดาน
4. ช่องเปิด

5.6.1 พื้น

หลังจากได้ทำการป้องกันความร้อนที่เข้ามาสู่ภายในในระดับหนึ่งแล้ว พื้นภายในห้องต้องไม่ถูกแสงแดดโดยตรง ฉะนั้นการเลือกใช้วัสดุพื้นภายในห้องสามารถใช้วัสดุที่มีค่าความเป็นตัวนำที่ดีได้เช่น หินอ่อน แกรนิต หรือกระเบื้อง ซึ่งช่วยนำความเย็นที่เกิดขึ้นภายในห้อง(การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวภายในกับสภาพแวดล้อมทำให้เรารู้สึกเย็นกว่าปกติ) เป็นการใช้เทคนิคของการ

ถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวหนังของมนุษย์เรากับสภาพแวดล้อม(MRT Effect)เพราะถ้าอุณหภูมิรอบข้างโดยเฉลี่ยต่ำกว่าผิวกาย 1 องศาเซลเซียส เราจะรู้สึกเย็นกว่าปกติ 1.4 องศาเซลเซียส)¹

ระเบียบสำหรับอาคารพักอาศัยนั้นมีการใช้ทำกิจกรรมหลากหลายตามที่ได้ทำการวิเคราะห์ให้ข้างต้น ซึ่งบางส่วนของของระเบียบอาจจะต้องโดนแสงแดดในบางช่วงเวลา เพราะในบางกรณีระเบียบก็เป็นส่วนที่กันแสงแดดให้กับตัวอาคารภายในเช่นกัน ดังนั้นวัสดุสำหรับปูพื้นผิวระเบียบควรค่าการสะท้อนรังสีต่างๆ ควรมีสีค่อนข้างทึบ มีผิวที่ป้องกันการลื่นล้มได้ดี และสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

5.6.2 ฉนวนกันความร้อน

เป็นผนังที่ป้องกันความร้อนจากแสงแดดเข้าสู่อาคารได้โดยตรงแต่ไม่สามารถป้องกันความร้อนได้หมด ยังมีความร้อนบางส่วนที่ผ่านฉนวนกันความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารด้วยการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน ดังนั้นการลดความร้อนที่ผ่านผนังเข้าสู่ภายในอาคารจึงต้องเลือกผนังที่มีคุณสมบัติทางความร้อนที่ดี โดยมีข้อพิจารณาในการเลือกวัสดุผนังสำหรับสภาพภูมิอากาศร้อน-ชื้นในกรุงเทพมหานครดังนี้

1. คุณสมบัติทางด้านการกันความร้อนและความชื้น
 - มีความสามารถในการต้านทานความร้อน(Thermal Resistance)สูง
 - มีความสามารถในการส่งผ่านความร้อน(U-Value)ต่ำ
 - ไม่สะสมความร้อนหรือมีความจุความร้อน(Thermal Capacity)ต่ำ
 - มีช่วงเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน(Time Lag)ที่เหมาะสม
 - มีความทนทานต่อการขยายตัวและหดตัวได้ดี เพื่อลดปัญหาการแตกร้าว
 - ไม่ดูดหรืออมความชื้น
 - กันน้ำและ กันการรั่วซึมของอากาศได้ดี
2. คุณสมบัติในการก่อสร้างและระบบเศรษฐกิจ
 - มีน้ำหนักเบา
 - มีการก่อสร้างและติดตั้งที่ไม่ยุ่งยาก
 - มีความสามารถต้านทานแรงลมและการสั่นสะเทือนที่ดี
 - หาได้ง่าย ราคาไม่สูงจนเกินไป
 - ค่าบำรุงรักษาต่ำและมีความทนทานสูง


¹ สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า 2542, หน้า 142

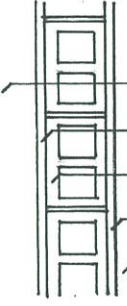
3. คุณสมบัติที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม
 - ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสภาพแวดล้อม
 - มีความสามารถในการกันไฟสูง
 - มีความสวยงาม
4. คุณสมบัติด้านการกันเสียง
 - สามารถป้องกันเสียงจากภายนอกได้ดี
 - มีค่าการดูดซับเสียงหรือเสียงสะท้อนภายในที่พอเหมาะ


ชนิดของผนังที่นำมาพิจารณามีดังนี้

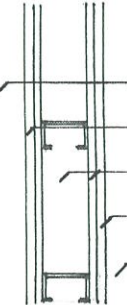
1. ผนังก่ออิฐมวลอณูครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน
2. ผนังก่อคอนกรีตบล็อกฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน
3. ผนังอิฐโฟมคอนกรีตฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน
4. ผนังเบาของ C-PAC (มีช่องอากาศ)
5. ผนังคอนกรีตมวลเบา ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน
6. ผนัง EIFS Exterior Insulation and Finish Systems
7. ผนังก่ออิฐมวลอณูครึ่งแผ่นภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี
8. ผนังก่อคอนกรีตบล็อกภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี
9. ผนังก่ออิฐมวลอณูครึ่งแผ่น ภายในบุยิปซัมบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี
10. ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ภายในบุยิปซัมบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี
11. ผนังก่ออิฐมวลอณู 1/2 แผ่น 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ 10 ซม. ฉาบปูนเรียบทาสี 2 ด้าน
12. ผนังก่ออิฐมวลอณู 1/2 แผ่น 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ 10 ซม. ปิดด้วยอลูมิเนียมฟลอร์ 1 ด้าน ฉาบปูนเรียบทาสี 2 ด้าน
13. ผนังก่อคอนกรีตบล็อก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ 10 ซม. ฉาบปูนเรียบทาสี 2 ด้าน
14. ผนังก่อคอนกรีตบล็อก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ 10 ซม. ปิดด้วยอลูมิเนียมฟลอร์ 1 ด้าน ฉาบปูนเรียบทาสี 2 ด้าน

ตารางที่ 5.13 แสดงการคำนวณหาค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังชนิดต่างๆ

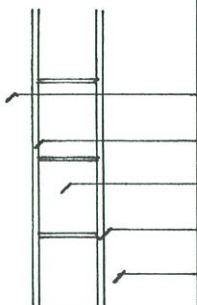
| 1. ผนังก่ออิฐมวลเบาค้างแผ่นฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------|-------------------------------|--|---|---|--|
|  | รายการวัสดุ | ΔX (m) | k (w / m x ⁰ c) | C= k/ ΔX (w /m ² x ⁰ c) | R=1/C (m ² x ⁰ c /w) | U=1/ $\sum R$ (w /m ² x ⁰ c) | |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.97 | 0.011 | | |
| | 3. อิฐก่อครึ่งแผ่น | 0.080 | 1.154 | 14.42 | 0.069 | | |
| | 4. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.97 | 0.011 | | |
| | 5. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | - | 0.120 | |
| รวม | 0.100 | | | | 0.255 | 3.921 | |

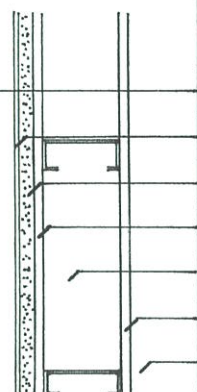
| 2. ผนังก่อคอนกรีตบล็อกฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------|-------------------------------|--|---|---|--|
|  | รายการวัสดุ | ΔX (m) | k (w / m x ⁰ c) | C= k/ ΔX (w /m ² x ⁰ c) | R=1/C (m ² x ⁰ c /w) | U=1/ $\sum R$ (w /m ² x ⁰ c) | |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | | |
| | 3. คอนกรีตบล็อก | 0.080 | 0.346 | 4.325 | 0.231 | | |
| | 4. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | | |
| | 5. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | - | 0.120 | |
| รวม | 0.100 | | | | 0.417 | 2.398 | |


| 3. ผนังอิฐโพมคอนกรีตฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------|-------------------------------|--|---|---|--|
|  | รายการวัสดุ | ΔX (m) | k (w / m x ⁰ c) | C= k/ ΔX (w /m ² x ⁰ c) | R=1/C (m ² x ⁰ c /w) | U=1/ $\sum R$ (w /m ² x ⁰ c) | |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | | |
| | 3. คอนกรีตเบา | 0.080 | 0.220 | 2.750 | 0.363 | | |
| | 4. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | | |
| | 5. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | - | 0.120 | |
| รวม | 0.100 | | | | 0.549 | 1.821 | |

| 4. ผนังเบาของ C-PAC (มีช่องอากาศ) ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------|-------------------------------|--|---|---|--|
|  | รายการวัสดุ | ΔX (m) | k (w / m x ⁰ c) | C= k/ ΔX (w /m ² x ⁰ c) | R=1/C (m ² x ⁰ c /w) | U=1/ $\sum R$ (w /m ² x ⁰ c) | |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | | |
| | 3. ผนังเบา C-PAC | 0.085 | 0.213 | 2.506 | 0.399 | | |
| | 4. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | | |
| | 5. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | - | 0.120 | |
| รวม | 0.105 | | | | 0.585 | 1.709 | |

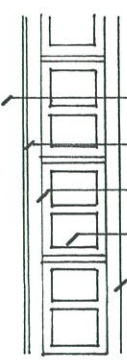
ตารางที่ 5.13(ต่อ)

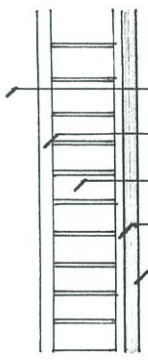
| 5. ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน | | | | | | |
|---|----------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|  | รายการวัสดุ | ΔX | k | $C = k/\Delta X$ | $R = 1/C$ | $U = 1/\sum R$ |
| | | (m) | (w / m x ⁰ c) | (w / m ² x ⁰ c) | (m ² x ⁰ c / w) | (w / m ² x ⁰ c) |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | |
| | 3. ผนังคอนกรีตมวลเบา | 0.075 | 0.130 | 1.73 | 0.577 | |
| | 4. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | |
| | 5. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | |
| | รวม | 0.095 | - | - | 0.763 | 1.311 |

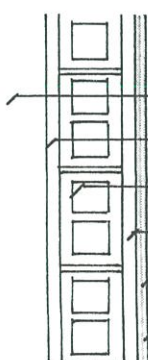
| 6. ผนัง EIFS Exterior Insulation and Finish Systems | | | | | | |
|--|----------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|  | รายการวัสดุ | ΔX | k | $C = k/\Delta X$ | $R = 1/C$ | $U = 1/\sum R$ |
| | | (m) | (w / m x ⁰ c) | (w / m ² x ⁰ c) | (m ² x ⁰ c / w) | (w / m ² x ⁰ c) |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. สีทาเคลือบผิว | 0.004 | 0.0089 | 2.225 | 0.449 | |
| | 3. แผ่นโฟมโพลีสไตรีน | 0.025 | 0.035 | 1.400 | 0.714 | |
| | 4. ยิบซั่มบอร์ด | 0.012 | 0.191 | 15.916 | 0.063 | |
| | 5. ช่องว่างอากาศ | 0.100 | - | - | 0.160 | |
| | 6. ยิบซั่มบอร์ด | 0.012 | 0.173 | 14.416 | 0.069 | |
| | 7. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | |
| | รวม | 0.153 | - | - | 1.619 | 0.617 |

| 7. ผนังก่ออิฐมวลฉาบปูนภายในนูนกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|  | รายการวัสดุ | ΔX | k | $C = k/\Delta X$ | $R = 1/C$ | $U = 1/\sum R$ |
| | | (m) | (w / m x ⁰ c) | (w / m ² x ⁰ c) | (m ² x ⁰ c / w) | (w / m ² x ⁰ c) |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. กระเบื้องโมเสก | 0.005 | 1.731 | 346.2 | 0.003 | |
| | 3. ปูนทราย | 0.020 | 0.533 | 27.65 | 0.036 | |
| | 4. อิฐมวลฉาบก่อครึ่งแผ่น | 0.080 | 1.154 | 14.42 | 0.069 | |
| | 5. ปูนฉาบ | 0.020 | 0.879 | 48.45 | 0.021 | |
| | 6. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | |
| | รวม | 0.100 | - | - | 0.293 | 3.41 |

ตารางที่ 5.13(ต่อ)

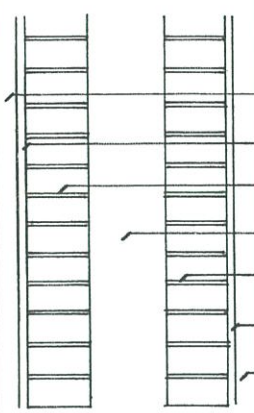
| 8. ผนังก่อคอนกรีตบล็อกภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี | | | | | | |
|---|----------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|  | รายการวัสดุ | ΔX | k | $C = k/\Delta X$ | $R = 1/C$ | $U = 1/\sum R$ |
| | | (m) | (w / m x ⁰ c) | (w / m ² x ⁰ c) | (m ² x ⁰ c / w) | (w / m ² x ⁰ c) |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. กระเบื้องโมเสก | 0.005 | 1.731 | 346.2 | 0.003 | |
| | 3. ปูนทราย | 0.020 | 0.533 | 27.65 | 0.036 | |
| | 4. คอนกรีตบล็อก | 0.080 | 0.346 | 4.325 | 0.231 | |
| | 5. ปูนฉาบ | 0.020 | 0.879 | 43.95 | 0.023 | |
| | 6. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | |
| | รวม | 0.125 | | | 0.457 | 2.188 |

| 9. ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่น ภายในบุยิปซัมบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|  | รายการวัสดุ | ΔX | k | $C = k/\Delta X$ | $R = 1/C$ | $U = 1/\sum R$ |
| | | (m) | (w / m x ⁰ c) | (w / m ² x ⁰ c) | (m ² x ⁰ c / w) | (w / m ² x ⁰ c) |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.020 | 0.879 | 48.45 | 0.021 | |
| | 3. อิฐมวลเบาก่อครึ่งแผ่น | 0.080 | 1.154 | 14.42 | 0.069 | |
| | 4. ปูนฉาบ | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | |
| | 5. ยิปซัมบอร์ด | 0.012 | 0.191 | 15.916 | 0.063 | |
| | 6. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | |
| | รวม | 0.122 | | | 0.328 | 3.049 |

| 10. ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ภายในบุยิปซัมบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี | | | | | | |
|---|----------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|  | รายการวัสดุ | ΔX | k | $C = k/\Delta X$ | $R = 1/C$ | $U = 1/\sum R$ |
| | | (m) | (w / m x ⁰ c) | (w / m ² x ⁰ c) | (m ² x ⁰ c / w) | (w / m ² x ⁰ c) |
| | 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | |
| | 2. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.020 | 0.879 | 48.45 | 0.021 | |
| | 3. คอนกรีตบล็อก | 0.080 | 0.346 | 4.325 | 0.231 | |
| | 4. ช่องว่างอากาศ | 0.020 | - | - | 0.044 | |
| | 5. ยิปซัมบอร์ด | 0.012 | 0.191 | 15.916 | 0.063 | |
| | 6. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | |
| | รวม | 0.132 | | | 0.523 | 1.912 |

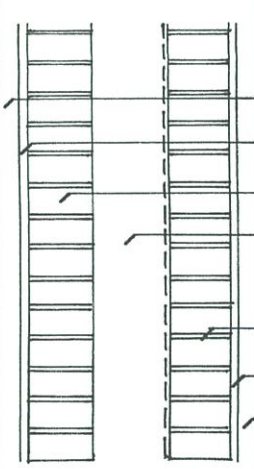
ตารางที่ 5.13(ต่อ)

11. ผนังก่ออิฐรูมอญ 1/2 แผ่น 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ 10 ซม. ฉาบปูนเรียบทาสี 2 ด้าน



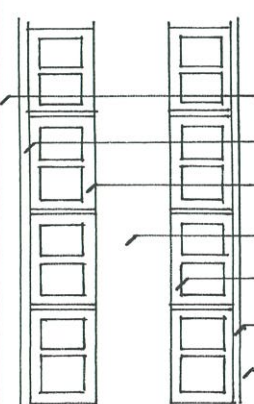
| รายการวัสดุ | ΔX (m) | k (w / m x ⁰ c) | C= k/ ΔX (w / m ² x ⁰ c) | R=1/C (m ² x ⁰ c / w) | U=1/ ΣR (w / m ² x ⁰ c) |
|-------------------------|-------------------|-------------------------------|---|--|--|
| 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | |
| 2. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | |
| 3. ก่ออิฐรูมอญ 1/2 แผ่น | 0.080 | 1.154 | 14.420 | 0.069 | |
| 4. ช่องว่างอากาศ | 0.100 | - | - | 0.160 | |
| 5. ก่ออิฐรูมอญ 1/2 แผ่น | 0.080 | 1.154 | 14.420 | 0.069 | |
| 6. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | |
| 7. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | |
| รวม | 0.280 | | | 0.484 | 2.066 |

12. ผนังก่ออิฐรูมอญ 1/2 แผ่น 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ 10 ซม. ปิดด้วยอลูมิเนียมฝอรัย 1 ด้าน ฉาบปูนเรียบทาสี 2 ด้าน



| รายการวัสดุ | ΔX (m) | k (w / m x ⁰ c) | C= k/ ΔX (w / m ² x ⁰ c) | R=1/C (m ² x ⁰ c / w) | U=1/ ΣR (w / m ² x ⁰ c) |
|----------------------------|-------------------|-------------------------------|---|--|--|
| 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | |
| 2. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | |
| 3. ก่ออิฐรูมอญ 1/2 แผ่น | 0.080 | 1.154 | 14.420 | 0.069 | |
| 4. ช่องว่างอากาศแบบมีฝอรัย | 0.100 | - | - | 0.606 | |
| 5. ก่ออิฐรูมอญ 1/2 แผ่น | 0.080 | 1.154 | 14.420 | 0.069 | |
| 6. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | |
| 7. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | |
| รวม | 0.280 | | | 0.930 | 1.075 |

13. ผนังก่อคอนกรีตบล็อก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ 10 ซม. ฉาบปูนเรียบทาสี 2 ด้าน



| รายการวัสดุ | ΔX (m) | k (w / m x ⁰ c) | C= k/ ΔX (w / m ² x ⁰ c) | R=1/C (m ² x ⁰ c / w) | U=1/ ΣR (w / m ² x ⁰ c) |
|----------------------|-------------------|-------------------------------|---|--|--|
| 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | |
| 2. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | |
| 3. คอนกรีตบล็อก | 0.080 | 0.346 | 4.325 | 0.231 | |
| 4. ช่องว่างอากาศ | 0.100 | - | - | 0.160 | |
| 5. คอนกรีตบล็อก | 0.080 | 0.346 | 4.325 | 0.231 | |
| 6. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | |
| 7. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | |
| รวม | 0.280 | | | 0.808 | 1.238 |

ตารางที่ 5.13(ต่อ)

| 14. ผนังก่อคอนกรีตบล็อก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ 10 ซม. ปิดด้วยฉนวนมีนัฟอรัย 1 ด้าน ฉาบปูนเรียบทาสี 2 ด้าน | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------------------|---|---|--|--|
| รายการวัสดุ | ΔX (m) | k (w / m x ⁰ c) | C= k/ ΔX (w / m ² x ⁰ c) | R=1/C (m ² x ⁰ c /w) | U=1/ ΣR (w / m ² x ⁰ c) | |
| 1. ฟิล์มอากาศด้านนอก | - | - | - | 0.044 | | |
| 2. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | | |
| 5. คอนกรีตบล็อก | 0.080 | 0.346 | 4.325 | 0.231 | | |
| 4. ช่องว่างอากาศแบบมีฟอรัย1 | 0.100 | - | - | 0.606 | | |
| 5. คอนกรีตบล็อก | 0.080 | 0.346 | 4.325 | 0.231 | | |
| 6. ฉาบปูนเรียบทาสี | 0.010 | 0.879 | 87.970 | 0.011 | | |
| 7. ฟิล์มอากาศด้านใน | - | - | - | 0.120 | | |
| รวม | 0.280 | | | 1.254 | 0.797 | |

จากตารางข้างต้นสามารถพิจารณาเลือกชนิดของผนังตามความเหมาะสมในการใช้งานแต่ละพื้นที่

5.6.3 ฝ้าเพดาน

ในการรับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงบริเวณฝ้าเพดานของอาคารพักอาศัยมีผลกระทบไม่มากนักเนื่องจากห้องนั้นวางซ้อนกันความร้อนจากแสงอาทิตย์จึงผ่านลงมาได้ยาก นอกจากนี้บริเวณชั้นบนสุดที่ต้องพิจารณาในเรื่องการป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์มากเป็นพิเศษ “ อาจทำได้โดยการใส่ Aluminum Foil ที่ได้กระเบื้องหลังคา โดยให้ด้านมันคว่ำลง และมีการติดพัดลมดูดอากาศบริเวณใต้หลังคาช่วยจะทำให้ระบายความร้อนได้เร็วขึ้น การติด Aluminum Foil ที่บริเวณใต้กระเบื้องหลังคา หรือบริเวณหลังฝ้าเพดานนั้น ในช่วงที่ทำการติดใหม่ๆ จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนานๆไปการติดหลังฝ้าเพดานจะเกิดการสะสมของฝุ่นละอองมากกว่า จึงทำให้มีประสิทธิผลลดลง “²

สำหรับฝ้าเพดานอาคารพักอาศัย อาจได้รับความร้อนจากหลอดไฟโดยการนำความร้อนจากบริเวณส่วนประกอบของหลอดไฟ และการแผ่รังสีความร้อนของหลอดไฟ และความร้อนจากการแผ่ความร้อนของอุปกรณ์ไฟฟ้า ภายในห้องพักอาศัย นอกจากการเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมในการป้องกันความร้อนแล้วการออกแบบฝ้าเพดานให้มีการระบายอากาศที่ดีเป็นการช่วยลดความร้อนได้เป็นอย่างดี ถ้ามีการเลือกใช้วัสดุและสีที่มีค่าการสะท้อนแสงมากก็เป็นการช่วยให้ห้องสว่างขึ้นด้วย โดยสามารถสรุปข้อพิจารณาในการออกแบบฝ้าเพดานสำหรับอาคารพักอาศัยที่อยู่ในบริเวณที่มีภูมิอากาศแบบกรุงเทพมหานครได้ดังนี้

² Prof. SV. Szokolay. “ การบรรยายพิเศษ เรื่อง ENERGY CONSERVATION IN BUILDINGS” 2543. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. คุณสมบัติด้านการประหยัดพลังงาน
 - ใช้วัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อน(Resistance)สูง
 - ค่าการส่งผ่านความร้อน (U -Value)ต่ำ
 - ไม่สะสมความร้อนหรือมีการจุความร้อน(Thermal Capacity)ต่ำ
 - ไม่ดูดและอมความชื้นหรือป้องกันความชื้นได้ดี
 - ป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ดี
 - มีสีสว่าง เช่น สีขาว สีครีม เพื่อช่วยในการสะท้อนแสงที่ดี
2. คุณสมบัติในการก่อสร้างและระบบเศรษฐกิจ
 - มีน้ำหนักเบา มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
 - หาง่าย ราคาประหยัด ค่าบำรุงรักษาต่ำและมีความทนทานสูง
3. คุณสมบัติที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม
 - ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสภาพแวดล้อม
 - มีความสวยงาม
 - มีความสามารถในการกันไฟสูง
4. คุณสมบัติด้านการกันเสียง
 - มีความสามารถในการดูดซับเสียงหรือเสียงสะท้อนจากภายในได้ดี

ตารางที่ 5.14 แสดงการเปรียบเทียบการสะท้อนของสีต่าง ๆ เพื่อประกอบการให้สีภายในอาคาร³

| สี | อัตราการสะท้อน |
|-------------|----------------|
| ขาว | 80-90% |
| งาช้าง | 70-80% |
| เหลือง,ครีม | 65-75% |
| ชมพู | 40-70% |
| เทา,ฟ้า | 35-50% |
| เขียวอ่อน | 25-50% |
| น้ำเงินแก่ | 10-20% |
| น้ำตาล | 8-12% |
| แดงเข้ม | 7% |
| ดำ | 2-5% |

³ ตรังใจ บูรณสมภพ, การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย, มหาวิทยาลัยศิลปากร 2521, หน้า102

จากตารางการใช้สีขาวยจะช่วยสะท้อนแสงได้ดีกว่าสีอื่น ๆ เป็นการช่วยลดความร้อนแต่อาจทำให้เกิดแสงสะท้อนเข้าตาได้ ถ้าใช้สีสว่างกับภายในจะทำให้เกิดการสะท้อนแสงช่วยในการส่องสว่างมากขึ้น ส่วนสีดำและสีเข้มอื่น ๆ จะมีอัตราการสะท้อนความร้อนต่ำจึงไม่ควรใช้ในบริเวณที่ถูกแสงแดดโดยตรง กับภายในอาคารเพราะจะเป็นการเพิ่มการสะสมความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

ตารางที่ 5.15 แสดงคุณสมบัติของวัสดุฉนวนกันความร้อนของฝ้าเพดาน⁴

| วัสดุทำฝ้าเพดาน | ความหนา | อุณหภูมิที่ลดลงเป็นเปอร์เซ็นต์ |
|--|---------|--------------------------------|
| กระเบื้องแผ่นเรียบ (พ่นเทอร์โมคอนกรีต) | 4 มม. | 37 |
| แผ่นไมโครไฟเบอร์ | 1" | 35 |
| แอคคูสติคโทน | 3/4" | 27.5 |
| กระดาดชานอ้อย | 12 มม. | 25 |
| ซีบอร์ด | 12 มม. | 25 |
| ยิปซัมบอร์ด | 9 มม. | 22.5 |
| เฟโนบอร์ด | 15 มม. | 21.25 |
| แผ่นโฟม | 1" | 20.5 |
| เซมบอร์ด | 8 มม. | 18.75 |

สำหรับอาคารพักอาศัยที่มีราคาไม่แพงนักอาจเลือกให้มีการติดฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ดชนิดมีฉนวนกันความร้อนเฉพาะ ชั้นบน เพื่อป้องกันความร้อนจากหลังคา ส่วนในชั้นที่ต่ำลงอาจไม่ต้องมีการใช้ฝ้าเพดานก็ได้ จะทำให้ห้องมีความสูงขึ้น ส่วนในบริเวณห้องน้ำอาจเลือกใช้ฝ้ายิปซัมบอร์ดแบบแขวน เพื่อเป็นการปกปิดส่วนท่อระบบ และสามารถเปิดซ่อมบำรุงได้ง่าย แต่ทั้งนี้ควรเลือกใช้สีอ่อน เช่น ขาว หรือ ครีมอ่อน เพื่อช่วยในการสะท้อนความร้อน

⁴ วิเชียร สุวรรณรัตน์, รายงานการวิจัยเรื่อง วัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง 2524, หน้า 22

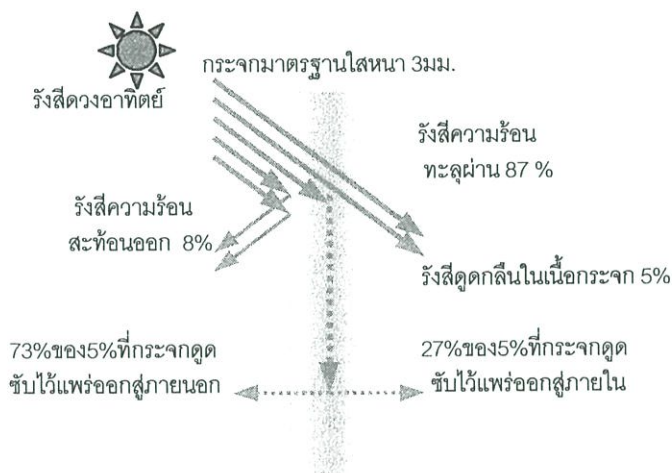
5.6.4 ช่องเปิด

ช่องเปิด เป็นผนังส่วนที่ถูกเจาะออก ซึ่งอาจจะเจาะสู่ภายนอกหรือภายใน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติ ซึ่งได้กล่าวรายละเอียดไปแล้วในบทที่ 2 และ 5 ฉะนั้นในบทนี้จะพิจารณาถึงวัสดุของช่องเปิดต่างๆ ความสว่างภายในอาคาร ทัศนวิสัย มุมมอง และค่าความร้อนที่เข้ามาในอาคาร โดยมีหลักในการออกแบบช่องเปิดสำหรับอาคารพักอาศัยดังนี้

1. คุณสมบัติด้านการประหยัดพลังงาน
 - ต้องมีรูปแบบทำให้เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติที่ดี
 - ต้องใช้วัสดุที่ยอมให้แสงสว่างเข้ามาได้อย่างเหมาะสมแต่ยอมให้รังสีความร้อนเข้ามาได้น้อย
 - ไม่สะสมความร้อนหรือมีการจุความร้อน(Thermal Capacity)ต่ำ
 - ไม่ดูดและอมความชื้นหรือป้องกันความชื้นได้ดี
 - ป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ดี
2. คุณสมบัติในการก่อสร้างและระบบเศรษฐกิจ
 - มีน้ำหนักเบา และมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
 - หาง่าย ราคาประหยัด ค่าบำรุงรักษาต่ำและมีความทนทานสูง
3. คุณสมบัติที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม
 - ต้องออกแบบให้มีความสวยงาม มีทัศนวิสัยและมุมมองจากภายในสู่ภายนอกที่ดี หรือในบางพื้นที่ต้องป้องกันมุมมองจากภายนอกสู่ภายในเพื่อความความเป็นส่วนตัว
 - ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสภาพแวดล้อมเช่นป้องกันไม่ให้แสงสะท้อนกระจกกระทบอาคารข้างเคียง
 - มีความสามารถในการกันไฟสูง
4. คุณสมบัติด้านการกันเสียง
 - มีความสามารถในการดูดซับเสียงหรือเสียงสะท้อนจากภายในได้ดี

การวิเคราะห์วัสดุประเภทกระจก

เนื่องจากกระจกเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนที่ดี ฉะนั้นในการเลือกใช้กระจกที่เหมาะสม คือกระจกที่ยอมให้แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารให้ได้มากที่สุด แต่ยอมให้ความร้อนผ่านเข้ามาภายในอาคารน้อยที่สุด จะเป็นการช่วยลดความร้อนและเพิ่มแสงสว่างเข้าสู่อาคารอีกด้วย



ภาพที่ 5.58 ผลของรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทำกับกระจกมาตรฐาน⁵

ผลกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ต่อกระจก

1. กระจกจะยอมให้คลื่นรังสีตั้งแต่ 300-3000 nm ผ่านได้นั้นคือรังสีดวงอาทิตย์หรือรังสีอัลตราไวโอเล็ต และรังสีอินฟราเรด
2. รังสีบางส่วนจะถูกสะท้อนกลับเข้าไปในบรรยากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับความชื้นของมุมแสงที่กระทำกับผิวกระจก
3. รังสีบางส่วนจะถูกดูดกลืนโดยเนื้อกระจกและจะส่งออกทั้งสองด้านของกระจก

อย่างไรก็ตามรังสีความร้อนจะผ่านกระจกมากขึ้นขึ้นอยู่กับชนิดของกระจก ซึ่งในปัจจุบันมีกระจกที่นำมาใช้อยู่หลายชนิดพอจำแนกเป็นประเภทได้ดังนี้

กระจกใสธรรมดา จะมีสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนค่อนข้างมาก ซึ่งจะมีความหนาต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งาน โดยที่กระจกมีความหนามากขึ้น สัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนก็จะน้อยลง(ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

⁵ ASHRAE ได้ทำการทดสอบเพื่อหาค่า Solar heat gain factor (SHGF) ที่แท้จริงของกระจกเพื่อเป็นค่าเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของกระจกชนิดต่างๆ โดยใช้กระจกใสหนา 3 มม. เป็นกระจกมาตรฐานเพราะถือว่าเป็นกระจกที่ยอมให้รังสีความร้อนผ่านได้มากที่สุด

กระจกตัดแสง(Tinted Glass) จะมีส่วนผสมผสมหรือมีสารเจือปนอยู่ในเนื้อกระจก สารดังกล่าวจะเป็นตัวช่วยลดความร้อนของรังสีที่ผ่านกระจกลงไปได้ กระจกตัดแสงจะอมความร้อนส่วนหนึ่งไว้เสียเองจนเนื้อกระจกมีอุณหภูมิสูง จากนั้นก็จะส่งความร้อนออกโดยการพาและการแผ่รังสี โดยส่งรังสีความร้อนคลื่นยาวออกไปทั้งสองด้าน ดังนั้นไม่ว่ากระจกตัดแสงจะมีประสิทธิภาพสูงเพียงใด ก็จะสามารถลดความร้อนไปได้ระดับหนึ่งเท่านั้น



ภาพที่ 5.59 แสดงการส่งผ่านความร้อนของกระจกธรรมดา(ก) และกระจกตัดแสง(ข)

กระจกกันความร้อน (Heat Absorbing Glass) กระจกที่เคลือบด้วยนิเกิลหรือทอง ก็สามารถกันรังสีความร้อนได้เป็นอย่างดี โดยเรียกกันทั่วไปว่ากระจกติดฟิล์ม(Heat reflecting glass) กระจกติดฟิล์ม จะดูดความร้อนไว้้น้อยมาก เมื่อเทียบกับกระจกตัดแสง ดังนั้นจึงสามารถกันความร้อนได้ดีกว่ากระจกตัดแสง แต่ฟิล์มที่ใช้ยังคงมีราคาแพงอยู่มาก

กระจกสองชั้น(Double glass)⁶ มีลักษณะเป็นกระจกซ้อนกันสองชั้นโดยมีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลาง มีอยู่สองประเภทคือ กระจกฮีตมิเลอร์(Heat Mirror)และกระจกฮีตสโตป(Heat Stop)

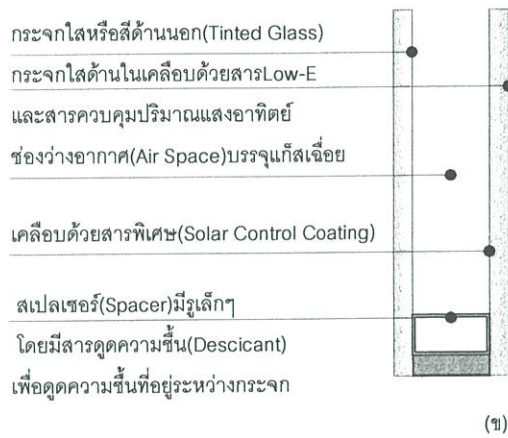
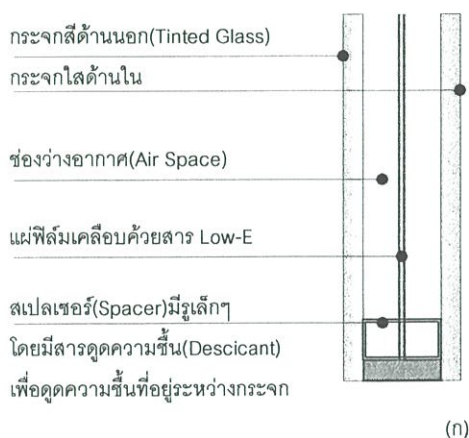
กระจกฮีตมิเลอร์ เป็นกระจกสองชั้นที่เคลือบด้วยสารที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ(Low-E) ทั้งสองด้านของแผ่นฟิล์ม ที่อยู่ระหว่างช่องว่างอากาศ โดยที่ช่องว่างอากาศทั้งสองด้านโดยช่องอากาศทั้งสองด้านจะทำหน้าที่สะท้อนรังสี มีสารดูดความร้อนขึ้นอยู่ในช่องว่างอากาศ อาจมีค่า U-Value ต่ำถึง 0.25 โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถสะท้อนความร้อนออกจากกระจกได้มากโดยยอมให้ความร้อนส่งผ่านเข้ามาน้อย โดยมีอัตราส่วนระหว่างค่าการส่งผ่านของแสงธรรมชาติ(Visible Transmission, VT)ต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด(Solar Heat Gain Coefficient) มากกว่า 1.56-1.7 ขึ้นอยู่กับชนิดของกระจก ทำให้ความร้อนที่เข้ามาในอาคารมีน้อย และผิวกระจกก็ไม่ร้อน
- กระจกฮีตมิเลอร์ ยอมให้แสงธรรมชาติเข้ามามาก ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงกลางวัน
- ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ดี โดยยอมให้ผ่านได้ไม่ถึง 2%

⁶ สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า 2542, หน้า 148-149

กระจกฮีตสตอป เป็นกระจกฉนวน ภายในช่องว่างระหว่างกระจกเคลือบด้วยสารที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ และบรรจุช่องว่างระหว่างกระจกด้วยแก๊สเฉื่อยเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายนอกกับภายในอาคาร โดยมีค่าการถ่ายเทความร้อนประมาณ 14 W/m²K หรือ 0.25 บีทียูต่อตารางฟุตต่อชั่วโมง ซึ่งนับว่าเป็นกระจกที่มีประสิทธิภาพมาก

ข้อแตกต่างระหว่างกระจก ฮีตมิเลอร์และฮีตสตอป ที่เห็นได้ชัดคือ กระจกฮีตมิเลอร์จะป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ดีกว่า แต่กระจกฮีตสตอปจะมีค่าการสะท้อนแสงภายในน้อยกว่า ทำให้การมองผ่านกระจกฮีตสตอปสามารถมองเห็นทิวทัศน์ภายนอกได้ชัดเจนกว่า



LT/SC = 0.65/ 0.35 = 1.65

LT/SC = 0.68/ 0.4 0 = 1.70

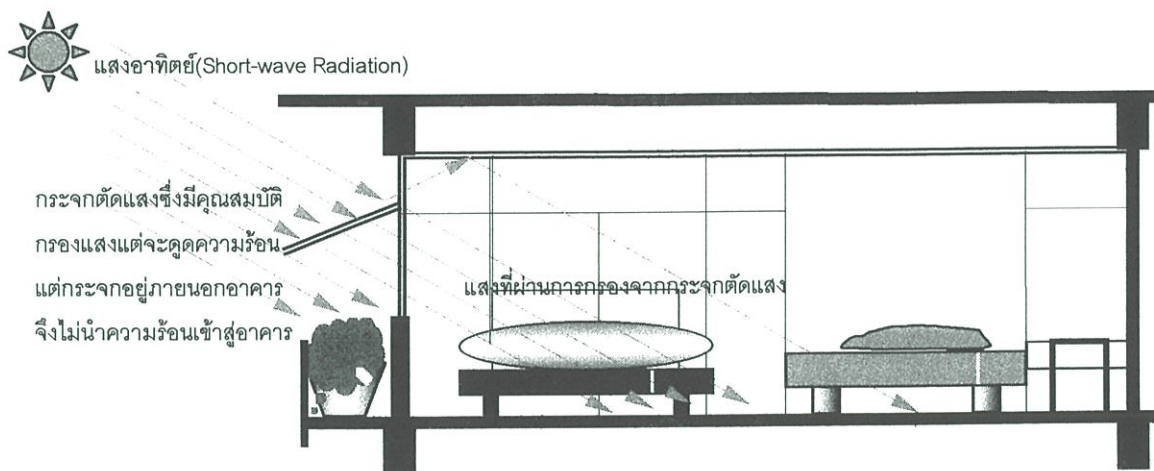
(LT= Light Transmission SC = Shading Coefficient)

ภาพที่ 5.60 แสดงลักษณะของ กระจกฮีตมิเลอร์(Heat Mirror)และกระจกฮีตสตอป(Heat Stop)

นอกจากประเภทของกระจกที่กล่าวมาแล้ว ยังมีกระจกชนิดใหม่ที่สามารถเปลี่ยนสีในตัวเองได้ โดยมีส่วนผสมของsubmicroscopic halide crystals คือเมื่ออยู่ในที่มีกระจกจะเปลี่ยนตัวเองเป็นสีอ่อน และเมื่อมีความสว่างจัดมาก กระจกจะเปลี่ยนเป็นสีเข้ม ค่าสัมประสิทธิ์การโปร่งใสของกระจก(t) จะอยู่ระหว่าง 74%ถึง 1% ซึ่งเป็นกระจกที่มีประสิทธิภาพสูงมาก แต่ปัจจุบันยังมีราคาแพงอยู่มาก

สำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นอย่างกรุงเทพมหานคร และประเทศไทยแล้ว เมื่อเปรียบเทียบการใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากันแล้ว ถ้าเป็นบ้านที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ และหน้าต่างทุกบานปิดสนิทแล้ว การเลือกใช้กระจกชั้นเดียว(Single Glazing) จะทำให้อุณหภูมิภายในบ้านเย็นกว่า การใช้กระจกสองชั้น เพราะเมื่อรังสีดวงอาทิตย์(Short-wave Radiation)ทะลุทะลวงผ่านกระจกเข้ามาในอาคารแล้ว กระจกสองชั้นจะกักกันทำให้ความร้อน(Long-wave Radiation) รั่วออกไปได้ยากกว่ากระจกชั้นเดียว เพราะกระจกสองชั้นมีค่าความต้าน

ทานการถ่ายเทความร้อนดีกว่ากระจกชั้นเดียวมาก ทำให้ความร้อนที่สะสมอยู่ภายในถ่ายเทออกสู่ภายนอกได้ยาก แต่ในทางตรงข้าม บ้านที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ การใช้กระจกฉนวนจะสามารถป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้ดี และสามารถกักเก็บความเย็นไว้ภายในได้ดี และมีประสิทธิภาพดีกว่ากระจกชั้นเดียว⁷



ภาพที่ 5.61 แสดงการเดินทางของแสงอาทิตย์ผ่านกระจกตัดแสงที่เหมาะสมจะใช้กับอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ

สำหรับอาคารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเป็นหลัก ควรใช้กระจกตัดแสงที่มีส่วนผสมของสารกันความร้อน เพื่อเป็นการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร และทำให้ความร้อน (Long-wave Radiation) รั่วออกไปได้ในกรณีที่เปิดหน้าต่าง และต้องใช้ชนิดที่ไม่มีกระจกสะท้อนแสงรอบวงอาคารข้างเคียง โดยใช้กระจกตัดแสงทำเป็นลักษณะบานกระทุ้ง หรือบานเปิด ซึ่งเมื่อเปิดหน้าต่างออกไปแล้ว จะช่วยให้ร่มเงากับตัวหน้าต่าง และตัวกระจกเองก็ยังคงอยู่ภายนอกอาคาร ซึ่งความร้อนที่ถูกสะสมในกระจกก็ไม่สามารถเข้ามาทำให้อุณหภูมิภายในเพิ่มขึ้นได้ ส่วนในบริเวณที่ต้องการความเป็นส่วนตัวเช่นห้องน้ำควรใช้กระจกฝ้า (ที่เคลือบสารกันความร้อนในกรณีที่ช่องเปิดอยู่ติดกับภายนอกอาคาร ถ้าช่องเปิดไม่ได้อยู่ติดกับภายนอกอาคารไม่จำเป็นต้องมีการเคลือบสารกันความร้อนก็ได้) เพื่อป้องกันมุมมองจากภายนอกสู่ภายใน

สำหรับอาคารที่มีการป้องกันแสงอาทิตย์ที่ดีไม่ให้กระทบช่องเปิดโดยตรง เกือบตลอดเวลา อาจเลือกใช้กระจกใสธรรมดาก็ได้ เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณ และมีทัศนวิสัยที่ดีอีกด้วย

⁷ สุนทร นุญญาภิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า 2542, หน้า 149

บทที่ 6

ผลการทดลองแนวการเคลื่อนที่และความเร็วลม

ในการทดลองหาแนวการเคลื่อนที่และความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของแบบเสนอ ในวิจัยนี้ แบ่งออกเป็นทดลองใน 2 ลักษณะ

1. การทดลองเพื่อศึกษาแนวการเคลื่อนที่ของลม ด้วย โต๊ะน้ำ(Water Table)
2. การทดลองเพื่อหาความเร็วลม ณ.ตำแหน่งต่างๆ ด้วยอุโมงค์ลม(Wind Tunnel)

6.1 การทดลองเพื่อศึกษาแนวการเคลื่อนที่ของลม

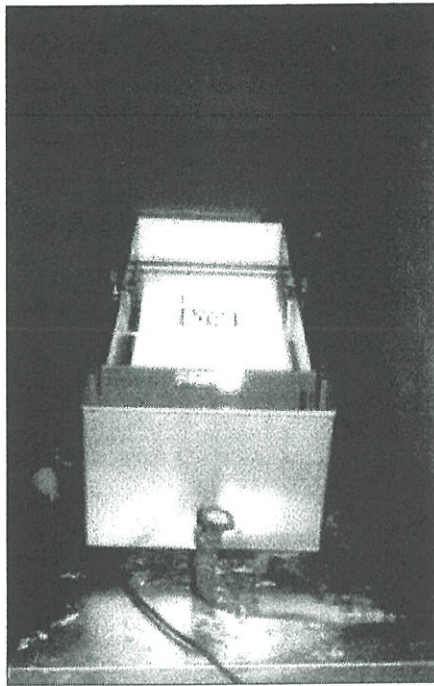
ผู้วิจัยได้ลองเสนอแนวความคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับแนวทางการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภทที่มีทางเดินกลาง Double Loaded Corridor เพื่อที่นำไปทำการทดลองกับโต๊ะน้ำ (Water Table) เพื่อดูแนวทางการเคลื่อนที่ของลมที่ดีและมีความเป็นไปได้มากที่สุดในการนำมาใช้ในการออกแบบจริง

6.1.1 วิธีการทดลองแนวการเคลื่อนที่ของลม

1. ตั้งสมมุติฐานและเสนอแนวความคิดในการออกแบบ
2. จัดทำหุ่นทดลองจากแผ่นยางหนาไม่เกิน 2 ม.ม. ติดลงบนแผ่นใสตามแบบที่ได้เสนอ
3. นำไปวางบนบนโต๊ะน้ำ ติดขอบแผ่นใสด้วยเทปใสอย่างดี และนำกระจกปิดทับหน้า โดยระวังมิให้เกิดฟองอากาศปล่อยให้น้ำที่มีต่างทับทิมไหลผ่านเพื่อศึกษาถึงแนว
4. ถ่ายรูปเพื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับรูปแบบต่างๆ
5. ปรับปรุงแนวการออกแบบเพื่อนำไปทดลองแก้ไข

6.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โต๊ะน้ำ แบบนอน
2. แผ่นยางหนาไม่เกิน 2 ม.ม.
3. แผ่นใส
4. คัตเตอร์และกาว
5. ต่างทับทิม
6. ลูกยางเป่าลมสำหรับทำความสะอาดท่อใสต่างทับทิม
7. น้ำ
8. กล้องถ่ายรูป



ภาพที่ 6.1 เครื่องทดลองโต๊ะน้ำ(Water Table)

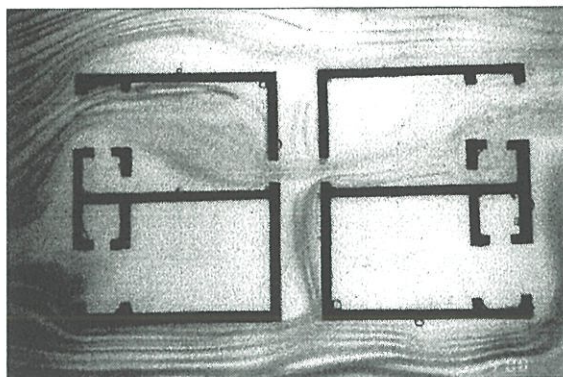


ภาพที่ 6.2 ขณะทำการทดลองเคลื่อนที่ของลม

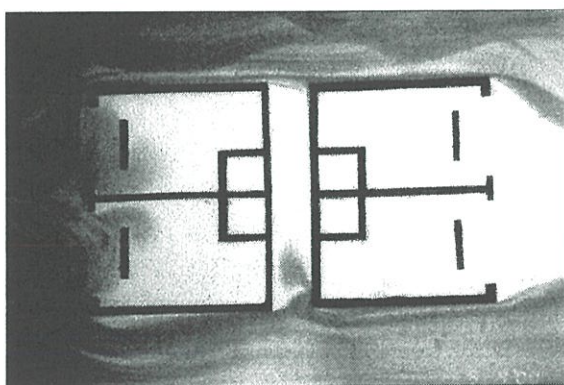
6.1.3 ผลการทดลองแนวการเคลื่อนที่ของลม

ในการทดลองแนวการเคลื่อนที่ของลม ผู้ทดลองได้กำหนดให้เปิดน้ำที่ระดับความเร็วประมาณ 0.1 เมตร/วินาที โดยการจับเวลาการเคลื่อนที่ของด่างทับทิมจากจุดเริ่มต้น จนถึงจุดปลายที่มีความยาวรวม 0.68 เมตร สามารถจับเวลาได้ 6.9 5.7 และ 7.8 วินาที มีเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 6.8 วินาที

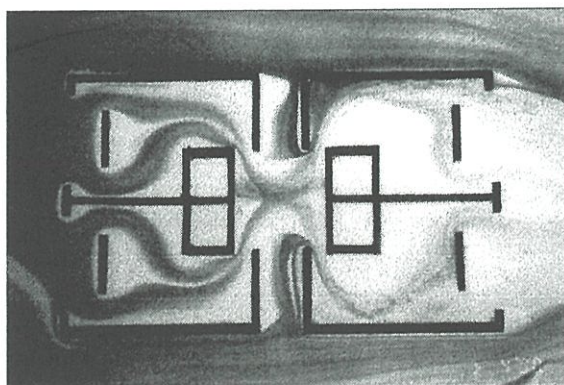
$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } S &= vt \quad (\text{ระยะทาง เท่ากับ ความเร็วคูณเวลา}) \\
 0.68 &= v \cdot 6.8 \\
 v &= 0.1 \quad \text{เมตร/วินาที}
 \end{aligned}$$



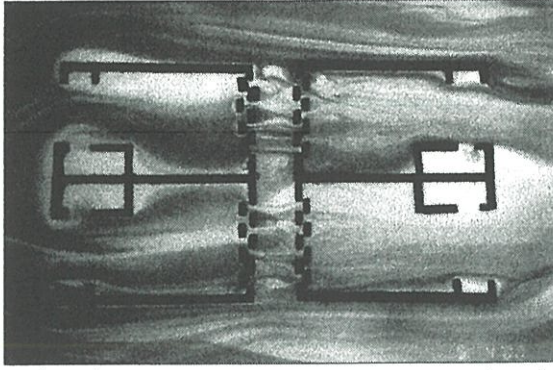
ภาพที่ 6.3 ทดลองการเคลื่อนที่ของลมในรูปแบบทั่วไปที่นิยมทำกันมาก คือมีห้องน้ำอยู่ติดเปลือกอาคาร มีช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว จากภาพตอนล่าง ที่มีการเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านเปลือกอาคารแต่ไม่เปิดประตู ทำให้ลมไม่สามารถเข้าสู่ภายในห้องได้ ภาพตอนบนที่มีการเจาะช่องเปิดตรงบริเวณตำแหน่งประตู ทำให้ลมสามารถไหลผ่านได้บ้างแต่ก็ทำให้ขาดความเป็นส่วนตัว



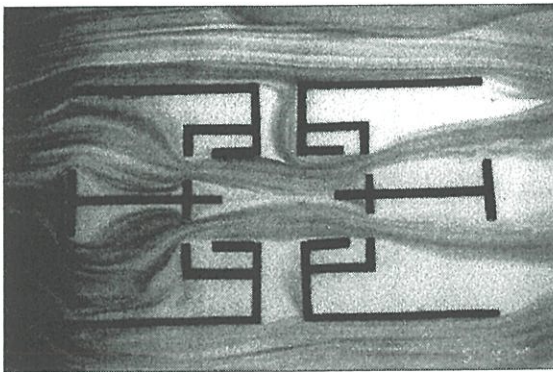
ภาพที่ 6.4 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยการเจาะช่องเปิดที่ปลายผนัง เพื่อให้เกิดการเคลื่อนของอากาศแบบเหนียวหนา จากการทดลองพบว่าเมื่อผลทำให้มีการเคลื่อนที่ของลมมากขึ้นเล็กน้อย แต่ห้องที่อยู่ท้ายลมยังไม่สามารถรับลมได้



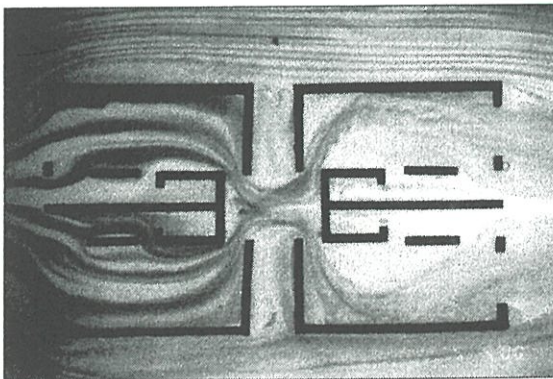
ภาพที่ 6.5 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยมีการเจาะช่องเปิดบริเวณประตูที่ผนังด้านทางเดินกลาง โดยมีการเบี่ยงช่องประตูเพื่อแก้ปัญหาเรื่องมุมมองจากภายนอก พบว่ามีการเคลื่อนที่ของลมที่ดีขึ้น แต่ในกรณีที่ผู้ใช้อาคารไม่เปิดประตู ห้องที่อยู่ท้ายลมอาจไม่ได้รับลมเลย



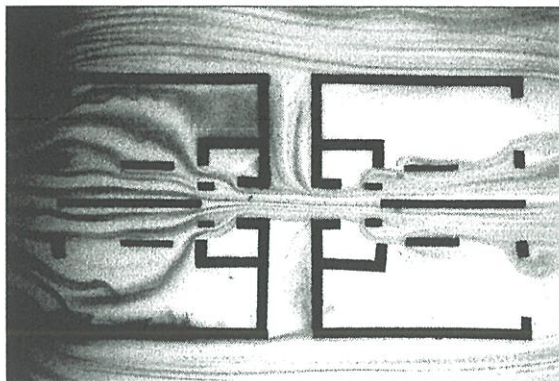
ภาพที่ 6.6 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยออกแบบให้เป็นการเคลื่อนที่ของอากาศแบบ Through Ventilation ทำเป็นลักษณะผนังบานซ้อนพบว่าทำให้มีการเคลื่อนที่ของลมที่ดีมาก แต่ทั้งนี้ในการนำไปใช้ควรมีการออกแบบรายละเอียดอย่างรอบคอบเพื่อความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง



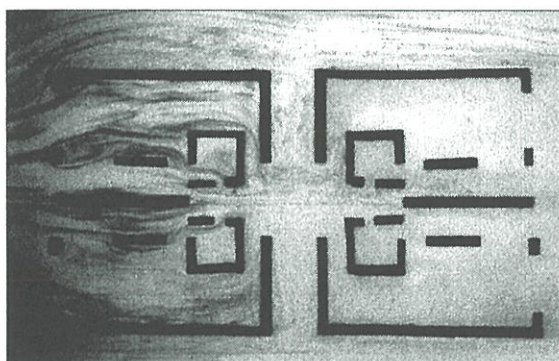
ภาพที่ 6.7 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยออกแบบให้มีระเบียงอยู่ด้านในบริเวณทางเดินกลาง และมีคอร์ตเป็นช่วง เพื่อให้สามารถเจาะช่องเปิดได้สองด้านทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศแบบ Through Ventilation พบว่าเป็นการเคลื่อนที่ของอากาศที่ดี แต่จะมีปัญหาที่ตามมาอีกมากมาย ไม่ว่าจะเป็นเรื่องแสงที่ไม่พอเพียงบริเวณระเบียง ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่เปิดช่องเปิดบริเวณระเบียงอาจทำให้ห้องที่อยู่ท้ายลมจะได้รับลมน้อยลง



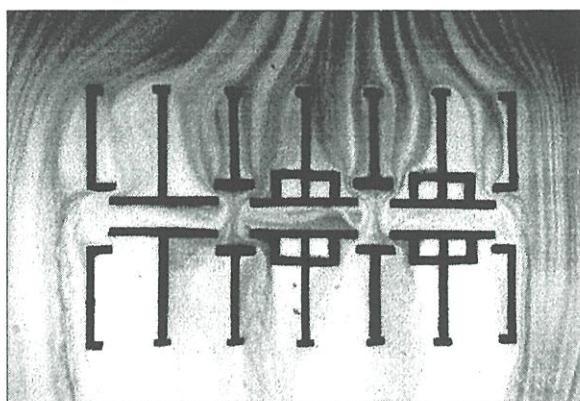
ภาพที่ 6.8 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยออกแบบให้มีระเบียงอยู่บริเวณด้านข้าง เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ช่องเปิด ทำให้สามารถมีช่องเปิดที่ผนังสองด้าน พบว่าทำให้มีการเคลื่อนที่ของลมดีขึ้นในอีกระดับหนึ่ง แต่ในรูปแบบนี้ยังคงใช้การเปิดประตูเพื่อให้ลมผ่านเข้าสู่ห้องท้ายลม แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้เปิดประตู



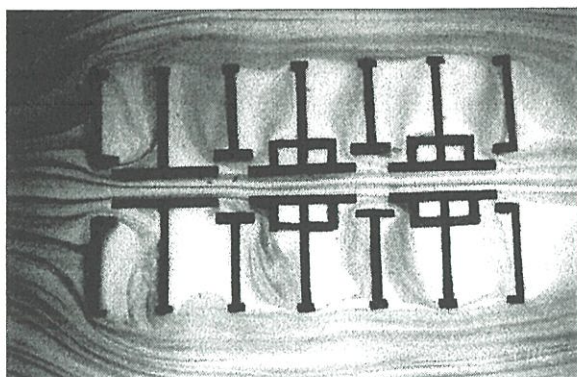
ภาพที่ 6.9 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยมีระเบียบอยู่ด้านข้าง และมีการเพิ่มช่องระหว่างห้องน้ำ พบว่าแก้ปัญหาได้ในกรณีห้องที่อยู่ต้นลมไม่เปิดประตู แต่เมื่อดูเส้นทางการเคลื่อนที่ของลมพบว่าห้องที่อยู่ท้ายลมบางพื้นที่ไม่สามารถได้รับลมเลยในกรณีที่ผู้ใช้อาคารไม่เปิดประตู



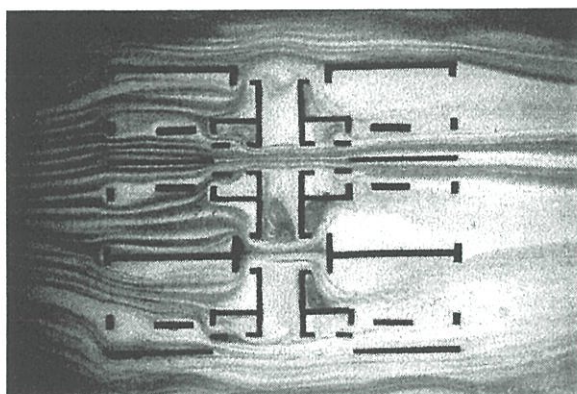
ภาพที่ 6.10 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยออกแบบให้มีช่องเปิดบริเวณประตู เพื่อให้ลมสามารถไหลผ่านได้ทั่วห้อง พบว่าสามารถช่วยให้ลมผ่านได้ทั่วห้องแต่ในกรณีห้องที่อยู่ต้นลมไม่เปิดประตูอาจทำให้ห้องท้ายลมได้รับลมไม่เต็มที่



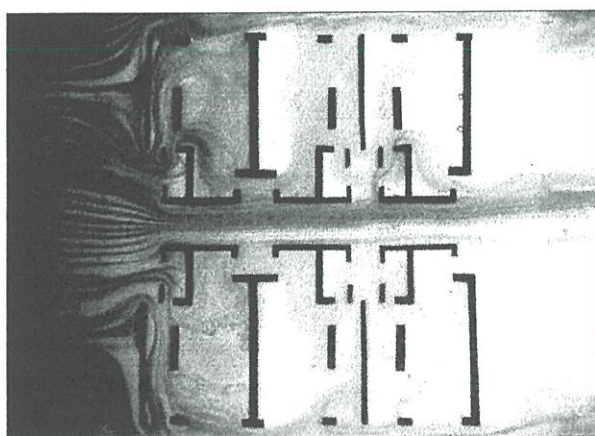
ภาพที่ 6.11 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม เพื่อทดสอบลักษณะการไหลของลมในกรณีที่มีการออกแบบช่องเปิดประตูเข้าห้องให้มีการเปียง เพื่อหลีกเลี่ยงมุมมองจากภายนอก โดยกำหนดให้ลมมาจากด้านยาวของอาคาร พบว่าเป็นการช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ของลมที่ดีขึ้นมาก



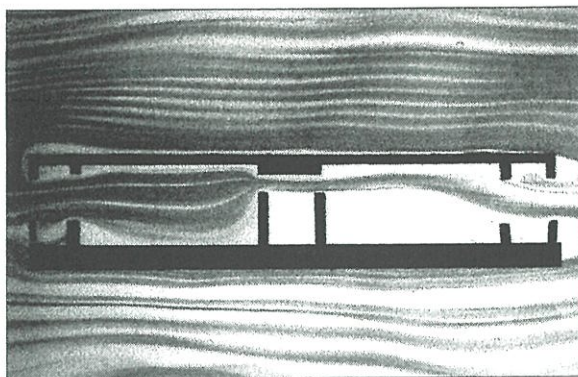
ภาพที่ 6.12 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยมีลักษณะเดียวกับภาพ 6.13 แต่กำหนดให้ลมมาจากด้านข้างของอาคาร พบว่าการทำประตูลักษณะดังกล่าวยังสามารถทำให้ลมเข้าสู่ภายในห้องได้ดี



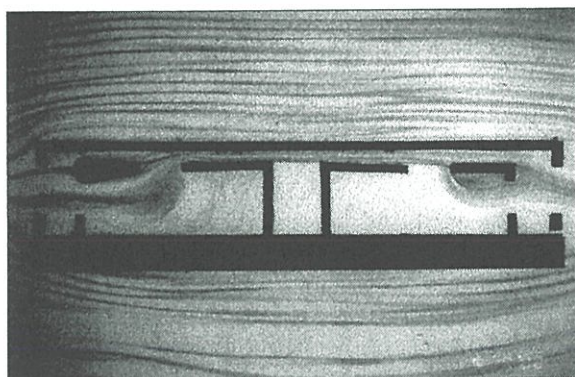
ภาพที่ 6.13 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยออกแบบระเบียงและช่องเปิดด้านข้างห้องพัก และมีการออกแบบตำแหน่งประตูที่เบี่ยงมุมมอง พบว่าทำให้มีการไหลเวียนของอากาศที่ดีขึ้น



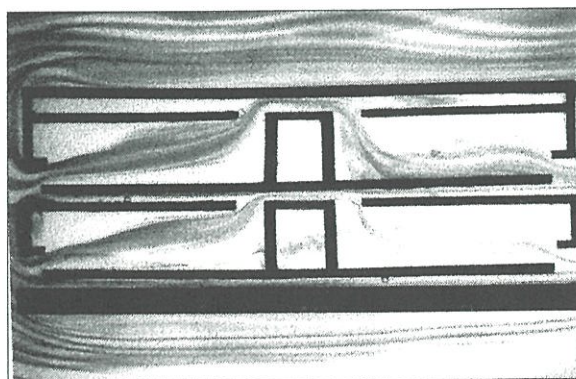
ภาพที่ 6.14 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม โดยมีลักษณะเดียวกับภาพ 6.13 แต่กำหนดให้ลมมาจากด้านทางเดินกลาง พบว่าการออกแบบโดยการเบี่ยงประตูเพื่อป้องกันปัญหาด้านมุมมองจากภายนอก มีส่วนช่วยในการทำให้ลมเข้าสู่ภายในห้องได้ดี



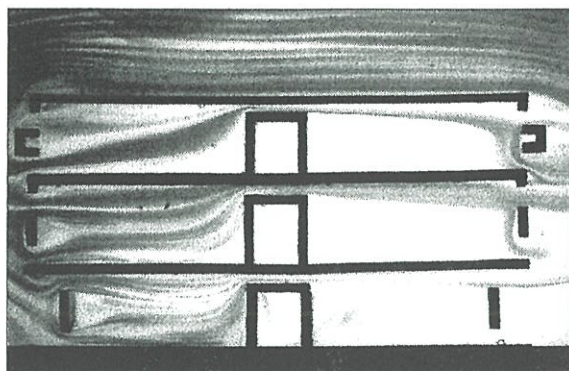
ภาพที่ 6.15 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัดของอาคารโดยมีลักษณะของการเปิดช่องเปิดตอบนบนที่ผนังทางเดินกลางทั้งสองด้าน ซึ่งเป็นรูปแบบที่บางอาคารได้ออกแบบเหมือนลักษณะดังกล่าว แต่พบว่าทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของลมแบบ Through Ventilation แต่ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมไม่ผ่านบริเวณผู้ใช้งาน และอาจมีปัญหาในเรื่องเสียงได้ง่าย



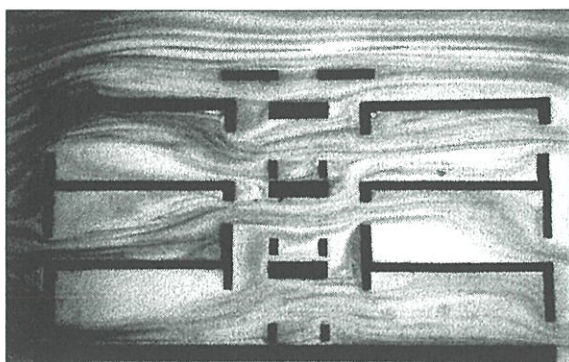
ภาพที่ 6.16 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัดของอาคาร โดยออกแบบให้มีช่องเปิดที่บริเวณฝ้าเพดานกลางห้อง พบว่ามีส่วนช่วยในการเคลื่อนที่ของอากาศ แต่ทิศทางไม่อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม ดังนั้นแสดงว่าตำแหน่งของช่องเปิด มีส่วนต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของลมมาก



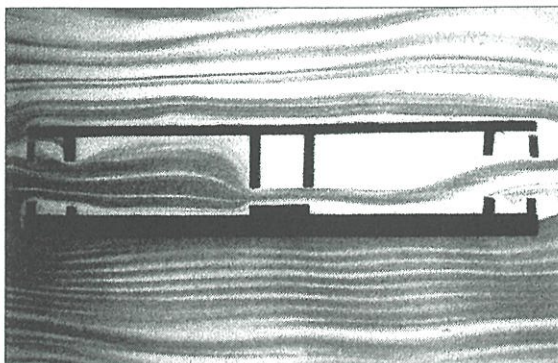
ภาพที่ 6.17 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัดโดยออกแบบให้มีช่องเปิดที่ฝ้าเพดานด้านในห้องใกล้ทางเดินกลาง และมีช่องเปิดในระดับล่าง(Working Area) ที่ผนังเปลือกอาคาร พบว่ากระแสลมพัดผ่านผู้ใช้อาคารได้ดี



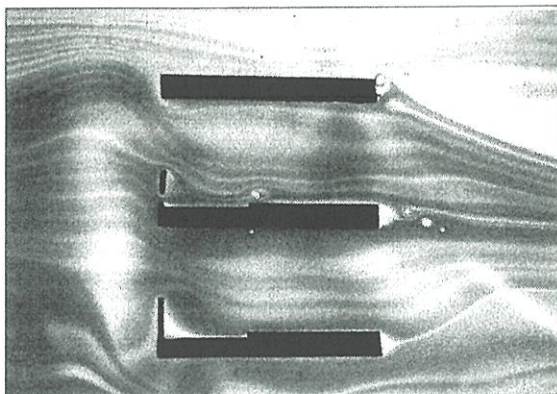
ภาพที่ 6.18 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัดอาคารโดยออกแบบให้มีช่องเปิดที่ด้านบนและด้านล่างของผนังด้านเปลือกอาคาร และมีการเปิดช่องเปิดที่บริเวณฝ้าเพดาน ด้านทางเดินกลาง พบว่าทิศทางการเคลื่อนที่ของลมบริเวณห้องทำงานลมไม่ไหลผ่านบริเวณผู้ใช้งาน



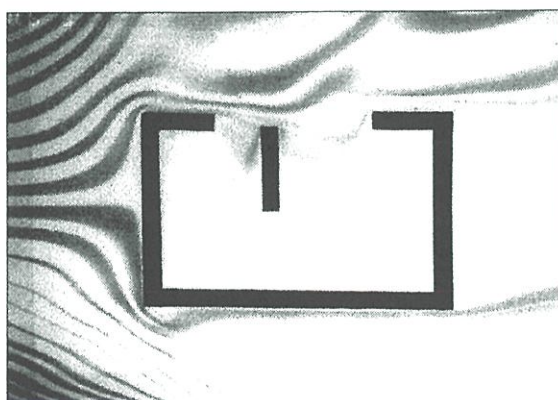
ภาพที่ 6.19 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัด โดยออกแบบให้มีการเคลื่อนที่ของอากาศแบบ Stack Effect โคนกำหนดช่องลมเข้าในลักษณะที่แตกต่างกัน พบว่าการเปิดให้ช่องลมเข้าอยู่ในตำแหน่ง Working area บริเวณใกล้พื้น ทำให้ลมไหลผ่านบริเวณผู้ใช้งานมากที่สุด



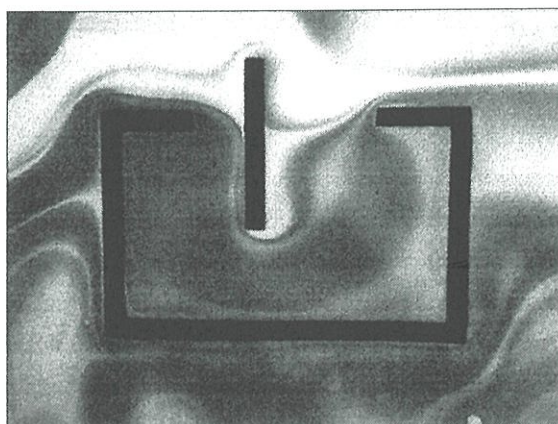
ภาพที่ 6.20 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัดอาคารโดยออกแบบให้ช่องเปิดด้านเปลือกอาคาร และบริเวณด้านล่างของผนังทางเดินกลาง พบว่าสามารถทำให้ลมพัดผ่านบริเวณผู้ใช้งานได้ดี



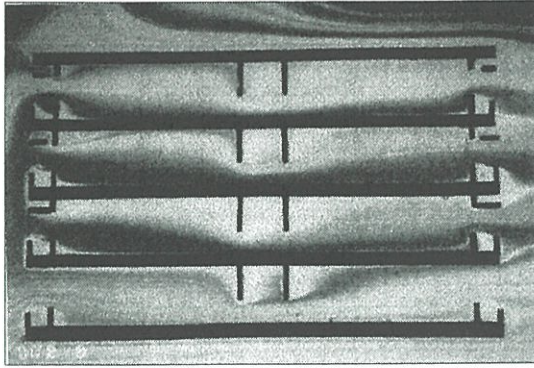
ภาพที่ 6.21 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัดอาคารบริเวณราวระเบียงโดยเปรียบเทียบระหว่าง ราวระเบียงที่มีการเจาะช่องบริเวณล่าง และราวระเบียงที่ทึบตัน



ภาพที่ 6.22 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในลักษณะการเปิดช่องเปิดบริเวณผนังด้านข้าง พบว่าจะมี ลมเข้าภายในน้อยมาก



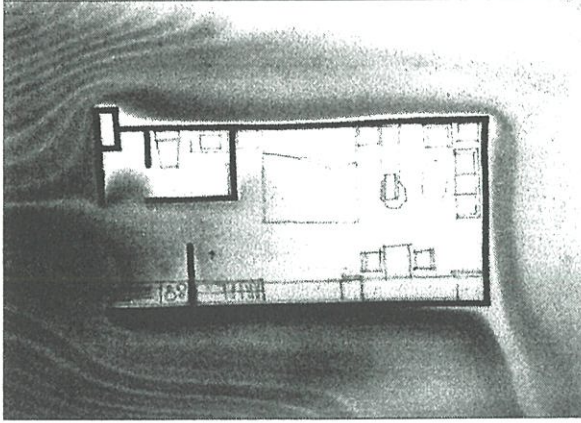
ภาพที่ 6.23 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม การเจาะช่องผนังด้านข้าง โดยมีคิลิปดักลมเพื่อสร้างความกด อากาศที่แตกต่างบริเวณหน้า และหลังคิลิป พบว่าสามารถทำให้ลมพัดเข้าสู่ภายในอาคารได้ดี



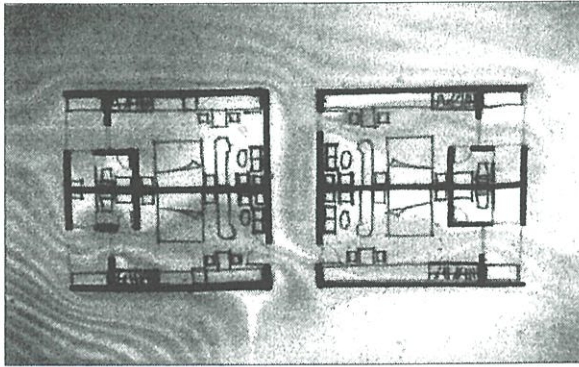
ภาพที่ 6.24 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัด เพื่อพิจารณาลักษณะของลม องค์ประกอบของแผงกันแดด (overhang) ในลักษณะต่าง ๆ พบว่าแผงกันแดดมีผลต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของลม

หลังจากได้มีการพิจารณาผลการทดลองการเคลื่อนที่ของลมตามการออกแบบอาคารในลักษณะต่าง ๆ แล้ว ผู้วิจัยได้ออกแบบแก้ไขการออกแบบเพื่อนำไปทำการทดลองเป็น 2 แบบ เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับ การเคลื่อนที่ของลมแบบทั่วไป

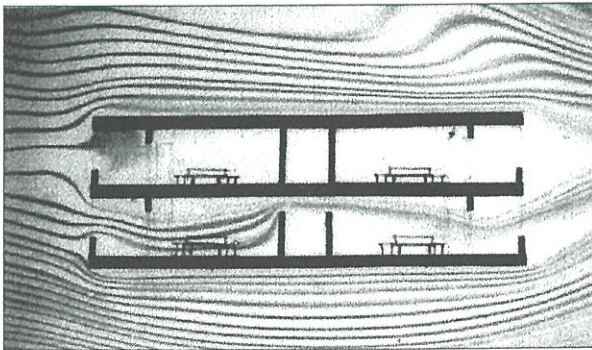
แบบทั่วไป



ภาพที่ 6.25 ทดลองการเคลื่อนที่ของลมของแบบทั่วไป พบว่าการเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านเดียวไม่สามารถทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดีได้

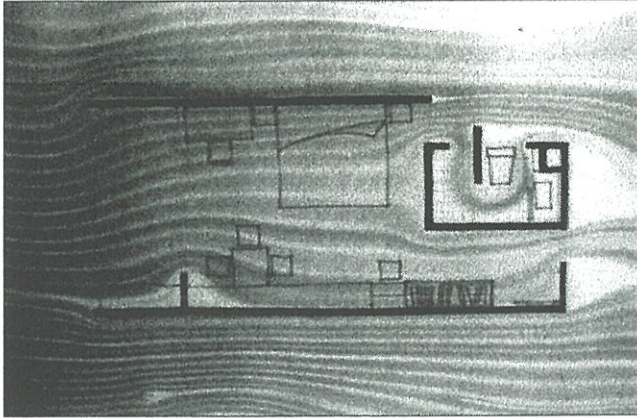


ภาพที่ 6.26 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ของ แบบทั่วไป ในกรณีการเปิด และปิดช่องเปิดลักษณะต่างๆ พบว่าในกรณีห้องที่ไม่เปิดประตูบริเวณทางเดินกลางจะทำให้ห้องต้นลมได้รับลมน้อยหรือไม่ได้รับลมเลย การเปิดประตูบริเวณห้องน้ำให้ลมพัดผ่านห้องน้ำเข้าสู่ภายในห้อง

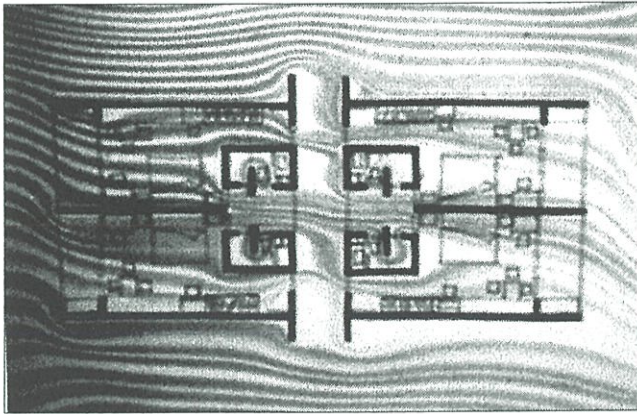


ภาพที่ 6.27 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัดของแบบทั่วไป กรณีที่ไม่มีการเจาะช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง พบว่าห้องต้นลมได้รับลมน้อย ห้องท้ายลมจะอับลม และในกรณีมีช่องเปิดบริเวณทางเดินกลางด้านบน พบว่าจะทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดี ห้องท้ายลมไม่พัดผ่านบริเวณผู้ใช้อาคาร

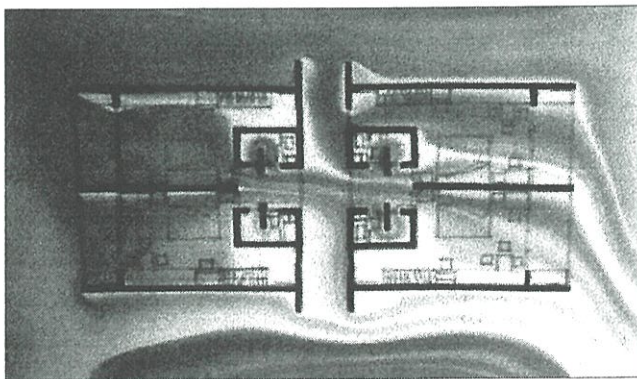
แบบปรับปรุง 1



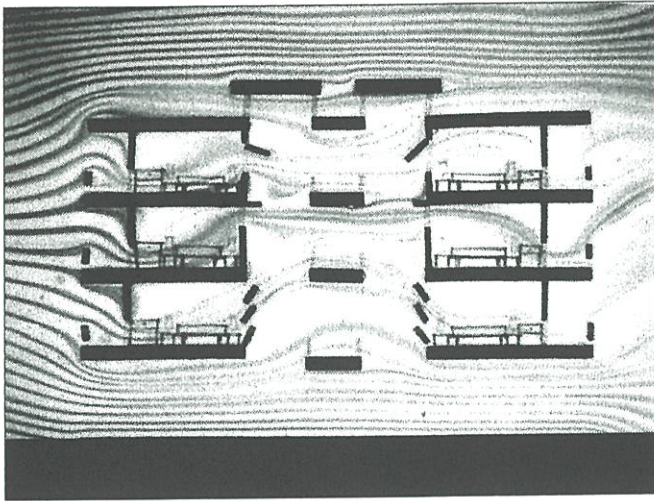
ภาพที่ 6.28 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในแบบปรับปรุง 1 พบว่าการเจาะช่องบริเวณด้านในห้องจะทำให้ลมพัดผ่านบริเวณนั้นๆได้ดี การใช้ครีบบอร์ดช่วยในการดักลมเข้าห้องน้ำ และไม่มีการเปิดประตูสามารถทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศที่ดี



ภาพที่ 6.29 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในแบบปรับปรุง 1 ในกรณีที่มีการเปิดช่องเปิดด้านในทุกห้อง พบว่าทำให้เกิดการไหลของลมที่ดี

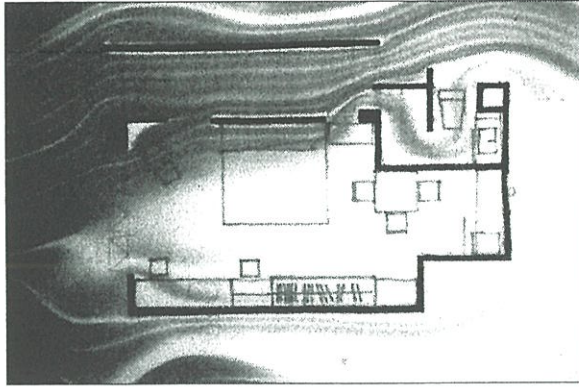


ภาพที่ 6.30 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในแบบปรับปรุง 1 ในกรณีที่มีการเปิด-ปิด ช่องเปิดในลักษณะต่างๆ พบว่าบริเวณที่มีการปิดช่องลมจะทำให้บริเวณนั้นอับลม

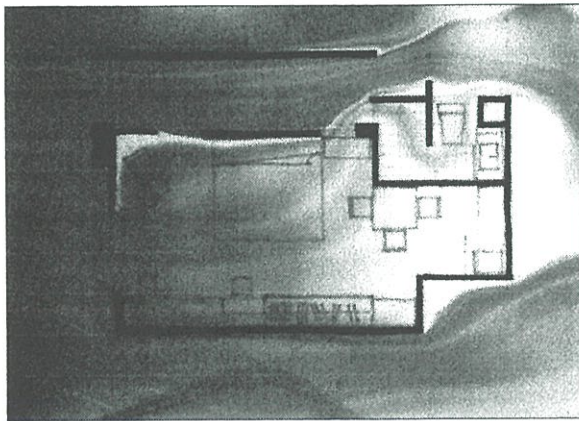


ภาพที่ 6.31 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม ในรูปตัดแบบปรับปรุง 1 ในกรณีที่ช่องเปิดด้านใน ในรูปแบบต่าง ๆ พบว่ารูปแบบของช่องเปิดมีผลต่อทิศทางการพัดของลม โดยเฉพาะบริเวณห้องทำยลม ช่องด้านในอยู่สูง จำไม่ทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคาร

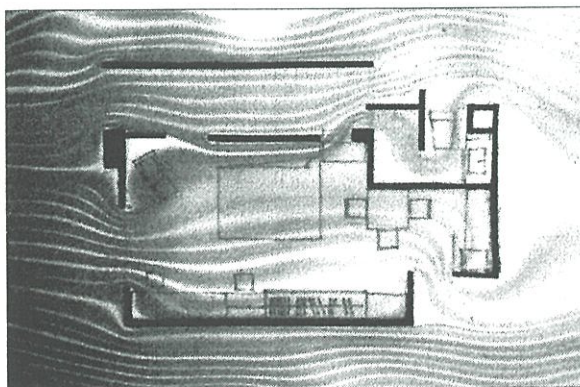
แบบปรับปรุง 2



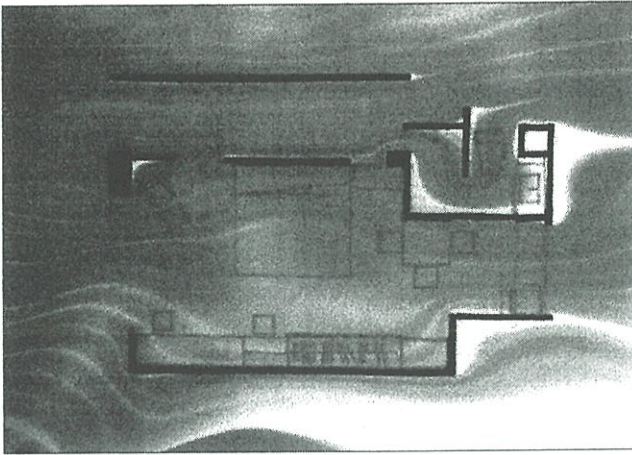
ภาพที่ 6.32 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม แบบปรับปรุง 2 โดยกำหนดให้เปิดช่องด้านเปลือกอาคารเต็มที่ และช่องเปิดด้านข้าง พบว่าพื้นที่บริเวณช่องเปิดด้านข้างได้รับลม แต่บางส่วนยังไม่ได้รับลมเต็มที่



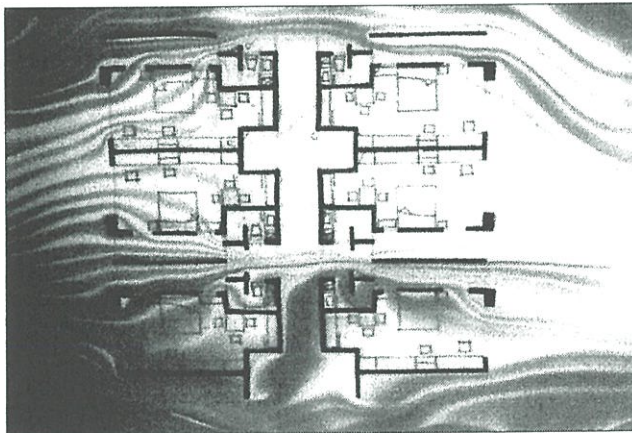
ภาพที่ 6.33 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม แบบปรับปรุง 2 โดยกำหนดให้เปิดช่องด้านเปลือกอาคารบางส่วน และช่องเปิดด้านข้างเหมือนเดิม พบว่าช่วยให้ลมพัดเข้าสู่ภายในเกือบทั่วห้อง แต่บริเวณส่วนครัว และรับประทานอาหารยังอับลม ในกรณีที่ไม่ใช่พื้นที่ด้านในการเปิกช่องลมในลักษณะนี้สามารถทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดีได้



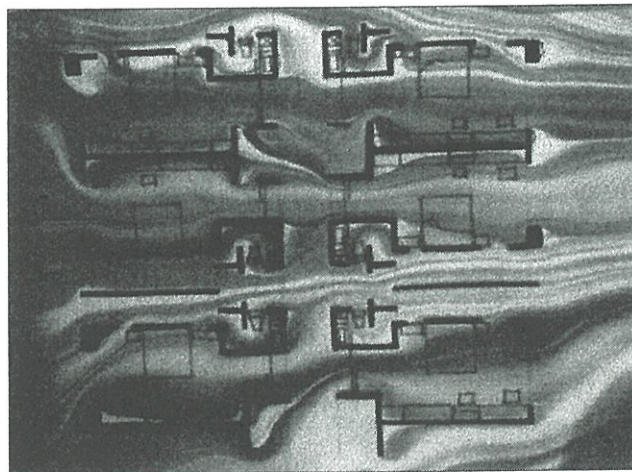
ภาพที่ 6.34 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม แบบปรับปรุง 2 โดยกำหนดให้มีการเปิดประตู สามารถทำให้ลมพัดผ่านได้ทั่วห้องในบางช่วงเวลาผู้ใช้สามารถเปิดประตูเพื่อให้ลมพัดผ่านได้มากขึ้น



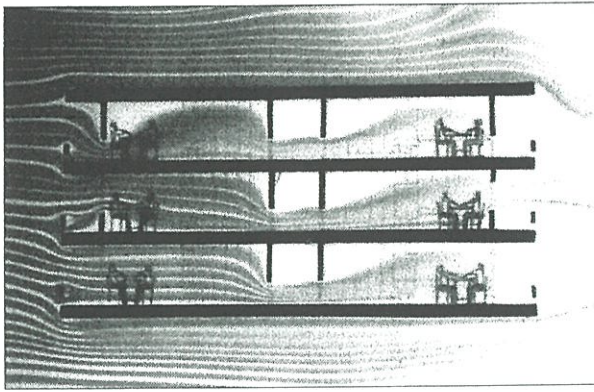
ภาพที่ 6.35 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม แบบปรับปรุง 2 โดยกำหนดให้มีการเจาะช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง สามารถทำให้ลมพัดผ่านได้มากในบางช่วงเวลาผู้ใช้สามารถเปิดช่องบริเวณทางเดินกลางให้ลมพัดผ่านได้มากขึ้น



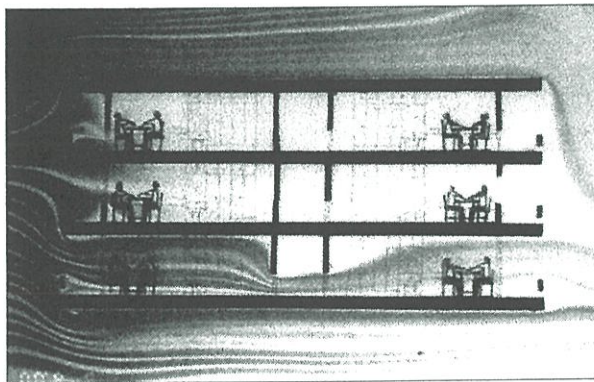
ภาพที่ 6.36 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม แบบปรับปรุง 2 โดยไม่มีการเปิดประตู และช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง ช่องเปิดด้านเปลือกอาคารเต็มที่ พบว่าบางพื้นที่ของห้องหลังลมยังอับลม



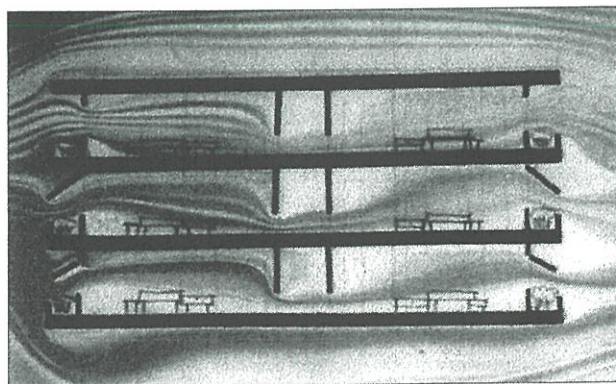
ภาพที่ 6.37 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม แบบปรับปรุง 2 โดยกำหนดให้เปิดช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง สามารถทำให้ลมพัดผ่านได้เกือบทั่วทุกพื้นที่



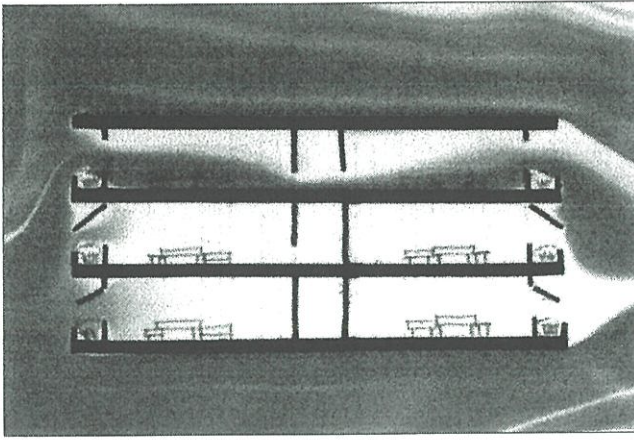
ภาพที่ 6.38 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม รูปตัดแบบปรับปรุง 2 โดยกำหนดให้เปิดช่องเปิดบริเวณทางเดินกลางด้านล่าง และช่องเปิดด้านเปลือกอาคารในตำแหน่งต่างๆ พบว่าสามารถทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคารได้ดีใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 6.39 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม รูปตัดแบบปรับปรุง 2 โดยกำหนดให้เปิดช่องเปิดบริเวณทางเดินกลางด้านล่างบางห้อง และช่องเปิดด้านเปลือกอาคารในตำแหน่งต่างๆ พบว่าห้องท้ายลมจะไม่ได้รับลม



ภาพที่ 6.40 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม รูปตัดแบบปรับปรุง 2 โดยกำหนดให้เปิดช่องเปิดบริเวณทางเดินกลางด้านล่าง และช่องเปิดด้านเปลือกอาคารในรูปแบบต่างๆ พบว่าการใช้รูปแบบบานกระทุ้งจะทำให้ห้องต้นลม มีลมพัดขึ้นฝ้าเพดาน ซึ่งในบางกรณีอาจทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้อาคารน้อยลง



ภาพที่ 6.41 ทดลองการเคลื่อนที่ของลม รูปตัดแบบปรับปรุง 2 โดยกำหนดให้ มีช่องเปิดด้านเปลือกอาคารในรูปแบบต่างๆ ปิดช่องเปิดบริเวณทางเดินกลางด้านล่างบางห้อง พบว่าจะทำให้ล้มได้

6.2 การทดลองเพื่อหาความเร็วลม ณ.ตำแหน่งต่างๆ

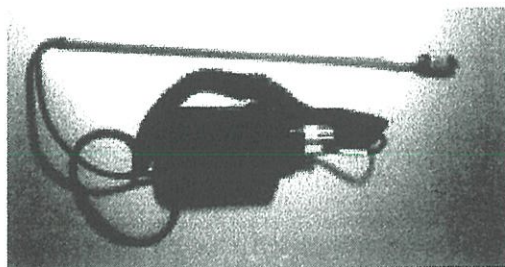
ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลจากการทดลองข้างต้น เพื่อนำมาแก้ไข แบบเสนอ และนำไปทดสอบหาความเร็วลม ณ.ตำแหน่งต่าง ๆ ในอุโมงค์ลม เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับ ผลของความเร็วลม ณ.ตำแหน่งต่าง ๆ ของแบบทั่วไป

6.2.1 วิธีการทดลองหาความเร็วลม ณ.ตำแหน่งต่างๆ

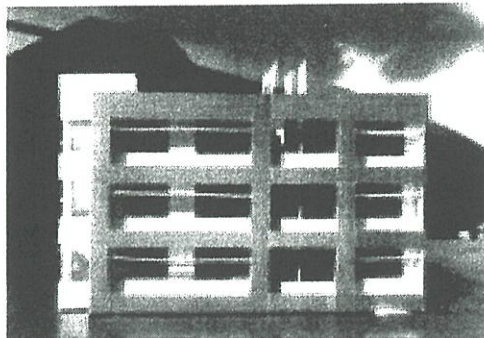
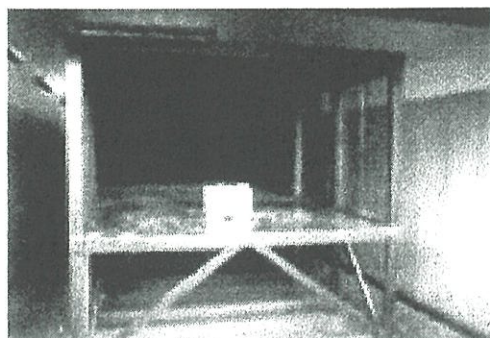
1. จัดทำโมเดล ขนาด 1 : 50 ทั้งแบบเสนอ และแบบทั่วไป
2. วาดตารางลงในพื้นโมเดล(โดยผู้วิจัยใช้ พิกัด 0.80 x 0.80 เมตร เป็นหลัก)
3. นำโมเดล จัดตั้งภายในอุโมงค์ลม โดยกำหนดให้ลมพัดเข้าทางด้านทิศใต้ ทั้งแบบ เสนอ และแบบทั่วไป
4. ทำการวัดความเร็วลม ณ. ตำแหน่งต่าง ๆ ของทุกชั้น ด้วย Hot wire Airflow Meter เพื่อนำมาหาค่าความเร็วลมเฉลี่ย ณ.ตำแหน่งต่างๆ ทั้งแบบเสนอ และแบบทั่วไป
5. นำผลที่ได้ทั้งหมดมาเปรียบเทียบ

6.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. อุโมงค์ลมชนิดลมเป่า
2. เครื่องวัดความเร็วลมชนิดก้านยาว(Hot wire Airflow Meter)
3. โมเดลขนาด 1 : 50
4. ตาราง และ ปากกาสำหรับบันทึกข้อมูล
5. เครื่องประมวลผล



ภาพที่ 6.42 เครื่องวัดความเร็วลมชนิดก้านยาว(Hot wire Airflow Meter)



ภาพที่ 6.43 แสดงลักษณะการตั้งโมเดลในอุโมงค์ลม และภาพโมเดลที่ใช้ในการทดลอง

โดยผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐาน การเปิด-ปิด ประตู และหน้าต่าง ในตำแหน่งต่าง ๆ ของแบบทั่วไป และแบบเสนอ โดยแบ่งเป็น กรณีได้ดังนี้

แบบทั่วไป

กรณีที่ 1 เปิดช่องเปิดด้านเปลือกอาคาร แต่ไม่เปิดประตูบริเวณทางเดินกลาง

กรณีที่ 2 เปิดช่องเปิดด้านเปลือกอาคาร และ ประตูบริเวณทางเดินกลาง

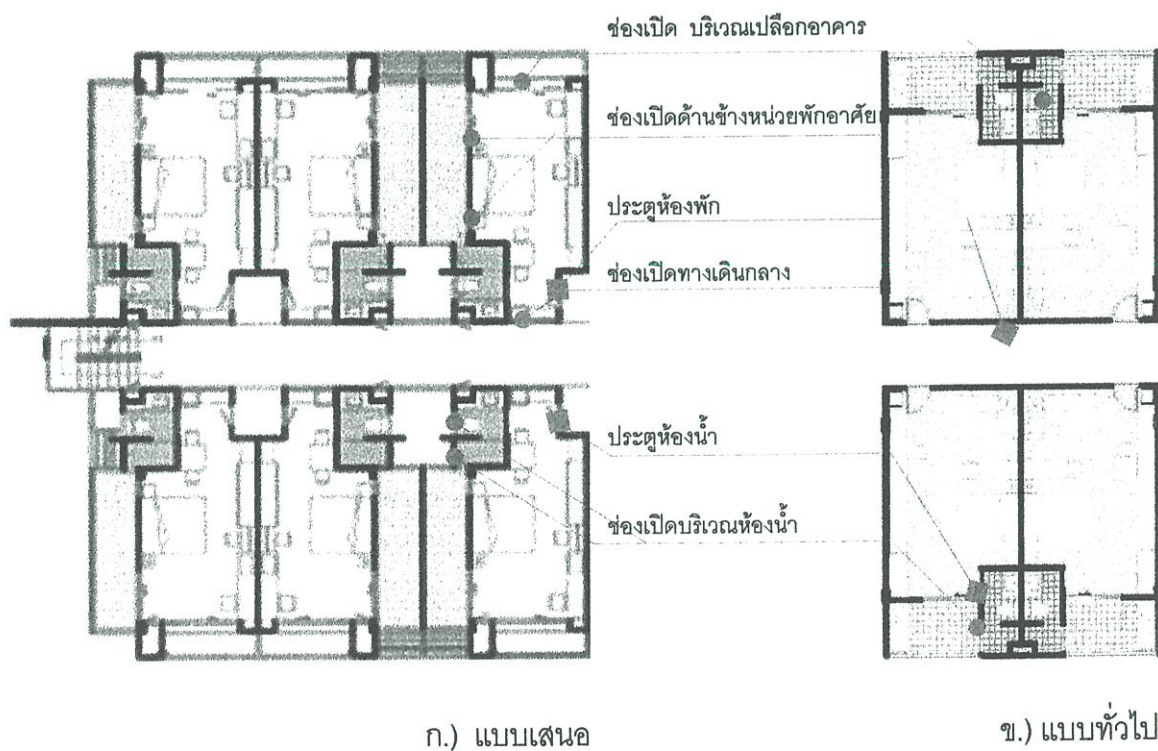
แบบเสนอ

กรณีที่ 1 เปิดช่องเปิดด้านเปลือกอาคาร และด้านข้างของหน่วยพักอาศัย แต่ไม่เปิดประตู และ ช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง

กรณีที่ 2 เปิดช่องเปิดด้านเปลือกอาคาร และด้านข้างของหน่วยพักอาศัย และช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง แต่ไม่เปิดเปิดประตู

กรณีที่ 3 เปิดช่องเปิดด้านเปลือกอาคาร และด้านข้างของหน่วยพักอาศัย เปิดประตู และ ช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง

หมายเหตุ บริเวณห้องน้ำ เปิดหน้าต่าง แต่ไม่เปิดประตู

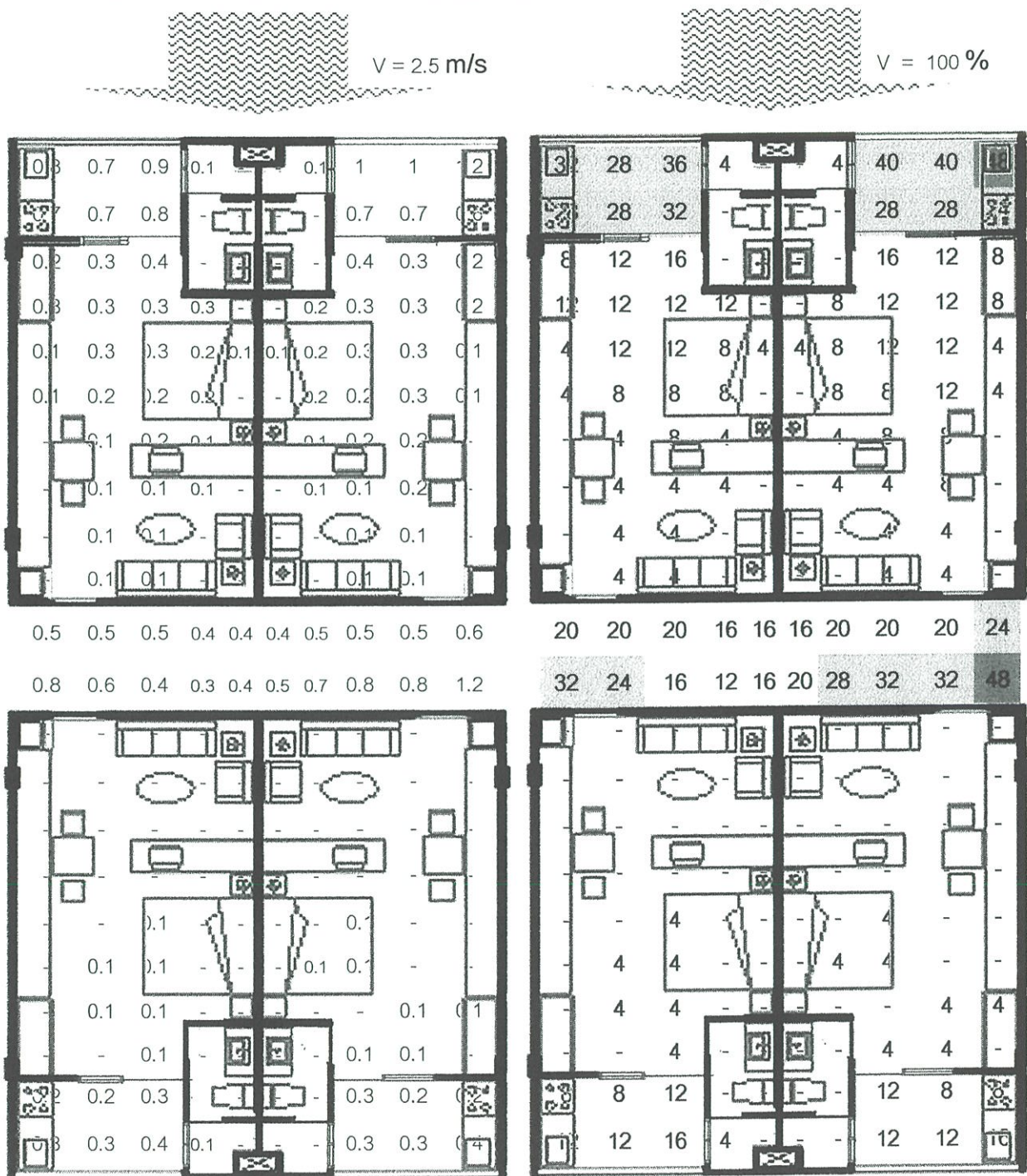


ภาพที่ 6.44 แสดงตำแหน่งช่องเปิดต่างๆ ของแบบเสนอ และแบบทั่วไป

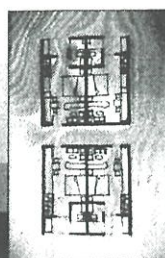
6.2.3 ผลการทดลองหาความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่างๆ

ตารางที่ 6.1 แสดงผลการทดลองหาความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่างๆของ

แบบทั่วไป กรณีที่ 1 เปิดช่องเปิดเปลือกอาคาร ไม่เปิดประตูบริเวณทางเดินกลาง



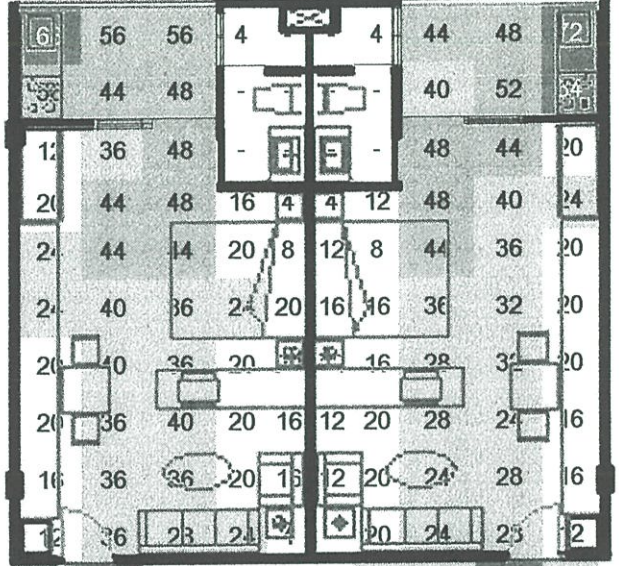
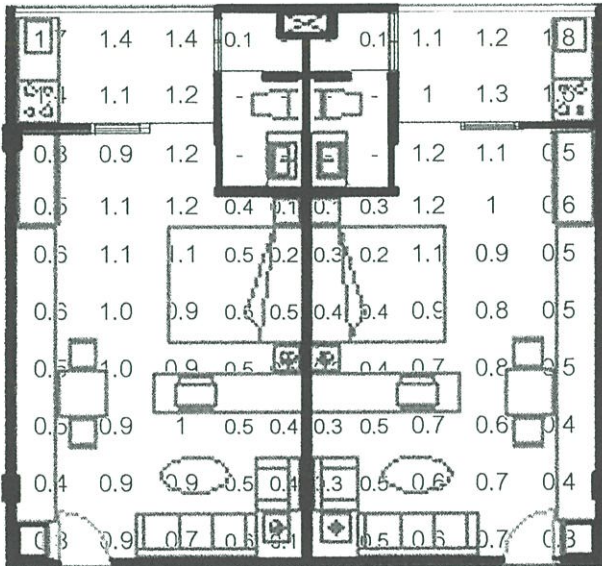
- 1 - 20 %
- 21 - 40 %
- 41 - 60 %
- 61 - 80 %
- 81 - 100 %



| Wind Velocity | % |
|---------------|------|
| Average | 13 % |
| Mean | 8 % |
| Max | 48 % |
| Min | - % |

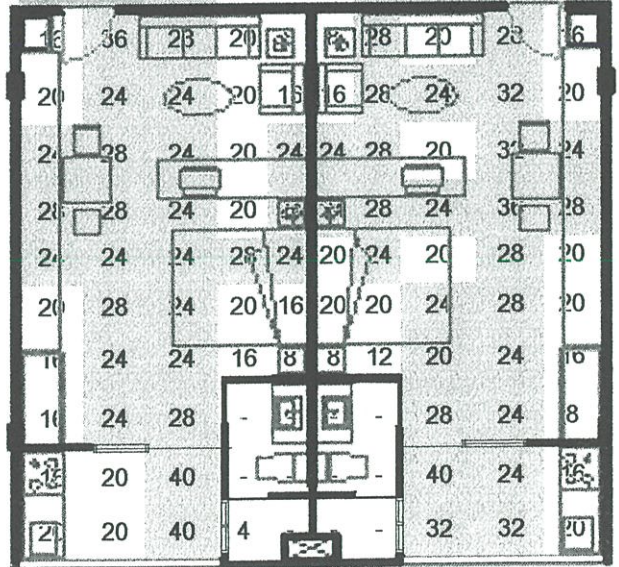
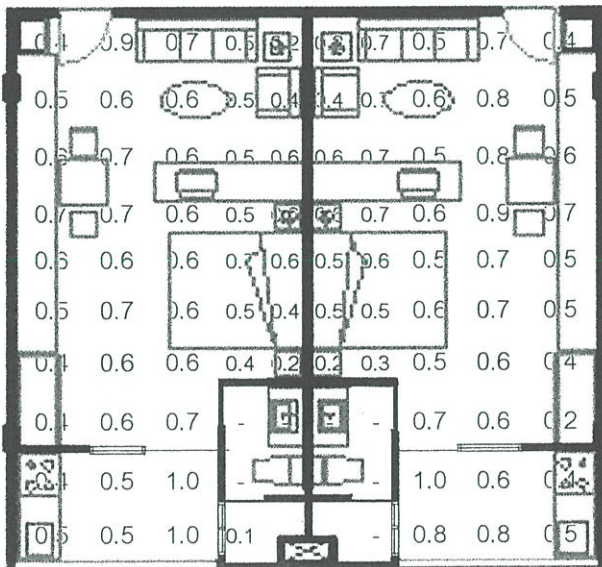
ตารางที่ 6.2 แสดงผลการทดลองหาความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆของ

แบบทั่วไป กรณีที่ 2 เปิดช่องเปิดเปลือกอาคาร และประตูบริเวณทางเดินกลาง

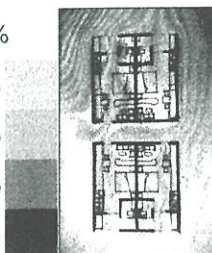


1.5 2.1 0.4 0.4 0.5 0.5 0.6 0.6 2.0 0.7
1.1 1.6 0.7 0.5 0.5 0.5 0.6 1.1 1.7 0.9

60 84 16 16 20 20 24 24 80 28
44 64 28 20 20 20 24 44 68 36

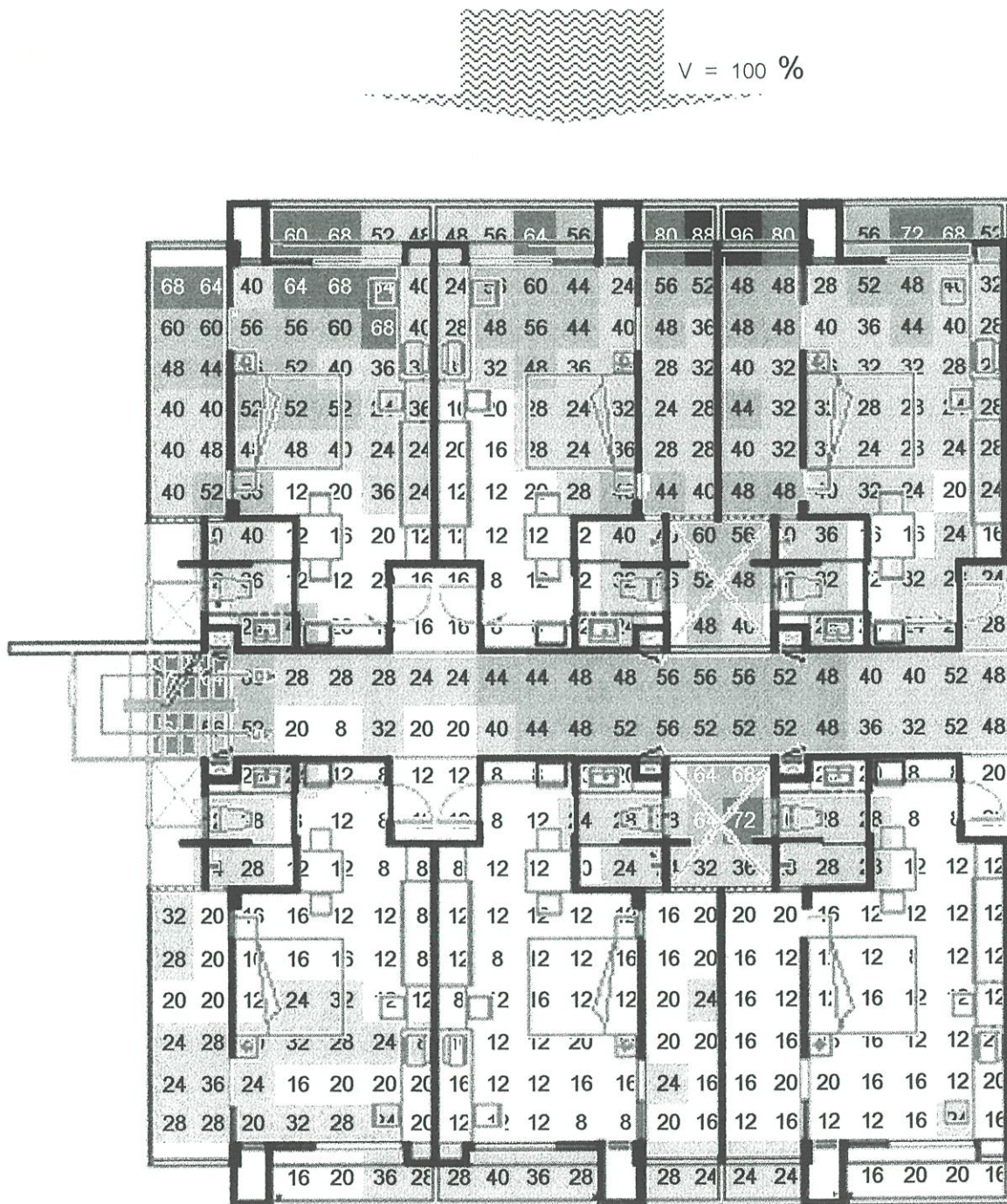


- 1 - 20 %
- 21 - 40 %
- 41 - 60 %
- 61 - 80 %
- 81 - 100 %



| Wind Velocity | % |
|---------------|------|
| Average | 27 % |
| Mean | 24 % |
| Max | 84 % |
| Min | - % |

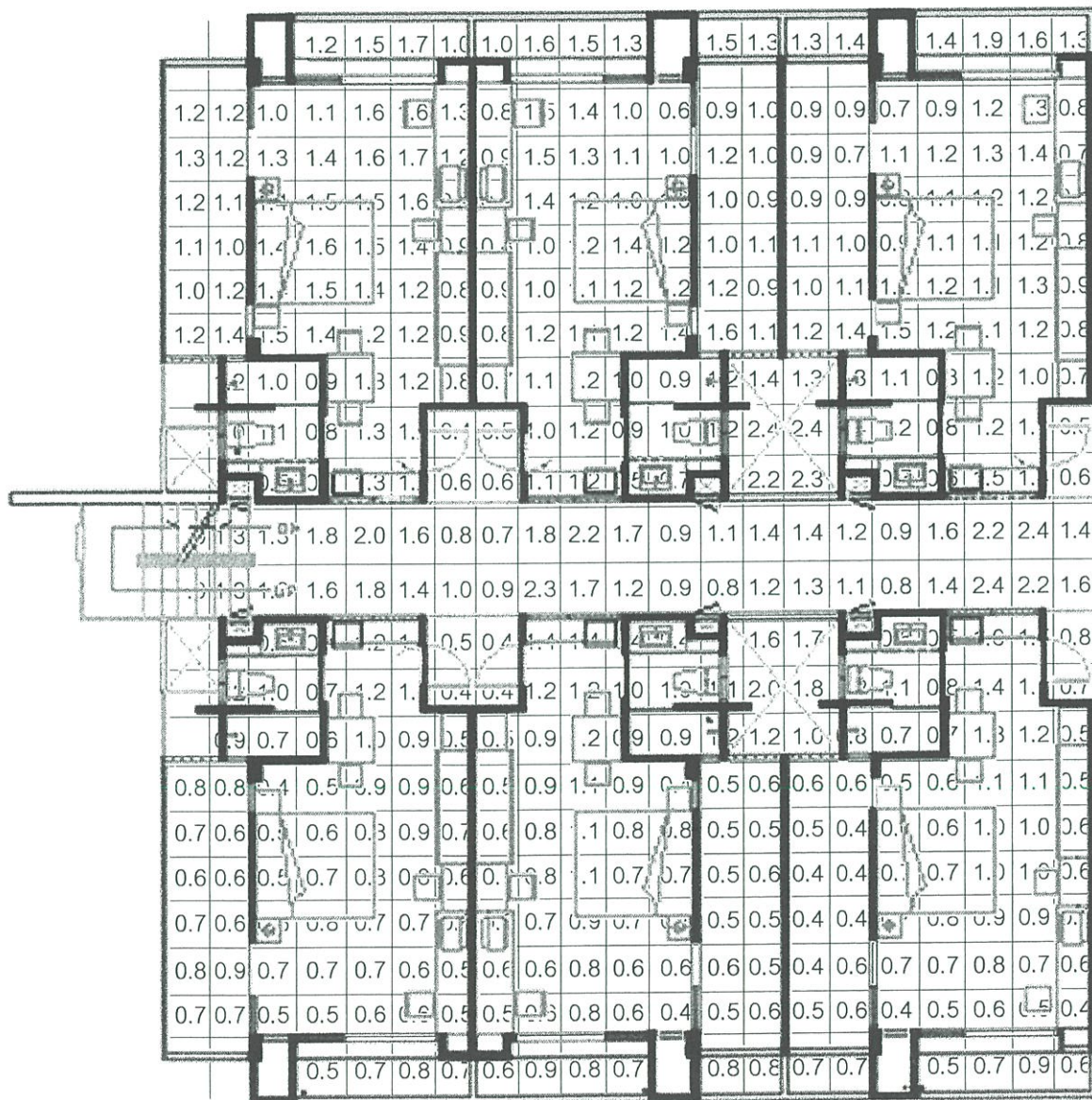
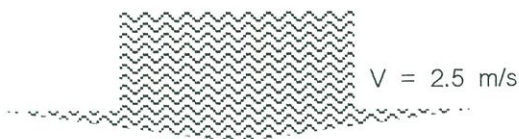
ตารางที่ 6.3(ข) แสดงผลการทดลองหาความเร็ว.ตำแหน่งต่างๆของแบบเสนอ
แบบเสนอ กรณีที่ 1 ไม่เปิดประตู และช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง



| Wind Velocity | % |
|---------------|--------|
| 1 - 20 % | |
| 21 - 40 % | |
| 41 - 60 % | |
| 61 - 80 % | |
| 81 -100 % | |
| Average | 29.2 % |
| Mean | 24.0 % |
| Max | 96.0 % |
| Min | 8.0 % |

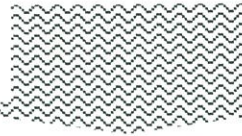
ตารางที่ 6.4(ก) แสดงผลการทดลองหาความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆของแบบเสนอ

แบบเสนอ กรณีที่ 2 เปิดช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง แต่ไม่เปิดประตู

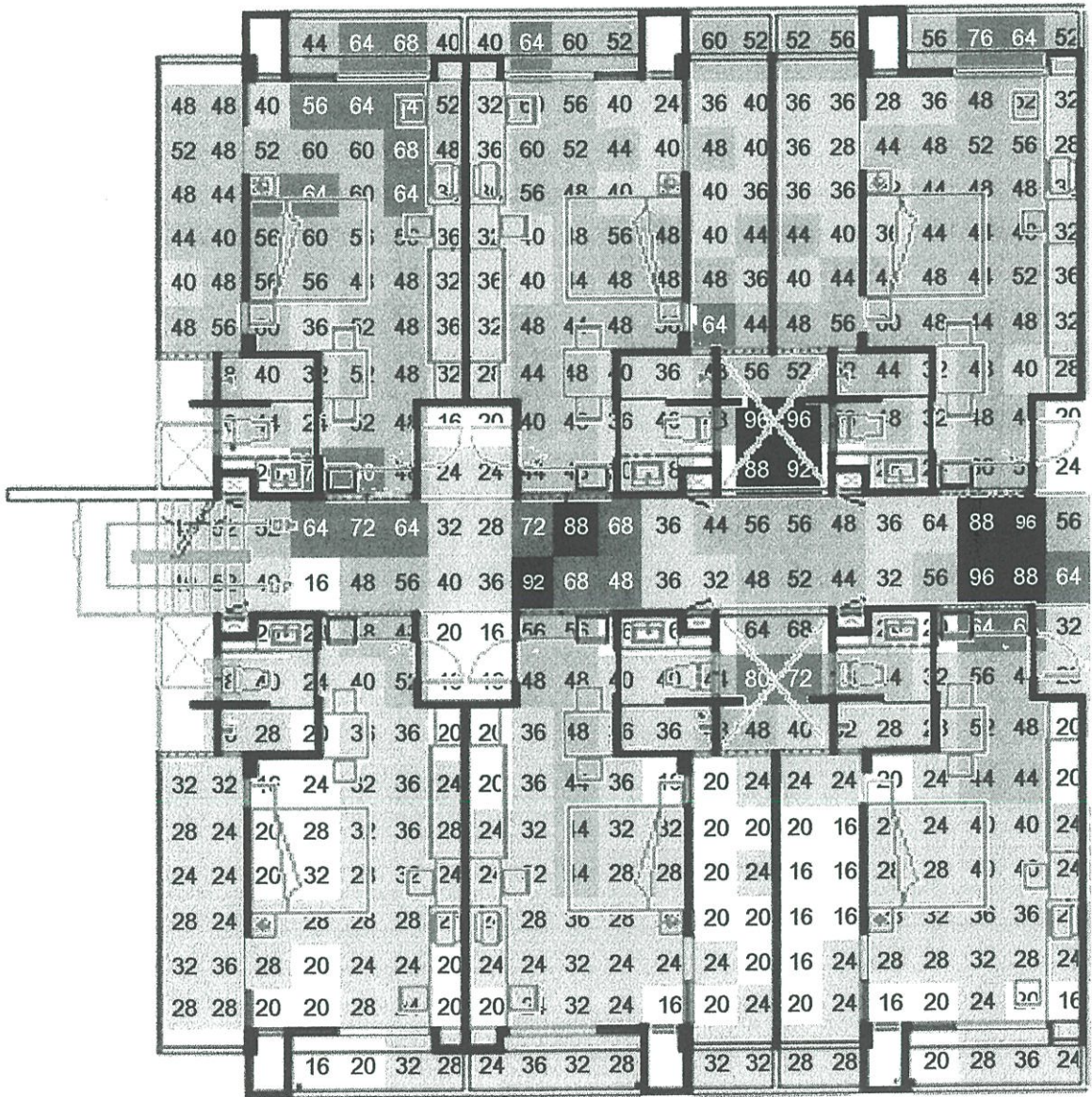


ตารางที่ 6.4(ข) แสดงผลการทดลองหาความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆของแบบเสนอ

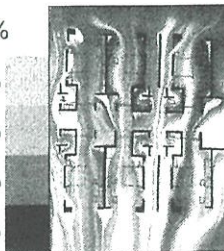
แบบเสนอ กรณีที่ 2 เปิดช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง แต่ไม่เปิดประตู



V = 100 %

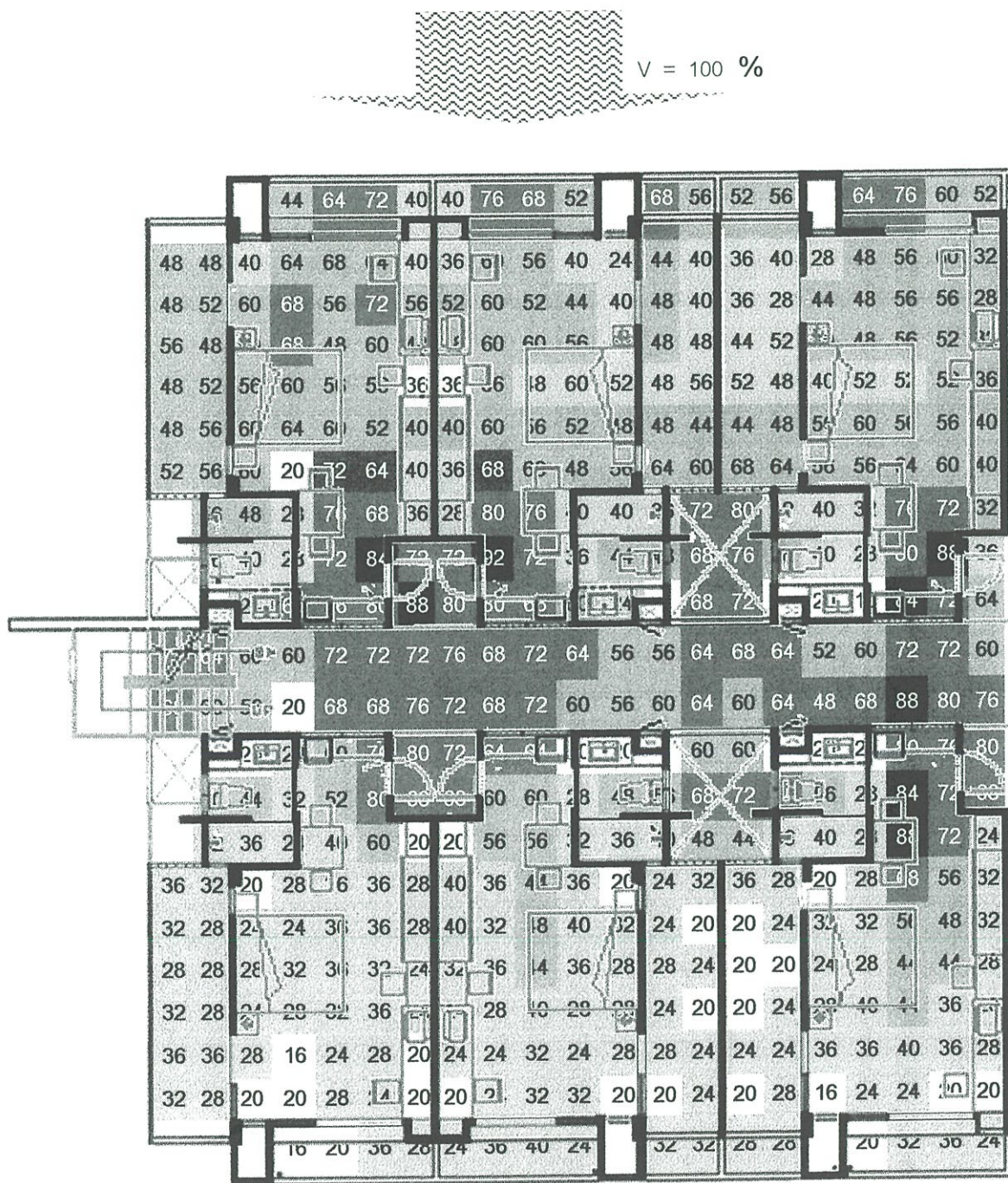


- 1 - 20 %
- 21 - 40 %
- 41 - 60 %
- 61 - 80 %
- 81 -100 %

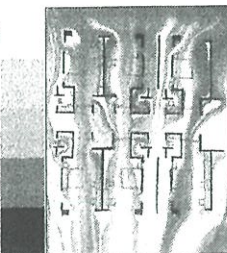


| Wind Velocity | % |
|---------------|--------|
| Average | 39.7 % |
| Mean | 36.0 % |
| Max | 96.0 % |
| Min | 8.0 % |

ตารางที่ 6.5(ข) แสดงผลการทดลองหาความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆของแบบเสนอ
แบบเสนอ กรณีที่ 3 เปิดประตู และช่องเปิดบริเวณทางเดินกลาง



- 1 - 20 %
- 21 - 40 %
- 41 - 60 %
- 61 - 80 %
- 81 -100 %

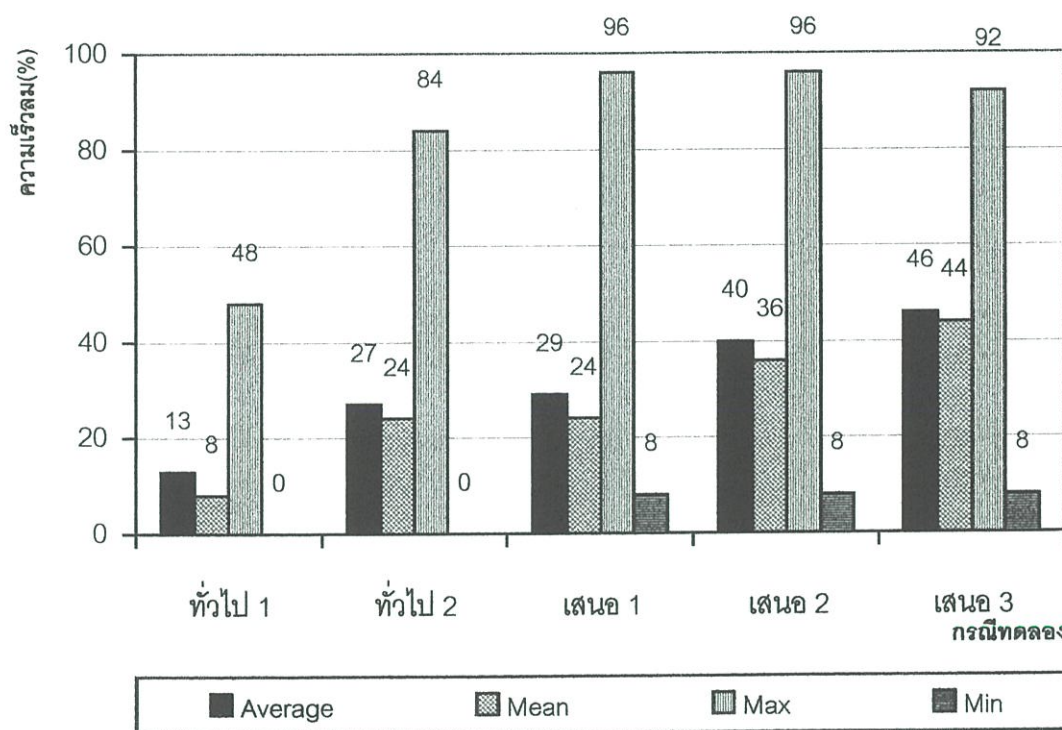


| Wind Velocity | % |
|---------------|--------|
| Average | 46.4 % |
| Mean | 44.0 % |
| Max | 92.0 % |
| Min | 8.0 % |

6.2.4 การพิจารณาเปรียบเทียบผลการทดลองความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่างๆในกรณีต่างๆ

ตารางที่ 6.6 แสดงผลสรุปค่าความเร็วลมของการทดลองในกรณีต่างๆ

| Wind Velocity (%) | แบบทั่วไป | | แบบเสนอ | | |
|-------------------|-----------|--------|---------|--------|--------|
| | กรณี 1 | กรณี 2 | กรณี 1 | กรณี 2 | กรณี 3 |
| Average | 13 | 27 | 29 | 40 | 46 |
| Mean | 8 | 24 | 24 | 36 | 44 |
| Max | 48 | 84 | 96 | 96 | 92 |
| Min | 0 | 0 | 8 | 8 | 8 |



แผนภูมิที่ 6.1 แสดงผลสรุปค่าความเร็วลมของการทดลองในกรณีต่างๆ

จากตาราง และแผนภูมิข้างต้น พบว่า ความเร็วลม ของแบบเสนอมีค่ามากกว่า ความเร็วลม ของแบบทั่วไปทุกกรณี และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบรูปแบบการเคลื่อนที่ของลม โดยผู้วิจัยทำการ กำหนดความเข้มสี ให้กับช่วงความเร็วลม ลงในพื้นที่ตารางพิกัด แต่ละหน่วยที่ทำการวัดค่าได้ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของลม ด้วยการทดลองจากโต๊ะน้ำ ดังตารางที่ 6.1 – 6.5 พบว่ามีรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นน่าจะเป็นการทดลองที่มีค่าความน่าเชื่อถือสูง จึงอาจสามารถกล่าวสรุปผลการทดลองได้ว่า แบบเสนอ มีการออกแบบที่ส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ที่ดีกว่ารูปแบบทั่วไป

6.3 การทดลองเพื่อตรวจสอบผลจากการออกแบบป้องกันแสงอาทิตย์

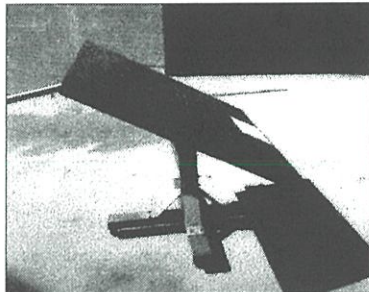
ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบผลจากการออกแบบ เพื่อดูเงาที่เกิดขึ้น ณ เวลาต่าง ๆ และทิศต่างๆ จัดให้มีตรวจสอบ 2 ครั้ง โดยนำผลจากครั้งที่ 1 มาปรับปรุงปรับปรุงการออกแบบ

6.3.1 วิธีการทดลองหาเงาที่เกิดขึ้นจากแสงอาทิตย์ในเวลาต่างๆ

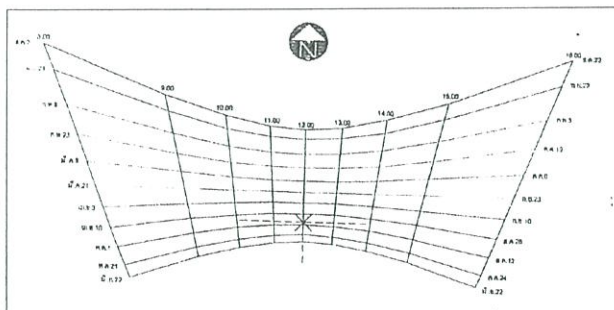
1. จัดทำหุ่นจำลอง ขนาด 1: 50
2. ติดตั้งหุ่นจำลองให้ถูกทิศ กับที่ออกแบบไว้ โดยอ้างอิงจากทิศเหนือ
3. ทดสอบ โดยการปรับมุมโต๊ะแดด หมุนให้เงาปลายเข็มของนาฬิกาแดด ตกลงในตำแหน่ง วันและเวลาตามที่ต้องการ ทดสอบ
4. เงาที่เกิดขึ้นคือเงาที่ใกล้เคียงกับของจริงในเวลานั้น ๆ
5. ทำการบันทึกภาพ เพื่อนำมาพิจารณา
6. ควบคุมบันทึกลำดับภาพถ่าย ผลการทดลอง เพื่อป้องกันความสับสนในการพิจารณา

6.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. หุ่นจำลอง ขนาด 1 : 50
2. โต๊ะแดด
3. แผ่นนาฬิกาแดด
4. กล้องถ่ายภาพ+ฟิล์ม
5. กระดาษและปากกาเพื่อใช้ในการบันทึกลำดับภาพ
6. กระดาษกาวสองหน้าอย่างดีเพื่อใช้ในการติดตั้งหุ่นจำลองบนโต๊ะแดด



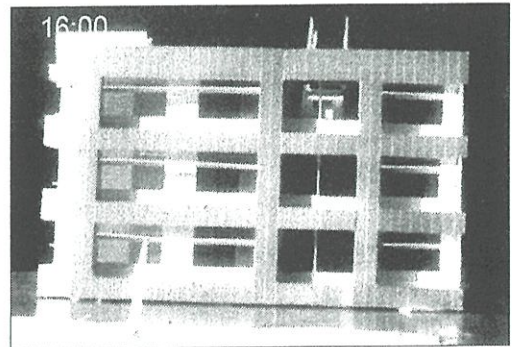
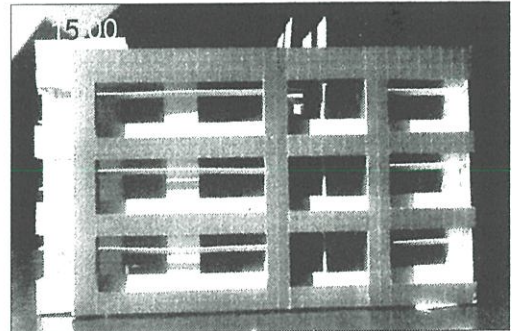
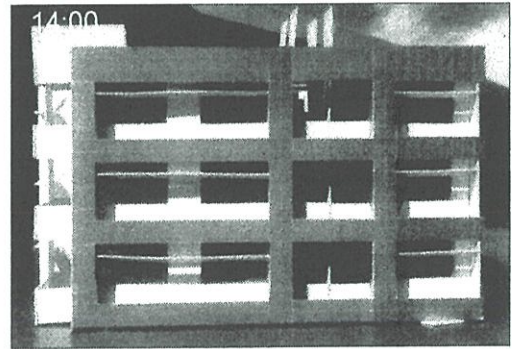
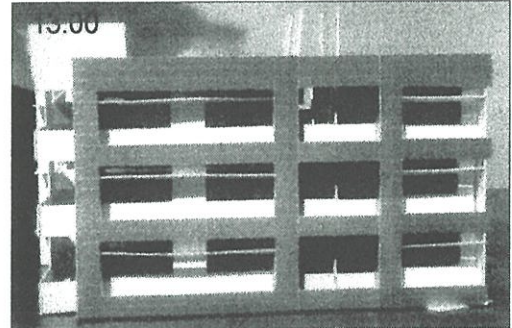
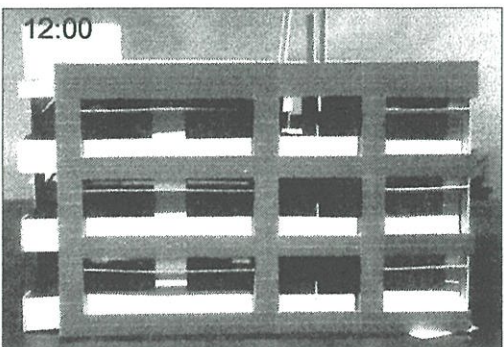
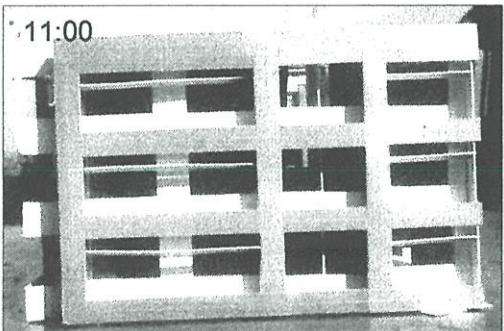
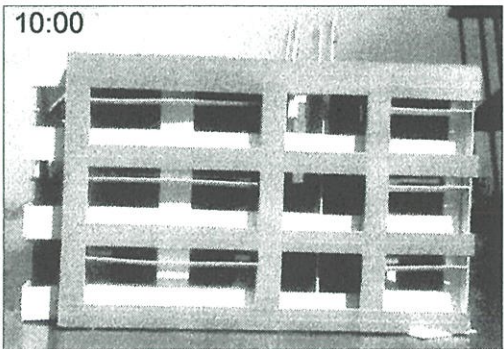
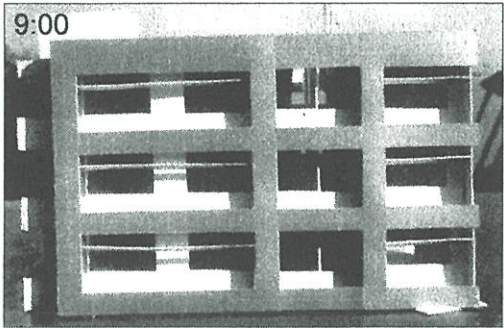
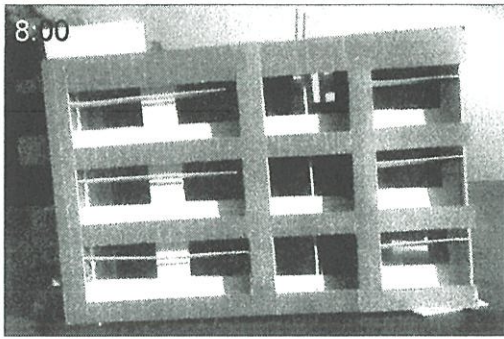
ภาพที่ 6.45 โต๊ะแดดที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 6.46 แผ่นนาฬิกาแดด 14 องศาเหนือ (เข็มชี้บอกเวลาสูง 5 เซนติเมตร)

ที่มา: ผ.ศ. ชีรมน ไวโรจนกิจ, ผลงานทางวิชาการ งานออกแบบอุปกรณ์ชุดโต๊ะแดด สจล.

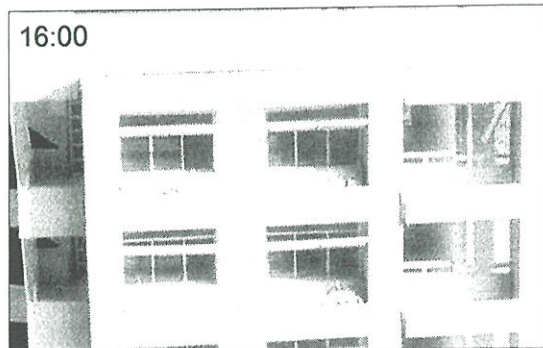
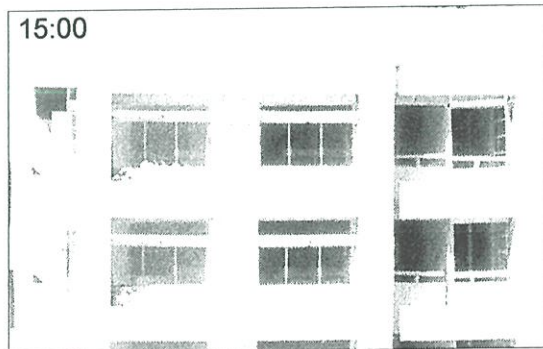
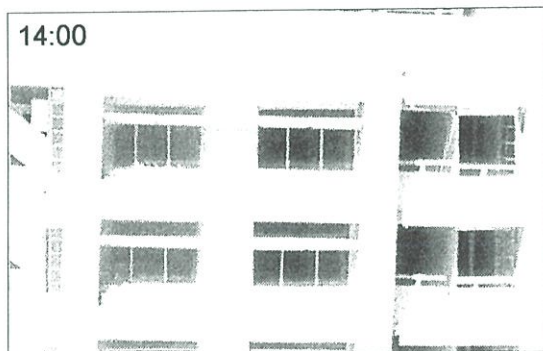
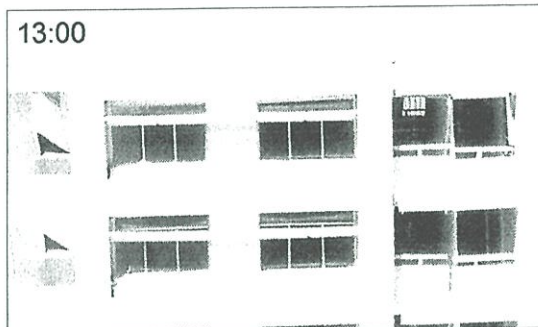
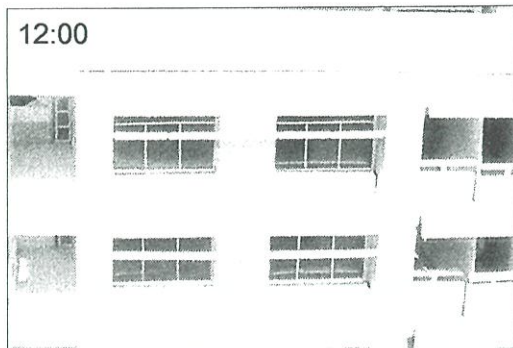
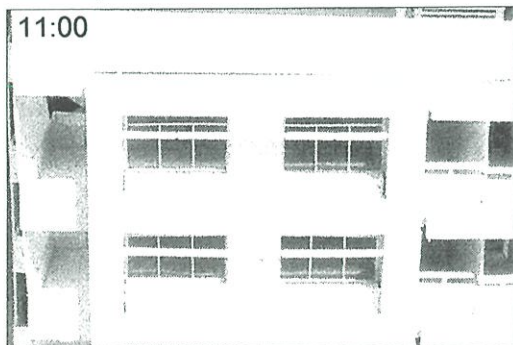
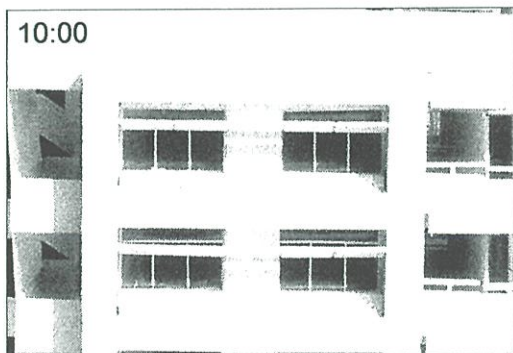
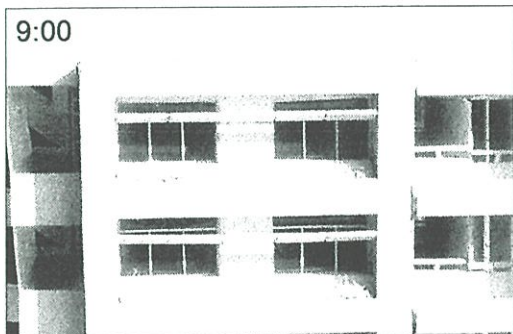
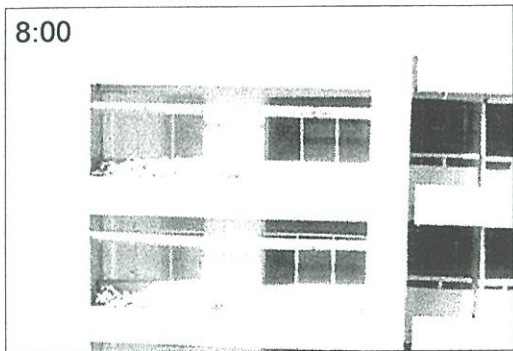
การทดสอบหาเงาแดด
ด้านทิศใต้ (22 ธันวาคม)
south 22 Dec



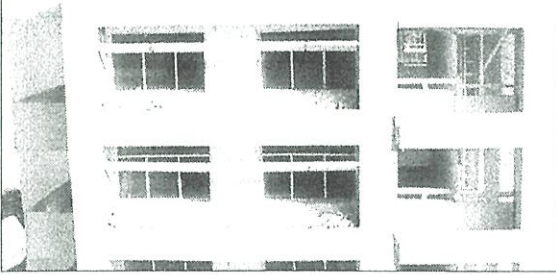
ภาพที่ 6.47 ภาพถ่ายบางส่วนจากการทดลองหาเงาแดดครั้งที่ 1

6.3.3 ผลการทดลองหาเงาแดด

การทดสอบหาเงาแดด
ด้านทิศใต้ (22 ธันวาคม)
south 22 Dec



8:00



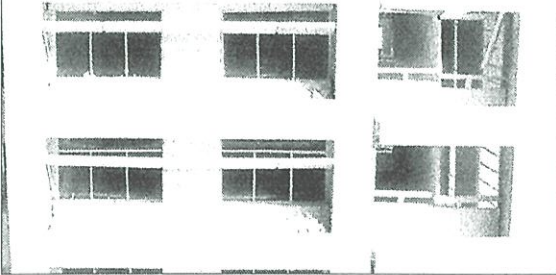
การทดสอบหาเงาแดด

ด้านทิศใต้

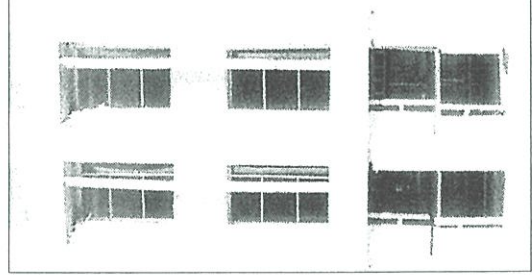
(21 มกราคม / 22 พฤศจิกายน)

south 22 Jan / 22 Nov

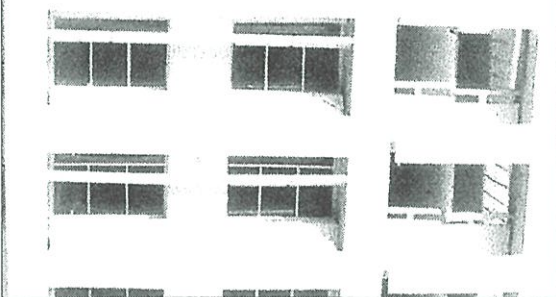
9:00



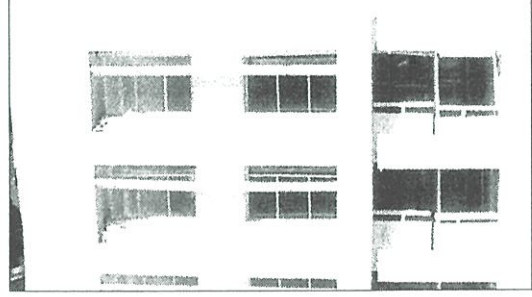
13:00



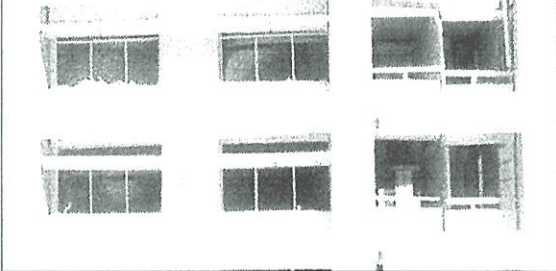
10:00



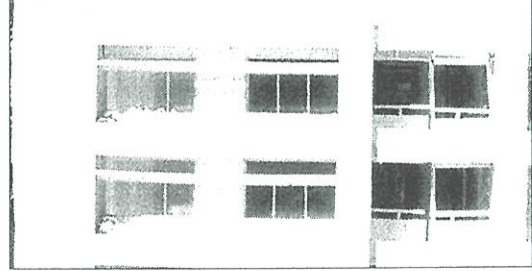
14:00



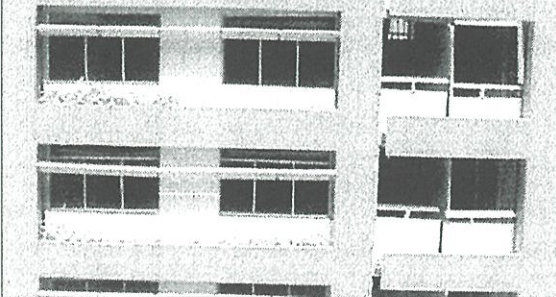
11:00



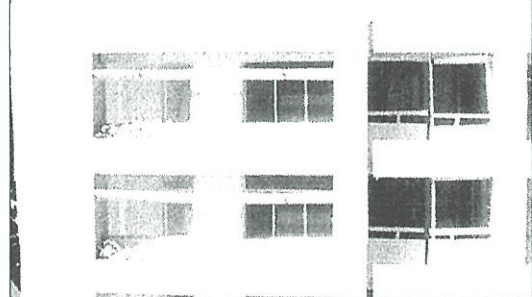
15:00



12:00



16:00

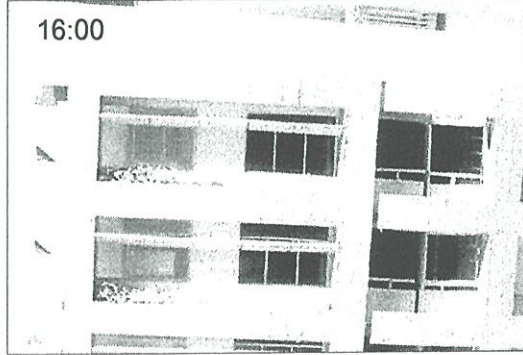
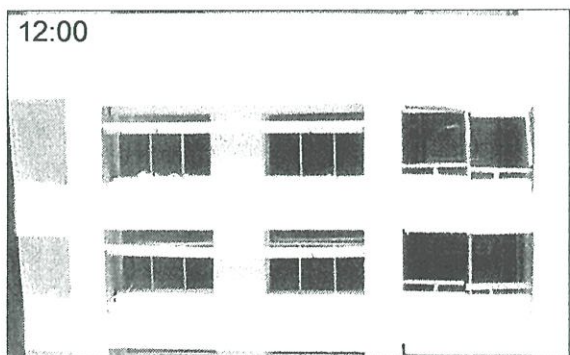
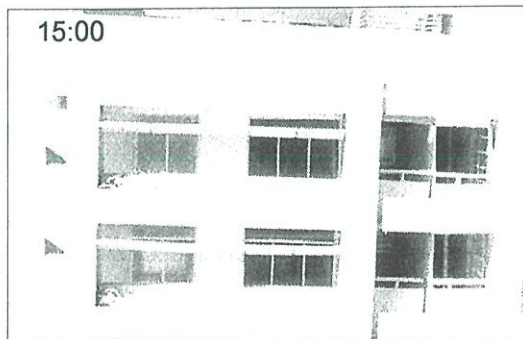
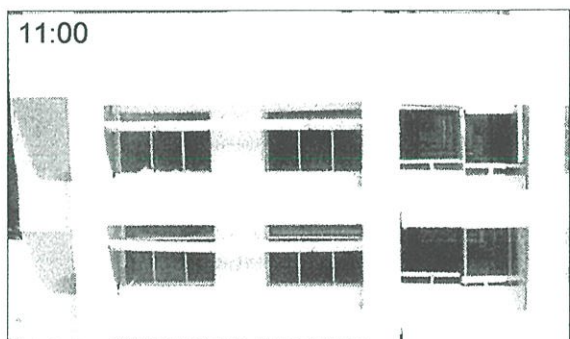
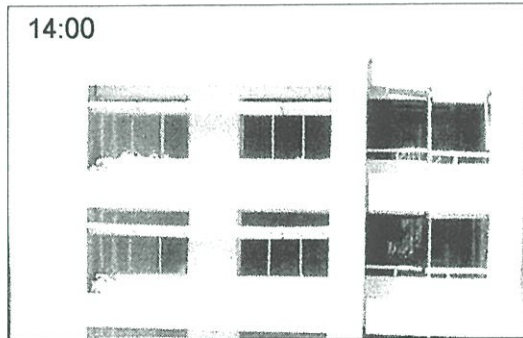
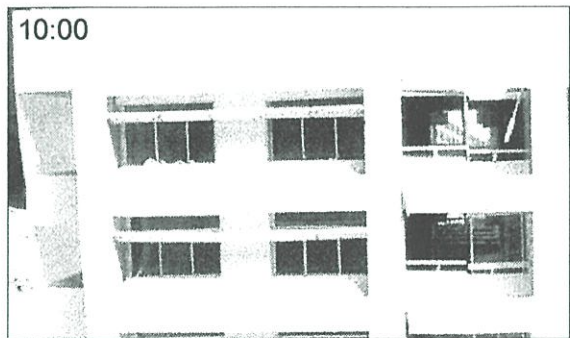
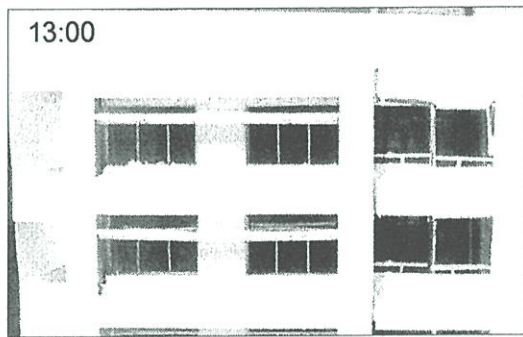
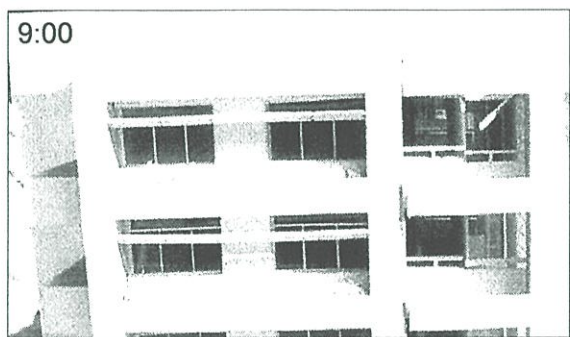
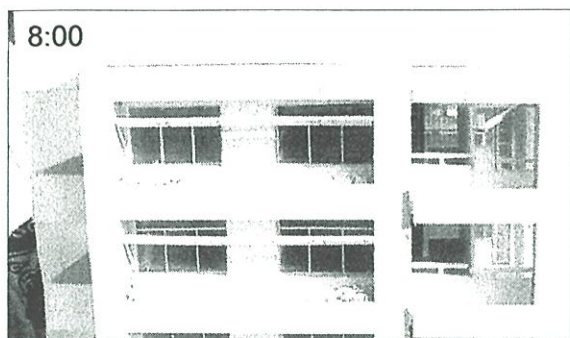


การทดสอบหาเงาแดด

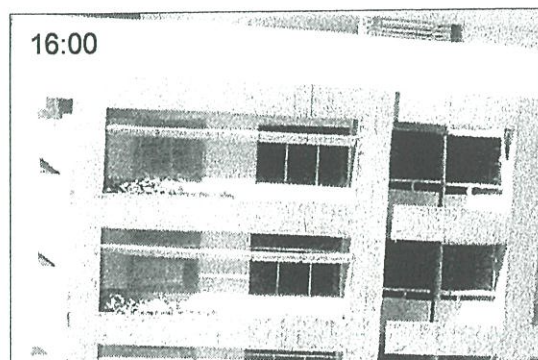
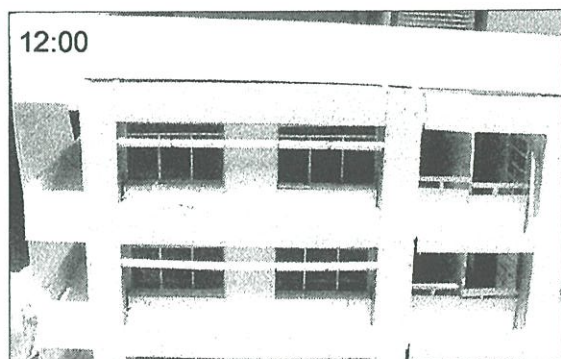
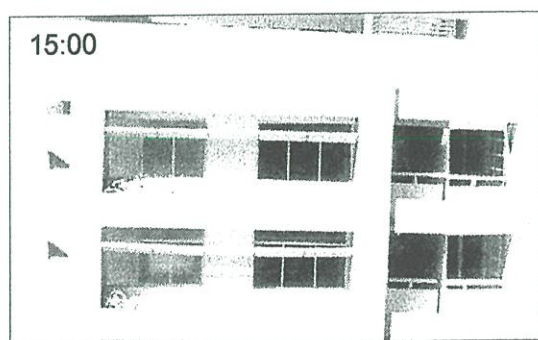
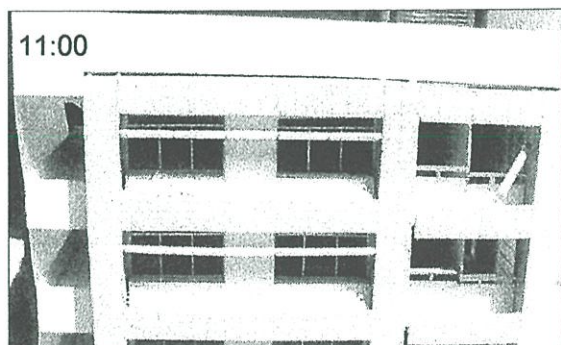
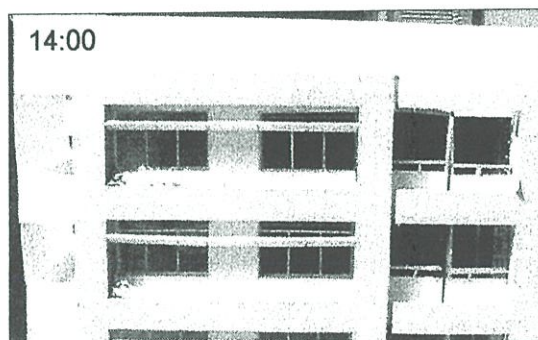
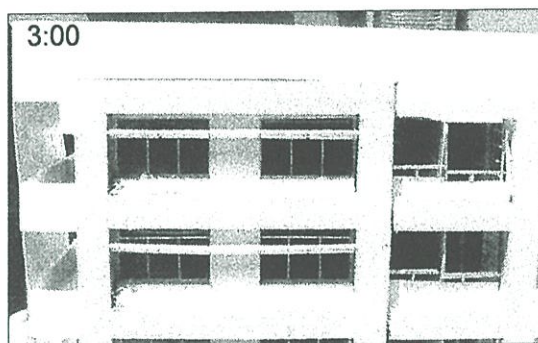
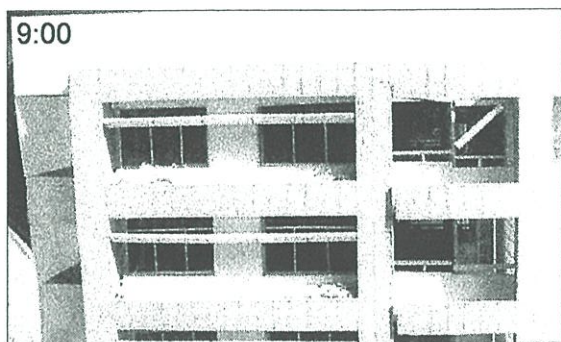
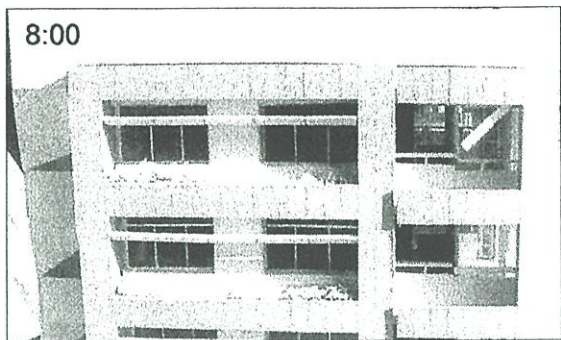
ด้านทิศใต้

(8 กุมภาพันธ์ / 3 พฤศจิกายน)

south 8 Feb / 22 Nov



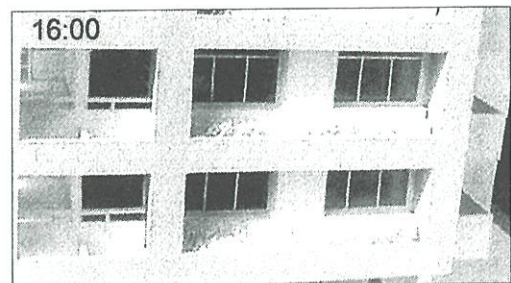
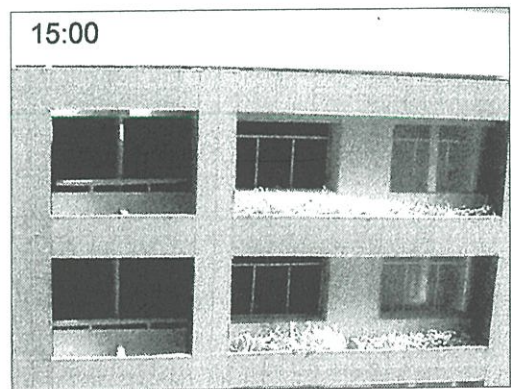
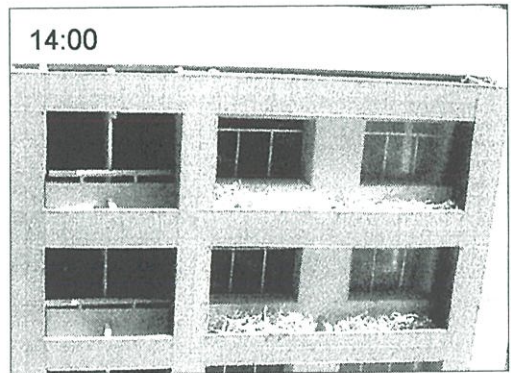
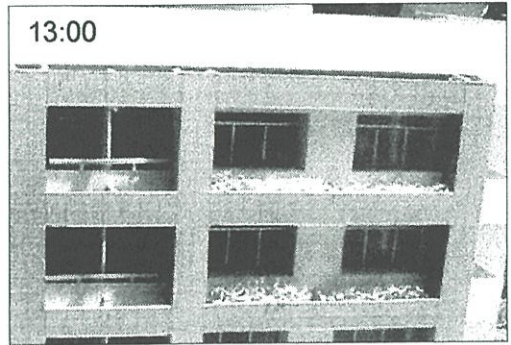
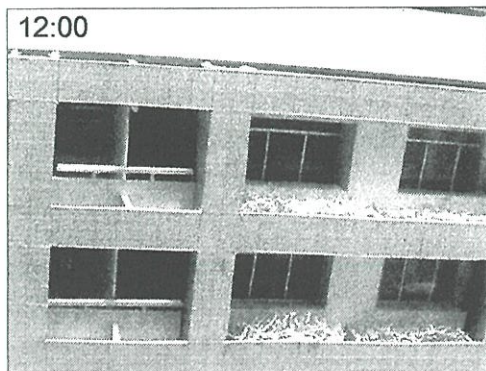
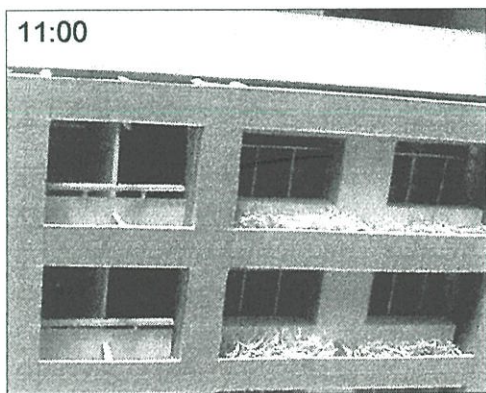
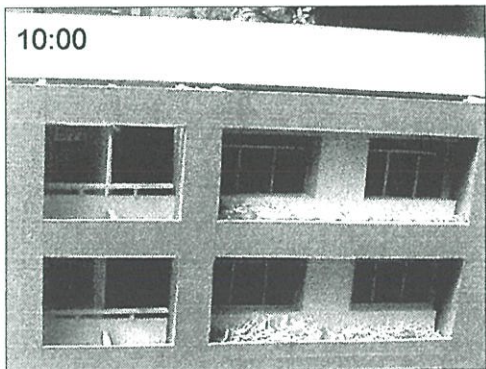
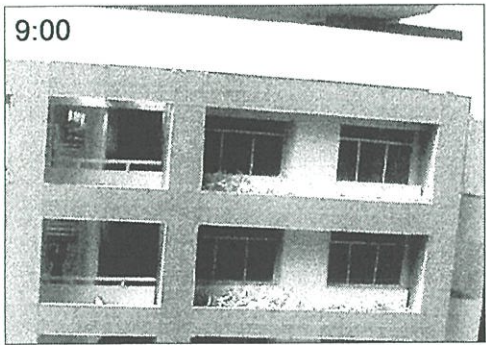
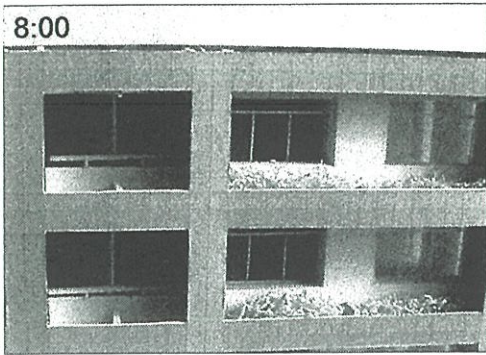
การทดสอบหาเงาแดด
ด้านทิศใต้
(23 กุมภาพันธ์ / 19 ตุลาคม)
south 23 Feb / 16 Oct



การทดสอบหาเงาแดด

ด้านทิศเหนือ (23 มิถุนายน)

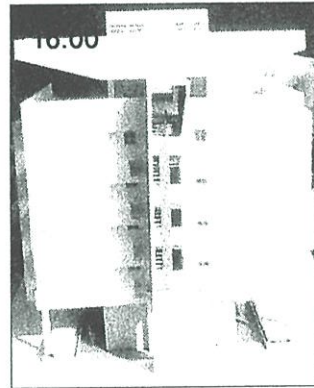
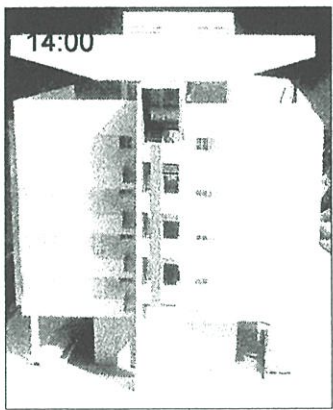
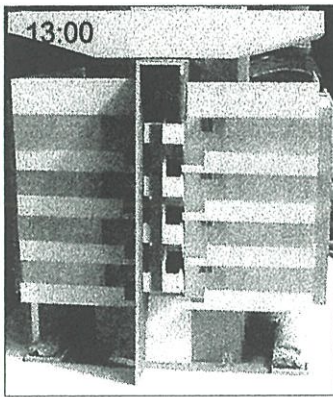
North 22 June



การทดสอบหาเงาแดด

ด้านทิศตะวันตก (22 ธันวาคม)

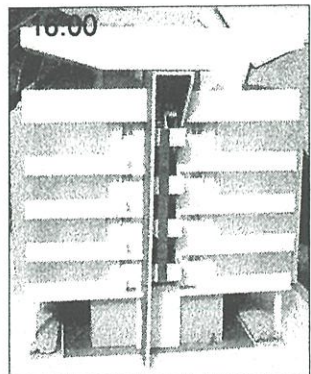
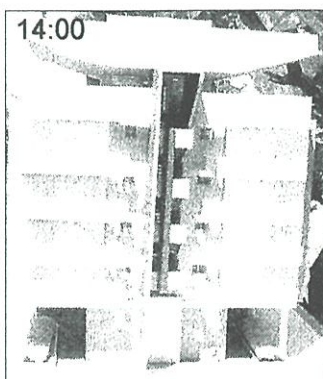
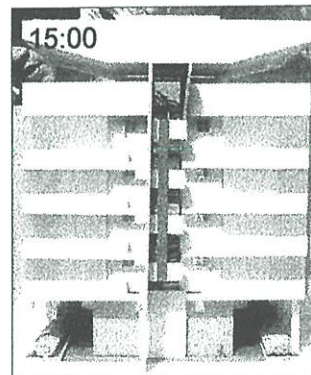
West 22 Dec



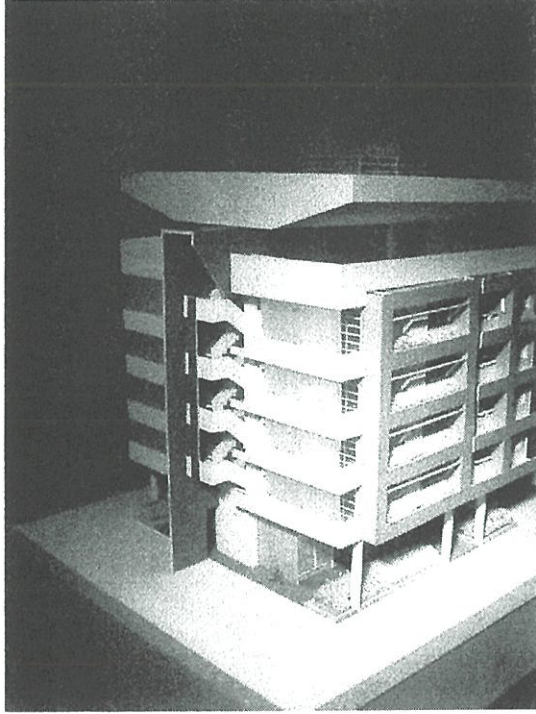
การทดสอบหาเงาแดด

ด้านทิศตะวันตก (22 มิถุนายน)

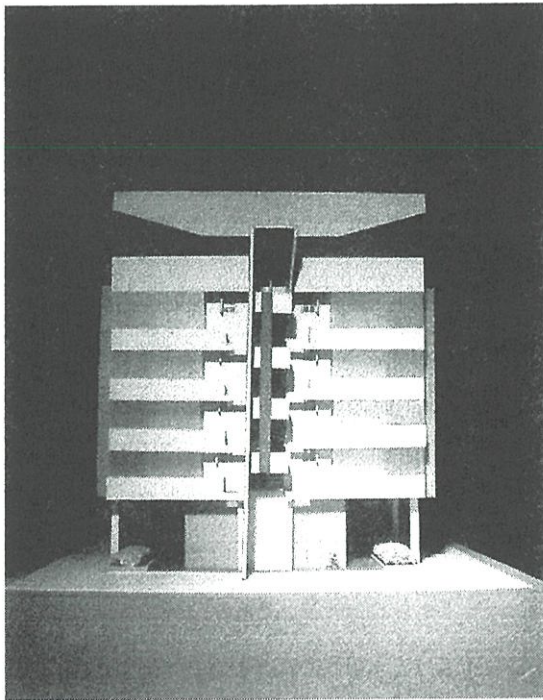
West 22 June



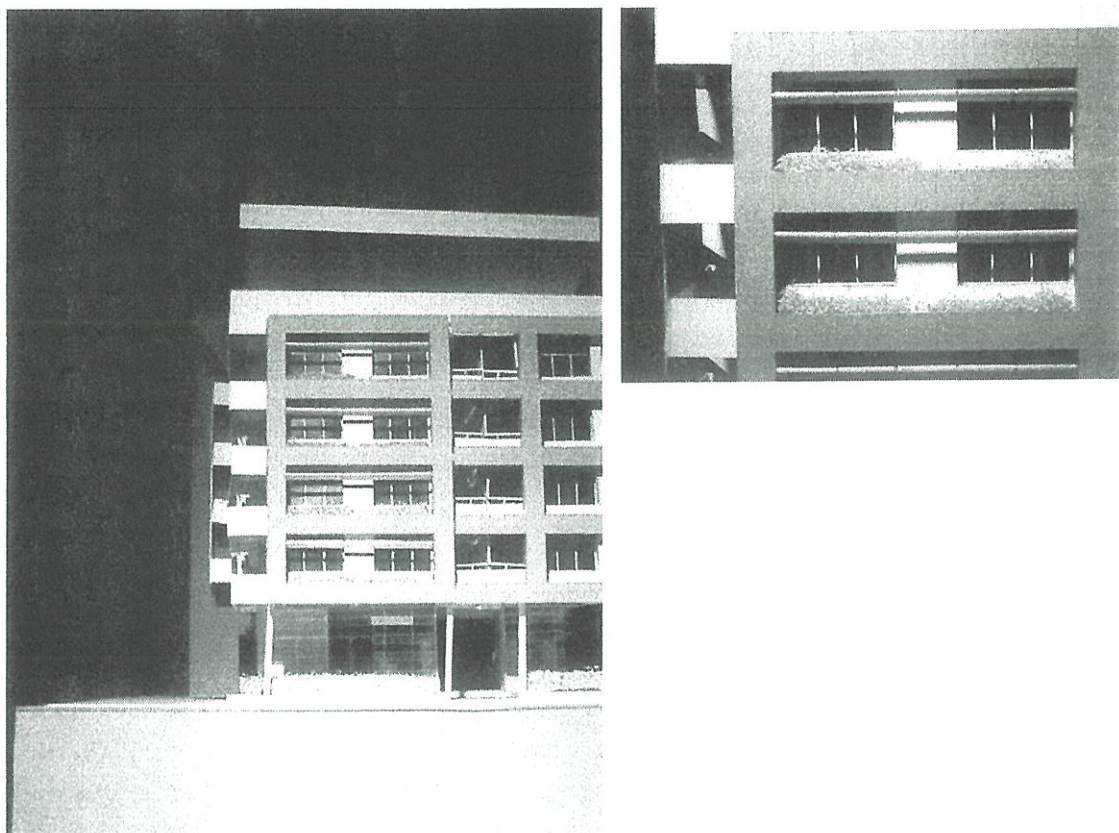
บทที่ 7 ภาคออกแบบ



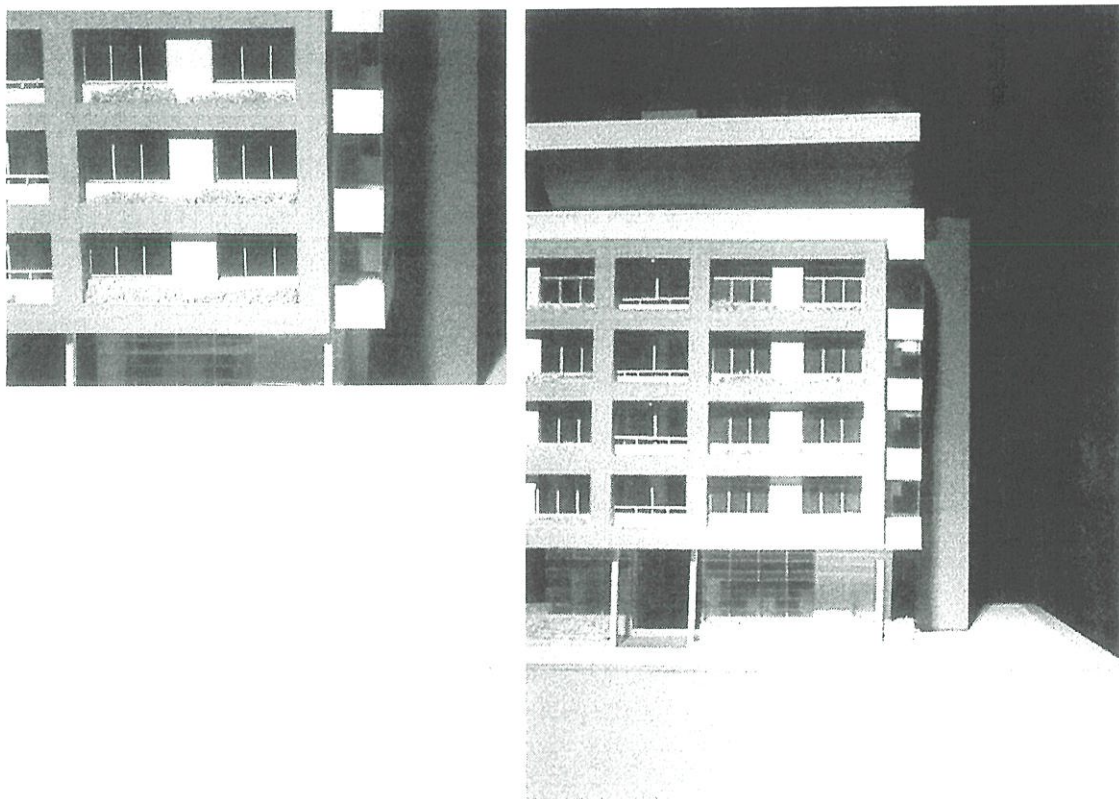
ภาพที่ 7.1 หุ่นจำลองขนาด 1: 50 แสดงการใช้ค้ำอาคารที่ปลายทางเดินกลาง เพื่อดักลมเข้าสู่ทางเดินกลาง



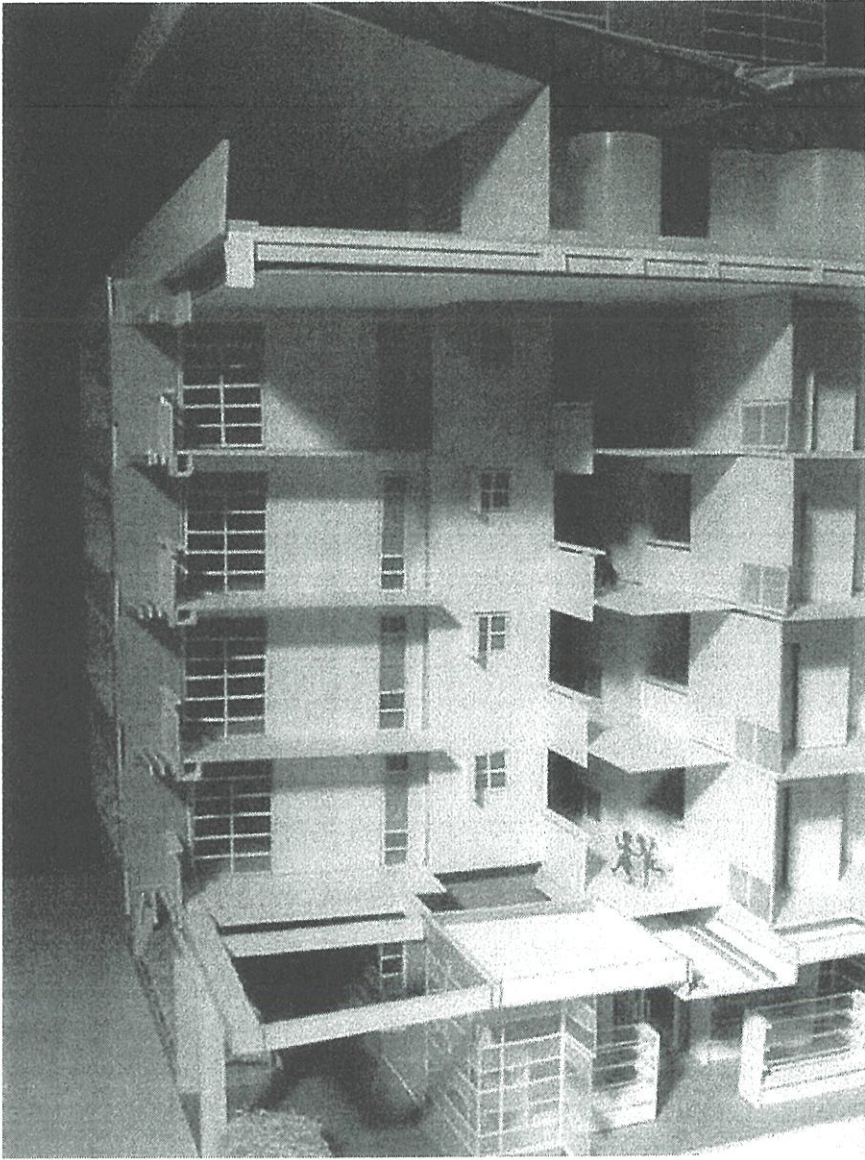
ภาพที่ 7.2 แสดงการออกแบบทางด้านทิศตะวันตก และตะวันออก



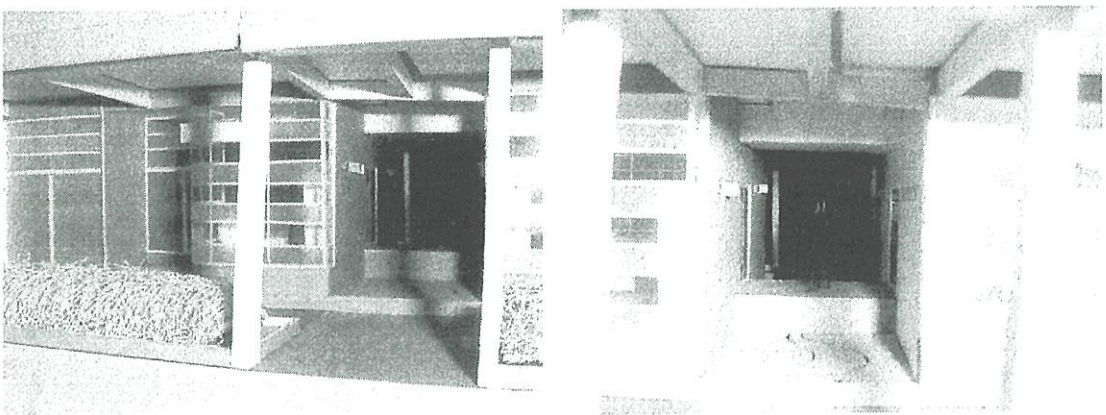
ภาพที่ 7.3 หุ่นจำลอง แสดงการออกแบบทางด้านทิศใต้



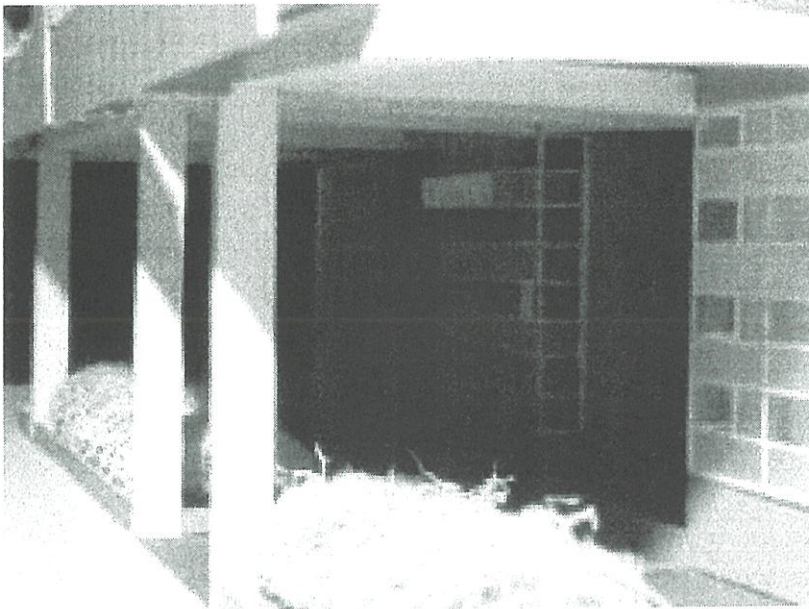
ภาพที่ 7.4 แสดงการออกแบบทางด้านทิศเหนือ



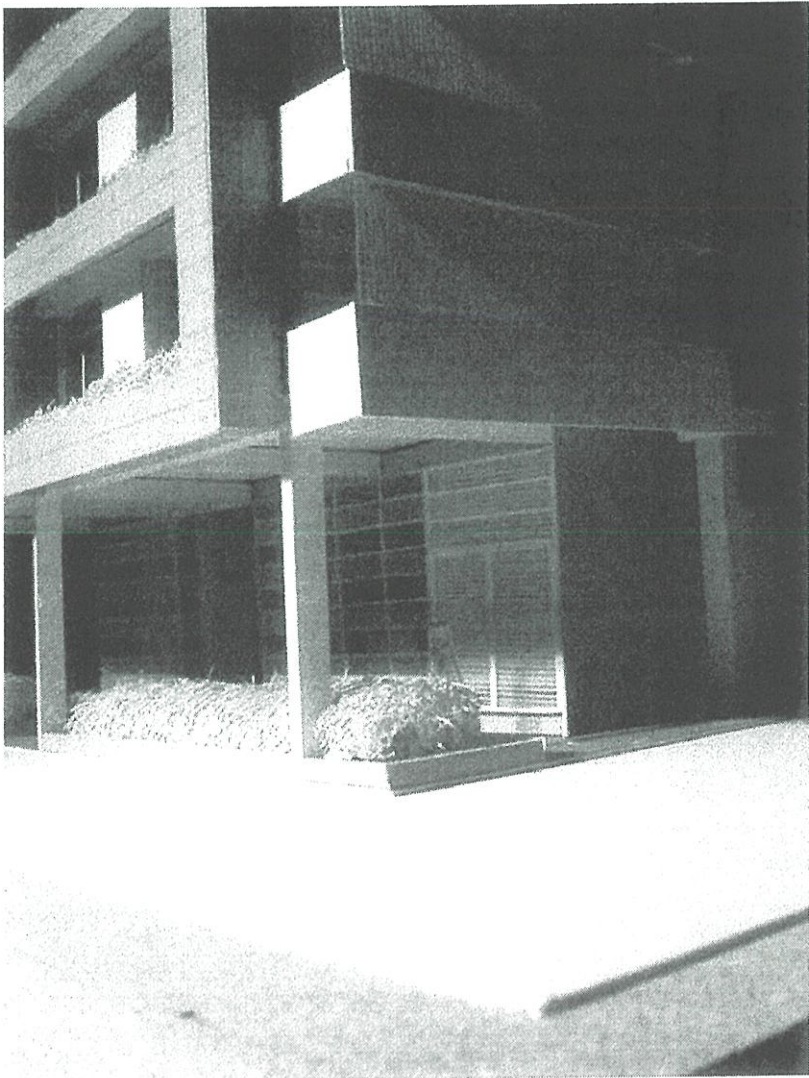
ภาพที่ 7.5 Section Model แสดง การเดินท่องานระบบ
การเปิดช่องภายในอาคารเพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำของอากาศ



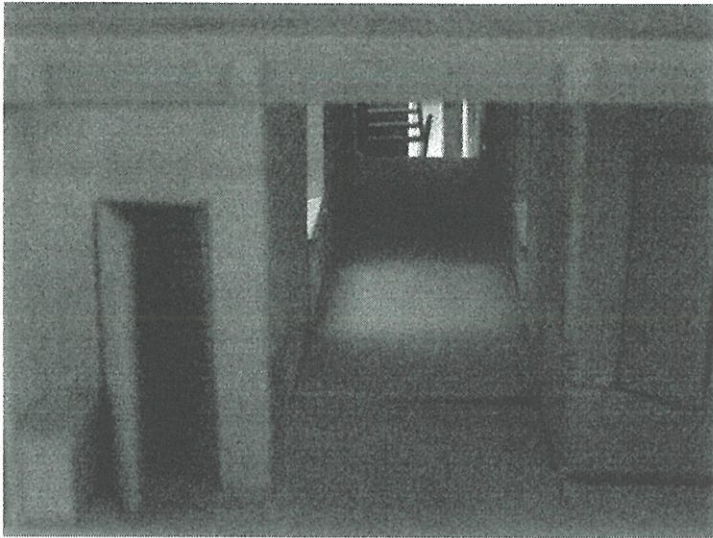
ภาพที่ 7.6 (ซ้าย) ทางเดินบริเวณชั้นหนึ่ง (ขวา) สวนหินภายในอาคาร เป็นบริเวณที่สะสมความเย็น



ภาพที่ 7.7 หุ่นจำลอง แสดงบริเวณทางเดินชั้นที่ 1



ภาพที่ 7.8 แสดงมุมมองจากระยะคนเดินที่ชั้น 1



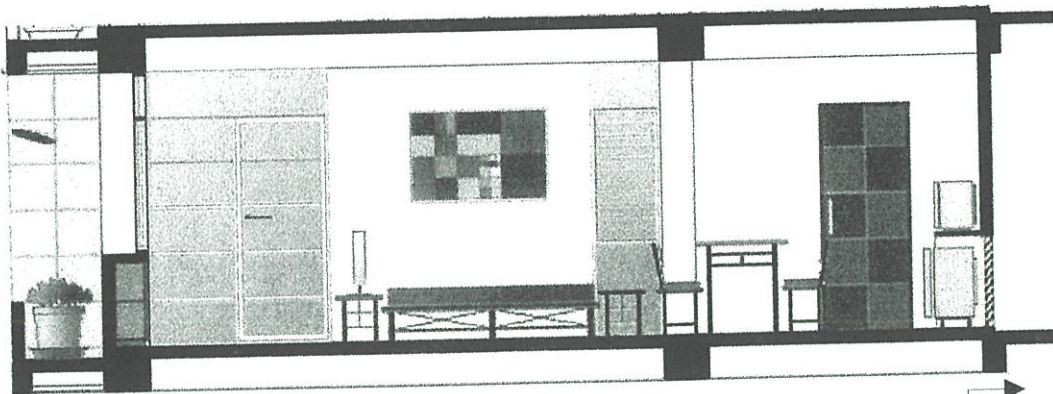
ภาพที่ 7.9 แสดงลักษณะแสงที่เข้าสู่บริเวณทางเดินกลาง



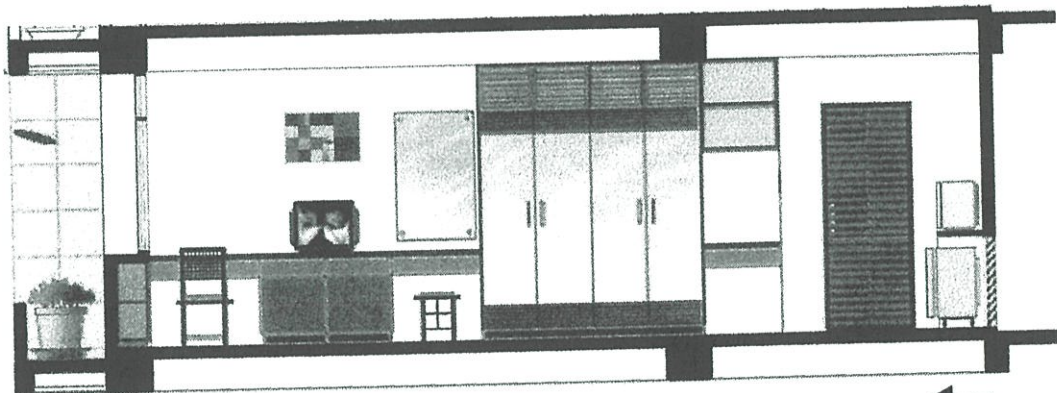
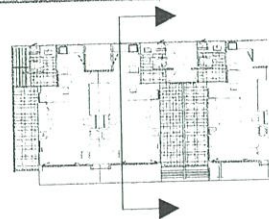
ภาพที่ 7.10 แสดงการจัดพื้นที่ภายในห้องพัก บริเวณส่วนเอนกประสงค์



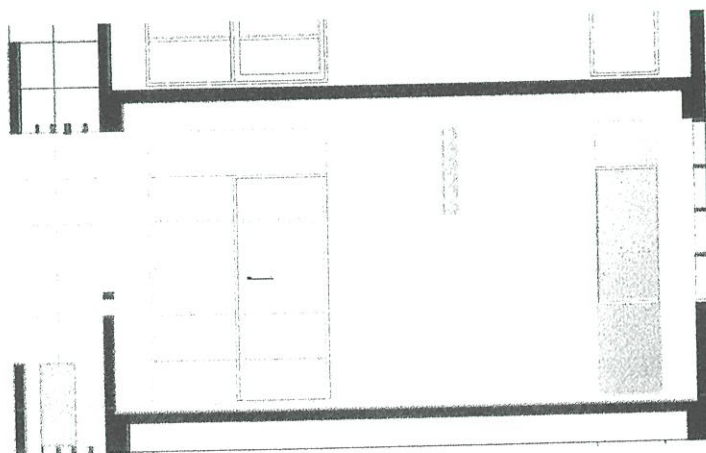
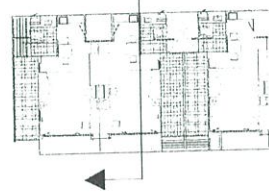
ภาพที่ 7.11 แสดงการจัดพื้นที่ภายในห้องพัก บริเวณส่วนนอน



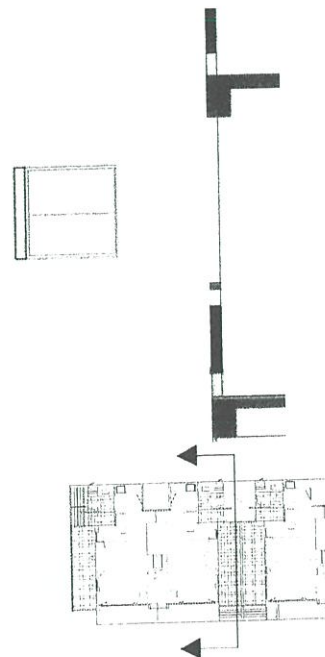
ภาพที่ 7.12 INTERIOR ELEVATION 1

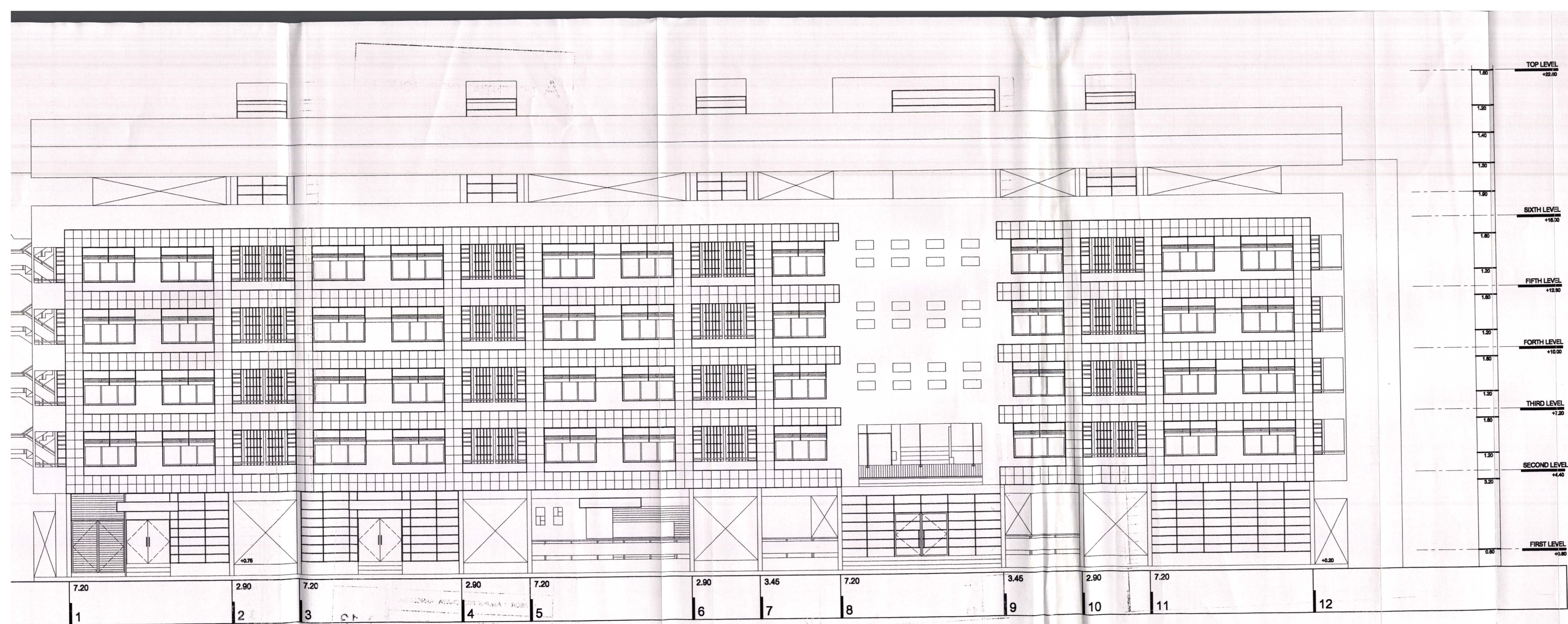


ภาพที่ 7.13 INTERIOR ELEVATION 2



ภาพที่ 7.14 INTERIOR ELEVATION 3

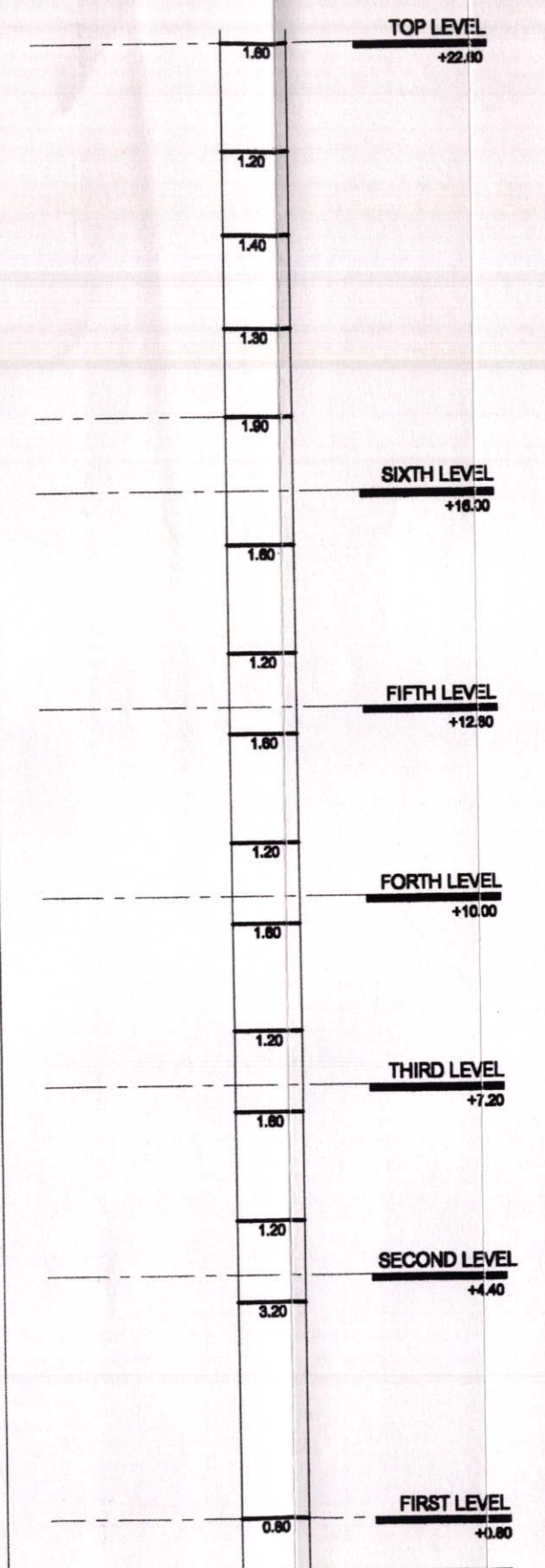




A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

SOUTH ELEVATION

SCALE 1 : 100

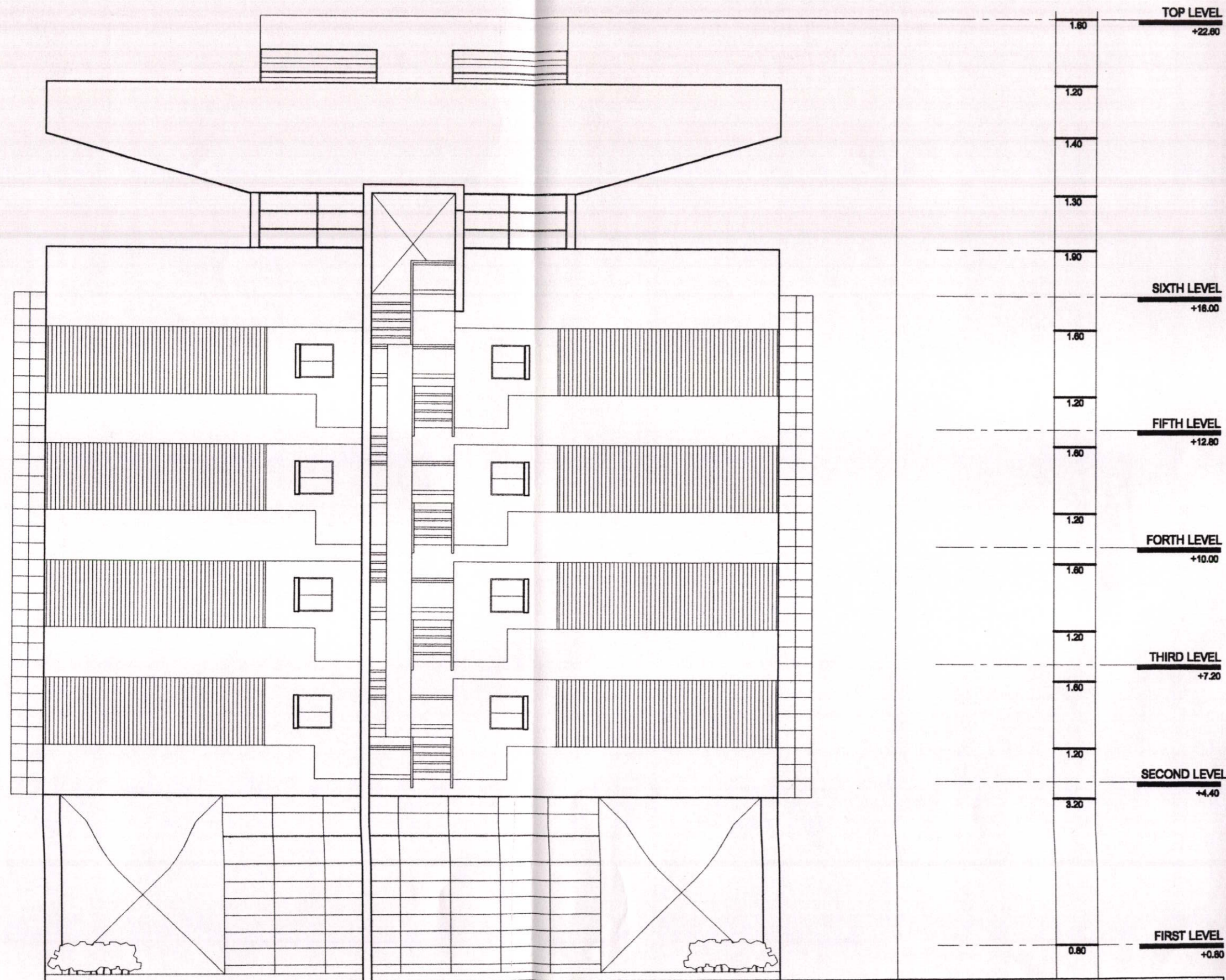


THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

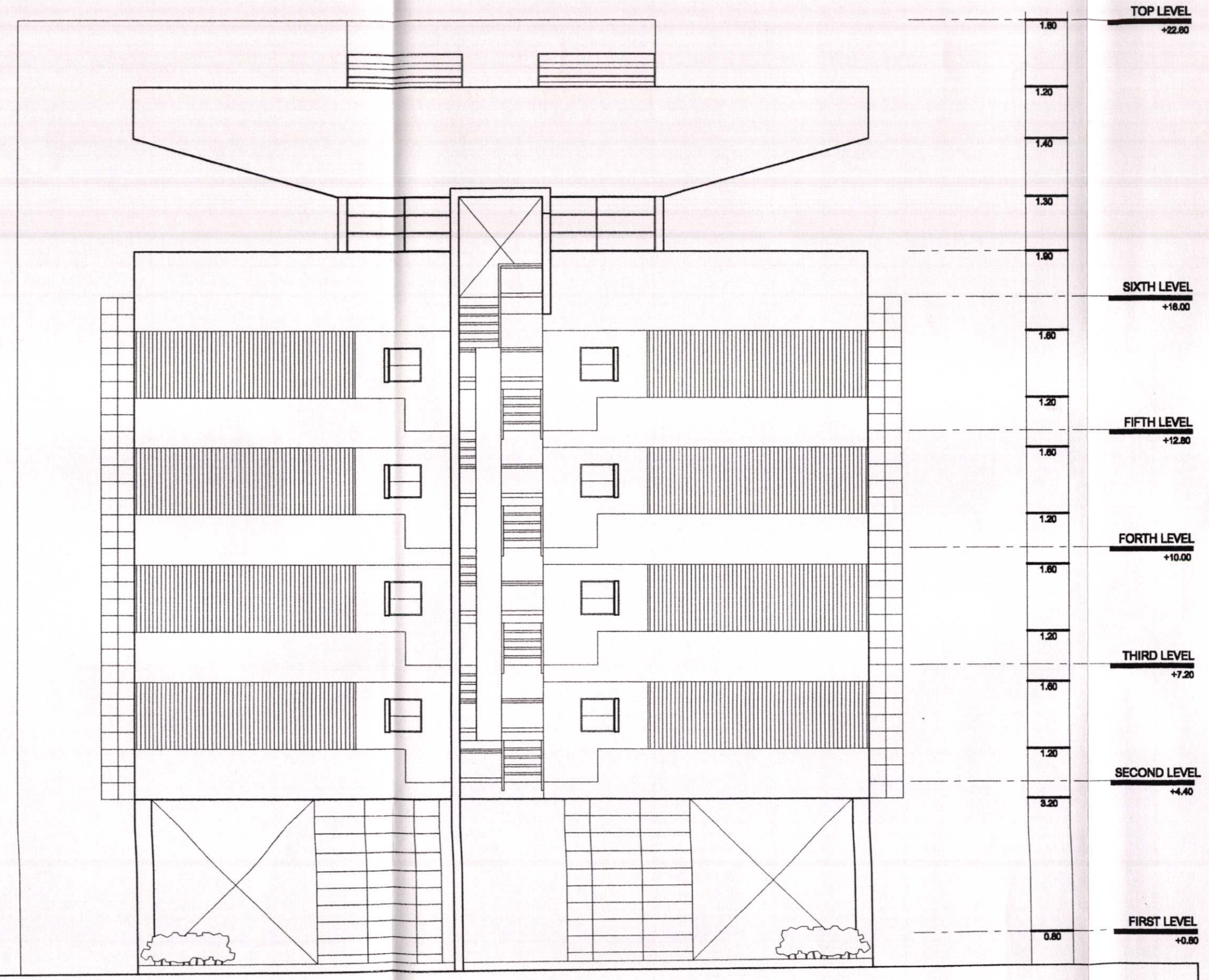
ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41063100



EAST ELEVATION



WEST ELEVATION

A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

EAST ELEVATION

SCALE 1:100

WEST ELEVATION

SCALE 1:100

THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41083100



A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

NORTH ELEVATION

SCALE 1 : 100

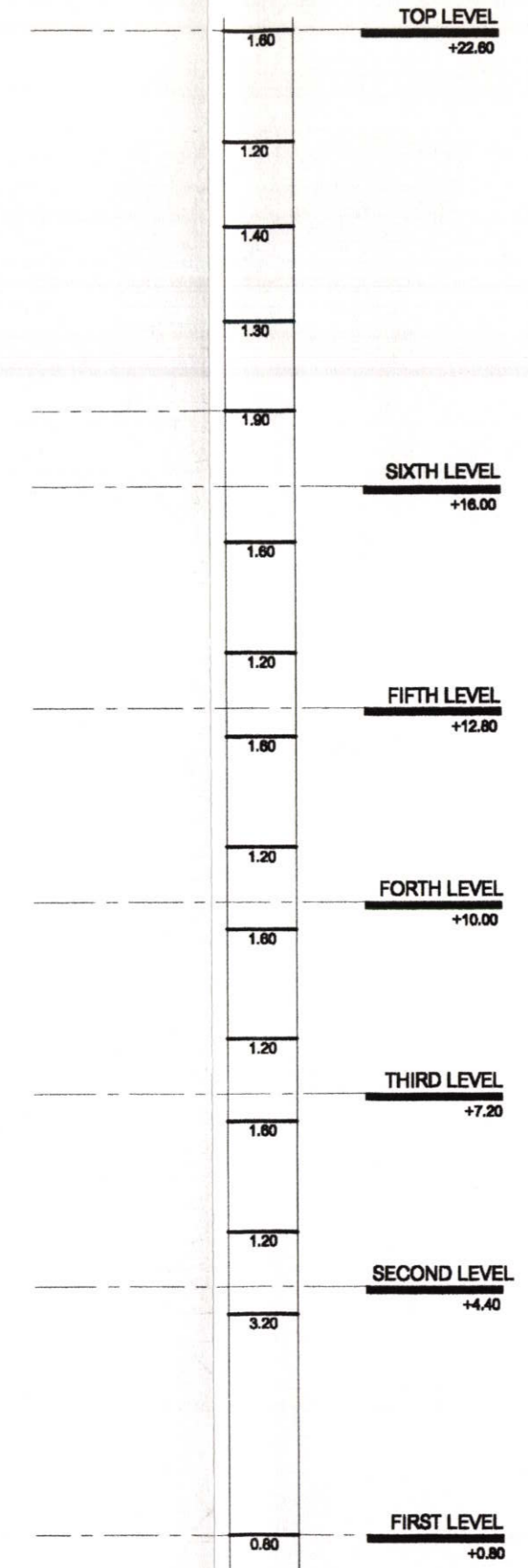
THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41063100

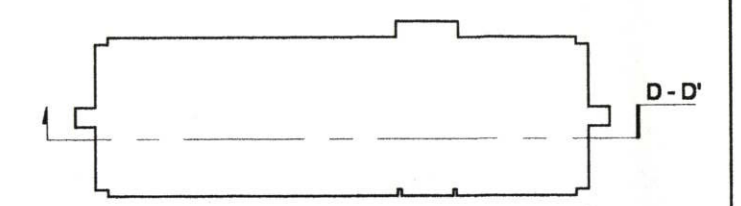
A-11



A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

SECTION D - D'

SCALE 1 : 100

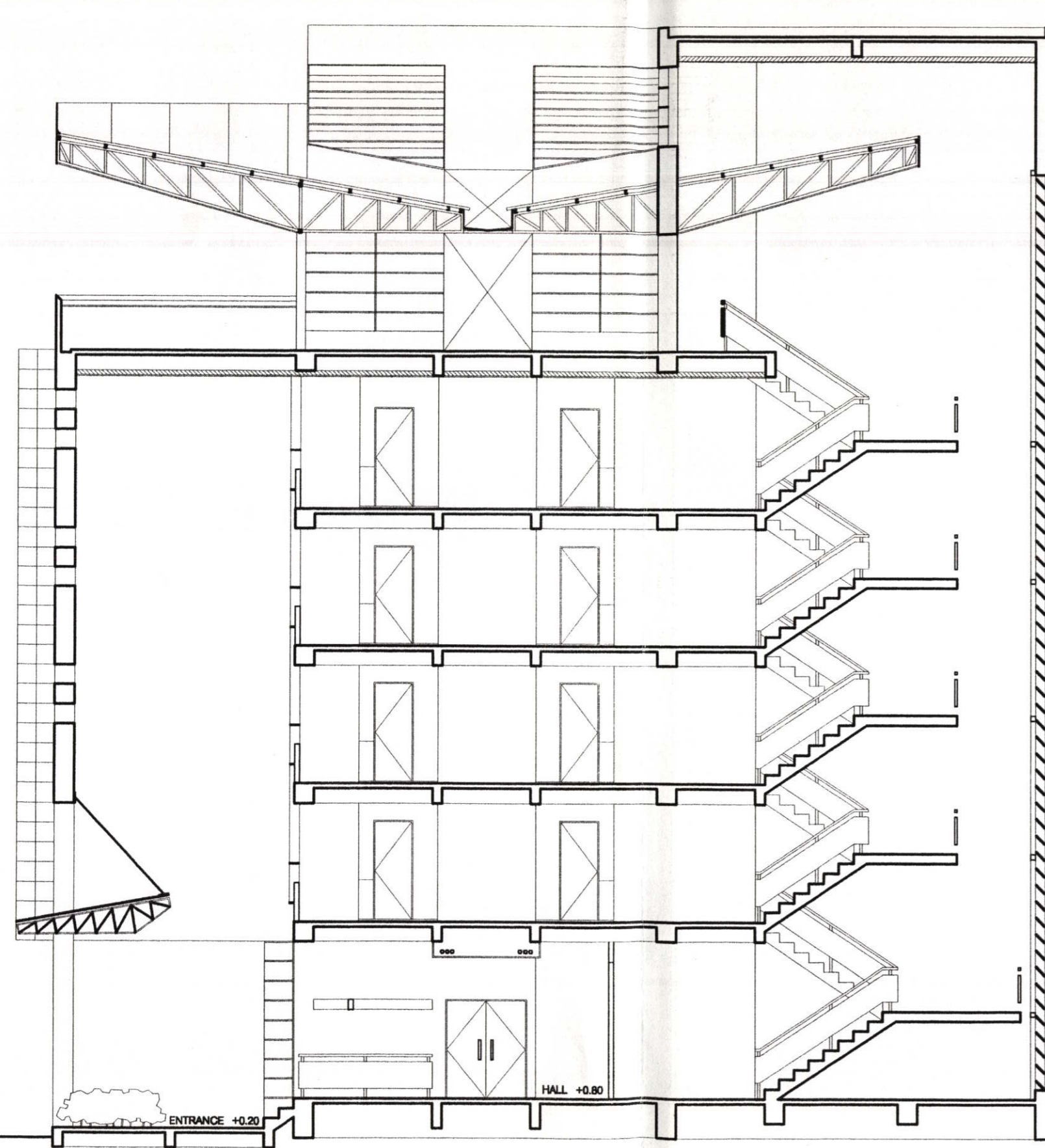


THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41063100

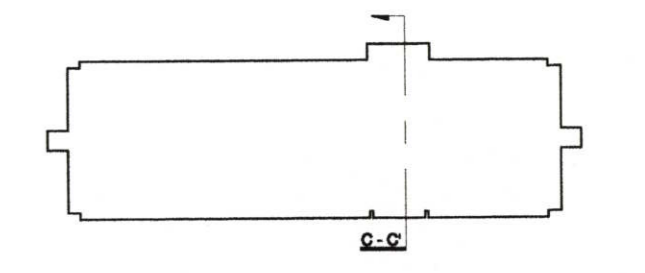


| | | | |
|------|------|--------------|-----------|
| | | 6.00 | TOP LEVEL |
| | | +22.80 | |
| 1.20 | 3.90 | | |
| 1.40 | | | |
| 1.30 | | | |
| 1.80 | 1.10 | | |
| 0.80 | 0.80 | SIXTH LEVEL | |
| | | +18.00 | |
| 1.80 | 2.00 | | |
| 1.20 | 0.80 | FIFTH LEVEL | |
| | | +12.80 | |
| 1.80 | 2.00 | 2.40 | |
| 1.20 | 0.80 | FORTH LEVEL | |
| | | +10.00 | |
| 1.20 | 0.80 | THIRD LEVEL | |
| | | +7.20 | |
| 1.20 | 0.80 | SECOND LEVEL | |
| | | +4.40 | |
| | 3.00 | | |
| | | FIRST LEVEL | |
| | | +0.80 | |

A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

SECTION C - C'

SCALE 1:100



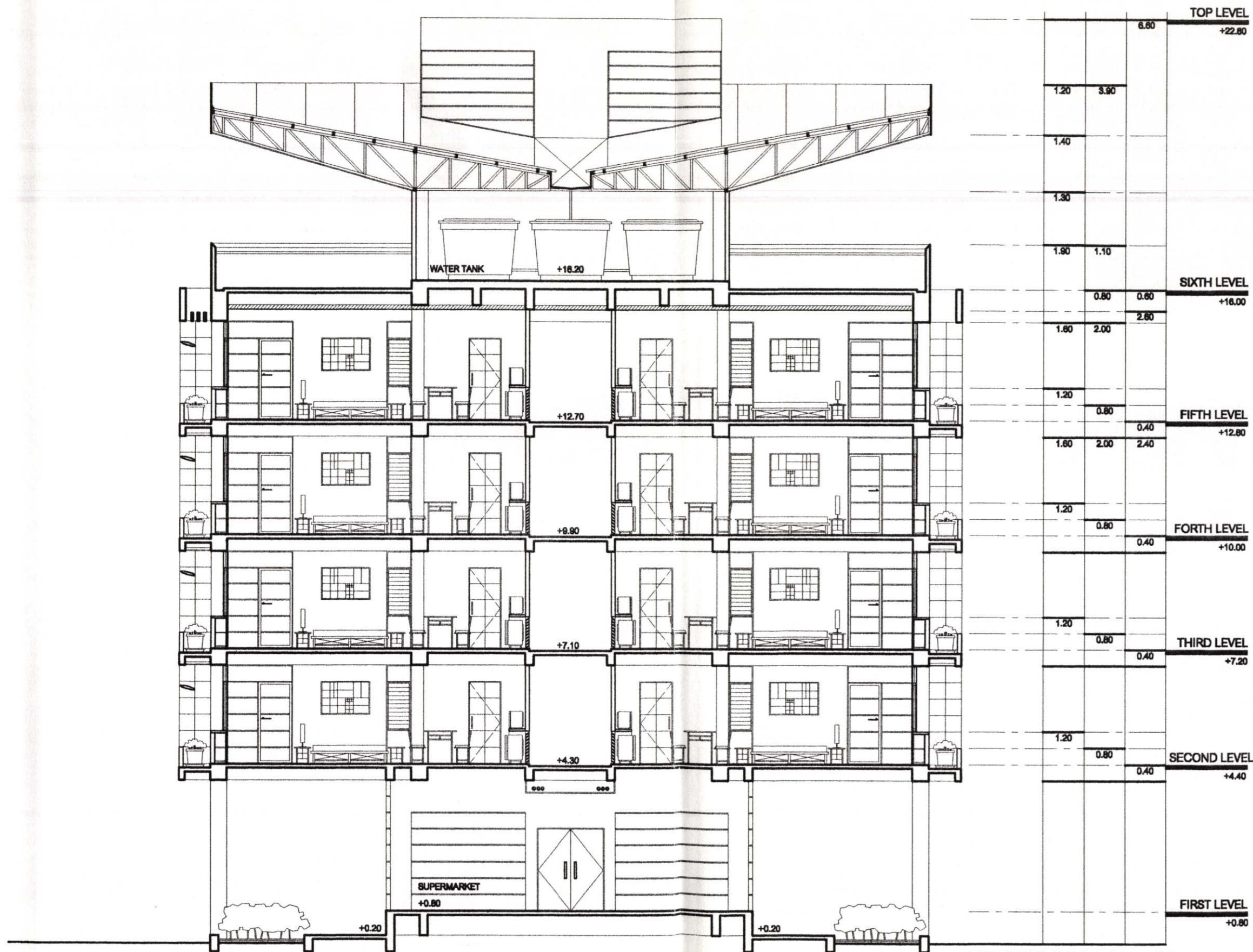
THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
 SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
 KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

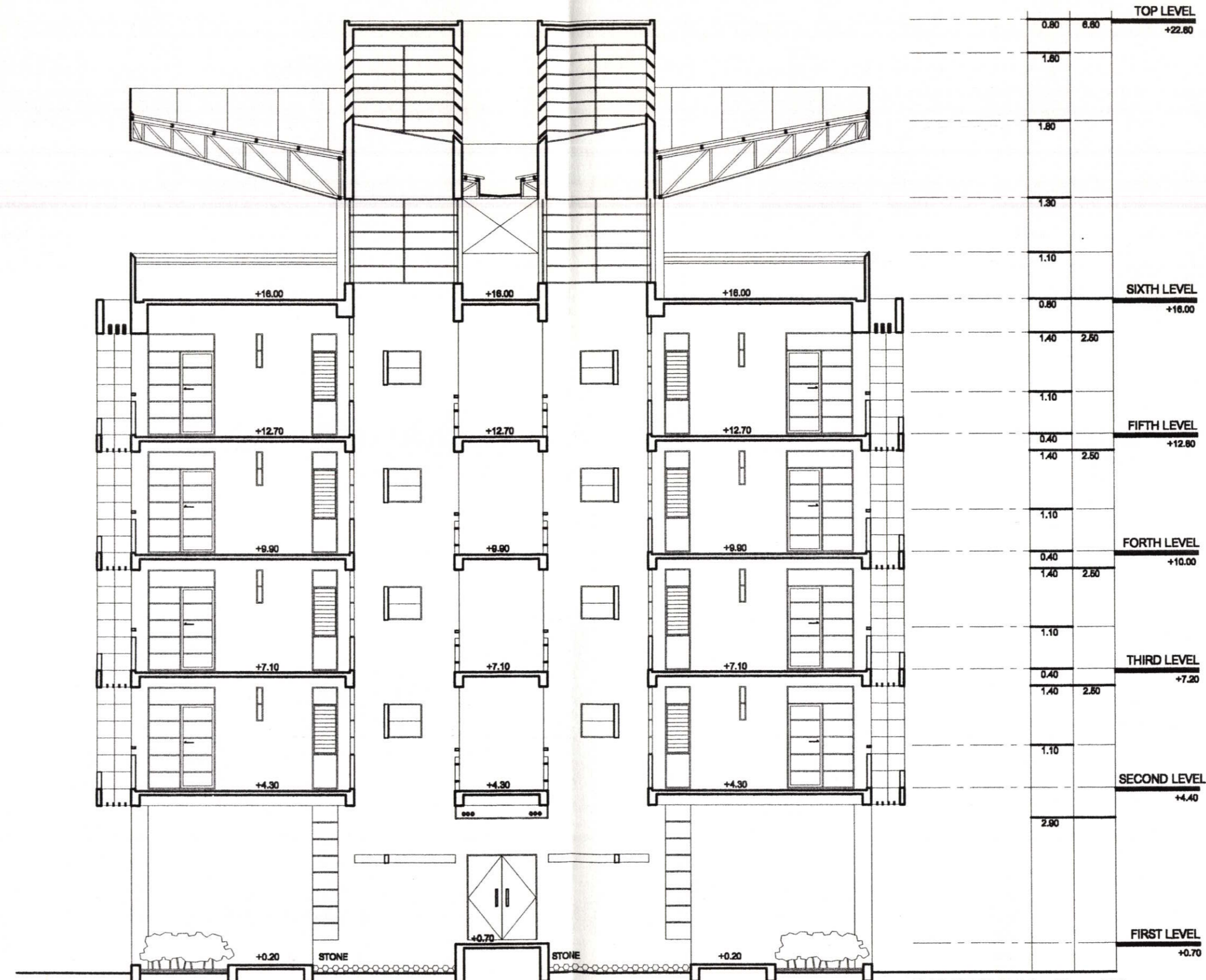
ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41063100

A-09



SECTION A - A'

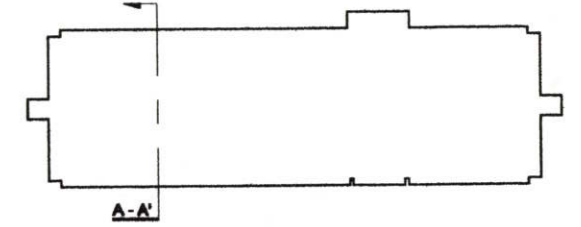


SECTION B - B'

A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

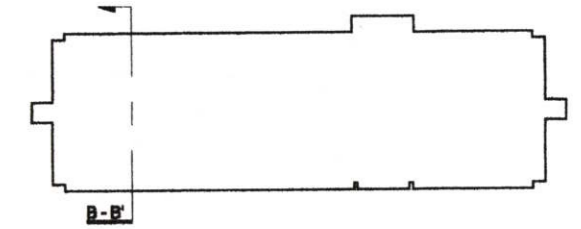
SECTION A - A'

SCALE 1 : 100



SECTION B - B'

SCALE 1 : 100



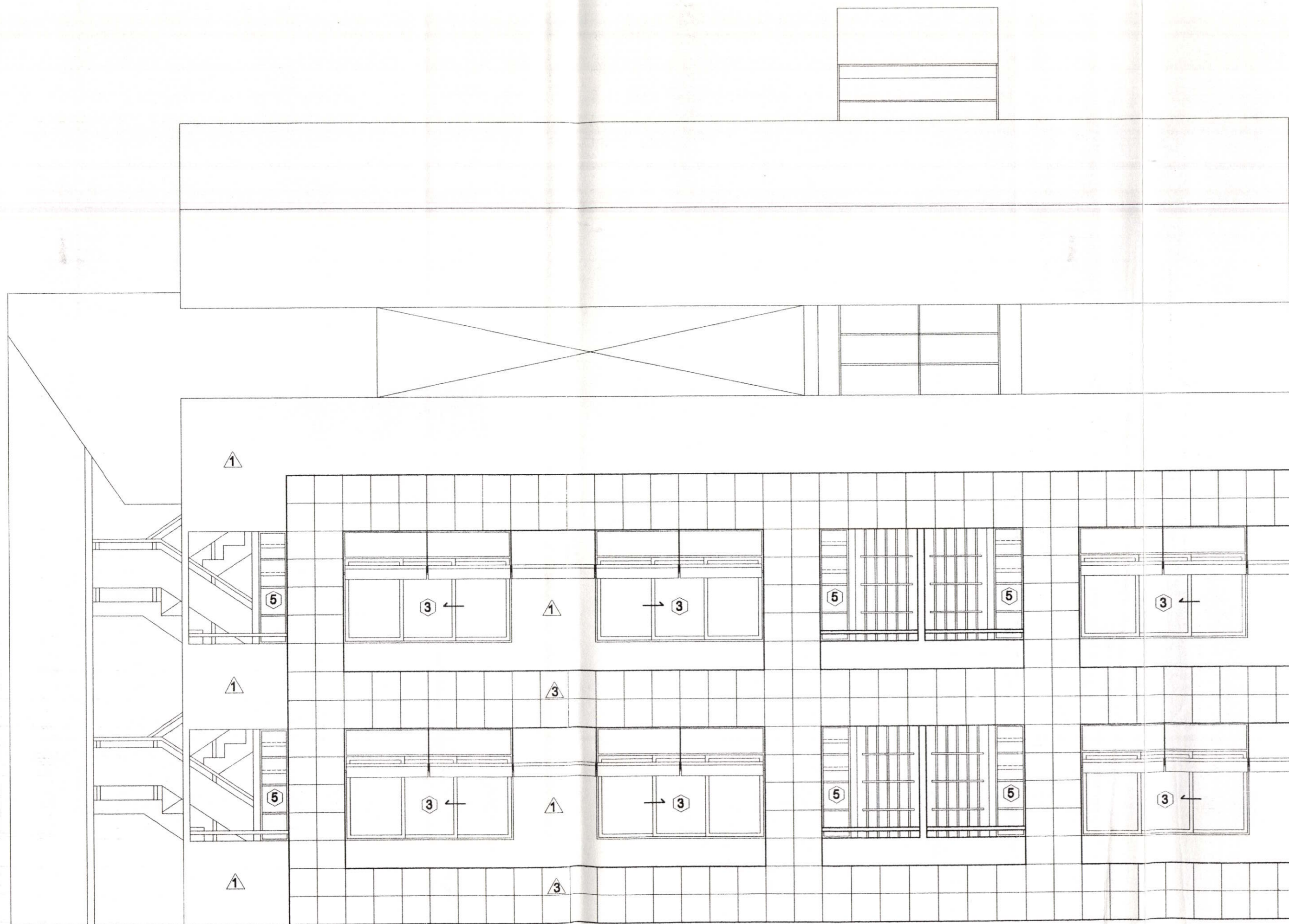
THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

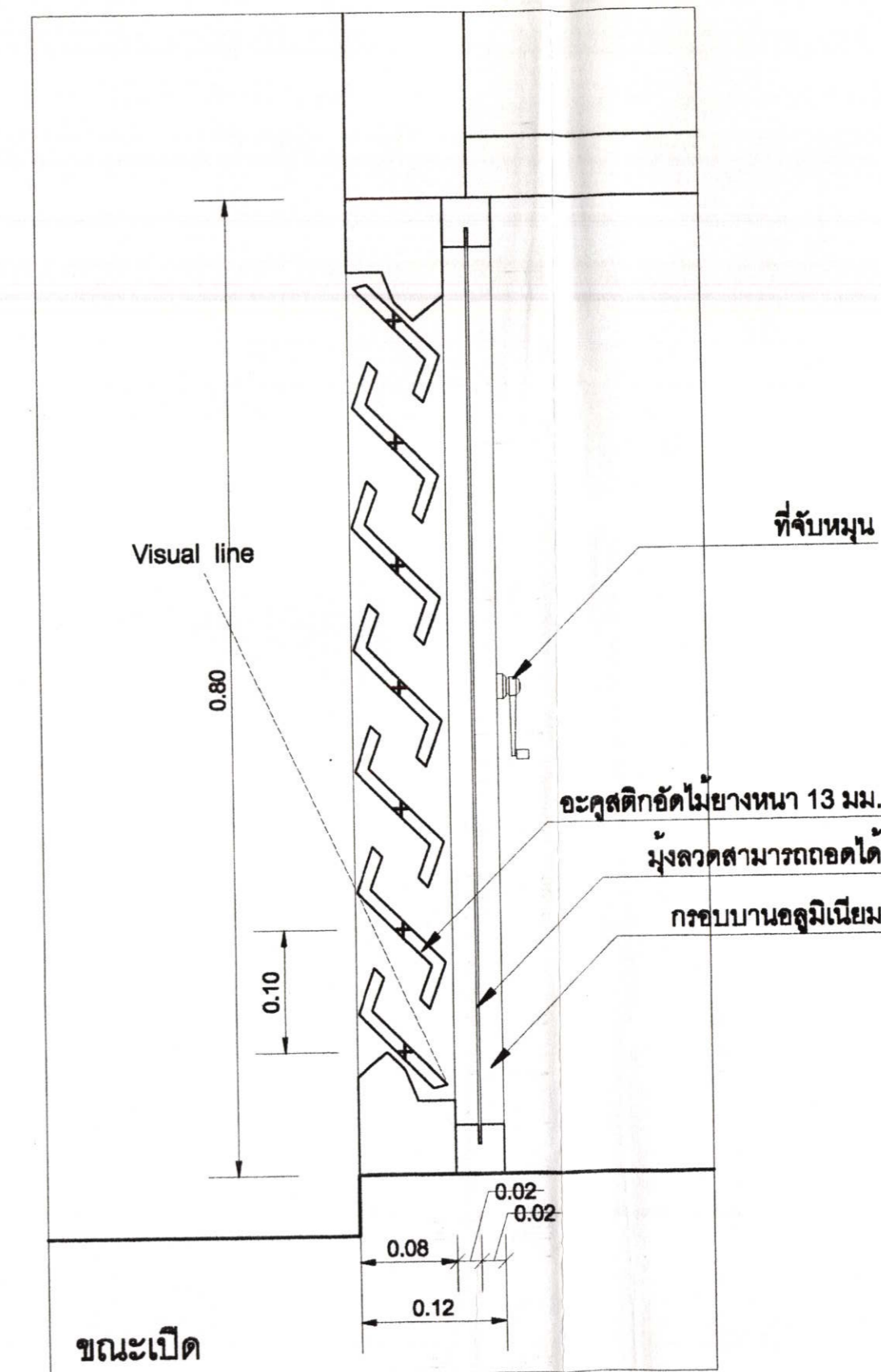
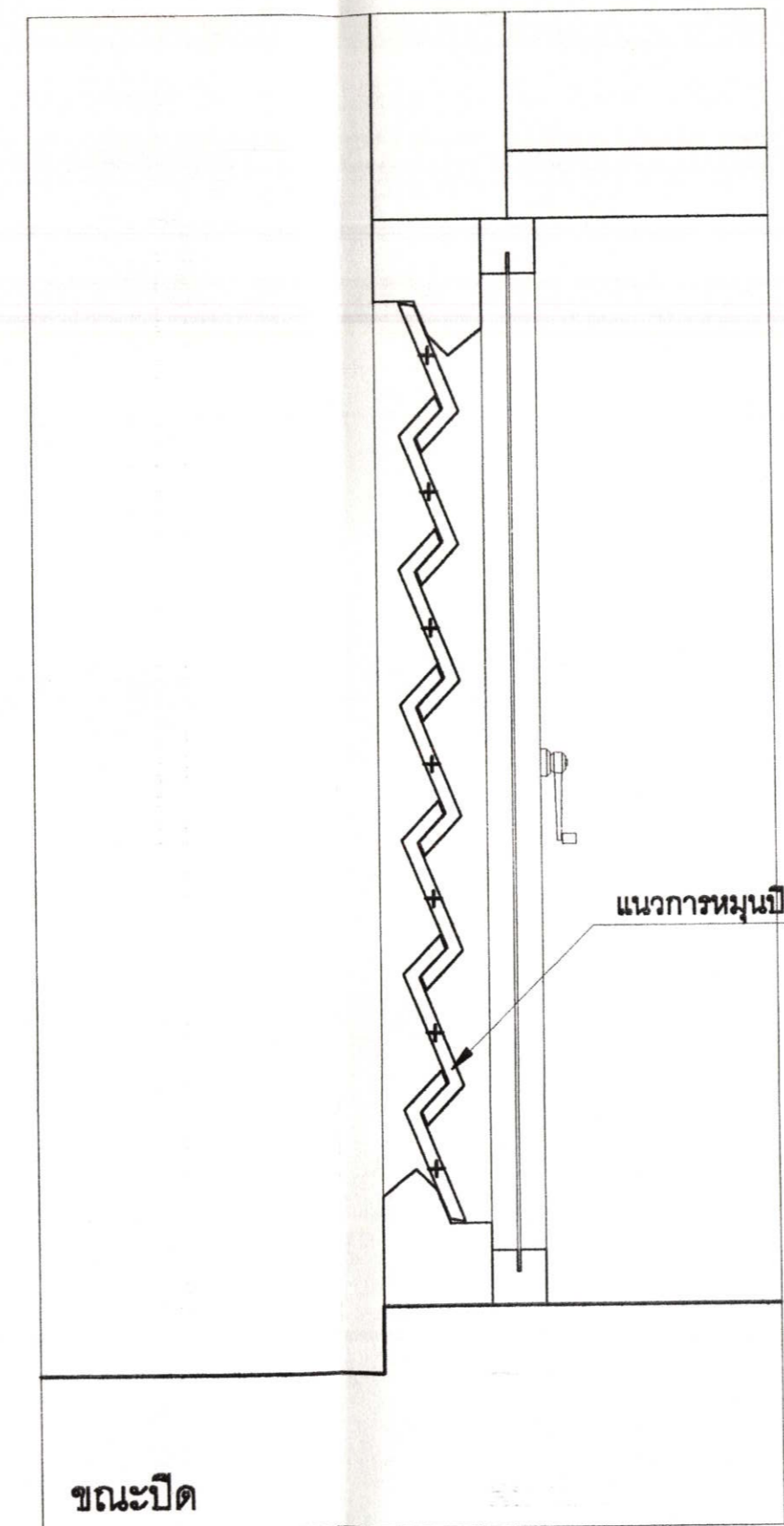
ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41083100

A-08



ELEVATION



แบบขยายของเปิดทางเดินกลาง 1:5

A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

DETAIL 3

SCALE 1:50

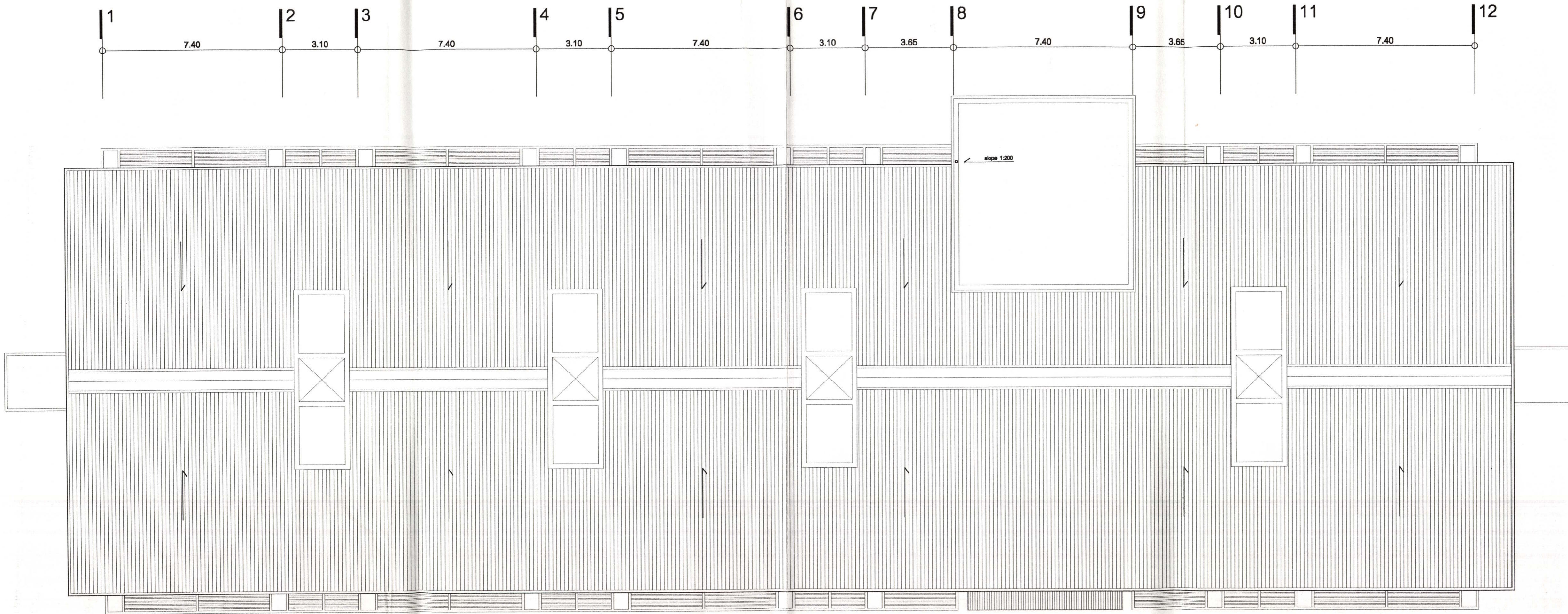
THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

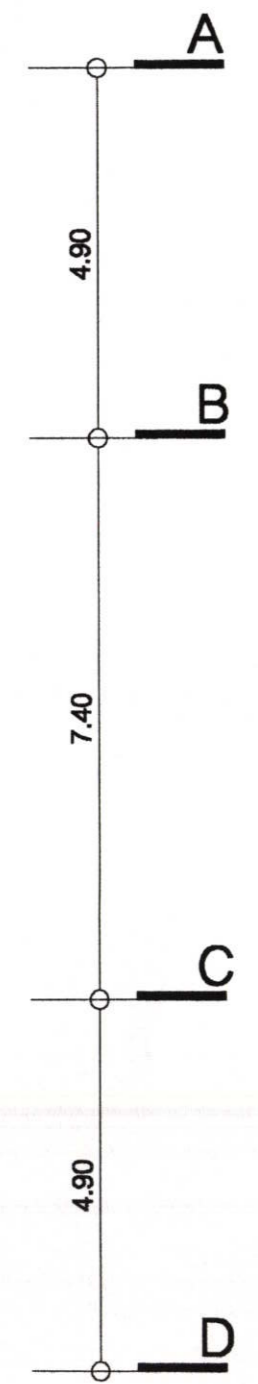
CODE : 41063100

A-03



A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

LAY - OUT
SCALE 1 : 100



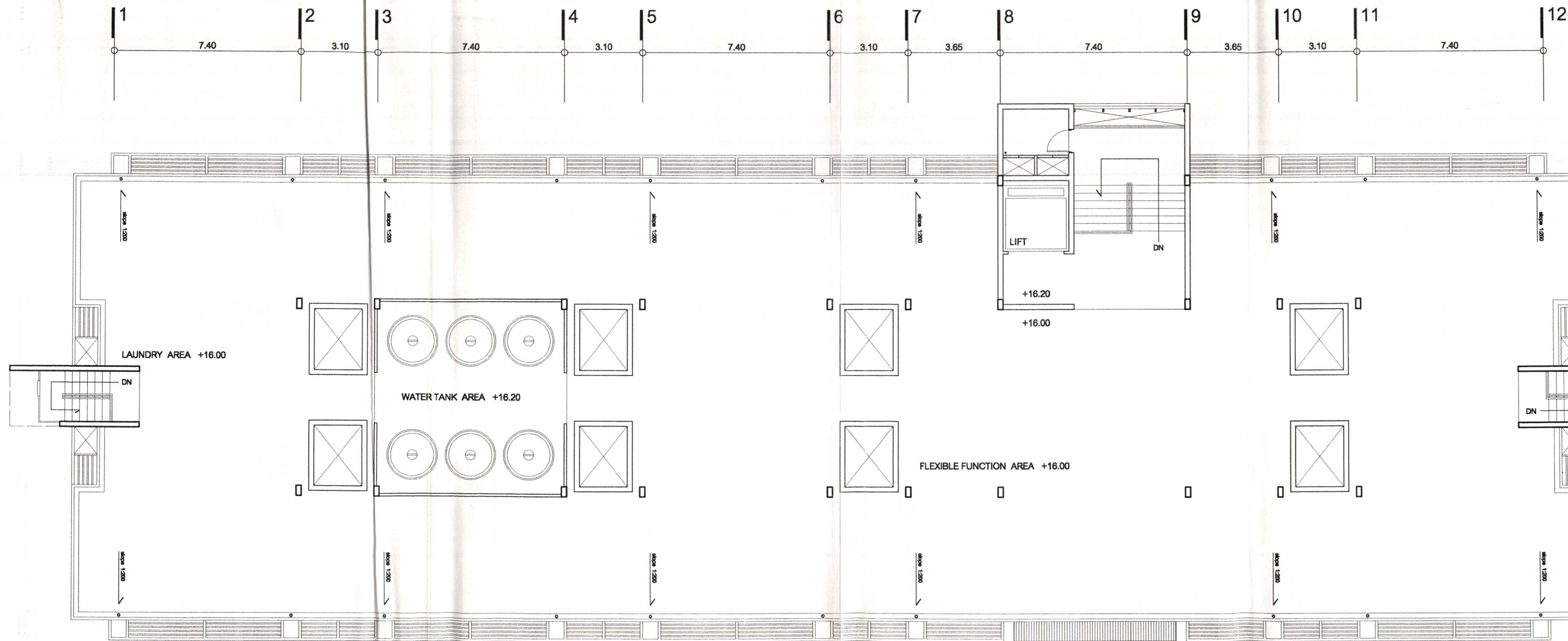
THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41063100

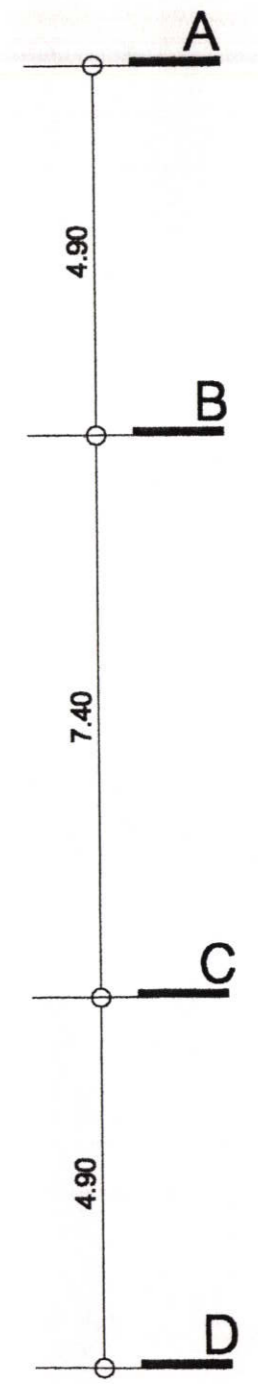
A-07



A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

6th FLOOR PLAN

SCALE 1:100



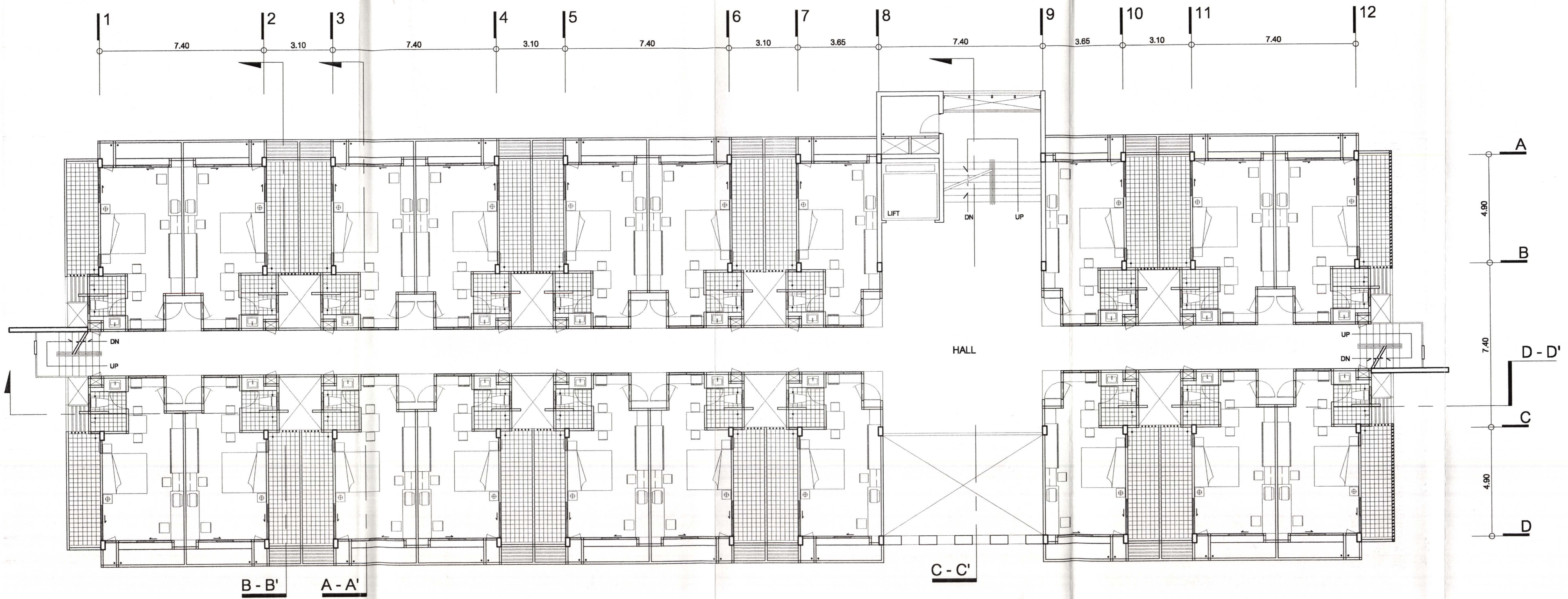
THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41083100

A-06



A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

2nd - 5th FLOOR PLAN
SCALE 1 : 100

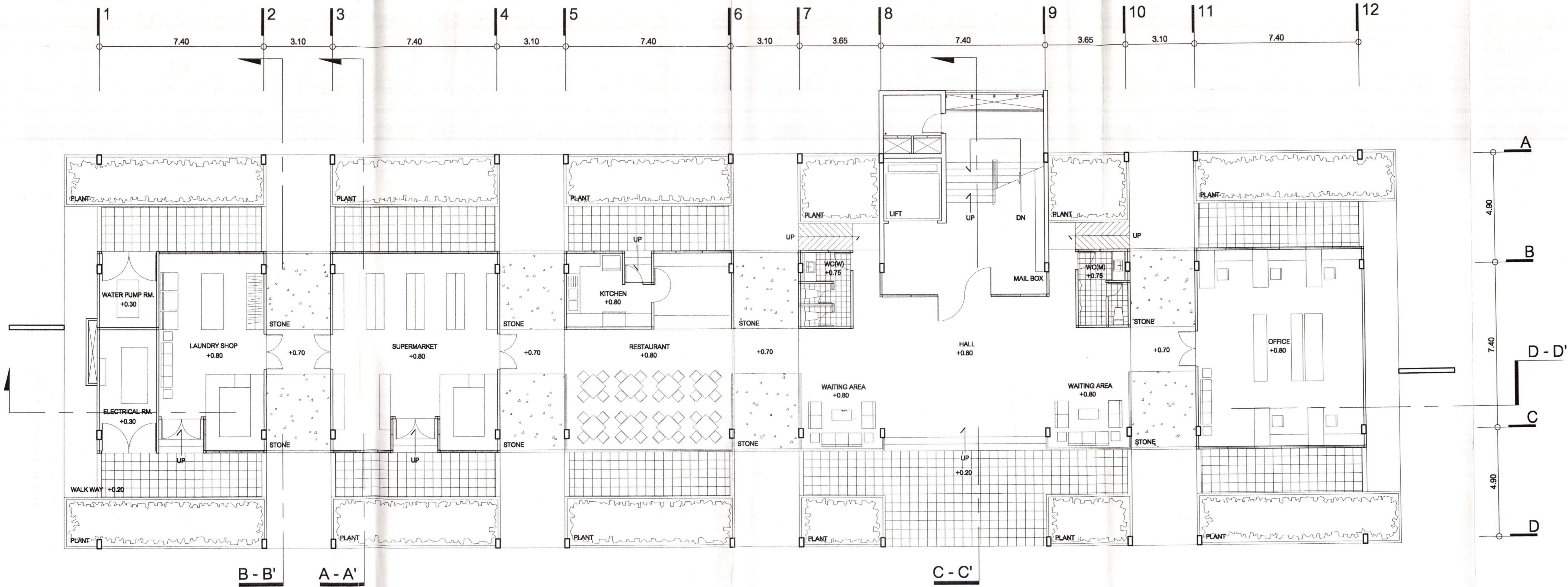
THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41063100

A-05



A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

1st FLOOR PLAN

SCALE 1:100

THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGLUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

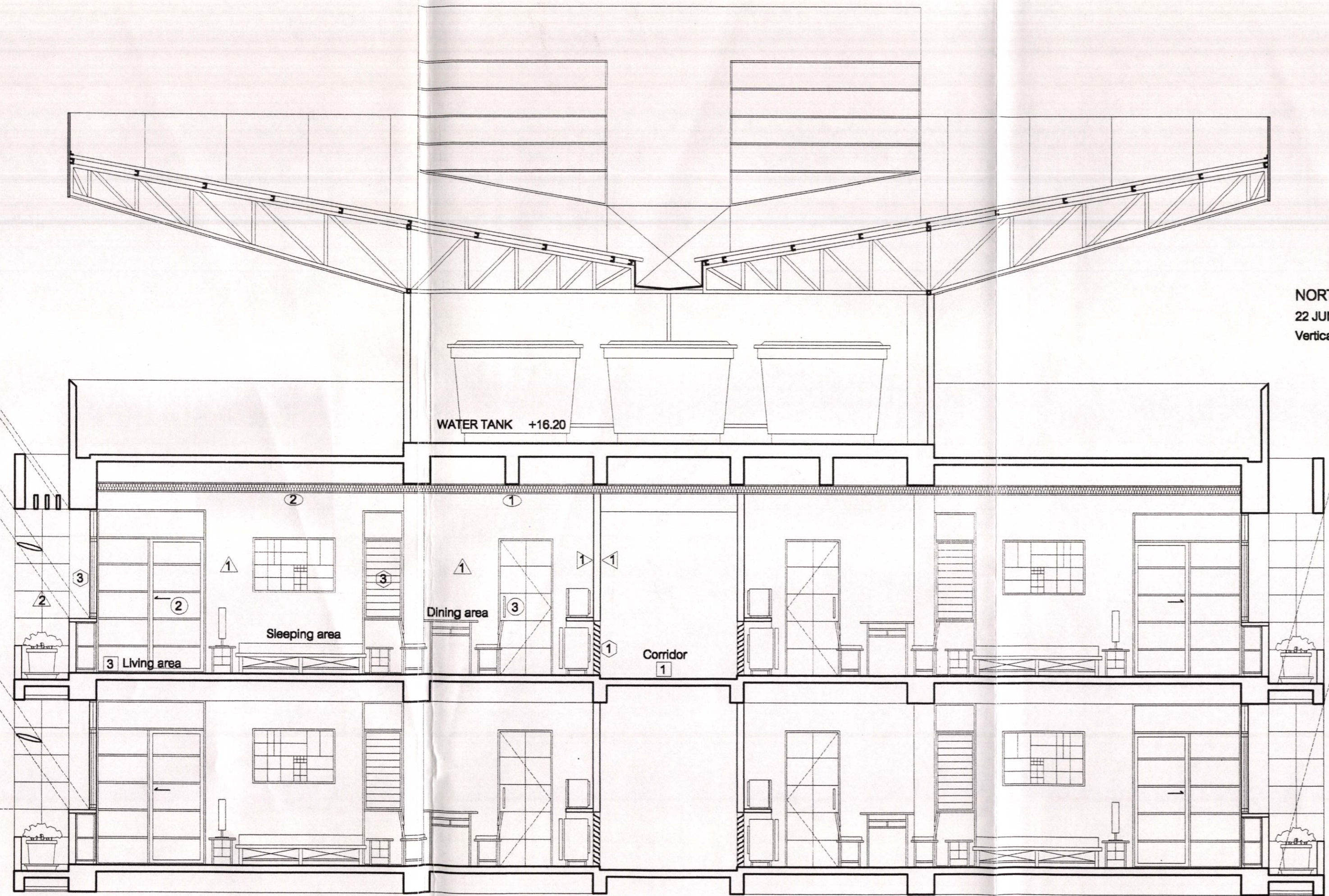
ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41063100

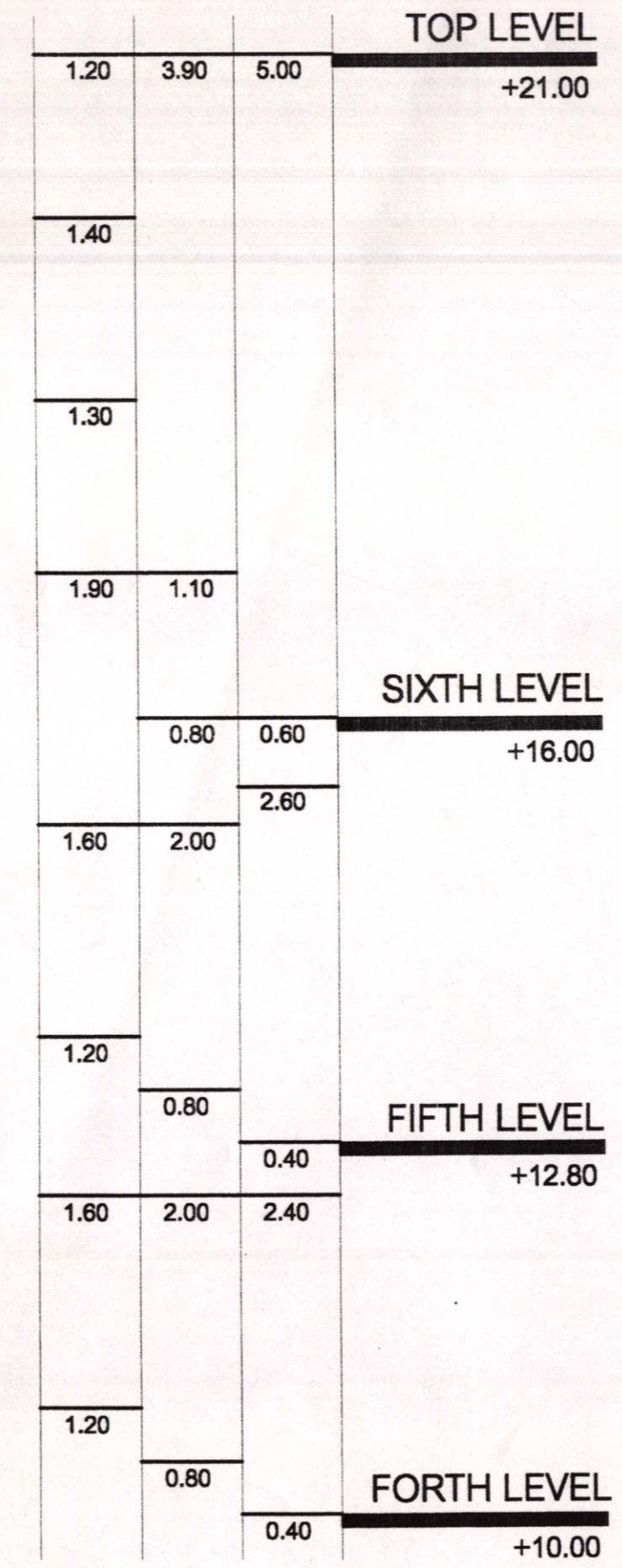
A-04

00 AM.
low Angle = 55°



NORTH
22 JUNE 9.00 AM.
Vertical Shadow Angle = 75°

SECTION



A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

DETAIL 2

SCALE 1:50

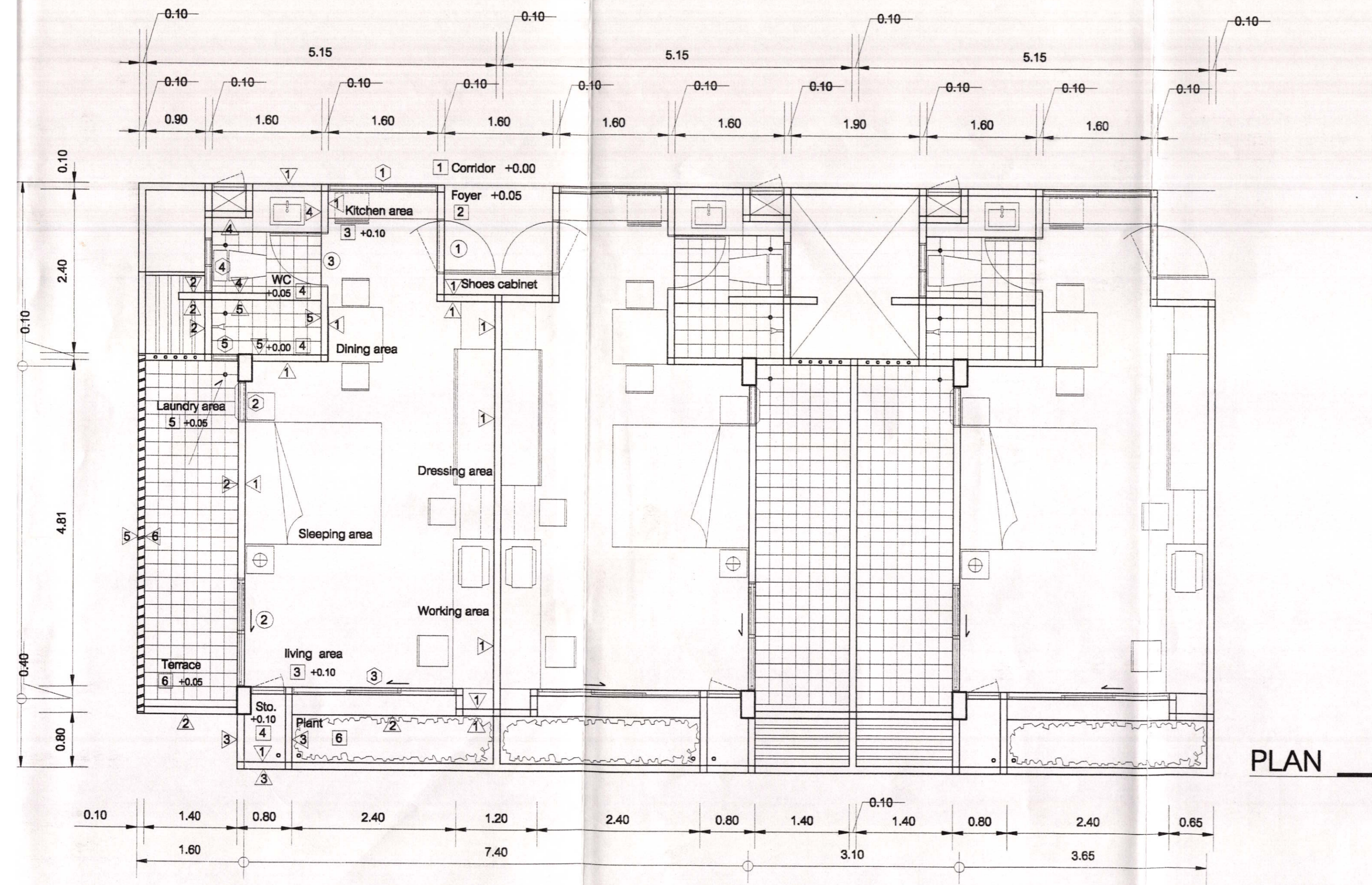
THESIS IN MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ADVISOR : Ass.Prof. PREECHAYA RANGSIRUK

ADVISEE : VICHATE TAWATNUNTACHAI

CODE : 41083100

A-02



PLAN

| รายการประกอบแบบ | |
|-----------------|--|
| พื้น | |
| 1 | คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. ปูพื้นหินขัด |
| 2 | คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. ปูพื้นหินขัด |
| 3 | คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. ปูกระเบื้อง 20 x 20 ซม. โทนสีเข้ม |
| 4 | คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. ปูกระเบื้อง 20 x 20 ซม. โทนสีอ่อน |
| 5 | คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. ปูกระเบื้อง 20 x 20 ซม. โทนสีกลาง |
| 6 | คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. ปูเปลือย |
| ผนัง | |
| 1 | ผนังคอนกรีต มวลเบา ฉาบปูนเรียบ ทาสีสำหรับภายใน โทนสีอ่อน หนารวม 10 ซม. |
| 2 | ผนังคอนกรีต มวลเบา ฉาบปูนเรียบ พื้นสีสำหรับภายนอกอาคารผสมทรายละเอียด โทนสีอ่อน หนารวม 10 ซม. |
| 3 | ผนังคอนกรีต มวลเบา ฉาบปูนเรียบ เชาะร่องตามแบบ พื้นสีสำหรับภายนอกอาคาร ผสมทรายละเอียด โทนสีกลาง หนารวม 10 ซม. |
| 4 | ผนังคอนกรีต มวลเบา ฉาบปูนเรียบ ทาสีกันชื้น โทนสีอ่อน หนารวม 10 ซม. |
| 5 | ผนังคอนกรีต มวลเบา ฉาบปูนเรียบ ปูกระเบื้องขนาด 20 x 20 ซม. |
| 6 | ผนังบานเกล็ดอลูมิเนียมแนวตั้ง ติดตาย เชียงขึ้นทางทิศเหนือตามแบบ |
| ฝ้าเพดาน | |
| 1 | ฝ้าค.ส.ล. ฉาบปูนเรียบ ทาสีโทนอ่อน |
| 2 | ฝ้ายิปซัมบอร์ด หนา 12 มม. ปูด้วยฉนวนไฟเบอร์กลาส ชนิดมีอลูมิเนียมฟอยล์ หนา 3 นิ้ว |

| รายการประกอบแบบ | |
|-----------------|--|
| หน้าต่าง | |
| 1 | หน้าต่างบานเกล็ดปรับมุม 2 บาน ทำจากแผ่นอะลูมิเนียมอัลูมิเนียมย่นหนา 13 มม. ขนาดบานละ 0.80 x 0.80 เมตร ด้านในติดมุ้งลวด กรอบบานอลูมิเนียม |
| 2 | หน้าต่างกระจกฝ้าบานเกล็ดปรับมุม ด้านบนกระจกใส 8 มม. ติดตาย ด้านล่างกระจกฝ้า 8 มม. ติดตาย |
| 3 | หน้าต่างบานเลื่อน 3 บาน ขนาดบานละ 0.80 x 1.20 ม. กระจกกันความร้อน (Heat Absorbing Glass) หนา 8 มม. กรอบอลูมิเนียม |
| 4 | หน้าต่างบานซ้อน 2 บาน ขนาดบานละ 0.40 x 0.40 ม. กระจกฝ้าหนา 8 มม. กรอบอลูมิเนียม |
| 5 | หน้าต่างบานซ้อน 0.40 x 2.40 ม. 2 ช่องบนกระจกฝ้า 8 มม. บานซ้อน 4 ช่องล่างกระจกฝ้าหนา 8 มม. ติดตาย |
| ประตู | |
| 1 | ประตู 2 ชั้น ชั้นด้านนอก ประตูไม้ขัด ทำสีพ่นโชว์ลาย วนร่องตามแบบ ขนาดบาน 0.80 x 2.00 เมตร ชั้นด้านใน ประตูบานเกล็ด ทำจากแผ่นใยไม้ขัด (Fiber board) ติดมุ้งลวด ขนาดบาน 0.80 x 2.00 เมตร |
| 2 | ประตูบานเลื่อน 2 บาน ขนาดบานละ 0.80 x 2.00 เมตร กระจกกันความร้อน (Heat Absorbing Glass) หนา 8 มม. ตอนบน 0.40 x 1.60 เมตร กระจกกันความร้อนติดตาย กรอบบานอลูมิเนียม |
| 3 | ประตูบานตีกลึง ไม้มีช่องอากาศ ขนาดบาน 0.80 x 2.00 เมตร |

A POTENTIAL OF THROUGH VENTILATION DESIGN FOR DOUBLE LOADED CORRIDOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

DETAIL 1
SCALE 1:50

บทที่ 8

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

แนวทางที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบอาคารพักอาศัย ประเภท Double Loaded Corridor

8.1 สรุปผลการทดลอง

จากการพิจารณาผลการทดลองพบว่า การออกแบบตำแหน่งของช่องเปิด ลมเข้าและลมออก ที่สัมพันธ์กันมีความสำคัญมากต่อการทำให้กระแสลมพัดผ่านผู้ใช้งาน ผู้วิจัยขอสรุปผลการทดลองสำหรับเป็นแนวทางการออกแบบช่องเปิด ในลักษณะต่างๆ เพื่อให้เกิดการระบายอากาศ โดยวิธีธรรมชาติสำหรับอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor ได้ดังนี้

1. ไม่ควรเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านเปลือกอาคารเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีช่องลมออก เพราะจะทำให้ลมไม่เข้าสู่ภายในห้องพัก ควรมีช่องลมด้านข้างและด้านในห้องพัก เพื่อทำให้เกิดการระบายอากาศ โดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ส่งเสริมให้เกิดลมพัดผ่านบริเวณผู้ใช้งานมากที่สุด

2. เพิ่มตำแหน่งช่องลมด้านข้างหน่วยพักอาศัย ตามลักษณะของแบบเสนอ กรณีที่ 1 ผลจากการทดลองพบว่าสามารถทำให้มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมมากกว่า แบบทั่วไป กรณี 1 16.34 % และ ทำให้ลมพัดเข้าสู่ภายในห้องพักได้ดีในส่วนเอนกประสงค์ และส่วนนอน ได้ดี ซึ่งเป็นพื้นที่ ที่มีชั่วโมงการใช้งานมากที่สุดในบางช่วงเวลา การไม่เปิดประตูและช่องเปิดผนังทางเดินกลาง จะทำให้เกิดความเป็นส่วนตัวมากที่สุด

3. ในกรณีที่ใช้การเปิดประตูห้องพักเพิ่ม เพื่อให้เกิดการระบายอากาศได้มากขึ้น ตามลักษณะของแบบเสนอกรณี 2 ผลจากการทดลองพบว่าสามารถทำให้มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมมากกว่า แบบทั่วไป กรณี 2 12.95 % และ ทำให้ลมพัดผ่านส่วนปรุงและรับประทานอาหาร การเปิดปิดประตูขึ้นอยู่กับลักษณะในการใช้งาน แต่ในกรณีเปิดประตูห้องพักจะทำให้ผู้ใช้อาคารมีความเป็นส่วนตัวน้อยลง ดังนั้นควรออกแบบให้มีการเบี่ยงตำแหน่งประตูเพื่อแก้ปัญหาในเรื่องความเป็นส่วนตัว และควรใช้ลักษณะประตู 2 ชั้น โดยชั้นแรกทำเป็นบานทึบ ชั้นสองทำเป็นบานซ้อน ในรูปแบบที่สามารถป้องกันเสียง และมุมมองสู่ภายในห้อง แต่ยังคงส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศ และติดมุ้งลวดที่สามารถถอดทำความสะอาดได้

4. ในกรณีที่มีการเปิดช่องทางเดินกลางเพิ่ม เพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบทะลุผ่าน (Through Ventilation) ได้มากที่สุดตามลักษณะของแบบเสนอกรณี 3 ผลจากการทดลองพบว่า

สามารถทำให้มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมมากกว่า แบบทั่วไปกรณี 2 19.65 % การเปิดช่องเปิดทางเดินกลางจะมีประโยชน์มากในกรณีที่มีสภาวะภูมิอากาศร้อน ทำให้กระแสลมพัดได้มากขึ้นยิ่งช่วยในการลดอุณหภูมิภายในห้องได้มากที่สุด และเป็นวิธีที่ทำให้ไม่สิ้นเปลืองการใช้พลังงาน ในการออกแบบควรคำนึงถึง รูปแบบช่องเปิดโดยต้องสามารถป้องกันเสียงและมุมมอง จากทางเดินกลางที่ดี แต่ยังคงส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศที่ดี โดยทำเป็นลักษณะบายเกล็ดลักษณะพิเศษปรับมุมได้ และติดตั้งลวดที่สามารถถอดทำความสะอาดได้

4. ในการออกแบบให้มีการเจาะช่องลมบริเวณทางเดินกลาง ต้องกำหนดตำแหน่งช่องลมให้สัมพันธ์กับช่องลมบริเวณเปลือกอาคาร จะทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้งานได้มากที่สุด กรณีที่เจาะช่องลมตอนล่างของผนังบริเวณทางเดินกลาง จะทำให้ลมพัดผ่านผู้ใช้งานมากที่สุด โดยสามารถเจาะช่องลมด้านเปลือกอาคารบริเวณใดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ออกแบบ แต่ไม่ควรเจาะช่องลมเฉพาะบริเวณ ตอนบนของผนังด้านเปลือกอาคาร เพียงอย่างเดียว เพราะจะทำให้บางพื้นที่อับลม



ภาพที่ 8.1 รูปตัด แสดงตำแหน่งช่องลมด้านเปลือกอาคาร และทางเดินกลางที่เหมาะสม
(ดูภาพ 6.15—6.20 6.24 6.27 6.38—6.41)

หมายเหตุ ในความเป็นจริงค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่างๆ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของลมที่เกิดขึ้นกับอาคารที่มีการใช้งานจริง จะมีความคาดเคลื่อนจากผลการทดลองอยู่บ้าง เพราะธรรมชาติของกระแสลมมีความเร็วและทิศทางในการพัดที่ไม่แน่นอน ในแต่ละพื้นที่ อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ มากมายที่ทำให้ทิศทาง และความเร็วลมเปลี่ยนแปลงไป การทดลองอาจผิดพลาดได้จากความไม่สมบูรณ์ของหุ่นจำลอง ความคาดเคลื่อนของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ผลการทดลองนี้จึงเป็นผลจากการเสนอ แนวทางการออกแบบระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor ที่มีศักยภาพ สูงกว่ารูปแบบทั่วไป ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารพักอาศัยให้มีประสิทธิภาพการระบายอากาศสูงสุด

8.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ นอกจากเป็นการทดลอง และเสนอแนวทางออกแบบอาคารพักอาศัย ประเภท Double Loaded Corridor เพื่อให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ และการประหยัดพลังงานแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ และทดลอง เพื่อให้เกิดศักยภาพ และความ เป็นไปได้สูงสุดในการนำไปใช้ในงานจริง ผู้วิจัยขอสรุปข้อควรคำนึงถึง สำหรับเป็นแนวทางการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภท Double Loaded Corridor เพื่อการประหยัดพลังงาน ไว้ดังนี้

1. พิจารณาสภาพภูมิอากาศ กระแสลม และสภาพแวดล้อมของที่ตั้งโครงการอย่างละเอียด
2. วางอาคารตามหลัก Sol-air Method = Sol-air Orientation + Local Climate Surrounding
3. สัดส่วนอาคาร กว้าง : ยาว ควรมีขนาด 1 : 3
4. ควรออกแบบด้วยระบบ Modular จะทำให้การก่อสร้างใช้วัสดุที่ต้องตัดเศษน้อยที่สุด เป็นการประหยัดวัสดุ และเวลาในการก่อสร้าง ทั้งนี้ในแบบเสนอผู้วิจัยได้ใช้ระบบพิกัดแบบไม่ต่อเนื่อง ในการออกแบบ โดยใช้พิกัด = 2M (M = 10 ซม.)
5. ใน แต่ละชั้น ควรมีจำนวนหน่วยพักอาศัยไม่เกิน 20 หน่วย/ ชั้น
6. พิจารณาตำแหน่งและลักษณะการสัญจรหลักของอาคารเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด โดยมากมักจะมีความสัมพันธ์ต่อการออกแบบเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติเข้าสู่ทางเดินกลาง
7. ออกแบบให้มีการเว้นช่องว่างอาคารเพื่อให้ลมและแสงธรรมชาติเข้าสู่ทางเดินกลาง และการใช้ ตรีบอาคารที่ปลายทางเดินกลางเพื่อสร้างความกดอากาศที่แตกต่าง ส่งผลให้ลมพัดเข้าสู่ภายใน อาคารได้มากขึ้น
8. พิจารณารูปแบบการจัดหน่วยพักอาศัย พบว่า การจัดหน่วยพักอาศัย แบบตรงตั้งฉากกับทางเดินกลาง มีระเบียบด้านข้างหน่วยพักอาศัย เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ช่องเปิด ทำให้มีการระบายอากาศที่ดีขึ้น แสงสว่างภายในอาคารดีขึ้น และมีทัศนวิสัยที่ดีขึ้น โดยมีหลักการจัดองค์ประกอบหน่วยพักอาศัยดังนี้
 - ส่วนนอน ควรอยู่ห่างจากผนังเปลือกอาคารที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง
 - ส่วนเอนกประสงค์ (พักผ่อน) ควรวางอยู่ใกล้เปลือกอาคาร เพื่อมุมมอง แสงสว่าง และการระบายอากาศที่ดี แต่ทั้งนี้ควรออกแบบการบังแดดที่ดี และเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการหน่วงความร้อน(Tine lag)ที่เหมาะสม จากการพิจารณาช่วงเวลาในการใช้งาน พบว่า ผนังด้านเปลือกอาคารควรมีค่าการหน่วงความร้อนมากกว่า 4 ชั่วโมง

- ห้องน้ำ-ส้วม ควรวางตำแหน่งอยู่ติดบริเวณทางเดินกลาง เพราะจะทำให้ง่ายต่อการทำงานระบบอาคาร และการดูแลรักษาที่สะดวก แต่ควรระวังเรื่อง กลิ่น ความชื้น และการไหลเวียนของอากาศ ซึ่งไม่ควรให้ลมพัด กลิ่น และความชื้นเข้าสู่ภายในห้องพัก
- ส่วนแต่งตัว ควรวางในตำแหน่งที่ใกล้ห้องน้ำ ตู้เสื้อผ้า ปิดผิวด้วยกระจกเงาจะช่วยให้ห้องสว่าง และมีมุมมองที่กว้างขึ้น และทำบานเกล็ดเพื่อช่วยในการระบายอากาศ และกลิ่นอับชื้นภายในตู้เสื้อผ้า
- ส่วนปรุงอาหารและรับประทานอาหาร ควรตั้งอยู่ในตำแหน่งที่พัดกลิ่นและความร้อนออกจากห้องได้ดี ควรตั้งแผงความร้อนจากเครื่องไฟฟ้าชนิดต่างๆ ฝ้าด้านนอกห้อง และอยู่ปลายลม
- ระเบียง ควรมีการแบ่งพื้นที่ใช้งานที่ชัดเจน แยกส่วนซักล้างตากผ้าไว้ ส่วนในของระเบียงเพื่อรักษาทัศนียภาพที่สวยงามของอาคาร ทั้งนี้ควรระวังเรื่องปริมาณแสงที่เพียงพอต่อการตากผ้า และส่วนนั่งเล่นบริเวณระเบียงอยู่ติดเปลือกอาคารเพื่อมุมมองที่ดี รูปแบบราวระเบียงควรมีรูปแบบที่ป้องกันการป็นของเด็ก ในกรณีบริเวณระเบียงไม่มีเครื่องที่ทำให้เกิดความร้อน ควรใช้ราวระเบียงที่โปร่ง เพื่อส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศ แต่ในกรณีที่มีเครื่องที่มีความร้อน และเสียงดัง ควรออกแบบ และเลือกใช้วัสดุให้ที่สามารถป้องกันเสียง และความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดี

9. เครื่องเรือนภายในห้องพักควรมีเฉพาะที่จำเป็น และมีรูปแบบที่โปร่ง ทำให้เกิดการไหลของอากาศได้ดี
10. ช่องเปิด ต้องมีตำแหน่ง และขนาดที่ส่งผลให้เกิดการระบายอากาศพัดผ่านผู้ใช้งานมากที่สุด และปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้าสู่ภายในห้องเพียงพอ มีรูปแบบที่ไม่ทำให้ขาดความเป็นส่วนตัวตามความเหมาะสม และสัมพันธ์กับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ เลือกใช้วัสดุที่มียอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้าภายในอาคารได้ดี แต่ไม่ยอมให้ความร้อนผ่านเข้ามาภายในอาคาร
11. พิจารณาการออกแบบองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร ที่ส่งผลให้เกิดการระบายอากาศที่ดี เช่น บริเวณบันได มีการเจาะช่องที่ลูกตั้ง เพื่อลดตำแหน่งอับลม
12. พิจารณารายละเอียดการออกแบบ เพื่อรักษาสภาพของอาคารให้ใหม่อยู่เสมอ การดูแลรักษาที่ง่าย และไม่ทำให้อาคารเสื่อมโทรมเร็วกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ไม่ใช้วัสดุที่ขึ้นสนิมง่าย ในบริเวณเปลือกอาคาร ขอบผนังกันตบบริเวณหลังคา หรือบริเวณ ระเบียง ควรปิดผิบบนให้เอียงเข้าสู่ภายในอาคาร และเจาะร่องกันน้ำไหล เพื่อป้องกันการเกิดคาบบริเวณเปลือกอาคาร เป็นต้น

13. พิจารณาการป้องกันแสงแดด แฉงบังแดดนอกจากทำหน้าที่ป้องกันแสงแดดแล้ว ยังมีผลต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของลมที่เปลี่ยนแปลงไป พอสรุปรูปแบบและองค์ประกอบที่ใช้ในการออกแบบแฉงบังแดด สำหรับอาคารพักอาศัยในกรุงเทพฯ 14 องศาเหนือ ได้ดังนี้

| ทิศ | Vertical Shadow Angle (°) | Horizontal Shadow Angle (°) | รูปแบบ | หมายเหตุ |
|-------|--------------------------------|----------------------------------|--|--|
| NORTH | 75 | 72 | แฉงบังแดดตามนอน | |
| EAST | 47 | | แฉงบังแดดตามตั้ง ทแยง ขึ้นทางด้านทิศเหนือ | ยอมให้แสงในช่วง ก่อน 9: 00 น. เข้าได้บ้าง |
| SOUTH | 55 | 35 | แฉงบังแดดตามนอน | |
| WEST | 50 | 20 | แฉงบังแดดตามตั้ง ทแยงขึ้นทางด้านทิศ เหนือ อาจทำเป็น ลักษณะผนังสองชั้น | ไม่ควรให้แสงถูกผนัง ด้านตะวันตก โดยตรง |

14. ปล่องดูดอากาศ (Stack Effect) ภายในอาคาร ช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ ในกรณีที่อากาศหยุดนิ่ง
15. การป้องกันเสียง พิจารณาถึงแหล่งเสียง และวิธีการป้องกันเสียง ทั้งภายในและภายนอกหน่วยพักอาศัย
16. พิจารณาเลือกวัสดุ โดยใส่วัสดุฉนวนกันความร้อนเฉพาะในตำแหน่งที่มีความจำเป็นเท่านั้น ให้ยึดหลักการออกแบบที่สามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร ไม่สิ้นเปลืองวัสดุ และมีประโยชน์ใช้สอย
17. การออกแบบให้มีการปลูกต้นไม้บริเวณเปลือกอาคาร จะช่วยในการปรับสภาพภูมิอากาศ และทัศนียภาพอาคารดีขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องจัดเตรียมเรื่องการดูแลรักษาสภาพต้นไม้ให้คงอยู่ในสภาพที่ดี มิฉะนั้นแล้วพื้แต่ทำให้อาคารเสื่อมโทรมเร็ว
18. พิจารณางานระบบภายในอาคาร
- ระบบประปา
- ออกแบบให้บริเวณที่มีการใช้น้ำ อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกันในแต่ละชั้น เพื่อการเดินท่อที่สะดวก
 - ออกแบบให้ตำแหน่งสุขภัณฑ์อยู่แนวเดียวกันจะทำให้การมีการก่อสร้างที่ง่ายและประหยัดวัสดุ
 - เลือกชนิดสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ
 - ออกแบบให้สามารถซ่อมบำรุงรักษาระบบได้ง่าย
 - การกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้ช่วยประหยัดได้มาก

- ระบบไฟฟ้า -- ออกแบบตำแหน่งและเลือกชนิดของหลอดไฟให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานในแต่ละพื้นที่
- ออกแบบแนวการเดินสายไฟที่สั้นที่สุด แต่ยังคงเพียงพอต่อการใช้งาน
- ระบบปรับอากาศ เป็นระบบที่มีความสิ้นเปลืองในการใช้พลังงานงานไฟฟ้ามากที่สุด ดังนั้นควรพิจารณาให้ดี
- ติดตั้งพัดลมภายในหน่วยพักอาศัย เพื่อเปิดใช้ในกรณีที่ไม่มีลม ซึ่งสามารถช่วยปรับลดอุณหภูมิภายในหน่วยพักอาศัยได้ดี และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำกว่าการใช้เครื่องปรับอากาศมาก
- ถ้าผู้อาศัยยังต้องการติดเครื่องปรับอากาศ ควรเลือกระบบปรับอากาศที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ต่ำ ออกแบบตำแหน่งในการติดตั้งที่เหมาะสม ไม่นำความร้อน และเสียงจากเครื่อง เข้าสู่ภายใน มีตำแหน่งและลักษณะที่ป้องกันมุมมองได้ดีเพื่อรักษาทัศนียภาพของอาคาร
- ระบบลิฟต์ -- เลือกชนิดเครื่องที่มีการใช้พลังงานต่ำ และมีอายุการใช้งานสูง
- ควรกำหนดให้ลิฟต์จอด ที่ชั้น 1 และชั้น 3 ขึ้นไป เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

จากที่กล่าวถึงข้อควรพิจารณาข้างต้นนั้น ผู้วิจัยยึดถือหลักการออกแบบเพื่อให้เกิดการประหยัดที่แท้จริง และมีประโยชน์ใช้สอยสูงสุด เป็นหลัก เพราะในความเห็นของผู้วิจัย การออกแบบโดยการใส่วัสดุป้องกันความร้อนมากๆ เพียงเพื่อต้องการทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอยู่ในเขตสบาย วิธีการเช่นนั้นอาจทำให้สามารถลดภาระในการทำความเย็นจริง แต่เป็นเพียงการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ และไม่ได้เป็นการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานที่แท้จริง กว่าที่จะสามารถผลิตวัสดุเหล่านั้นมาได้ย่อมมีการสิ้นเปลืองวัตถุดิบ และพลังงานในการผลิตอย่างมาก

อาคารที่ออกแบบให้มีการนำประโยชน์จากธรรมชาติมาใช้มากที่สุด ถึงจะเป็นอาคารที่ประหยัดอย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะจากกรรมการผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

1. การที่อาคารมีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่ดี ในกรณีที่เกิดอึดคักภัย ก็จะเป็นผลให้เกิดเพลิงไหม้ได้ง่าย และรวดเร็วเช่นกัน
2. รูปแบบหลังคาของแบบเสนอยังไม่สามารถป้องกันความร้อนบริเวณชั้นบนได้ตลอดเวลา
3. ถ้าสามารถออกแบบให้บริเวณระเบียงสองด้านเยื้องกันจะช่วยให้การระบายอากาศดีขึ้น

บรรณานุกรม

1. กฎหมายการก่อสร้างอาคาร
2. ก่องกัญจน์ และ ฌนากาญจน์ ภัทราภาญจน์. 2522. **คลื่น แสง เสียง**. กรุงเทพฯ
3. “ข้อมูลภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา “
4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541. **สารศาสตร์สถาปัตยกรรม ฉบับที่1**. กรุงเทพฯ.
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542. **สารศาสตร์สถาปัตยกรรม ฉบับที่2**. กรุงเทพฯ.
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543. **สารศาสตร์สถาปัตยกรรม ฉบับที่3**. กรุงเทพฯ.
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. บริษัท รั้งสิริกซ์. **แนวความคิดในเรื่องภาวะน่าสบาย**. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
8. บริษัท รั้งสิริกซ์. **พลังงานแสงอาทิตย์กับอาคาร**. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
9. บริษัท รั้งสิริกซ์. **การควบคุมเสียงภายในอาคาร**. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
10. ตริ้งใจ บุรณะสมภพ. 2539. **การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน**.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร
11. ตริ้งใจ บุรณะสมภพ. **การออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร
12. มหาวิทยาลัยรังสิต. 2538. **Building Equipment**. กรุงเทพฯ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยรังสิต
13. วิชัย เทียนน้อย. **ภูมิอากาศวิทยา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา
14. วิเชียร สุวรรณรัตน์. 2537. **ภูมิอากาศวิทยาและการออกแบบสถาปัตยกรรม**. กรุงเทพฯ :
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
15. วิเชษฐ สุวิสิษฐ์. 2542. **การศึกษาเสนอแนะรูปแบบบ้านเดี่ยวพักอาศัยเพื่อการประหยัด
พลังงาน** . วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน, สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
16. สมสกุล จีระศิลป์. 2541. **แนวทางการจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคารชุดพัก
อาศัย สำหรับผู้อยู่อาศัยที่มีรายได้ปานกลาง**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สาขา
สถาปัตยกรรมภายใน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
17. สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น**. กรุงเทพฯ.
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18. สุภาวดี รัตนมาศ. **บ้านธรรมชาติในเขตร้อนชื้น**. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
19. สุนทร บุญญาธิการ. 2542. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. กรุงเทพฯ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
20. สำนักงานพลังงานแห่งชาติ. **คำแนะนำและข้อกำหนดการประหยัดพลังงานในอาคารที่ปลูกสร้างใหม่**.
21. สำนักงานพลังงานแห่งชาติ. **การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**.
22. ศุภกิจ สดสี. 2540. **การออกแบบเปลือกอาคารชุดพักอาศัยเพื่อลดค่าความร้อนเข้าสู่อาคาร**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
23. ไพศาล จันแตญูร. 2531. **Climate Design in Tropical Housing& Building**. เชียงใหม่.: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
24. ASHRAE HANDBOOK. 1983 EQUIPMENT VOLUME
25. Antony cox, Phillip Grove , **Hospital and Health – Care Facilities**
26. Baruch Givoni. 1994. **PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING OF BUILDING**. USA. : Ven Nostrend Reinhold.
27. Donald, FAIA and Kenneth Labs. 1983. **Climate Design**. USA : McGraw-Hill.
28. Henry J. Cowan. 1991. **HANDBOOK OF ARCHITECTURAL TECHNOLOGY**. New York : Ven Nostrend Reinhold.
29. John Macsai, et.al. 1976. **Housing**. Cannada : John Wiley & sons.
30. M.David Egan. 1975. **Concepts in thermal comfort**. New Jersey : Englewood Cliffs
31. M. David Egan. 1978. **Concept in Building Firesafety**. USA. College of Architecture Clemson University. John Wiley & sons.
32. Narenda K. Bansal. 1994. **PASSIVE BUILDING DESIGN**. University of Kassel,Germany : Eisevier science B.V.
33. Neufert Architects Data
34. Prof. SV. Szokolay. “ **การบรรยายพิเศษ เรื่อง ENERGY CONSERVATION IN BUILDINGS**” 2543. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
35. Richard L.Crowther. 1976. **SUN/EARTH Alternative Energy Design for Architecture**. New York : Ven Nostrend Reinhold
36. Time Sever Data
37. Victor Olgyay. 1992. **DESIGN WITH CLIMATE**. USA. : Ven Nostrend Reinhold.

ตาราง ข้อเสนอแนะในการออกแบบอาคารในกรุงเทพมหานครตามทฤษฎีของ คาร์ล มาฮ์นี

Table 5 SKETCH DESIGN RECOMMENDATIONS

| Indicator totals from tables 4 | | | | | | Recommendations |
|--------------------------------|----|----|----------------------|------|--------|--|
| Humid | | | Arid | | | |
| H1 | H2 | H3 | A1 | A2 | A3 | |
| | | | | | | Layout |
| | | | 0 -10 | | | 1. Building orientated on east-west axis to reduce exposure to sun |
| | | | 11 or 12 | | 5-12 | |
| | | | | | 0-4 | 2. Compact courtyard planing |
| | | | | | | Spacing |
| | | | | | | 3. Open spacing for breeze penetration |
| | | | | | | 4. As 3, but protect from cold/hot wind |
| | | | | | | 5. Compact planing |
| | | | | | | Air movement |
| | | | | | | 6. Rooms single banked. Permanent provision for air movement |
| | | | | | | 7. Double-banked rooms with temporary provision for air movement |
| | | | | | | 8. No air movement requirement |
| | | | | | | Openings |
| | | | 0 or 1 | | 0 | 9. Large opening , 40-80% of N and S |
| | | | 11 or 12 | | 0 or 1 | 10. Very small opening, 10-20% |
| | | | any other conditions | | | 11. Medium opening, 20-40% |
| | | | | | | Walls |
| | | | 0-2 | | | 12. Lighting walls; short time lag |
| | | | 3-12 | | | 13. Heavy external and internal walls |
| | | | | | | Roofs |
| | | | 0-5 | | | 14. Light insulated roofs |
| | | | 6-12 | | | 15. Heavy roofs over 8 hours, time lag |
| | | | | | | Outdoor sleeping |
| | | | | 2-12 | | 16. Space for outdoor sleeping required |
| | | | | | | Rainprotection |
| | | | 3-12 | | | 17. Protection from heavy rain needs |

ตาราง ข้อเสนอแนะในการออกแบบอาคารในกรุงเทพมหานครตามทฤษฎีของ คาร์ล มาโฮนี

Table 6 ELEMENT DESIGN RECOMMENDATIONS

| Indicator totals from tables 4 | | | | | | Recommendations |
|--------------------------------|------|------|----------|------|------|---|
| Humid | | | Arid | | | |
| H1 | H2 | H3 | A1 | A2 | A3 | |
| | | | | | | Size of openind |
| | | | 0 or 1 | | 0 | 1. Large, 40-80 % of N and S walls |
| | | | 2-5 | | 1-12 | 2. Medium, 25-40 % of wall area |
| | | | 6-10 | | | 3. Coposite, 20-35 % of wall area |
| | | | | | 0-3 | 4. Small, 15 -25 % of wall area |
| | | | 11 or 12 | | 4-12 | 5. Medium, 25_40 % of wall area |
| | | | | | | Position of openings |
| 3-12 | | | | | | 6. Opening in N and S walls at body height on the windward side |
| 1-2 | | | 0 - 5 | | | 7. As above, but in cludeing openings in internal walls |
| 0 | 2-12 | | 6-12 | | | |
| | | | | | | Protection for openings |
| | | | | | 0-2 | 8. Exclude direct sunlight |
| | | 2-12 | | | | 9. Provide protection from rain |
| | | | | | | Walls and floors |
| | | | 0-2 | | | 10. Light: low heat capacity |
| | | | 3-12 | | | 11. Heavy : over 8 hours' time lag |
| | | | | | | Roofs |
| 10-12 | | | 0-2 | | | 12. Light : Reflective surface and cavity |
| | | | 3-12 | | | |
| 0-9 | | | 0 - 5 | | | 13. Light and well insulated |
| | | | 6-12 | | | 14. Heavy : over 8 hours' time lag |
| | | | | | | External surface treatments |
| | | | | 1-12 | | 15. Space for outdoor sleeping |
| | | 1-12 | | | | 16. Adequate drainage for rainwater |

ประวัติผู้เขียน

นายวิเชษฐ ธีรชนันทชัย เกิดเมื่อวันที่วันที่ 10 กันยายน พ.ศ.2517 ที่กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

- 2523-2528 ระดับประถมที่โรงเรียนปัญญาทรัพย์
- 2529-2531 ระดับมัธยมต้นที่โรงเรียนเซนต์จอห์น
- 2532-2534 ระดับมัธยมปลายที่โรงเรียนเซนต์ดอมินิก แผนก วิทยาศาสตร์-คณิต
- 2535-2539 ระดับปริญญาตรีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต(สถ.บ.)
- 2541-2543 ระดับปริญญาโทสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

ประวัติการทำงาน

- 2537 กระทรวงการคลัง(ผู้ช่วยจัดทำรายละเอียดโครงการเพื่อใช้ในการออกแบบอาคารสำหรับงานเอเซียเกมส์ ที่กรุงเทพมหานคร)
- 2538 บริษัท ศรีวรา จำกัด
- 2540 บริษัท เอกแซกท์ จำกัด
- 2541 กองแผนงาน มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์(ผู้ช่วยงานวิจัยเกี่ยวกับโครงการต่างๆเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
- 2543-ปัจจุบัน2544 อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม