สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบอาคารราชการเพื่อการประหยัดพลังงาน
กรณีศึกษา : อาคารศาลากลาง จ.น่าน

ENERGY CONSERVATION DESIGN
FOR GOVERNMENT OFFICIAL BUILDING
CASE STUDY : CITYHALL NAN PROVINCE

T047490

ธีรัตน์ ฝั้นแก้ว
THEERAT FUNKAEW

เลขหมู่ .....
เลขทะเบียน 47490
วัน, เดือน, ปี 19 ส.ค. 2546

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974-9546-62-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENERGY CONSERVATION DESIGN
FOR GOVERNMENT OFFICIAL BUILDING
CASE STUDY : CITYHALL NAN PROVINCE

THEERAT FUNKAEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2002

ISBN 974-9546-62-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบอาคารราชการเพื่อการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา : อาคารศาลากลาง จ. น่าน
นักศึกษา	นายธีรัตน์ ฝั้นแก้ว
รหัสประจำตัว	38062110
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ร.ศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	อ. ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

บทคัดย่อ

อาคารศาลากลางเป็นศูนย์การบริหารงานในระดับจังหวัด ประกอบไปด้วยหลายหน่วยงาน ตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกันในลักษณะ One Stop Service โดยส่วนใหญ่ใช้แบบมาตรฐาน (Proto Type) ในการก่อสร้าง ทำให้เกิดปัญหาความไม่สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่น (Micro Climate) ทำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศ , ไฟฟ้าแสงสว่าง (Air Condition, Artificial Light) เพื่อช่วยสร้างภาวะน่าสบายให้แก่ผู้ใช้อาคารส่งผลให้เกิดการบริโภคพลังงานเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาข้อมูลทางภูมิศาสตร์ กายภาพ ในเขต จ.น่าน รวมถึงตัวแปรต่าง ๆ เพื่อนำมาออกแบบอาคาร ที่ผู้ใช้อยู่ภายใต้ภาวะน่าสบายทั้งด้านอุณหภูมิและการมองเห็น ทั้งยังใช้พลังงานในอาคารได้อย่างเหมาะสม พบว่า

1. ควรปรับปรุงสภาพแวดล้อมโดยเลือกใช้ทั้งไม้พุ่มและไม้ยืนต้น รวมถึงการนำน้ำเข้ามาใช้ภายในลานโล่งกลางอาคาร จะสามารถลดอุณหภูมิในบริเวณได้ 3-4°C แต่ต้องระวังความชื้นที่จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นหากมีกระแสลมจะช่วยทำให้สภาวะอากาศภายในอาคารอยู่ภายใต้ภาวะน่าสบายได้

2. หากไม่สามารถวางอาคารตามหลัก Sol-Air Temperature ได้ ควรจัดวางอาคารให้มีพื้นที่ถูกแสงแดดด้านทิศตะวันออกและตะวันตกให้น้อยที่สุด

3. การกำหนดองค์ประกอบให้สำนักงานที่ประชาชนติดต่อเป็นประจำ อยู่ในชั้น 1-3 จะช่วยลดภาระของลิฟท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศภายในอาคาร ควรออกแบบให้อาคารมีลักษณะเป็น Single Loaded Corridor เปิด Court กลาง ออกแบบให้มีใต้ถุนโล่ง มีระยะห่างระหว่างอาคารไม่น้อยกว่า 3 เท่าของความสูงของอาคารด้านหน้า การระบายอากาศภายในห้องควรมีลักษณะ Cross Ventilation โดยมีทิศทางลมที่กระทำกับช่องเปิดในแนวทะแยง รวมถึงการเลือกใช้หน้าต่างบานเปิด แผงบังแดดที่ช่วยดักลม ส่งผลให้อาคารด้านยาวมีความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้อง 45% ของความเร็วลมภายนอก และอาคารด้านแคบมีความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องถึง 62% ของความเร็วลมภายนอก

5. สัดส่วนที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างจากธรรมชาติ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งยังประหยัดในการก่อสร้าง คือห้องทำงานมีความกว้าง 8.00 เมตร สูง 3.60 เมตร

6. เลือกใช้แผงบังแดดคอนกรีตเสริมเหล็ก ทาสีขาว ร่วมกับหิ้งสะท้อนแสง ในการกันแดด และช่วยสะท้อนแสงสว่างให้เข้าสู่ภายในอาคารได้ลึกขึ้น รวมถึงเลือกสี และวัสดุที่มีการสะท้อนแสงสูงในส่วนเพดาน พื้น ผนัง

7. ออกแบบหลังคาให้มีลักษณะ Roof Collector ทรงจั่วมุงด้วยแผ่นเหล็กรีด มีช่องว่างอากาศ 14 ซม. ปิดทับด้วยยิบซัมบอร์ดหนา 12 มิลลิเมตร ยึดติดกับจันทัน

8. เนื่องจากบริเวณชั้น 4 ขึ้นไปได้รับอิทธิพลความเย็นจาก Micro Climate ค่อนข้างน้อย จึงต้องติดตั้งพัดลมดูดอากาศขนาด 8" ต่อ 2 ช่วงเสาซึ่งจะช่วยเร่งการระบายอากาศและลด Heat Gain ภายในห้องได้และความกดอากาศที่เป็นลบ(Nagative Pressure)ภายในห้องจะทำให้มีการดูดอากาศเย็นกว่าจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้อง

9. ฤดูหนาว ช่วงเช้าควรเพิ่มความอบอุ่นภายในอาคารด้วยการปิดหน้าต่าง เพื่อเพิ่ม Inner Heating อันเกิดจากความร้อนจากคน เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องใช้ไฟฟ้า

10. การติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างใช้วิธีควบคุมแสงสว่างเป็นชุด โดยแยกเป็น Daylighting Zone ซึ่งมักอยู่ริมหน้าต่างกับ Artificial Lighting Zone ซึ่งมักอยู่บริเวณกลางห้อง ออกจากกัน ทำให้สามารถเลือกเปิดไฟเฉพาะส่วนที่แสงสว่างไม่เพียงพอได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Energy Conservation Design for Government Official Building Case Study : Cityhall Nan Province
Student	Mr.Theerat Funkaew
Student ID.	38062110
Degree	Master of Architecture
Programme	Tropical Architecture
Year	2002
Thesis Adviser	Assoc.Prof.Teeramon Wairojnakij
Thesis Co-Adviser	Mr.Chaiyoot Sripadet

ABSTRACT

The city hall is the center of province administration, which consist of several government buildings in the same area like one stop service.

The most constructions are using standard proto type whice cause to the problem such as inconsistent of local geographical and local micro climate lead to increasing air condition and artificial light inside the building and inefficient of use of energy.

The study for designing the comfort zone building of Nan province geographic factor, phsical factor, and other factors such as temperature, visionary and efficient use of energy shown as:

1. To decrease 3-4°C in the building can be use shrupberies, trees and hydro system for decorage inside the court but the humidity can be concerned which wind is useful for making comfort zone.

2. Avoid positioning the building into the east nor the west, in case of sol-air temperature theory is denyable.

3. The population contact office should be the lowest floor for deductive of elevator using.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. For high efficiency of building ventilation, desinging the building in single loaded corridor, open the center court and ground floor, using the gap between the building at least 3 times height of the front building, diagonal cross ventilation, using casement, wind trap shading device, whtich make the air velocity inside building in long span side be 45% of outside and 62% in short span side.

5. Consistent ratio for econmic span construction and use of natural light in the office is 8 metres width and 3.60 metres height.

6. White concrete shading device is needed with light shelf for light reflection inside building and select high reflective material and color for ceiling, floor, and wall.

7. Making a gab between gable roof collector and metal sheet 14 cm. And using 12 mm. Gypsum board with the rafter.

8. The micro climate has least influence to the forth floor and upper, 8 inches diametre / 2 bay exhausted fan can accelerate ventilation and decreasing heat gain and negative pressure inside building. Lower temperature air outside building can be replace higher temperature air inside

9. Inner heating from human body, office instruments and electric instruments devices can increase temperature inside building while closing system when winter.

10. Control electric light by setting selective zone, the window orea by using daylighting zone and inside the room by using artificial lighting zone.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาจาก ร.ศ ธีรมน ไวโรจนกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานวิจัยได้จนสำเร็จ นอกจากนี้จะได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก อ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อ. ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ และ อ. ดร.กฤชกนก สุทัศน์ ณ.อยุธยา ซึ่งเป็นคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ที่ช่วยให้ ข้อเสนอแนะปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ หัวหน้ากองสถาปัตยกรรม กรมโยธาธิการที่กรุณาเอื้อเฟื้อข้อมูลอาคารศาลากลางจังหวัดน่าน หัวหน้าสำนักงานจังหวัดลำปางที่ช่วยเอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในอาคารศาลากลางจังหวัดลำปาง เจ้าหน้าที่กรมอนุรักษ์พลังงานที่ช่วยให้คำแนะนำและเอกสารประกอบการทำวิจัย ฝ่ายข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาที่ช่วยเอื้อเฟื้อข้อมูลด้านลภาพภูมิอากาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้สนับสนุนทางการศึกษามาโดยตลอด รวมทั้งสมาชิกทุกคนในครอบครัว คณาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ รวมถึงมิตรสหายที่คอยให้กำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายที่สุดขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธีรัตน์ ฝั้นแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....XI

สารบัญภาพ.....XIII

บทที่1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 การวิเคราะห์ปัญหาในการออกแบบอาคารศาลากลาง.....2

1.2.1 การใช้แบบมาตรฐาน(Proto Type)ในการก่อสร้าง.....3

1.2.2 แนวความคิดด้านพลังงานกับการออกแบบอาคารสำนักงาน.....3

1.3 ศึกษาการใช้พลังงานของอาคารศาลากลางจังหวัด.....4

1.4 สมมุติฐาน.....7

1.5 วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย.....8

1.6 ขอบเขตงานวิจัย.....8

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....9

1.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....9

1.9 ระยะเวลาในการทำวิจัย และแผนการดำเนินงาน.....11

บทที่2 ศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง.....12

2.1 ภาวะน่าสบาย.....12

2.1.1 ร่างกายมนุษย์กับอุณหภูมิ.....12

2.1.2 ภาวะสบายทางอุณหภูมิ.....14

2.1.3 มาตรฐานวัดความทางอุณหภูมิ.....17

2.1.4 แสงสว่างและการมองเห็น.....22

2.1.5 ภาวะสบายทางสายตา.....23

2.1.6 มาตรฐานวัดความสบายของแสงสว่าง.....23

2.1.7 เกณฑ์ค่ามาตรฐานการส่องสว่าง IES.....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2 การแผ่รังสีดวงอาทิตย์....24
2.3 ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า....28
2.4 การออกแบบแผงบังแดด....30
2.5 การวางตำแหน่งอาคารให้เหมาะสมกับภูมิอากาศแบบร้อนชื้น....32
2.6 การปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมภาวะน่าสบายภายในอาคาร....33
2.6.1 การใช้ต้นไม้ใหญ่ และพืชคลุมดิน....33
2.6.2 การใช้ประโยชน์จากดิน และความลาดเอียงของดิน....35
2.6.3 การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ....35
2.7 กระแสลมและการระบายอากาศ....36
2.8 กระแสลมที่มีผลต่อความกดอากาศรอบอาคาร....38
2.9 รูปทรงของอาคารและการจัดวางที่มีผลต่อกระแสลม....38
2.10 การออกแบบช่องเปิดที่สัมพันธ์กับการระบายอากาศ....40
2.11 แสงสว่างและพฤติกรรมของแสง....42
2.12 ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่องสว่าง....44
2.13 แสงสว่างที่นำมาใช้ภายในอาคาร....46
2.13.1 แสงธรรมชาติ....47
2.13.2 ภาพท้องฟ้า....48
2.13.3 การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ....50
2.13.4 การให้แสงสว่างภายในอาคารโดยแสงประดิษฐ์....54
2.13.5 สัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร....56
2.14 ตำแหน่งของหน้าต่างที่มีผลต่อแสงสว่าง....57
2.15 ตำแหน่งช่องเปิดที่มีผลต่อมุมมอง....59
2.16 การสะท้อนแสงของระนาบต่างๆภายในอาคาร....60
บทที่3 การศึกษาอาคารตัวอย่าง....62
3.1 ภาวะสบายใน จ.น่าน....62
3.1.1 สภาพทางกายภาพใน จ.น่าน....62
3.1.2 สภาวะอากาศใน จ.น่าน.... 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

จังหวัดมาตรฐาน....127

4.3.2 การกำหนดองค์ประกอบในอาคารศาลากลาง จ.น่าน....132

4.4 การวิเคราะห์รูปร่างอาคาร....136

4.4.1 การวิเคราะห์การจัดห้อง....136

4.4.2 การวิเคราะห์รูปร่างอาคาร....137

4.5 การวิเคราะห์รูปทรงของอาคาร และระยะห่างระหว่างอาคาร....139

4.6 การออกแบบอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศของอาคารชุดหลัง....143

4.7 การวิเคราะห์สัดส่วนของห้องทำงาน....145

4.8 การวิเคราะห์ช่องเปิดเพื่อประสิทธิภาพการระบายอากาศ และแสงสว่าง....146

4.9 การออกแบบรายละเอียดภายในอาคาร....149

4.9.1 บันได....149

4.9.2 ระเบียงทางเดิน....149

4.9.3 ห้องน้ำ....150

4.9.4 ห้องเก็บของ....151

4.10 การออกแบบอุปกรณ์บังแดด....151

4.11 การวิเคราะห์ระบบการก่อสร้าง....154

4.12 การวิเคราะห์เลือกใช้วัสดุ....156

4.12.1 ผนัง....156

4.12.2 ช่องเปิด....164

4.12.3 หลังคา....166

4.13 ผลงานการออกแบบอาคารศาลากลาง จ.น่านเพื่อการประหยัดพลังงาน....169

4.14 การวิเคราะห์กรณีจำเป็นต้องใช้ระบบปรับอากาศ....181

บทที่5 การตรวจสอบผลการออกแบบ....183

5.1 การตรวจสอบการระบายอากาศภายในอาคาร....183

5.2 การตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในอาคาร....197

5.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพการบังแดดของแผงบังแดด....205

บทที่6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

6.1 บทสรุปท้ายการวิจัย.....214
6.2 ข้อเสนอแนะ.....216
บรรณานุกรม.....2.17
ภาคผนวก ก.....219
ภาคผนวก ข.....226
ประวัติผู้เขียน.....235

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงการใช้พลังงานและข้อมูลทั่วไปของอาคารศาลากลาง.....5

2.1 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะสมดุลความร้อนของร่างกาย.....13

2.2 แสดงอัตราความเร็วลมที่เหมาะสม.....15

2.3 แสดงมาตรฐานวัดความสบายด้านแสงสว่าง.....23

2.4 แสดงค่าความสบายทางแสงสว่างของอาคารสำนักงาน มาตรฐาน IES.....24

2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงอาคาร และ Wind Shadow.....39

2.6 แสดงดัชนีค่าแรงเสียดทานของพื้นผิว.....40

2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของช่องเปิดและทิศทางของลม.....41

2.8 แสดงค่า Df และ A_w (พื้นที่ของเปิด) / A_f (พื้นที่พื้น) ที่ต้องการในอาคารแต่ละประเภท.....53

2.9 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) และมาตรฐานการกำหนดค่า Daylight Factor.....54

2.10 แสดงค่าประมาณของเปอร์เซนต์การสะท้อนแสงของสี.....61

3.1 แสดงค่าสถิติด้านภูมิอากาศในเขตจังหวัดน่าน รอบ 10 ปี (พ.ศ.2532 – พ.ศ. 2541).....63

3.2 แสดงระยะของเขตสบาย (Comfort Zone Range).....78

3.3 แสดงค่า Q ของผนังและหลังคา อาคารศาลากลางจังหวัดลำปาง.....116

3.4 สรุปปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาจากการศึกษาอาคารตัวอย่าง.....117

4.1 แสดงลักษณะของไม้ยืนต้นที่นำมาพิจารณา.....122

4.2 แสดงการใช้พื้นที่และอัตรากำลังของหน่วยงานที่อยู่ในอาคารศาลากลาง จังหวัดมาตรฐาน.....130

4.3 แสดงการกำหนดตำแหน่งขององค์ประกอบ..... 135

4.4 แสดงการวิเคราะห์การจัดวางห้องแบบต่างๆ.....136

4.5 แสดงการวิเคราะห์รูปร่างอาคารแบบต่างๆ.....137

4.6 แสดงการคำนวณแผงบังแสงแดด.....152

4.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประเภทต่างๆที่ใช้เป็นอุปกรณ์บังแดด.....154

4.8 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน.....158

4.9 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่ออิฐโปร่งกว้าง 8 ซม.ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน.....158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.10 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังอิฐโฟมคอนกรีตฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน.....159

4.11 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังเบาของ C – PAC (มีช่องอากาศ)ฉาบปูนเรียบ ทั้ง 2 ด้าน.....159

4.12 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังคอนกรีตมวลเบา ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน.....160

4.13 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนัง EIFS ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน.....161

4.14 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี.....161

4.15 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่อคอนกรีตบล็อคภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี.....162

4.16 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นภายในบุยิบซั่มบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี.....163

4.17 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่อคอนกรีตบล็อคภายในบุยิบซั่มบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี.....163

4.18 แสดงช่วงเวลาที่ความร้อนผ่านผิววัสดุ (Time Lag) สำหรับส่วนประกอบอาคาร.....164

4.19 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก.....165

4.20 แสดงข้อเปรียบเทียบระหว่างกระจกใส กับกระจกสีตัดแสง และกระจกสะท้อนแสง.....166

4.21 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา กระเบื้องคอนกรีต ฝ้าเพดานบุยิบซัมบอร์ด.....167

4.22 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา กระเบื้องคอนกรีต ฝ้าเพดานบุอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด.....168

4.23 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา เหล็กเคลือบอลูมิเนียม ฝ้าเพดานบุยิบซัมบอร์ด.....168

4 24 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา เหล็กเคลือบอลูมิเนียม ฝ้าเพดานบุอลูมิเนียมกับยิบซัมบอร์ด.....169

5.1 การวิเคราะห์เลือกใช้ระบบเครื่องกลเพื่อเสริมภาวะน่าสบายภายในห้อง.....189

5.2 แสดงชนิดของโคมที่เลือกใช้และค่า Coefficient of Ultralization.....203

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 แสดงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางรูปแบบเก่าและแบบใหม่.....4

1.2 แสดงสัดส่วนการบริโภคพลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยในอาคารศาลากลาง.....4

2.1 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนจากร่างกายกับสภาพแวดล้อม.....12

2.2 แสดงการเผาผลาญพลังงาน ในกิจกรรมต่างๆ.....16

2.3 แสดงค่า Clo – Value ที่แนะนำกับสภาพภูมิอากาศ.....17

2.4 แสดง Nomogram ของ ET,CET แบบสวมเสื้อผ้าสำหรับทำงานและแบบสวมเสื้อกล้าม.....18

2.5 แสดง Psychrometric Chart ที่ใช้สำหรับประเทศไทย.....19

2.6 แสดง Bioclimetic Chart สำหรับละติจูด 13^{o} เหนือ ณ กรุงเทพฯประเทศไทย.....20

2.7 แสดง Nomogram ของ ECI.....21

2.8 แสดงความถี่และความยาวคลื่นของพลังงานต่างๆและโครงสร้างดวงตามนุษย์.....22

2.9 แสดงการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนในเวลากลางวันและกลางคืน.....25

2.10 แสดงขนาดลำแสงเท่ากันแต่มีมุมตกกระทบที่ต่างกัน
แสงเฉียงจะครอบคลุมพื้นที่มากกว่าแสงแนวดิ่ง.....25

2.11 แสดงมุมตกกระทบของแสงเฉียง และแสงดิ่งที่ผ่านชั้นบรรยากาศ
ซึ่งแสงเฉียงต้องผ่านชั้นบรรยากาศที่หนากว่า.....26

2.12 แสดงตำแหน่งของโลกที่สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่เกิดฤดูกาล.....26

2.13 แสดงตำแหน่งของโลกที่สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่เกิดฤดูกาล.....27

2.14 แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กระทำในแนวตั้ง (Altitude Angle)
และแนวนอน (Azimuth Angle) กับแนวแกนเหนือ – ใต้.....29

2.15 แสดง Solar Chart ที่ 18^{o} เหนือและความหมายของเส้นต่างๆ.....29

2.16 แสดงการอ่านค่ามุมฉาก Solar Chart.....30

2.17 แสดงรูปแบบอุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ.....32

2.18 แสดงการหาขนาด และสัดส่วนพื้นฐานที่เหมาะสมในแต่ละสภาวะอากาศ.....33

2.19 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน.....34

2.20 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวหน้าเปียกในร่มกับอุณหภูมิอากาศ.....34

2.21 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ได้รับร่ม เงา และอุณหภูมิอากาศ.....35

2.22 แสดงความเร็วลมที่สัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่ต่างๆ.....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.23 แสดงการเคลื่อนตัวของกระแสลมเมื่อปะทะกับอาคาร.....38

2.24 แสดงรูปทรงอาคารแบบต่างๆที่มีผลกับกระแสลม.....39

2.25 แสดงอัตราการเคลื่อนที่ของลมเมื่อมีขนาดช่องทางลมเข้าและออกแตกต่างกัน.....41

2.26 แสดงสัดส่วนของกระแสลมที่สามารถผ่านหน้าต่างรูปแบบต่างๆ.....42

2.27 แสดงการสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection).....42

2.28 การสะท้อนแบบกระจายแบบ (a) Perfect Deffuse Reflection ,
(b) Semi Diffuse Reflection (c) Conbined Specular & Diffuse Reflection.....43

2.29 แสดงการส่องผ่านตัวกลางแบบโปร่งใส แสงที่ตกกระทบจะเกิดการหักเหก่อนทะลุผ่าน.....44

2.30 แสดงแสงที่ตกกระทบตัวกลางโปร่งแสง แสงที่ทะลุผ่านจะมีลักษณะเป็นแสงกระจาย.....44

2.31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างฟุตแคนเดิล กับ ลักซ์.....45

2.32 แสดงการกระจายตัวของฟลักซ์จะลดลงโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง.....46

2.33 แสดงความแตกต่างระหว่างความส่องสว่าง (Illuminance)กับความจ้า
(Brightness , Luminance).....46

2.34 แสดงการพิจารณาความส่องสว่างตามวิธี Lumen Method.....51

2.35 แสดงองค์ประกอบของ Daylight Factor.....53

2.36 แสดงการแบ่งส่วนพื้นที่ภายในห้องเพื่อหาค่าความสว่างตามวิธี Zonal Cavity Method.....56

2.37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของช่วงเปิดและความลึกของห้อง.....57

2.38 แสดงตำแหน่งของหน้าต่างที่มีผลต่อแสงสว่างภายในห้อง.....58

2.39 แสดงลักษณะการเจาะช่องเปิดที่มีผลต่อมุมมอง.....59

2.40 แสดงประสิทธิภาพการสะท้อนแสงจากระนาบต่างๆภายในห้อง.....61

3.1 แสดงภูมิประเทศของจังหวัดน่าน.....62

3.2 แสดงค่าสถิติอุณหภูมิอากาศในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย 10 ปี.....64

3.3 แสดงสถิติค่าความชื้นสัมพัทธ์ในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย 10 ปี.....64

3.4 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิ (Diurmal Temperature)ในช่วง 1 วัน
เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2532 – พ.ศ. 2541)เขตจังหวัดน่าน.....65

3.5 แสดงค่าสถิติระดับปริมาณน้ำฝนในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย 10 ปี.....65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.6 แสดงช่วงเวลาที่มีแสงแดด (Duration of Sunshine) ของแต่ละเดือน ในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2532 – พ.ศ.2541).....66

3.7 แสดงช่วงเวลาที่มีแสงแดด (Duration of Sunshine) เฉลี่ยต่อวัน ของแต่ละเดือนในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2532 – พ.ศ. 2541).....66

3.8 แสดงค่าสถิติความเร็วลมในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย 10 ปี(พ.ศ. 2532 – พ.ศ. 2541)..... 66

3.9 แสดงความถี่ในการกระจายตัวของลมในแต่ละความเร็วและทิศทางเฉลี่ย 10 ปี.....67

3.10 แสดงค่าอุณหภูมิช่วงเดือน มีนาคม – มิถุนายน จากข้อมูลสถิติภูมิอากาศ ในเขตจังหวัดน่านเฉลี่ยรอบ 10 ปี.....70

3.11 แสดงค่าอุณหภูมิช่วงเดือน กรกฎาคม – ตุลาคม จากข้อมูลสถิติภูมิอากาศ ในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ยรอบ 10 ปี.....71

3.12 แสดงค่าอุณหภูมิช่วงเดือน พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ จากข้อมูลสถิติภูมิอากาศ ในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ยรอบ 10 ปี.....71

3.13 แสดงตัวอย่างการหาค่าอุณหภูมิ ทุก 2 ชั่วโมงจาก Hourly Temperature Calculator Chart.....73

3.14 แสดงค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) ^{o}C จังหวัดน่านราย 2 ชั่วโมงทั้ง 12 เดือน.....73

3.15 แสดงค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก(WBT) ^{o} C จังหวัดน่านราย 2 ชั่วโมงทั้ง 12 เดือน..... 74

3.16 แสดงค่าอุณหภูมิ DBT และ WBT ^{o} F จังหวัดน่านราย 2 ชั่วโมง ทั้ง 12 เดือน.....75

3.17 แสดงความเร็วลม จ. น่านรายเดือน รอบ 10 ปี(พ.ศ. 2532 – พ.ศ. 2541) หน่วย : ft/min.. 75

3.18 แสดงทิศทางลม จ.น่าน รายเดือน จากสถิติ 10 ปี (พ.ศ. 2532 – พ.ศ.2541).....75

3.19 แสดงค่าอุณหภูมิ ^{o}C ECI กรณีใช้ความเร็วลมต่างๆ เพื่อก่อให้เกิดภาวะน่าสบาย.....76

3.20 แสดงค่าอุณหภูมิ ^{o}C ECI กรณีใช้ความเร็วลมเฉลี่ยราย 2 ชั่วโมงทุกเดือนในรอบ 10 ปี 77

3.21 แสดงค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายในเขต จ.น่าน (หน่วย ^{o}C ECI)กรณีใช้ ความเร็วลมและทิศทางเฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง ทุกเดือนในรอบ 10 ปี.....78

3.22 แสดงภาพอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน.....79

3.23 แสดงผังแม่บทศูนย์ราชการจังหวัดน่าน.....80

3.24 แสดงรูปถ่ายสภาพพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างศูนย์ราชการจังหวัดน่าน..... ...81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.25 แสดงภาพการเคลื่อนตัวของอากาศ บริเวณเชิงเขาในเวลากลางวันและกลางคืน.....82

3.26 แสดงแปลนอาคารศาลากลาง จังหวัดมาตรฐาน ชั้น 1 – 2.....83

3.27 แสดงแปลนอาคารศาลากลาง จังหวัดมาตรฐาน ชั้น 3 – 4 84

3.28 แสดงรูปตัดอาคารศาลากลาง จังหวัดมาตรฐาน.....85

3.29 แสดงรูปด้านอาคารศาลากลาง จังหวัดมาตรฐาน ด้านหน้าและด้านข้าง.....86

3.30 แสดงรูปด้านอาคารศาลากลาง จังหวัดมาตรฐาน ด้านหลังและด้านข้าง.....87

3.31 แสดงการวางตำแหน่งของอาคาร กับทิศทางแสงแดดและกระแสลม.....88

3.32 แสดงการทดสอบการระบายอากาศด้วย Flow Visualization Apparatus..... 89

3.33 แสดงกระแสลมที่กระทำกับอาคารด้านหน้าและอาคารด้านหลัง.....91

3.34 แสดงการกำหนดตำแหน่งอาคาร และกระแสลมภายในอุโมงค์ลม.....91

3.35 แสดงวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ทำการตรวจสอบ.....92

3.36 แสดงการตรวจสอบประสิทธิภาพการระบายอากาศของอาคารตัวอย่างด้วยหุ่นจำลอง.....93

3.37 แสดงผลการตรวจสอบ ประสิทธิภาพการระบายอากาศของอาคารศาลากลาง
จังหวัดน่าน เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนความเร็วลมภายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์.....94

3.38 แสดงระยะตำแหน่งในการตรวจวัดค่าความเร็วลมภายในแบบจำลองห้องทำงาน.....96

3.39 แสดงอุปกรณ์ในการตรวจสอบค่าความเร็วลมภายในแบบจำลองห้องทำงาน.....96

3.40 แสดงการตรวจสอบค่าความเร็วลมภายในแบบจำลองห้องทำงาน.....97

3.41 แสดงขนาดของช่องเปิดต่อ 1 ช่วงเสา.....97

3.42 แสดงผลการตรวจสอบค่าความเร็วลมภายในแบบจำลองห้องทำงานบริเวณชั้น 1
และชั้น 4 เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อมีความเร็วลมภายนอกเท่ากับ 2 m/s.....97

3.43 แสดงการกระจายตัวของอากาศ ภายในอาคารศาลากลาง จังหวัดน่าน
เมื่อมีลมพัดมาจากทางทิศใต้ เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์.....99

3.44 แสดงลักษณะแผงกันแดด ของอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน.....102

3.45 แสดง Solar Chart ที่ 18 $^{\circ}$ เหนือและความสามารถของแผงกันแดดอาคารตัวอย่าง.....102

3.46 แสดงการตรวจสอบประสิทธิภาพการกันแดดในทิศทางต่างๆ.....103

3.47 แสดงการตรวจสอบประสิทธิภาพการกันแดดของแผงกันแดดในวันที่ 22 มิ.ย.
(Summer Solstice) และ 22 ธ.ค.(Winter Solstice).....104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.48 แสดงระยะการตรวจสอบวัดค่าสภาพแสงสว่าง ด้วย Grid Method และอุปกรณ์ตรวจวัดระดับความสว่างของแสง (Lux Meter).....106

3.49 แสดงค่าเฉลี่ยสภาพท้องฟ้าในเขตจังหวัดลำปาง ตั้งแต่ พ.ศ. 2532 – 2541.....106

3.50 แสดงสภาพแสงภายในห้องสำนักงานจังหวัด.....107

3.51 แสดงสภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุภายในห้องสำนักงานจังหวัด.....107

3.52 แสดงสภาพภายในห้องสำนักงานปฏิรูปที่ดินจังหวัด.....108

3.53 แสดงสภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุภายในห้องสำนักงานปฏิรูปที่ดินจังหวัด..... .108

3.54 แสดงสภาพภายในห้องปกครองจังหวัด.....109

3.55. แสดงสภาพแสงสว่าง และค่าการสะท้อนแสงของวัสดุภายในห้องปกครองจังหวัด.....109

3.56 แสดงสภาพภายในห้องเสมียนตราจังหวัด.....110

3.57 แสดงสภาพแสงสว่าง และค่าการสะท้อนแสงของวัสดุภายในห้องเสมียนตราจังหวัด.....110

3.58 แสดงค่าการสะท้อนแสงของวัตถุต่างๆภายในห้อง.....111

4.1 แสดงค่าอุณหภูมิใต้ไม้ยืนต้นประเภทต่างๆ.....123

4.2 แสดงค่าความชื้นใต้ต้นไม้ยืนต้นประเภทต่างๆ.....124

4.3 แสดงการออกแบบจัดวางต้นไม้ เพื่อช่วยลดอุณหภูมิพื้นที่.....125

4.4 แสดงการออกแบบโดยใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำเพื่อลดอุณหภูมิอากาศในพื้นที่.....126

4.5 แสดงการจัดพื้นที่ทำงานบริเวณชั้น 1 – 3.....132

4.6 แสดงการจัดพื้นที่ทำงานบริเวณชั้น 4 – 7.....133

4.7 แสดงตำแหน่งห้องประชุด 200 ที่ และห้องปฏิบัติการระดับจังหวัด.....133

4.8 แสดงผลการทดลองที่ 1.....141

4.9 แสดงผลการทดลองที่ 2.....142

4.10 แสดงกรณีอาคารชุดหน้าเปิดใต้ถุนโล่ง.....143

4.11 แสดงกรณีอาคารชุดหน้าและอาคารชุดหลังเปิดใต้ถุนโล่ง.....143

4.12 แสดงกรณีอาคารชุดหลังมีช่องเปิดขนาดใหญ่ บริเวณชั้น 4 และ 6.....144

4.13 แสดงกรณีอาคารชุดหลังมีช่องเปิดขนาดใหญ่ บริเวณชั้น 4 และ 6และเปิดใต้ถุนโล่ง.....144

4.14 แสดงกรณีอาคารชุดหลังจัดวางให้ช่องเปิด ณ พื้นที่ทำงานอยู่ด้านรับลม.....144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.15	แสดงกรณีอาคารชุดหลังจัดวางให้ทางเดินอยู่ด้านรับลม	145
4.16	แสดงสัดส่วน หน้าตัดห้องทำงาน	146
4.17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของช่องเปิดและทิศทางของกระแสลม ที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในห้อง	146
4.18	แสดงผลการออกแบบหน้าต่างในด้านต่างๆ	148
4.19	แสดงผลการออกแบบบันไดภายในโครงการ	149
4.20	แสดงผลการออกแบบระเบียงทางเดินภายในโครงการ	149
4.21	แสดงผลการออกแบบห้องน้ำภายในโครงการ	150
4.22	แสดงผลการออกแบบห้องเก็บของภายในโครงการ	151
4.23	แสดงตำแหน่งอาคารที่กระทำกับ Sun Chart 18^{o} N	152
4.24	แสดงแผงกันแดดด้านต่างๆ	153
4.25	แสดง Lay – Out อาคารศาลากลาง จ.น่าน	170
4.26	แสดงแปลนพื้นชั้น 1	171
4.27	แสดงแปลนพื้นชั้น 2	172
4.28	แสดงแปลนพื้นชั้น 3	173
4.29	แสดงแปลนพื้นชั้น 4	174
4.30	แสดงแปลนพื้นชั้น 5	175
4.31	แสดงแปลนพื้นชั้น 6 – 7	176
4.32	แสดงรูปด้าน A , B	177
4.33	แสดงรูปด้าน C , D	178
4.34	แสดงรูปด้าน A	179
4.35	แสดงรูปด้าน B , C	180
4.36	แสดงรายละเอียดผนังห้องประชุม	181
4.37	แสดง Mode การแก้ปัญหาอุณหภูมิในฤดูหนาว	182
5.1	แสดงหุ่นจำลองขนาด 1 : 100 ที่ใช้ในการตรวจสอบ	184
5.2	แสดงหุ่นจำลองขนาด 1 : 20 ที่ใช้ในการตรวจสอบโดยหันทิศทางตามแบบ	184

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

5.3 แสดงผลการตรวจสอบความเร็วลมที่ปะทะอาคารในตำแหน่งต่างๆทดสอบ ด้วยแบบจำลองขนาด 1 : 100โดยหันทิศทางลมตามแบบ.....185

5.4 แสดงค่าความเร็วลมภายในห้องและอัตราส่วนของกระแสลมภายในห้อง ของอาคารด้านยาว (NE).....186

5.5 แสดงค่าความเร็วลมภายในห้องและอัตราส่วนของกระแสลมภายในห้อง ของอาคารด้านสั้น(SE).....187

5.6 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนความเร็วลมภายในอาคาร บริเวณชั้นล่าง ต่อความเร็วลมภายนอก.....190

5.7 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนความเร็วลมภายในอาคาร บริเวณชั้น 2ต่อความเร็วลมภายนอก..191

5.8 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนความเร็วลมภายในอาคาร บริเวณชั้น3ต่อความเร็วลมภายนอก...192

5.9 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนความเร็วลมภายในอาคาร บริเวณชั้น4ต่อความเร็วลมภายนอก.. 193

5.10 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนความเร็วลมภายในอาคาร บริเวณชั้น5ต่อความเร็วลมภายนอก...194

5.11 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนความเร็วลมภายในอาคาร บริเวณชั้น 6 - 7 ต่อความเร็วลมภายนอก.....195

5.12 แสดงตำแหน่งพัดลมดูดอากาศภายในห้อง.....196

5.13 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ.....197

5.14 แสดงการตรวจสอบการวางทิศทางของช่องเปิดให้ตรงกับที่กำหนดไว้ในแบบ.....198

5.15 แสดงความสูงของระดับที่ใช้วัด คือ 0.75 เมตร.....198

5.16 แสดงการตรวจสอบภายในแบบจำลอง.....199

5.17 แสดงค่าแสงสว่างภายนอกของอาคารทั้ง 2 ด้าน.....199

5.18 แสดงค่าแสงสว่างภายในของอาคารทั้ง 2 ด้าน.....200

5.19 แสดงค่าแสงสว่างภายในของอาคารทั้ง 2 ด้าน เมื่อปรับแก้ค่าแสงสว่างจากภายนอกแล้ว....200

5.20 แสดงค่า D.F.ภายในอาคารทั้ง 2 ด้าน.....201

5.21 แสดงสัดส่วนห้องและตำแหน่งของค่าต่างๆ.....202

5.22 แสดงระยะของดวงโคมและการแบ่งชุดสวิทช์สำหรับควบคุม.....204

5.23 แสดงตำแหน่ง Daylight Zone และ Artificial Zone.....204

5.24 แสดงการวางอาคารที่สัมพันธ์กับทิศทางต่างๆ.....205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

5.25 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SE วันที่ 21 มิ.ย.เวลา 8.30 น.....206

5.26 แสดงสภาพแสงภายในอาคารด้าน SE.....206

5.27 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SE วันที่ 21 มิ.ย.เวลา 8.30 น.....207

5.28 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SE วันที่ 21 มิ.ย. เวลา 8.30 น..... ..207

5.29 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SE วันที่ 21 ธ.ค.เวลา 8.30 น..... .208

5.30 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SEวันที่ 21 ธ.ค.เวลา 8.30 น..... ..... .208

5.31 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SW วันที่ 21 ธ.ค.เวลา 8.30 น..... 209

5.32 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SW วันที่ 21 ธ.ค.เวลา 8.30 น..... 209

5.33 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SW วันที่ 21 ธ.ค.เวลา 16.30 น..... 210

5.34 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SW วันที่ 21 ธ.ค.เวลา 16.30 น..... 210

5.35 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SW วันที่ 21มิ.ย.เวลา 16.30น..... ...211

5.36 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SW วันที่ 21มิ.ย.เวลา 16.30น..... 211

5.37 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน NW วันที่ 21 ธ.ค.เวลา 16.30 น..... ...212

5.38 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน NW วันที่ 21ธ.ค.เวลา 16.30น..... 212

5.39 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน NW วันที่ 21มิ.ย.เวลา 16.30น..... 213

5.40 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน NW วันที่ 21มิ.ย.เวลา 16.30น..... ..213

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ราชอาณาจักรไทยจัดการปกครองส่วนภูมิภาคออกเป็นจังหวัด และอำเภอมีหน่วยราชการบริหารส่วนภูมิภาค ในระดับจังหวัดและ อำเภอรับผิดชอบในราชการบริหารของแต่ละจังหวัดและอำเภอนั้น ๆ สำหรับการบริหารราชการจังหวัด มีสำนักงานราชการระดับจังหวัดที่เป็นตัวแทนของกระทรวง ทบวง กรม ต่าง ๆ ซึ่งจัดตั้งขึ้นตามระเบียบบริหารราชการส่วนภูมิภาค ทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับราชการของกระทรวง ทบวง กรมนั้น ๆ โดยมีผู้ว่าราชการจังหวัด เป็นหัวหน้าบังคับบัญชา ข้าราชการฝ่ายบริหาร และรับผิดชอบในราชการฝ่ายบริหารของจังหวัด (ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 89 ตอนที่ 145 ฉบับพิเศษ 2515 หน้า 53)

ลักษณะของงานสถาปัตยกรรมราชการโดยทั่วไป เป็นอาคารที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นสถานที่สำหรับปฏิบัติราชการและให้บริการสาธารณะชนโดยส่วนรวม แต่เดิมอาคารศาลากลางจังหวัดมีแผนกราชการใหญ่ ๆ 3 แผนกคือ

1) แผนกมหาดไทย
2) แผนกสรรพากร
3) แผนกอัยการสำหรับศาล

ภายในอาณาบริเวณยังประกอบไปด้วย

<u>สำนักงานจากส่วนกลาง</u> อาทิ อาคารศาล สำนักงานเขต สำนักงานของ กระทรวง ทบวง กรมต่าง ๆ

<u>สำนักงานราชการส่วนท้องถิ่น</u> ได้แก่ สำนักงานเทศบาล และ ที่ทำการขององค์การบริหารส่วนจังหวัด

ต่อมาเนื่องจากมีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ การขยายตัวของประชากร ส่งผลให้หน่วยราชการต้องปรับปรุงพัฒนาทั้งด้านภาระหน้าที่ และอัตรากำลังเพื่อรองรับการปฏิบัติการ อำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชน แต่ศาลากลางก็ยังมีความแออัดคับแคบ เกิดปัญหาขาดงบประมาณในการต่อเติมศาลากลางของจังหวัด ทำให้หน่วยราชการต่าง ๆ พิจารณาปรับปรุงสถานที่ปฏิบัติงานของแต่ละหน่วยในลักษณะต่างหน่วยต่างปฏิบัติ บางหน่วยงานต้องไปเช่าอาคารสถานที่ของเอกชนอยู่เป็นที่ทำการชั่วคราว บางหน่วยก็ได้จัดหางบประมาณก่อสร้างอาคารสำนักงานของตนเอง การดำเนินการดังกล่าวไม่ได้พิจารณาในเรื่องความเป็นเอกภาพของราชการภูมิภาคโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้บริการทางราชการกับประชาชนอย่างเป็นระบบ ก่อให้เกิดปัญหาขาดความคล่องตัวทั้งการบริหารและประสานงาน ซึ่งส่งผลกระทบดังนี้คือ

1) ประชาชนผู้มาติดต่อราชการไม่ได้รับความสะดวกเต็มที่ในลักษณะ One Stop Service

2) ไม่เป็นการประหยัดทั้งทรัพยากร การใช้ประโยชน์ที่ดิน และงบประมาณ ซึ่งพื้นที่ว่าง พื้นที่ส่วนกลาง รวมถึงห้องประชุมสามารถใช้ร่วมกันได้ หากแต่ละหน่วยงานก่อสร้างอาคารเป็นเอกเทศ จะเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่า

3) เกิดความไม่สะดวก กรณีต้องระดมกำลังข้าราชการเพื่อแก้ปัญหาที่เร่งด่วน

เพื่อขจัดปัญหาในการราชการส่วนภูมิภาค โดยเน้นการบริการประชาชนในลักษณะเบ็ดเสร็จและสามารถขจัดความเดือดร้อนความต้องการของชนบทได้รวดเร็วและเป็นประโยชน์สูงสุด ในปี พ.ศ. 2523 จึงมีแนวความคิดที่จะดำเนินการให้มีศูนย์ราชการระดับจังหวัด เพื่อเป็นสถานที่ปฏิบัติของส่วนราชการทุกกระทรวง ทบวง กรม ในภูมิภาคขึ้น (รายละเอียดการจัดตั้งศูนย์ราชการระดับจังหวัด หน้า 2)

ศูนย์ราชการของจังหวัด แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

ศูนย์บริหาร เป็นที่รวมกลุ่มอาคารสำนักงานด้านบริหารไว้ในบริเวณเดียวกัน ได้แก่ ศาลากลางจังหวัดซึ่งเป็นสำนักงานที่มีหน่วยงานรวม 30 ส่วนราชการ หอประชุม อาคารเก็บเอกสารและวัสดุ อาคารศาล สำนักงานอัยการ และอาคารของกรมตำรวจ ซึ่งในการวิจัยฉบับนี้มุ่งศึกษาเฉพาะอาคารศาลากลางจังหวัด เท่านั้น

ศูนย์ปฏิบัติ เป็นกลุ่มอาคารด้านงานปฏิบัติและบริการ เช่น สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท สำนักงานขนส่งจังหวัด โรงเรียน โรงพยาบาล ฯลฯ

บ้านพักข้าราชการ รวมถึงพื้นที่สันธนาการโดยมีระบบ สาธารณูปโภคร่วมกัน

สำหรับงานสถาปัตยกรรมอาคารราชการ ประเภทอาคารศาลากลางจังหวัด ซึ่งออกแบบโดยกรมโยธาธิการ โดยทั่วไปกำหนดรูปแบบการออกแบบอยู่ 2 วิธีคือ

1) ออกแบบใช้เฉพาะแห่ง (Individual) เช่น ศาลากลางกรุงเทพมหานครฯ , ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่

2) ออกแบบอาคารมาตรฐาน(ProtoType)โดยแบ่งเป็นแบบต่อเติมจากอาคารศาลากลางหลังเดิม และแบบสำหรับสร้างใหม่ในบริเวณศูนย์ราชการ ซึ่งศาลากลางจังหวัดน่านใช้รูปแบบหลัง

1.2 การวิเคราะห์ปัญหาในการออกแบบอาคารศาลากลาง

เนื่องจากเป็นอาคารราชการประเภทสำนักงานขนาดใหญ่ มีส่วนราชการอยู่ถึง 30 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราชการ ซึ่งอาจเพิ่มหรือลดตามความความต้องการในแต่ละท้องที่ การออกแบบ Office Space ขนาดใหญ่ มีประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้

1.2.1 **การใช้แบบมาตรฐาน (Proto type) ในการก่อสร้าง**

ข้อดี

- สามารถดำเนินการก่อสร้างได้รวดเร็ว ทั้งการประมาณราคา, การออกแบบ ,ฯลฯ
- สามารถจำกัดงบประมาณในการก่อสร้างได้
- ก่อสร้างพร้อม ๆ กันได้ หลาย ๆ แห่ง

ข้อด้อย

- จำกัดวัสดุที่ใช้ ซึ่งควรนำวัสดุที่สามารถผลิตในท้องถิ่นมาใช้เพื่อประหยัดในการขนส่ง ทั้งยังทำให้อาคารมีกลิ่นอายของท้องถิ่น
- รูปลักษณะอาคารไม่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมภูมิอากาศของท้องถิ่น
- ขนาดเอกลักษณ์ของจังหวัด

1.2.2 **แนวความคิดด้านพลังงานกับการออกแบบอาคารสำนักงาน**

การออกแบบอาคารสำนักงาน แบ่งเป็น

ก. การออกแบบอาคารสำนักงานที่ใช้ระบบปรับอากาศเป็นหลัก

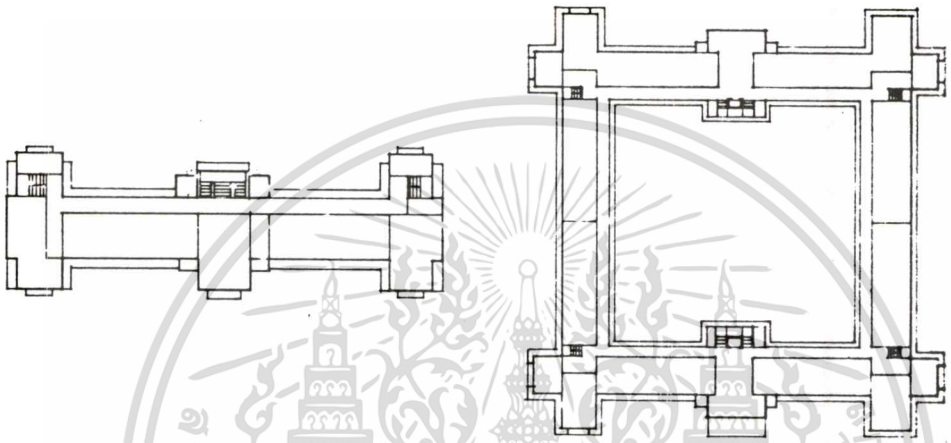
- มักเป็นอาคารสำนักงานที่อยู่ภายในตัวเมือง
- อยู่บนที่ดินที่มีราคาแพง หรือมีพื้นที่จำกัด
- มักมีลักษณะเป็นอาคารทรงสูง
- ใช้ระบบปรับอากาศ แบบรวม (Chiller)
- Compact Form รูปทรงอาคารกระชับเพื่อความสะดวก ประหยัด ในการทำงานระบบ
- กรอบอาคารมีความสำคัญมากต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักขึ้น
- ไม่สามารถใช้ปัจจัยทางธรรมชาติ รวมถึงกลวิธีในการนำประโยชน์จากธรรมชาติ (Passive Design) มาช่วยให้เกิดภาวะสบายภายใน

ข. การออกแบบอาคารสำนักงานที่ใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติเป็นหลัก

- มักตั้งอยู่ชานเมือง และมีพื้นที่มาก
- อาคารมักมีลักษณะเป็น Single Loaded Corridor เปิด Court ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติและระบายอากาศได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

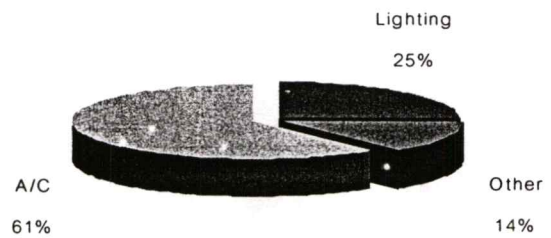
- มักหันด้านยาวรับลม, ด้านแคบขวางตะวัน
- ทั้งนี้ผู้ใช้อาคาร จะเกิดภาวะสบายได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยจากสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น ,สภาพแสง ,ภูมิอากาศ ในช่วงเวลานั้นๆเป็นหลัก



ภาพที่ 1.1 แสดงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง รูปแบบเก่าและใหม่

1.3 ศึกษาการใช้พลังงานของอาคารศาลางกลางจังหวัด

จากรายงานการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารของรัฐ ซึ่งเสนอสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยสำนักจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีนาคม 2541 และ กรกฎาคม 2539 พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของอาคารศาลากลางจังหวัด มีดังนี้



ภาพที่ 1.2 แสดงสัดส่วนการบริโภคพลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยในอาคารศาลากลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 การใช้พลังงานและข้อมูลทั่วไปของอาคารศาลากลาง

อาคาร	Electricity Concumption			Total	Total	พื้นที่	ดัชนีการ	พื้นที่	สัดส่วนการใช้พลังงาน		ระบบปรับอากาศ			ระบบแสงสว่าง	
	Peak Demand	Energy	Expenses			ใช้สอยรวม	ใช้ไฟฟ้า	ปรับอากาศ	แสงสว่าง	ปรับอากาศ	อื่นๆ	EER	ดัชนีการติดตั้ง	Lux	กำลังไฟฟ้าติดตั้ง
	(kW)	(kWh/Y)	(Baht/Y)	GJ/Y	LOE/Y	(m^2)	(kWh/m^2/ปี)	(m^2)	%	%	%	เฉลี่ย	($Btuh/m^2$)	เฉลี่ย	(W/m^2)
ศาลากลาง จ.สตูล	177.89	170684.00	309,141	614.46	59056.66	1931.00	88.39	1146.00	27.24	66.33	6.43	5.38	653.23	266	9.60
ศาลากลาง จ.ลำพูน	452.05	480060.48	875,281	1728.22	166100.93	3615.00	132.8	2129.50	16.40	62.9	20.70	4.40	889.50	259	7.67
ศาลากลาง จ.ชัยภูมิ	102.30	212766.00	438,815	765.96	73617.04	1272.00	167.27	756.50	16.46	69.86	13.68	6.43	1384.80	340	11.01
ศาลากลาง จ.ตาก		415316.00	756,754	1495.14	143699.34	3584.20	115.87	2451.20	15.60	75.30	9.10	6.29	928.61	325	7.25
ศาลากลาง จ.กระบี่		307820.05	441,477	1108.15	106505.74	2733.10	112.63	1526.50	16.27	80.85	2.88	4.96	897.22	311	7.33
ศาลากลาง จ.พังงา	335.73	301521.63	545,537	1085.69	104347.24	2780.00	108.48	1493.00	27.42	70.01	2.57	4.73	907.03	300	9.76
ศาลากลาง จ.ภูเก็ต	86.50	223143.53	408,352	803.32	77207.66	5024.00	44.42	1694.00	26.17	70.24	3.59	4.76	682.89	257	4.65
ศาลากลาง จ.พิษณุโลก	170.54	230637.50	407,383	803.30	79800.58	3528.00	65.37	1564.00	21.04	75.97	2.99	5.40	1080.75	278	5.50
ศาลากลาง จ.สุโขทัย		151286.20	286,271	544.63	52345.03	2252.00	67.18	1552.00	27.47	65.87	6.66	5.36	645.49	222	7.67
ศาลากลาง จ.มหาสารคาม	147.50	316238.00	650,938	1138.46	109418.35	2310.00	136.90	1245.00	18.00	41.11	40.89	7.06	665.80	324	9.80
ศาลากลาง จ.อุบลราชธานี	168.00	248209.20	501,632	893.55	85880.38	2620.00	94.74	1620.00	22.24	68.24	9.52	4.91	994.84	323	8.43
ศาลากลาง จ.ยโสธร	150.14	201578.76	373,159	725.68	69746.25	2156.00	93.50	950.00	40.44	54.16	5.40	4.85	1162.21	295	15.13
ศาลากลาง จ.ศรีสะเกษ	115.87	175000.18	314,123	630.00	60550.06	2156.00	81.17	1262.96	30.10	59.93	9.97	5.07	848.32	325	9.77
ศาลากลาง จ.ตรัง	61.20	242579.00	446,151	873.28	83932.33	2774.16	87.44	1992.12	13.50	53.00	28.50	5.84	473.00	222	4.70
ศาลากลาง จ.กาฬสินธุ์		262246.33	548,450	944.09	90737.23	1739.20	150.79	880.00	20.80	58.80	20.40	6.46	1103.52	174	11.61
ศาลากลาง จ.กำแพงเพชร		454944.16	847,353	1637.80	157410.68	3622.25	125.60	2371.75	30.52	57.29	12.19	5.60	995.85	238	13.36
ศาลากลาง จ.นครนายก		305298.00	547,105	1099.07	105633.26	2462.00	124.00	1543.00	20.56	70.59	8.85	5.18	795.00	271	9.44
ศาลากลาง จ.นครพนม		553128.00	1,168,957	1991.26	191382.29	3837.50	144.14	2124.00	32.03	58.23	9.74	6.49	797.36	251	17.10
ศาลากลาง จ.นครสวรรค์		450089.20	844,854	1620.32	155730.86	3085.00	145.90	1833.50	22.78	49.91	27.31	5.43	1104.83	225	11.66
ศาลากลาง จ.นราธิวาส		400563.86	829,660	1442.03	138595.10	3061.84	124.28	1902.22	39.31	59.02	1.67	4.67	1019.00	175	18.09
ศาลากลาง จ.พะเยา		457061.13	860,458	1645.42	158143.15	5224.00	87.49	2544.00	25.03	46.76	28.21	5.55	810.83	292	7.24
ศาลากลาง จ.เพชรบูรณ์		304416.88	555,389	1095.90	105328.24	2736.00	111.26	1312.00	27.19	39.81	33.00	5.78	830.95	256	10.96
ศาลากลาง จ.มุกดาหาร		418411.89	875,078	1506.28	144770.51	3853.75	108.57	1877.25	35.16	57.89	6.95	6.30	864.03	134	14.14

ตารางที่1.1(ต่อ)

อาคาร	Electricity Concumption			Total	Total	พื้นที่ใช้สอยรวม	ดัชนีการใช้ไฟฟ้า	พื้นที่ปรับอากาศ	สัดส่วนการใช้พลังงาน			ระบบปรับอากาศ		ระบบแสงสว่าง	
	Peak Demand (kW)	Energy (kWh/Y)	Expenses (Baht/Y)	GJ/Y	LOE/Y	(m^2)	(kWh/m^2/ปี)	(m^2)	แสงสว่าง %	ปรับอากาศ %	อื่นๆ %	EER เฉลี่ย	ดัชนีการติดตั้ง (Btuh/m^2)	Lux เฉลี่ย	กำลังไฟฟ้าติดตั้ง (W/m^2)
ศาลากลาง จ.แม่ฮ่องสอน	96.90	285845.90	598,639	1029.05	98902.68	2139.00	106.91	531.00	27.90	56.21	15.89	5.44	1917.33	280	10.97
ศาลากลาง จ.ร้อยเอ็ด		331932.00	698,485	1194.96	114848.47	1997.50	166.17	1216.50	16.19	60.00	23.81	6.04	888.06	306	9.96
ศาลากลาง จ.ลพบุรี		268652.78	502,621	967.15	92953.86	3460.00	77.64	1497.00	26.65	64.61	8.74	5.05	684.00	253	7.66
ศาลากลาง จ.เลย		244221.37	515,967	879.20	84500.59	1678.00	145.54	979.00	23.82	55.98	20.20	6.32	940.04	282	12.84
ศาลากลาง จ.สกลนคร		336025.20	678,712	1209.69	116264.72	2817.00	119.28	1361.00	27.03	43.81	29.16	6.45	938.72	226	11.94
ศาลากลาง จ.สระบุรี		446371.31	872,242	1606.94	154444.65	2664.00	167.56	1649.00	18.32	61.76	19.92	5.08	959.00	283	11.37
ศาลากลาง จ.พระนครศรีอยุธยา		926601.50	1,732,729	3335.77	320604.12	9664.00	95.88	5093.00	30.77	60.16	9.07	5.11	846.00	409	10.93
ศาลากลาง จ.อ่างทอง		294335.01	604,599	1059.61	101839.91	2806.00	104.89	1583.00	20.55	65.66	13.79	5.18	949.00	255	7.99
ศาลากลาง จ.อุตรดิตถ์		342073.43	587,596	1231.46	118357.41	3238.00	105.64	1623.00	29.13	51.99	18.88	5.34	1003.14	310	9.51
เฉลี่ย	172.05	336222.48	641,828	1210.4	116332.98	3088.14	112.74	1665.78	24.53	61.105	14.365	5.53	926.89	271	10.16
รวม		10759119.41	20,538,510	38732.83	3722655.31	98820.5		53305							

จากตารางที่ 1.1 พบว่าสภาพของแสงบนระนาบทำงาน (Working Plane) ต่ำกว่าค่ามาตรฐานภาวะสบายทางสายตาที่แนะนำสำหรับอาคารสำนักงาน การใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างแทนการใช้ประโยชน์จากคุณภาพแสงสว่างจากธรรมชาติ การใช้งานที่ไม่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น รูปแบบแผงบังแดดที่ไม่สามารถป้องกันแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง (Direct Sun) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสงจากดวงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านกระจกเข้ามาภายในห้องนอกจากจะให้แสงสว่างแล้วยังนำความร้อนเข้ามาภายในอาคาร ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารสูงขึ้นสร้างภาระการทำความเย็นแก่ระบบปรับอากาศ (Cooling Load) ที่ต้องทำงานหนักมากขึ้น

อย่างไรก็ตามอาคารศาลากลางที่สร้างจวบจนปัจจุบันยังคงก่อสร้างด้วยการก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างพื้นฐาน ผนังก่ออิฐมีข้อด้อยในการป้องกันความร้อน เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีมวลสารหนาแน่น มีค่าหน่วงเวลา (Time Lag)มาก ทำให้เก็บกักความร้อนและส่งผ่านความร้อนสู่ผนังภายในซึ่งมีผู้ใช้อาคารทำงานอยู่ภายในทั้งวัน จึงมักจะเปิดเครื่องปรับอากาศตลอดเวลาที่มีการดำเนินกิจกรรม รวมถึงปัญหาจากการบริหารราชการ การจัดงบประมาณจากกระทรวงต่าง ๆ จากส่วนกลาง ทำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่กว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าไปอย่างสิ้นเปลืองและไม่เหมาะสม

1.4 สมมุติฐาน

รูปแบบอาคารศาลากลางส่วนใหญ่ออกแบบโดยคำนึงถึงการระบายอากาศตามธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศในบางพื้นที่ ผู้ใช้จึงมักแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดภาวะสบายเหมาะสมกับการทำงาน โดยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ อันเป็นผลจากการออกแบบและการใช้งานจริงไม่สอดคล้องกัน รวมถึงสภาวะอากาศในช่วงเวลาใช้งานมีค่าเกินกว่าจะควบคุมได้ด้วยกลวิธี Passive Design ส่งผลให้

- อากาศร่ั่วไหลมาก ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักมากขึ้น
- มีปัญหาการวางตำแหน่งของ Compresser ซึ่งจะส่งความร้อนผ่านผนังและช่องเปิดของอาคารในด้านอื่นๆ
- การใช้ผนังก่ออิฐซึ่งเป็นวัสดุที่มีมวลสารหนาแน่น มีค่าหน่วงเวลามาก มีคุณสมบัติเก็บสะสมความร้อน และส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร สร้างภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศ ให้ต้องทำงานหนักขึ้น
- ประสิทธิภาพของแผงกันแดดยังไม่ดีพอ ส่งผลให้แสงจากดวงอาทิตย์ส่องเข้าช่องเปิดนำพาความร้อนเข้าสู่อาคาร

ดังนั้นจะพบว่า สภาพภูมิอากาศ, ภูมิประเทศ, ปริมาณแสงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลัก ในการออกแบบอาคารเพื่อตอบสนองต่อภาวะน่าสบายของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคเหนือของประเทศไทยเป็นเขตที่มีสภาวะอากาศที่สามารถส่งเสริมให้เกิดภาวะสบายได้ ด้วยการใช้ปัจจัยทางธรรมชาติรวมถึงกลวิธี Passive Design หากอาคารยังไม่สามารถอยู่ในภาวะที่ควบคุมได้ ถึงจะมีการนำระบบเครื่องกล (Active Design) มาช่วยให้ผู้ใช้อาคารอยู่ในภาวะน่าสบาย จึงเป็นการใช้พลังงานเท่าที่จำเป็น สามารถลดการบริโภคพลังงานไฟฟ้าทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลดลง แล้วยังได้รับผลคุ้มค่ากับการลงทุนในระยะเวลาอันสมควร

1.5 วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย

1.5.1 ศึกษาการบริโภคพลังงาน และศึกษาการออกแบบอาคารประเภทสำนักงานขนาดใหญ่ ที่อยู่อาศัยการระบายอากาศตามธรรมชาติเป็นหลัก

1.5.2 ศึกษาภาวะน่าสบาย ค่ามาตรฐานภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิและแสงสว่าง

1.5.3 ศึกษาวิธีที่ส่งเสริมให้เกิดภาวะน่าสบายภายในอาคารด้วยปัจจัยทางธรรมชาติ

1.5.4 ศึกษาและออกแบบแผงกันแดดที่เหมาะสมกับอาคารศาลากลาง จ.น่าน รวม

1.5.5 ถึงศึกษา เลือกใช้วัสดุ ที่ลดการสะสมความร้อนให้แก่ ผนัง ช่องเปิด และหลังคา

1.5.6 ศึกษากลวิธีนำแสงสว่างจากธรรมชาติ มาใช้ภายในอาคาร

1.5.7 ศึกษาวิเคราะห์ประเมินผลการออกแบบ การใช้พลังงานภายในอาคารที่นำเสนอ

1.6 ขอบเขตงานวิจัย

1.6.1 ศึกษาและออกแบบอาคารศาลากลาง จังหวัดน่าน โดยอาศัยปัจจัยทางธรรมชาติ เป็นหลักในการส่งเสริมภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิและการมองเห็นสำหรับผู้ใช้อาคาร

1.6.2 ข้อมูลการใช้พลังงาน ใช้ผลการสำรวจเก็บข้อมูลโดยสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงานกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

1.6.3 ในการศึกษาวัสดุกรอบอาคาร แผงกันแดด ใช้ค่าดัชนีของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

1.6.4 ในการศึกษาภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ ใช้ค่าสถิติจากกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นฐานข้อมูล และใช้เกณฑ์ภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิจากมาตรฐาน Equatorial Comfort Index (ECI)ศึกษาภาวะน่าสบายทางการมองเห็นใช้เกณฑ์มาตรฐาน Illumination Engineering Society of America (IES) และ ค่าการส่องสว่างของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

1.6.5 เก็บข้อมูล และทดสอบผลการออกแบบ โดยใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.6.6 ประเมินประสิทธิภาพการกันแดดของอุปกรณ์บังแดดจากแบบจำลอง จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตดังกล่าว การออกแบบจึงเกิดจากผลการวิเคราะห์เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ในเขตจังหวัดน่าน เท่านั้น

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ทราบถึงปัญหาที่แท้จริงรวมถึงตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคารศาลากลาง

1.7.2 สามารถออกแบบอาคารประเภทสำนักงานขนาดใหญ่ ที่สามารถใช้คุณสมบัติทางกายภาพ อุณหภูมิ สภาพแวดล้อม รวมถึงกลวิธีต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิและการมองเห็น โดยมีผลกระการทดสอบ ผลการคำนวณตามหลักวิชาการรองรับสามารถลดการบริโภคพลังงานไฟฟ้า และให้ผลคุ้มค่าในระยะเวลาที่เหมาะสม

1.7.3 ศึกษาเลือกใช้วัสดุ กรอบอาคารเพื่อลดการสะสมความร้อนของอาคาร

1.7.4 สามารถออกแบบ วางผังพื้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการใช้พลังงานของอาคาร

1.7.5 เป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบอาคารสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ให้เหมาะสมกับอาคารประเภทเดียวกันได้

1.8 ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.8.1 กรุง กุลชาติ ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การจัดการพื้นที่ภายในอาคารเพื่อลดภาระการทำความเย็น: กรณีศึกษา อาคารของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย" ปีการศึกษา 2539 เป็นการศึกษาการทำความเย็นของห้องต่างๆ ในอาคาร และการจัดการเมื่อมีการใช้ประโยชน์ร่วมกัน สามารถลดขนาดของเครื่องปรับอากาศโดยรวมลงได้ เนื่องจากการใช้งานในพื้นที่อาคารแตกต่างกัน และภาระการทำความเย็นสูงสุดของแต่ละห้องเกิดขึ้นในเวลาไม่ตรงกัน ทั้งนี้ลดขนาดของระบบปรับอากาศได้ 40% และลดการใช้พลังงานลงได้ 45%

1.8.2 กิตติพงษ์ เพชรวรภา ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาระบบผนังภายนอกอาคารที่มีผลต่อภาระการปรับอากาศ" ปีการศึกษา 2537 ศึกษาคุณสมบัติการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร ของวัสดุก่อสร้างผนังภายนอก 4 กลุ่ม ได้แก่ 1. ผนังที่มีค่า U ต่ำและมีมวลน้อย 2. ผนังที่มีค่า U ต่ำและมีมวลมาก 3. ผนังที่มีค่า U สูงและมีมวลน้อย 4. ผนังที่มีค่า U สูงและมีมวลมาก พบว่าวัสดุกลุ่มแรกที่มีค่า U ระหว่าง 0.10-0.20 BTU/F ft^2-h มีมวลไม่เกิน 6 ปอนด์/ตารางฟุตลดภาระเครื่องปรับอากาศได้มากที่สุดถึง 60%

1.8.3 บุญเลิศ บุญศรี ได้ทำการศึกษาเรื่อง "การศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิภายใน และการถ่ายเทอากาศของห้องภายใต้การระบายอากาศแบบธรรมชาติโดยปล่องรังสีอาทิตย์" ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัย การใช้ปล่องรังสีอาทิตย์บริเวณผนัง และหลังคาทางทิศใต้จะทำให้อุณหภูมิภายในบ้านและอุณหภูมิภายนอก ลดลงประมาณ 2- 4 องศาเซลเซียส เกิดอัตราการถ่ายเทอากาศ 15 เท่าของปริมาตรบ้านต่อชั่วโมง ความสัมพันธ์เพื่อสมรรถนะที่เหมาะสมสำหรับการใช้ปล่องรังสีอาทิตย์ พบว่าเมื่อใช้หน้าต่างเป็นช่องเปิดทางลมเข้า ปล่องรังสีอาทิตย์ควรสูง 0.04 เมตรจากระดับพื้นบ้าน แต่เมื่อเมื่อใช้ช่องเปิดในส่วนบนของประตูเป็นช่องทางลมเข้า ปล่องรังสีอาทิตย์ควรสูง 1.00เมตรจากระดับพื้นบ้าน

1.8.4 รวิช ควรประเสริฐ ทำการวิจัยเรื่อง "ประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในสำนักงานทั่วไป" ปีการศึกษา 2537 ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างจากธรรมชาติในอาคารสำนักงาน ด้านทิศเหนือในสภาพท้องฟ้า และภูมิอากาศของกรุงเทพ ฯ โดยนำมาแยกเป็นค่าเฉลี่ยรายเดือน ตามภาวะท้องฟ้าแจ่มใส มีเมฆมาก และท้องฟ้ามือ ศึกษาขนาดช่องเปิดแบบต่าง ๆ 3 แบบ นำไปประเมินผลด้วยการคำนวณวิธี Lumen Method เปรียบเทียบพลังงานจากแสงธรรมชาติกับภาระความเย็นอันเนื่องมาจากความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางช่องเปิด พบว่าหน้าต่างจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อมีพื้นที่ 40-70%ของพื้นที่ผนัง

1.8.5 วีรศักดิ์ ศลศิลป์ชัย ทำการวิจัยเรื่อง "ผลกระทบของวัสดุตกแต่งภายในต่อการสะสมความร้อนและความชื้นภายในอาคาร" ปีการศึกษา 2540 โดยวิเคราะห์ความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุ 32 ชนิด แยกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ วัสดุประเภทพรม ผ้า วอลล์เปเปอร์ วัสดุโครงสร้างภายใน วัสดุบุเฟอร์นิเจอร์ และหนังสือ ทดสอบโดยการนำวัสดุดูดซับความร้อนและความชื้นอย่างเต็มที่ แล้วเปรียบเทียบน้ำหนักวัสดุระหว่างอุณหภูมิภายนอกที่มีความร้อนและความชื้นสูงกับภายในห้องปรับอากาศ วิเคราะห์ความชื้นที่ลดลงซึ่งเป็นภาระการทำความเย็นในระบบปรับอากาศ

1.8.6 ฤทธิ์ จิตตสาตรา ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ศักยภาพการใช้แสงธรรมชาติในอาคาร กรณีศึกษาอาคารคณะพลังงานและวัสดุสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี" ปีการศึกษา 2538 ศึกษาโดยทำการตรวจวัดค่าความสว่างของแสงธรรมชาติในห้องเพื่อนำค่าความสว่างและค่าพลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์มาคำนวณหาค่า Daylight Factor และค่า Efficacy โดยเฉลี่ย ผลที่ได้จากการประเมินนำไปหาค่าความสว่างภายในที่ต้องการจากหลอดไฟเมื่อกำหนดค่าความสว่างตามมาตรฐาน Commission International de L' Eclairage (CIE) ของห้องเรียนและห้องทำงานเท่ากับ 500Lux จากนั้นคำนวณหาจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ต้องการด้วยวิธี Zonal Cavity ผลต่างของไฟฟ้าที่ใช้เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนหลอดไฟ ที่ติดตั้งจริงสามารถประหยัดไฟฟ้าในระบบแสงสว่างได้ถึง 59%

1.8.7 John F Busch,Peter Du Point and Surapong Chirarattananon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1993) ทำการวิจัยเรื่อง Energy – Efficient In THAI Commercial Building โดยทำการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน โรงแรม และศูนย์การค้า โดยวัดปริมาณโดยตรงและเกี่ยวข้องกับการลดลงของ Cooling Load ภายในอาคาร สามารถประหยัดได้ 30-50% ด้วยการเลือกใช้เทคโนโลยี Electronic Ballast, Tri-Phosphor, Narrow-Drameter Lamp, Occupancy Dendor, Lumen Maintanace, Daylighting Control และ Compact Fluorescent Lamps

1.8.8 H. B. Awbi ได้ทำการศึกษา ออกแบบการระบายอากาศตามธรรมชาติสำหรับอาคารโดยอาศัยการแผ่รังสีอาทิจย์ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ และการระบายอากาศ การวิเคราะห์จะใช้วิธีคำนวณด้วยวิธีความแตกต่างของความดัน ทั้งที่เกิดจากแรงลมและแรงลอยตัวซึ่งจะทำการศึกษาวิธีการระบายอากาศโดยใช้ SolarChimney, Tromb Wall และ Roof Collector

1.9 ระยะเวลาในการทำการวิจัย และแผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการวิจัย	สัปดาห์ที่				
	1 - 8	9 - 16	17 - 32	33 - 45	46 - 53
1. ศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูลขั้นพื้นฐาน	←	→			
2. ศึกษาทฤษฎีภาวะน่าสบาย	←	→			
3. เก็บข้อมูลจากอาคารตัวอย่าง, วิเคราะห์ปัญหา		←	→		
4. รอบรวมข้อมูล , ศึกษาทฤษฎีการออกแบบ,วิเคราะห์ข้อมูล		←	→		
5. ออกแบบ			←	→	
6. ทดสอบ				←	→
8. ประเมินผล					← →

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

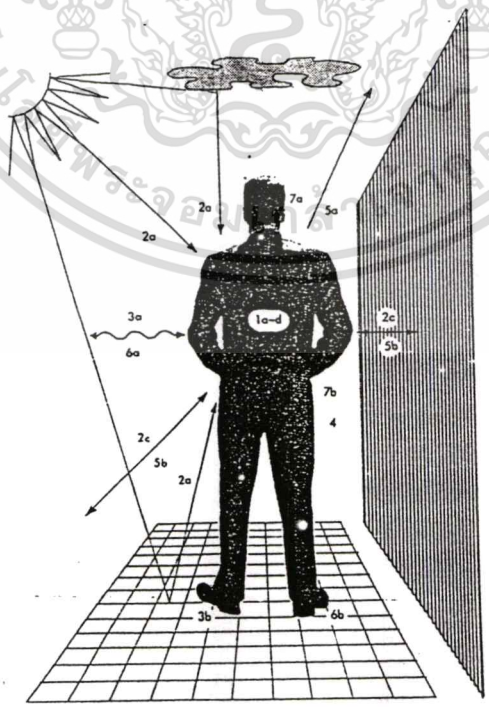
บทที่ 2
ศึกษาทฤษฎี และแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาวะน่าสบาย

การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน เพื่อตอบสนองต่อภาวะสบายของผู้ใช้อาคาร ต้องคำนึงถึงสภาพอากาศ ซึ่งประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ,ความชื้น ,ความเร็วลม ,การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อมนุษย์ทั้งทางด้านกายภาพและความรู้สึก ก่อนอื่นเราต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความร้อนของร่างกาย เพื่อนำมาพิจารณาเขฯ ภาวะสบายของมนุษย์

2.1.1 ร่างกายมนุษย์กับอุณหภูมิ

ปกติร่างกายมนุษย์จะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา เพื่อรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่ที่ 36.5-37.5 องศาเซลเซียสเสมอโดยมีอุณหภูมิระดับผิวที่ 31-34 องศาเซลเซียส การผลิตพลังงานของร่างกายมนุษย์ได้จากการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) พลังงานที่ได้นี้ 20%เท่านั้นที่ถูกนำมาใช้ ส่วนที่เหลือ 80% จะสูญเสียไปกับสิ่งแวดล้อม โดยการนำ (Conduction) การพา(Convection) การแผ่รังสี(Radiation) และการระเหย(Evaporation) ปัจจัยที่มีผลต่อ ลักษณะสมดุลย์ความร้อนของร่างกายประกอบด้วย(Lee,1953)



ภาพที่ 2.1 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนจากร่างกายกับสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.1 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อ ลักษณะสมดุลย์ความร้อนของร่างกาย

เพิ่มความร้อน	ลดความร้อน
1.ความร้อนภายในร่างกายเกิดจาก	
a) การทำงานของกล้ามเนื้อ	
b) กิจกรรมที่ทำ	
c) กระบวนการย่อยอาหาร	
d) ความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ	
2.การดูดกลืนความร้อนจากการแผ่รังสี	5.แผ่รังสีความร้อนออกจากร่างกาย
a) โดยรังสีตรงหรือรังสีสะท้อนจากดวงอาทิตย์	a) สู่ท้องฟ้า
b) จากแหล่งความร้อน	b) สู่สิ่งแวดล้อมที่เย็นกว่า
c) จากวัตถุที่ไม่เปล่งความร้อน	
3. การนำ,พาความร้อนเข้าสู่ร่างกาย	6.การระบายความร้อนโดยการนำ,พา
a) โดยอากาศที่ร้อนกว่าอุณหภูมิผิว	a) สู่อากาศที่ต่ำกว่าอุณหภูมิผิว
b) สัมผัสกับวัตถุที่ร้อนกว่า	b) สัมผัสกับวัตถุที่เย็นกว่า
4.ความอบอ้าวจากบรรยากาศอับชื้น	7.การระเหย
	a) จากการหายใจ
	b) จากผิวหนัง(เหงื่อ)

(Lee,1953)

สามารถแสดงเป็นสูตร "ลักษณะสมดุลย์ความร้อนของร่างกาย" ได้ดังนี้(ปรีชญา,ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

$$Q = M \pm C_r \pm C_v \pm R - E$$

Q = การเปลี่ยนแปลงความร้อนภายในร่างกาย

M = ความร้อนที่ผลิตได้จากขบวนการ Metabolism

C_r = การเพิ่มหรือระบายความร้อนโดยการนำ(สัมผัสวัตถุที่ร้อนกว่าหรือเย็นกว่า)

C_v= การเพิ่มหรือระบายความร้อนโดยการพา(ถ้าอากาศร้อนหรือเย็นกว่าผิวหนัง)

R = การเพิ่มหรือระบายความร้อนโดยการแผ่รังสี(สู่สภาพแวดล้อมที่ร้อนหรือเย็นกว่าผิวหนัง)

E = การระบายความร้อนโดยการระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากอัตราการผลิตความร้อนของร่างกายมนุษย์และการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำ อาหารที่บริโภค ,พื้นที่ผิวหนังของร่างกาย,สีผิว,ความอ้วน-ผอม,สภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย,เพศ,อายุ ,เชื้อชาติ ,ความเคยชิน,อุณหภูมิรอบๆและสภาพบรรยากาศ กลไกที่สลับซับซ้อนในร่างกายยังสามารถช่วยให้มนุษย์ปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศที่แตกต่างกันได้ในระดับหนึ่ง หากสภาพอากาศสูงหรือต่ำกว่าที่ร่างกายจะรับได้ทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกร้อนหรือหนาว อาจถึงขั้นเจ็บป่วยได้ ดังนั้นภาวะสบายจึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

2.1.2 ภาวะสบายทางอุณหภูมิ

สภาวะที่คนไม่รู้สึกร้อนหรือหนาว เรียกว่า"ภาวะน่าสบาย"โดยกำหนดขอบเขตของปัจจัยที่มี อิทธิพลต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ไว้เป็นมาตรฐานเรียกว่า "เขตสบาย"(Comfort Zone) จากการศึกษา(Fanger,1967)เกี่ยวกับความรู้สึกสบายพบว่ามีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายของคนเราในสภาวะร่างกายปกติ ได้แก่

2.1.2.1 <u>ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม</u>

ก. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature) อุณหภูมิอากาศในแต่ละเขตขึ้นอยู่กับตำแหน่งพื้นที่ที่รับการถ่ายเทความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งจะเปลี่ยนหมุนเวียนในรอบวัน เดือน ปีตามการหมุนรอบตัวเองของโลก และการโคจรรอบดวงอาทิตย์

ข. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ความชื้นสัมพัทธ์คือปริมาณสัดส่วนสูงสุดของไอน้ำที่สามารถคงอยู่ในอากาศที่อุณหภูมิหนึ่งๆ ก่อนจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำซึ่งจะมีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 100% หากบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้ร่างกายอึดอัด เนื่องจากการระบายความร้อนด้วยการระเหยของเหงื่อทำได้ลำบาก หากระดับ RH อยู่ในช่วง 20-80% และอุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 69°F -78°F (20.6°C -25.6°C) ร่างกายยังคงอยู่ในภาวะสบาย (ธนิต,ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

ค. อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) คือผลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนจากการแผ่กับสภาพแวดล้อมโดยรอบ เช่น ผนัง,กระจก,พื้น,เพดาน ทำให้เรารู้สึกร้อนเมื่ออยู่ในบริเวณนั้นๆได้ สามารถแสดงเป็นสูตรคำนวณได้ดังนี้

$$MRT = \frac{\sum\theta}{360} = \frac{T_1\theta_1 + T_2\theta_2 + \ldots\ldots\ldots + T_n\theta_n}{360}$$

T = อุณหภูมิผิวของวัตถุ

θ = มุมของวัตถุที่กระทำกับตัวคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า MRT สำหรับอาคารสำนักงาน ควรอยู่ระหว่าง 65°F - 80°F (18°C - 27°C)ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงอาศัย การสวมใส่เสื้อผ้าที่เหมาะสมรวมถึงกิจกรรมที่ทำเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นควรใช้วัสดุในการก่อสร้างที่มีค่าส่งผ่านความร้อนต่ำ และการใช้ฉนวนเพื่อป้องกันความร้อน

ง. ความเร็วลม (Air Velocity) ลมช่วยลดความร้อนและความชื้นภายในอาคารทั้งยังระบายความร้อนจากผิวหนังทำให้รู้สึกเย็นสบาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วลม ทิศทางและพื้นที่ที่ลมจะพัดผ่านเข้ามาภายในห้อง จากที่มีผู้ทำการศึกษาได้แนะนำอัตราความเร็วลมที่เหมาะสมไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงอัตราความเร็วลมที่เหมาะสม

อ้างอิง	ความเร็วลม	m/s	การตอบสนอง
Beaufort Wind Force Scale			
	0 - 1 Knot	0.00 - 0.20	สงบ ไม่รู้สึกว่ามีลมพัด
	1 – 3 Knot	0.30 – 1.15	ลมอ่อน อากาศเอื่อย
	4 – 6 Knot	1.60 – 3.30	ลมสบาย รู้สึกมีลมปะทะหน้า
	7 – 10 Knot	3.40 – 5.40	ลมปานกลาง ธงสะบัด ผมขยับ
Olgyay,V.	1.5 m/m	0.00 – 0.25	พอสังเกตได้ ไม่ค่อยรู้สึก
(Olgyay,1973)	16 – 30 m/m	0.25 – 0.50	กำลังสบาย
	31 – 60 m/m	0.50 – 1.00	สบาย โดยรับรู้ได้ว่ามีการเคลื่อนไหวของอากาศ
	61 – 90 m/m	1.00 – 1.50	ลมแรงรู้สึกมีลมพัดเล็กน้อย
	91 m/m ขึ้นไป	1.50 ขึ้นไป	ลมแรง รู้สึกถูกรบกวน
Vaughn Bradshaw,P.E.	0 – 10 fpm	0.00 – 0.05	ไม่รู้สึก
(Vaughn,1993)	10 – 50 fpm	0.05 – 0.25	กำลังสบาย
	50 – 100 fpm	0.25 – 0.51	ลมปานกลาง พอยอมรับได้
	100 – 200 fpm	0.51 – 1.02	หากพัดไม่สม่ำเสมอก็ยังรู้สึกสบาย
	200 fpm ขึ้นไป	1.02 ขึ้นไป	ลมแรงรบกวนการทำงาน
TG.	0.5 – 1.5 m/s	0.5 – 1.5	กำลังสบาย
(Thai Gypsum,1995)			

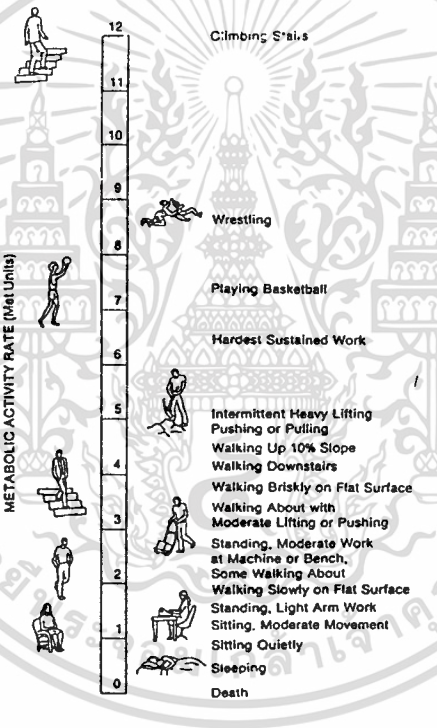
ดังนั้นผู้วิจัยจึงยอมรับใช้ความเร็วลมสูงสุดที่ไม่รบกวนการทำงาน คือ1.5 เมตร/วินาที ในการคำนวณหาค่าความสบายในขั้นตอนต่อๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 ปัจจัยทางด้านตัวบุคคล

ก. อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism Rate)ในการดำรงชีวิตร่างกายมนุษย์จะเผาผลาญอาหาร เพื่อนำไปใช้เป็นพลังงานในการทำกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นในแต่ละกิจกรรมจึงมีอัตราการเผาผลาญพลังงานแตกต่างกันไป มีหน่วยเป็น Met. (Metabolic Rate Unit) (ดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ตารางข.2) พลังงานที่ได้จะถูกนำมาใช้เพียง 20% ส่วนอีก 80% จะสูญเสียไปกับสภาพแวดล้อม นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆดังที่ได้กล่าว ในหัวข้อ 2.1

1 Met = 18.4 Btuh/ft² = 58.2 W/m² = 50 kcl/m²⊙hr

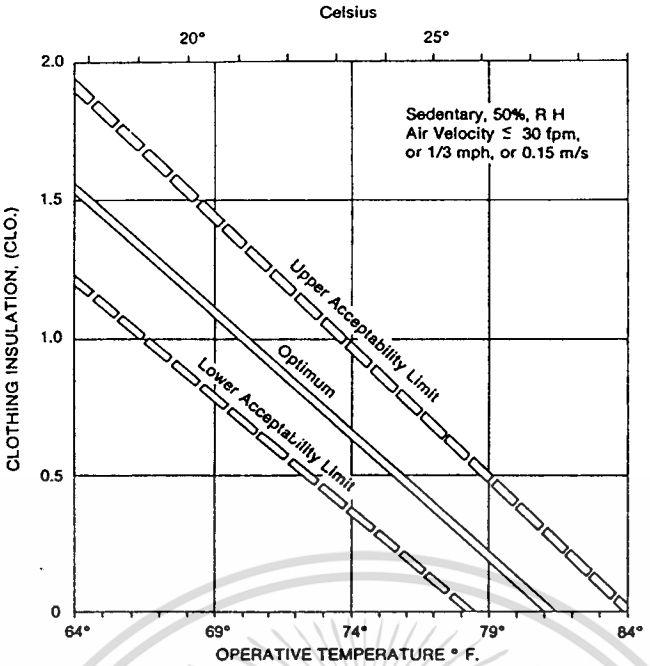


ภาพที่ 2.2 แสดงการเผาผลาญพลังงาน(Met.) ในกิจกรรมต่างๆ

ที่มา : Vaughn Bradshaw,P.E. ,Building Control Systems,หน้า19

ข. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo-Value)สามารถเพิ่มความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย ป้องกันอากาศที่หนาวเย็นได้ในฤดูหนาว หรือช่วยให้ความร้อนระบายจากร่างกายได้อย่างสะดวกเมื่อใส่เสื้อผ้าที่บางเบาในฤดูร้อน ค่า Clo-Value จะยิ่งเพิ่มขึ้นเมื่อเสื้อผ้าที่สวมใส่มีความหนามาก (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ตารางข.3) มีการแนะนำเสื้อผ้าที่สวมใส่ที่มีค่า Clo-Value ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศไว้ดังรูป

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 แสดงค่า Clo-Value ที่แนะนำกับสภาพภูมิอากาศ

ที่มา : American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc.,

ค. ปัจจัยด้านจิตวิทยา ซึ่งเป็นปัจจัยที่ยากจะทำการวัดตรวจสอบ เนื่องจากเป็นเรื่องละเอียดอ่อนมีความเกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก ของแต่ละบุคคล

นอกจากนี้ยังมีตัวย่อยแปรอื่นๆ เช่น อาหารที่บริโภค ,พื้นที่ผิวหนังของร่างกาย,สีผิว,ความอ้วน-ผอม,สภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย,เพศ,อายุ ,เชื้อชาติ ,ความเคยชิน,ฯลฯ ดังนั้นเพื่อหาขอบเขตความสบาย จึงได้มีการศึกษาเพื่อหาเกณฑ์ "มาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิ" (Thermal Comfort Scale)

2.1.3 มาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิ

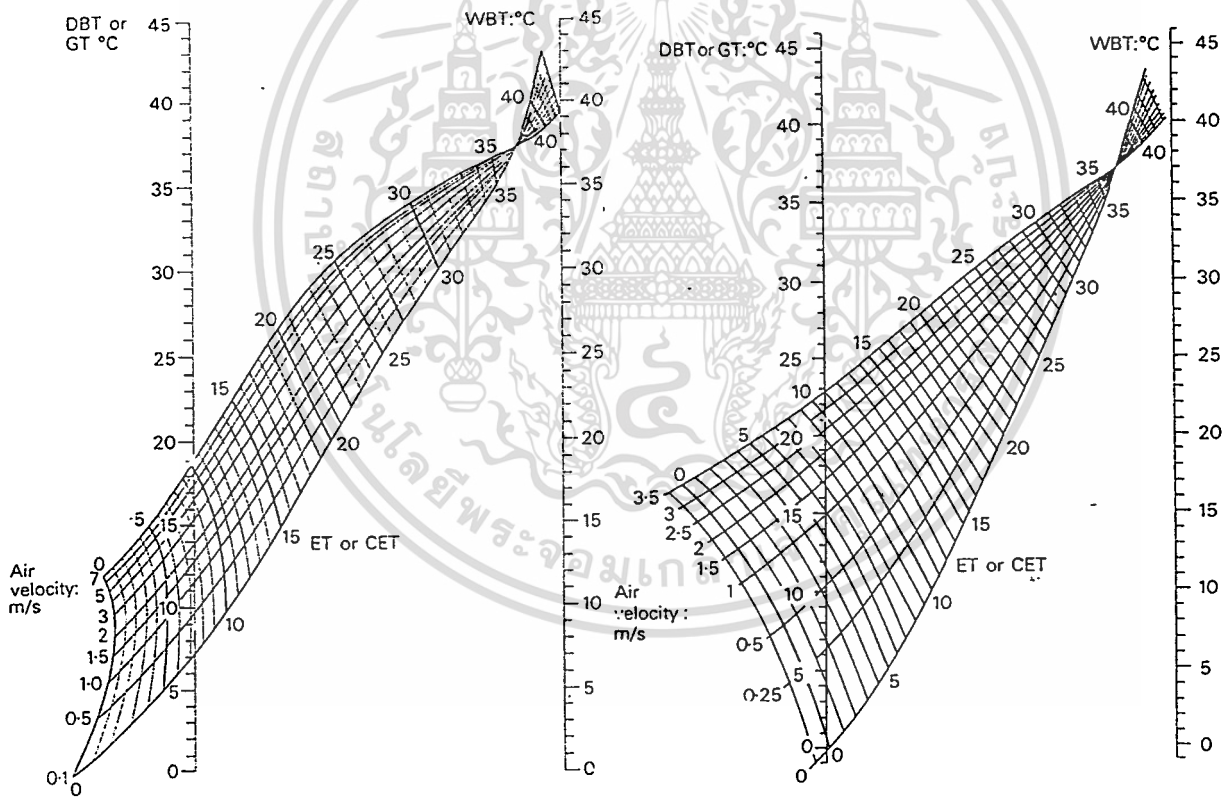
นักวิชาการหลายท่านได้ค้นคว้าทดลองวัดความรู้สึกของบุคคลในห้องที่ควบคุมตัวแปรต่างๆจากการประเมินค่าตามระเบียบวิธีทางสถิติ เพื่อหามาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิขึ้นมา จึงมีมาตรฐานจากการค้นคว้ามากมาย ในที่นี้จะกล่าวถึงแบบที่เป็นที่นิยมเท่านั้น

2.1.3.1 The Effective Temperature Index (ET) เกิดขึ้นระหว่างปี ค.ศ.1923 -1925 โดย Haughten Yaglou และ Miller (givoni ,1969) ณ.สมาคมวิศวกรการทำความเย็นและความร้อน แห่งสหรัฐอเมริกา(American Society of Heating and Ventilating Engineers) องค์ประกอบของสภาวะอากาศที่นำมารวมกันคือ อุณหภูมิอากาศ,ความชื้นและการเคลื่อนไหวของอากาศ โดยทดลองวัดความรู้สึกได้ถูกจดบันทึกทำให้เกิดเส้น Equal Comfort Line หน่วยหรือมูลฐานของดัชนี ET ได้แก่อุณหภูมิของอากาศที่อิ่มน้ำและนิ่งที่อัตราความเร็ว 0.12 m/s มาตรฐาน ET นี้เป็นมาตรฐานเบื้องต้นซึ่งไม่ได้รวมอุณหภูมิเฉลี่ยจากการแผ่รังสีของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) ต่อมาจึงได้มีการปรับปรุงเป็นมาตรฐาน CET

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

47490

2.1.3.2 The Corrected Effective Temperature Index (CET) ในปี1962 มาตรฐานนี้ถูกพัฒนามาจากมาตรฐาน ET โดยรวมเอาอุณหภูมิเฉลี่ยจากการแผ่รังสีของพื้นผิวโดยรอบ(Mean Radiant Temperature) เข้ามาประกอบ Vernon ได้เสนอแนะการใช้อุณหภูมิที่ได้จากGlobe Thermometer มาแทนที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง(DBT) ค่า CET หาได้จากการนำค่าของ Dry Bulb Temperature(DBT)และค่า Relative Humidity(RH.)มาแปลงเป็นค่า Wet Bulb Temperature (WBT) ในแผ่น Psychrometric Chart จากนั้นนำมาอ่านค่า CET จาก Diagram of Effective Temperature โดยโยงเส้นเชื่อมระหว่างอุณหภูมิกระเปาะเปียก(WBT)และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง(DBT) อ่านค่า CET จากเส้นที่ตรงกันกับค่าการเคลื่อนไหวของอากาศที่ต้องการ อนึ่งแบบมาตรฐานชนิดนี้ได้ถูกสร้างขึ้น2แบบคือสำหรับกรณีสวมเสื้อผ้าสำหรับทำงาน(เสื้อผ้าธรรมดา)และสำหรับกรณีสวมเสื้อกล้าม(เสื้อผ้าสำหรับฤดูร้อน) ในเขตร้อนชื้นมีขอบเขตภาวะสบายอยู่ระหว่าง 22-27°CET ความเร็วลมที่พอเหมาะอยู่ระหว่าง 0.15- 1.5 m/s (ไพศาล,2539)

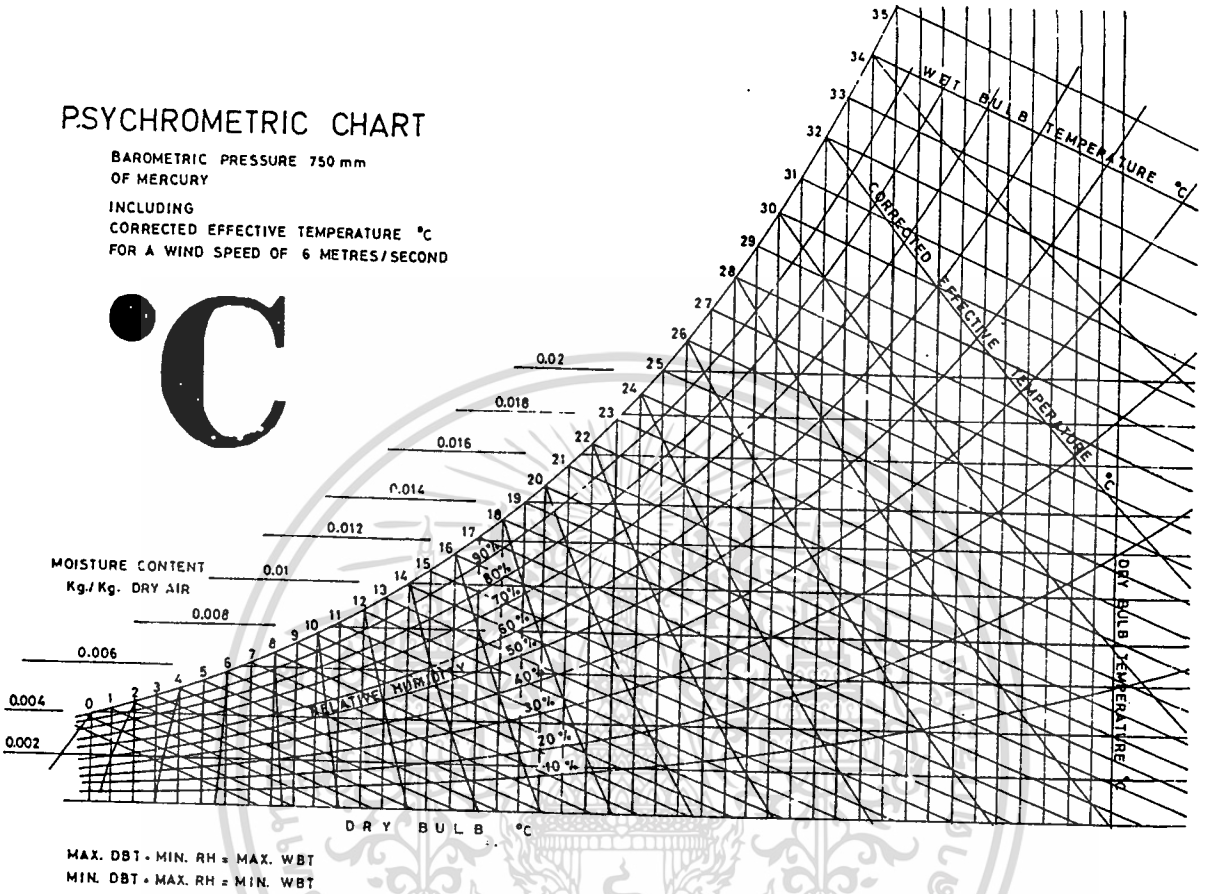


ภาพที่ 2.4 แสดง Nomogram ของ ET ,CETแบบสวมเสื้อผ้าสำหรับทำงานและแบบสวมเสื้อกล้าม
ที่มา : ไพศาล จันเตยูร , Climatic Design In Tropical Housing &Building : หน้า65,66

2.1.3.3 Psychrometric Chart เป็นแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาวะอากาศ แผนภูมิประกอบไปด้วยเส้นแสดงสมบัติต่างๆมากมาย เพื่อ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เข้าใจได้ง่ายต่อการทำความเข้าใจเราจะดูที่3ตัวแปรได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) , อุณหภูมิกระเปาะเปียก(WBT) และความชื้นสัมพัทธ์(RH.)



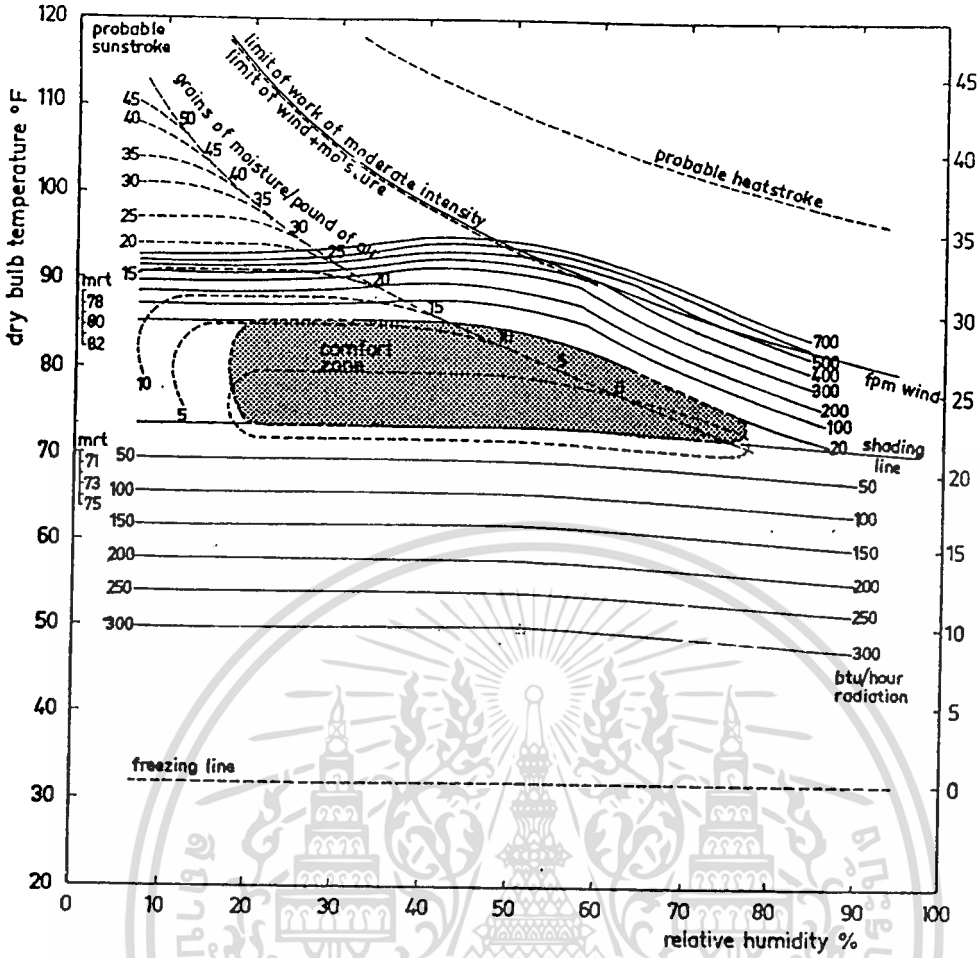
ภาพที่ 2.5 แสดง Psychrometric Chart **ที่ใช้สำหรับประเทศไทย**

ที่มา : ตรึงใจ บูรณะสมภพ , การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย หน้า41

ในแผนภูมิไซโคเมตริค จะสามารถอ่านค่าคุณสมบัติของอากาศชื้น โดยระบุค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและค่าความชื้นสัมพัทธ์

2.1.3.4 Bioclimetic Chart **ในปี**1963 Victor Olgyay **มีแนวความคิดว่าไม่ควรกำหนดตัวเลขมาตรฐานความสบายตายตัว เนื่องจากตัวแปรจากปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมแต่ละตัวถูกควบคุมได้ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน จึงได้สร้างแผนภาพ "Bioclimetic Chart" ซึ่งแสดงให้เห็นความต้องการตัวแปรเพิ่มเติมเมื่ออยู่นอกเขตภาวะสบาย(Comfort Zone) จากการศึกษา (Olgyay,1973)พบว่าคนเราจะรู้สึกสบายเมื่อ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 °C และ ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 20-75%โดยมีเงื่อนไขว่า ความเร็วลมต้องค่อนข้างสงบ(ประมาณ0-1กม./ชม. หรือ 0-50 ft /min),อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังมีค่าเท่ากัน,การแต่งกายเป็นแบบลำลอง, บุคคลดำเนินกิจกรรมสบายๆเช่นนั่งเล่น อ่านหนังสือ เป็นต้น**

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

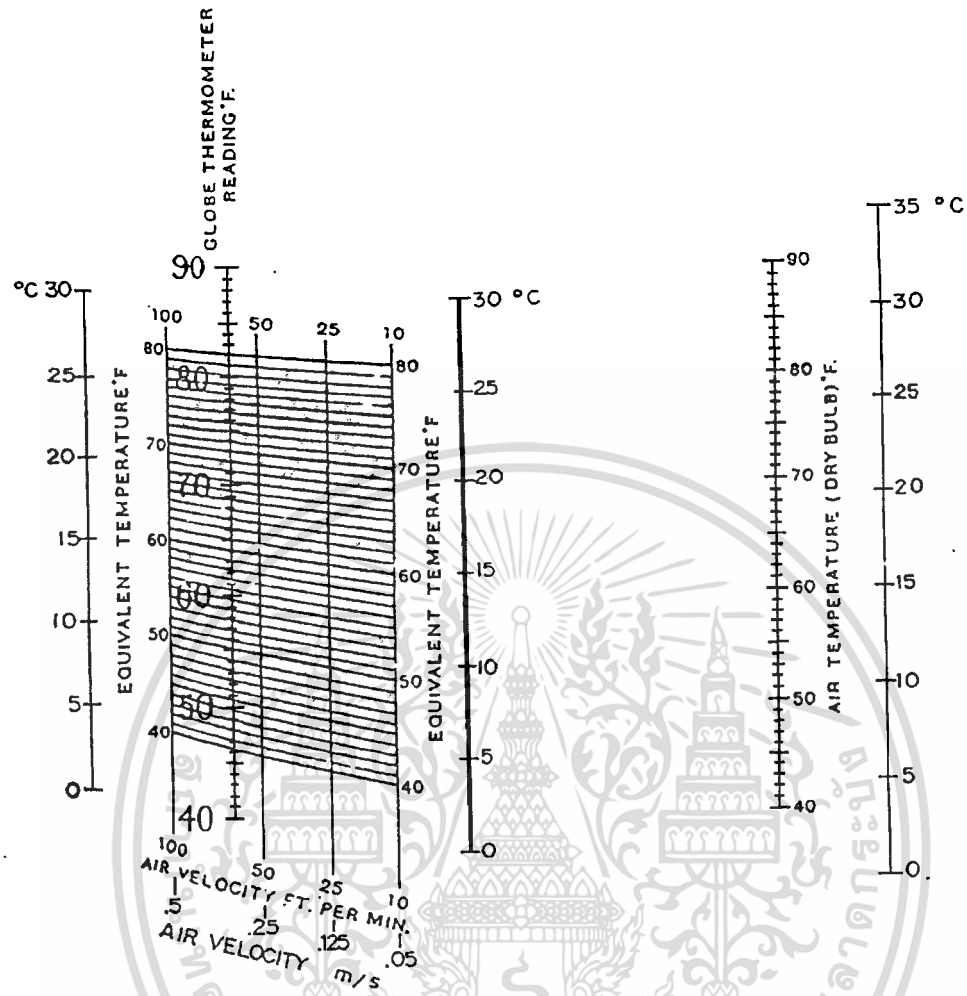


ภาพที่ 2.6 แสดง Bioclimetic Chart สำหรับละติจูด13°เหนือ ณ.กรุงเทพฯ ประเทศไทย
ที่มา : ตรึงใจ บูรณะสมภพ , การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย หน้า36

2.1.3.5 The Equatorial Comfort Index (ECI) โดย Webb ในปี1960 ณ. ประเทศสิงคโปร์ ได้จากการจดบันทึกการตอบสนองความเคยชินของอากาศ พร้อมกับการวัดอุณหภูมิ ,ความชื้น และลม พบว่ามีความสัมพันธ์สามารถเขียนเป็นสูตรได้ ค่า ECI เมื่อเขียนเป็น nomogram ออกมาจะมีลักษณะคล้ายกับ nomogram ของมาตรฐาน ET สิ่งที่ต่างกันคือ nomogram ET จะมีตารางเปิดออกส่วน nomogram ECI ตารางจะบรรจบเข้าหากันสำหรับค่าอุณหภูมิสูง ซึ่งแสดงว่าผิวหนังที่เปียกชื้นจะมีความรู้สึกมากขึ้นต่อการเคลื่อนไหวของอากาศในสภาพอุณหภูมิดังกล่าว (ปรีชญา,ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)สำหรับอุณหภูมิสบายที่เสนอแนะไว้สำหรับประเทศสิงคโปร์คือ 25.6 °C ECIสำหรับขีดความสบายที่ได้ผลดีที่สุด และขีดสูงสุดของความสบายคือ 27.7 °C ECI

มาตรฐานต่างๆที่ได้กล่าวมาต่างมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน การนำไปใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมซึ่งแต่ละมาตรฐานจะใช้ได้กับบางที่เท่านั้น ไม่อาจยกเป็นมาตรฐานสากลได้เนื่องจากข้อมูลไม่อาจครอบคลุมไปได้ทุกสภาพการณ์ ดังนั้นการเลือกใช้เกณฑ์จากมาตรฐานใด จึงต้องดูจากความเหมาะสมในการนำไปใช้ในแต่ละกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 แสดง Nomogram ของ ECI

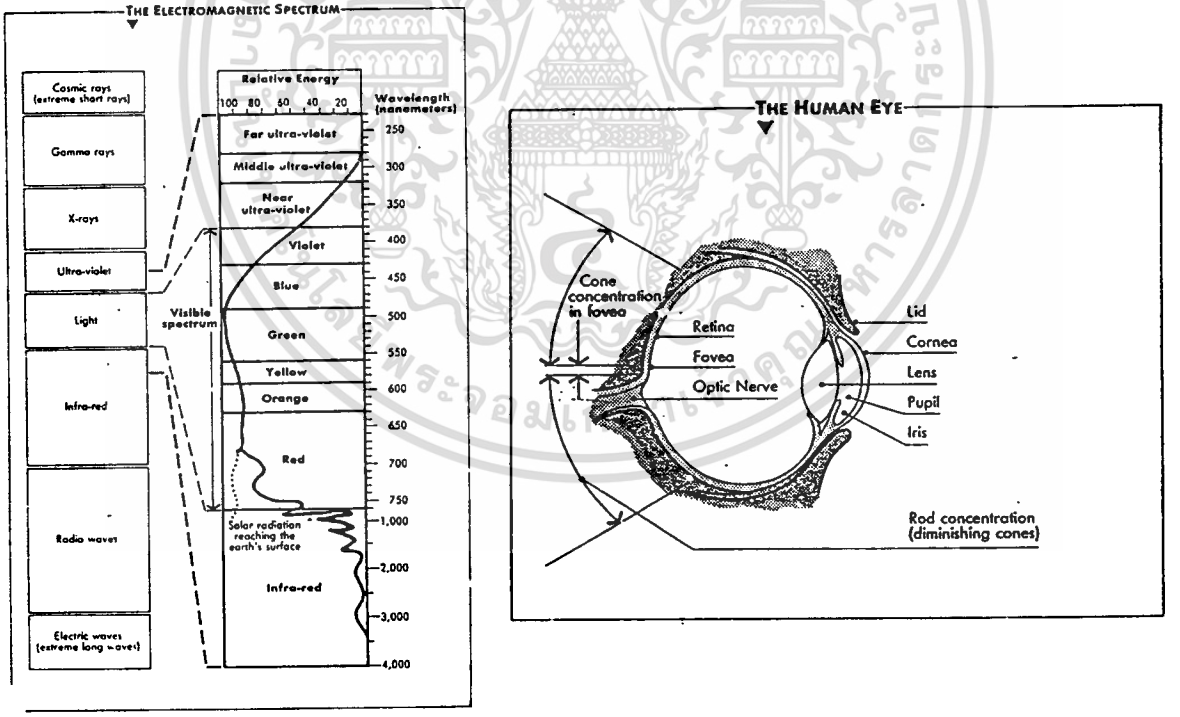
ที่มา : ปรีชญา รังสิรักษ์, แนวความคิดในเรื่องภาวะสบาย ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยถือมาตรฐาน The Equatorial Comfort Index (ECI) และ The Effective Temperature Index (ET) เป็นเกณฑ์วัดความสบายทางอุณหภูมิ ด้วยมาตรฐาน ECI เป็นเกณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาจากประเทศสิงคโปร์ซึ่งอยู่ในเขตศูนย์สูตรใกล้เคียงกับประเทศไทย และเหมาะสมที่สุดภายใต้การอยู่อาศัยปกติในสภาพภูมิอากาศแถบศูนย์สูตร ค่าตัวแปรของปัจจัยจากสภาพแวดล้อมทั้ง 4 ปัจจัยเมื่อประมวลออกมาจะได้ค่าตัวเลขตัวเดียวซึ่งจะสามารถพิจารณาได้ชัดเจนว่าสบายหรือไม่ อีกทั้งยังสามารถใช้ค่าสถิติทางภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา มาใช้คำนวณในสูตรได้โดยตรง ซึ่งสะดวกต่อการทำวิจัยในขั้นตอนต่อๆไป แต่มีข้อจำกัดในการหาช่วงของภาวะน่าสบาย(Range)สำหรับประเทศไทยที่แท้จริง ซึ่งสามารถทดแทนด้วยการใช้วิธีคำนวณจากมาตรฐาน ET

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 แสงสว่างและการมองเห็น

แสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่อยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวช่วงคลื่นตั้งแต่ 10-100,000 นาโนเมตร แต่ช่วงความยาวคลื่นที่สายตามนุษย์สามารถมองเห็นได้จะอยู่ระหว่าง 380-780 นาโนเมตร หากแยกความยาวช่วงคลื่นต่างๆออกมาจะประกอบไปด้วยสีต่างๆถึง7สี เรียกว่า สเปกตรัมของแสง(Spectrum of Light) เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดส่องไปยังวัตถุ แสงที่สะท้อนจากวัตถุจะผ่านเข้าสู่ดวงตา ผ่านแก้วตา(Cornea) โดยม่านตา (Iris) จะทำหน้าที่ปรับระดับของแสง หลังจากนั้นแสงจะผ่านเลนส์ตา (Lens) ซึ่งทำหน้าที่ปรับโฟกัสของแสงเพื่อให้ตกไปที่เรตินา (Ratina) จากนั้นประสาทตา(Nerve)จะส่งความรู้สึกไปยังสมองให้รับสัมผัสจากการมองเห็น เรตินาประกอบไปด้วยเซลล์ประสาท 2 กลุ่มใหญ่ๆได้แก่ โคน(Cones)อยู่กลางเรตินา ทำหน้าที่รับความรู้สึกทางด้านสี และช่วยแยกรายละเอียดของสิ่งต่างๆโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน เซลล์อีกกลุ่มคือ ร็อด(Rods)ช่วยให้เห็นภาพหยาบๆในช่วงกลางคืน แต่ไม่สามารถตอบสนองทางดานสีได้ ด้วยเหตุนี้เราจึงไม่สามารถแยกแยะสีได้อย่างชัดเจนในที่ๆมีแสงสลัวหรือค่อนข้างมืด



ภาพที่ 2.8 แสดงความถี่และความยาวคลื่นของพลังงานต่างๆ และโครงสร้างดวงตามนุษย์

ที่มา : Gary R. Steffy , Architecture Lighting Design , pp.3,4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ภาวะสบายทางสายตา

โดยปกติตาของมนุษย์จะสามารถปรับเพื่อรับแสงได้ในระดับหนึ่ง หากมีแสงเข้าตามากเกินไปจะทำให้มองเห็นวัตถุได้ยากรู้สึกจ้า (Glare) หากมืดเกินไปจะทำให้มองเห็นได้ไม่ชัด ปัจจัยที่มีผลต่อ"ภาวะความสบายทางสายตา (Visual Comfort)" คือ

2.1.6.1 <u>ปัจจัยด้านตัวบุคคล</u> ได้แก่สภาพสายตาของบุคคลนั้นๆ อายุ รวมถึงความเร็วในการมอง

2.1.6.2 <u>ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม</u> ได้แก่ ระดับความสว่างของวัตถุ , การสะท้อนแสงของพื้นผิว , ความเข้มของแสงเมื่อเทียบกับสภาพแสงของฉากหลัง

2.1.6.3 <u>ปัจจัยด้านจิตวิทยา</u> ได้แก่ สีของแสงและลักษณะการให้แสงโดยทั่วไปมาตรฐานวัดความสบายทางสายตา จะมีการกำหนดเพียงเฉพาะค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่วัตถุ มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux)

2.1.6 มาตรฐานวัดความสบายทางแสงสว่าง

ได้มีการกำหนดมาตรฐานความสบายทางสายตาจากสถาบันต่างๆมากมาย ซึ่งส่วนใหญ่จะกำหนดในลักษณะค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม (รวมไปถึงมาตรฐานอุปกรณ์,การติดตั้งและการป้องกัน) แต่ละมาตรฐานต่างมีข้อกำหนดที่แตกต่างกันอยู่บ้างแต่ก็ได้มีการรับรองจากสถาบันว่าสามารถใช้เป็นบรรทัดฐานได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงมาตรฐานที่เป็นที่นิยมใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงมาตรฐานวัดความสบายด้านแสงสว่าง

มาตรฐาน	ชื่อเต็ม	คำแปล
ANSI	American National Standard Institute	สำนักงานมาตรฐานสหรัฐอเมริกา
BSI	British Standard Institute	สำนักงานมาตรฐานอังกฤษ
CIE	Commission International de L'Eclairage	คณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล
EIT	The Engineering Institute of Thailand	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
IEC	International Electrotechnical Commission	คณะกรรมการมาตรฐานไฟฟ้าสากล
IES	Illumination Engineering Society of America	สมาคมวิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกา

<u>สำหรับการวิจัยครั้งนี้อ้างอิงมาตรฐาน IES เป็นเกณฑ์วัดความสบายทางแสงสว่าง</u> ด้วยมาตรฐาน IES เป็นเกณฑ์ที่ได้การยอมรับเป็นลักษณะสากล ใช้อย่างแพร่หลาย วิศวกรและสถาปนิกในประเทศไทยคุ้นเคยเป็นอย่างดี ทั้งยังสามารถทราบขอบเขตของระดับความสว่างของแต่ละพื้นที่ ที่มีกิจกรรมแตกต่างกัน ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 เกณฑ์ค่ามาตรฐานการส่องสว่าง IES

ในการกำหนดระดับการส่องสว่างสำหรับใช้งานในพื้นที่ต่างๆนั้น IES กำหนดความสว่างออกเป็น 3 ระดับ โดยใช้ค่ากลางเป็นค่าที่พอดี ส่วนค่าระดับต่ำสุด และสูงสุดใช้ในกรณีอื่นๆ คืออาจใช้ค่ามาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่นั้นๆว่าเอื้อต่อสภาพแสงหรือมีอุปสรรคต่อการมองเห็นหรือไม่ IES ได้กำหนดค่าตามพื้นที่ที่มีกิจกรรมต่างๆภายในอาคารไว้หลายประเภท ในที่นี้จะแสดงค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้เท่านั้น

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าความสบายทางแสงสว่างของอาคารสำนักงานมาตรฐาน IES

อาคารสำนักงาน	ค่าการส่องสว่าง (lx)		
พื้นที่	Min.	Mean	Max.
พื้นที่ทั่วไป,พิมพ์ดีด,คอมพิวเตอร์	500	750	1000
เขียนแบบ	500	750	1000
ห้องประชุม	200	300	500
โถงทางเข้า	100	150	200

ที่มา : IES Lighting Handbook , Illumination Engineering Society , 1981

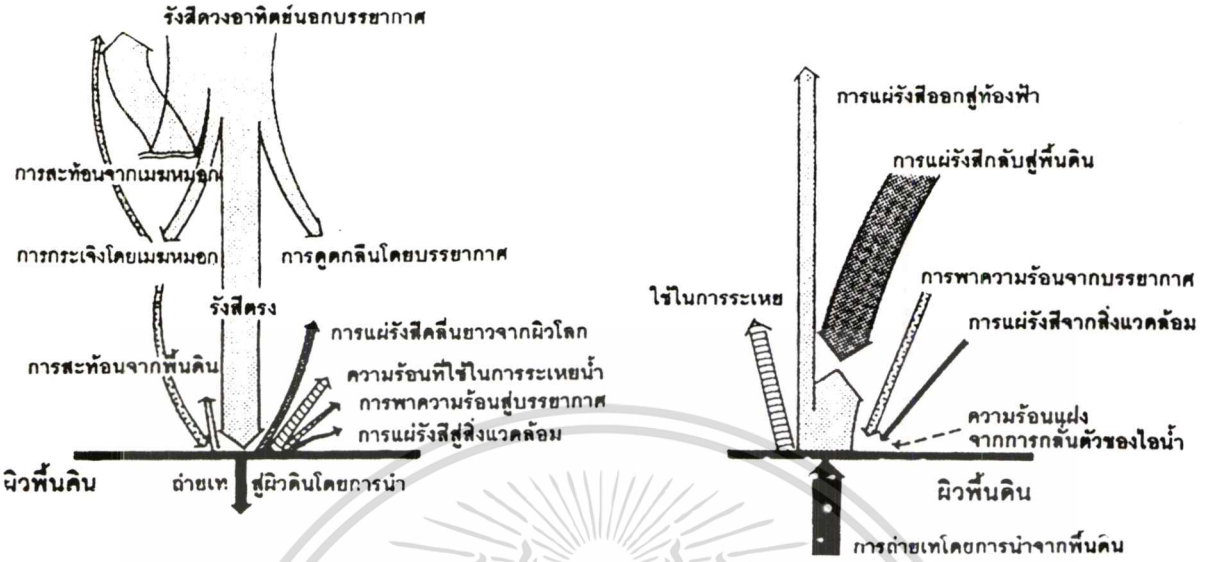
นอกจากนี้ยังมีปัจจัยย่อยอื่นๆอีกมากมายที่ส่งผลต่อ "ภาวะน่าสบาย" เช่น ระดับเสียงที่พอเหมาะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ความดัง(Loudness),ความแปรปรวน(Irregularity),ระยะความถี่(Pitch)ระดับเสียงที่เหมาะสมภายในอาคารสำนักงานอยู่ที่ 35-40 เดซิเบลล์ เขม่า ,ควัน , ฝุ่นละออง,แมลง รวมถึงกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งปัจจัยย่อยเหล่านี้ล้วนละเอียดอ่อน และยากต่อการควบคุม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการปรับตัวในสภาพแวดล้อมของบุคคลนั้นๆ

2.2 การแผ่รังสีดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ส่งผล กับโลกมากที่สุด พลังงานความร้อนที่ผิวดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิประมาณ 6,000 เคลวิน จะถูกส่งผ่านเข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลกที่ผันแปรในช่วง ± 3% โดยเฉลี่ยพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งตกลงในบรรยากาศของโลกเท่ากับ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งประกอบด้วยรังสีตรงและรังสีกระจาย พลังงานแสงอาทิตย์แบบรังสีตรงมีทิศทางค่ามุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเมื่อตกบนวัตถุสะท้อนแสง ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสจะมีรังสีตรงประมาณ 90% (100วัตต์/ตารางเมตร) ส่วนพลังงานแสงแบบรังสีกระจาย เป็นรังสีที่สะท้อนและกระจายโดยก๊าซ ฝุ่นละอองต่างๆในชั้นบรรยากาศ รวมถึงเมฆหมอก รังสีกระจายในวันที่มีเมฆมากจะมีรังสีกระจายมากถึง 90% (400วัตต์/ตารางเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

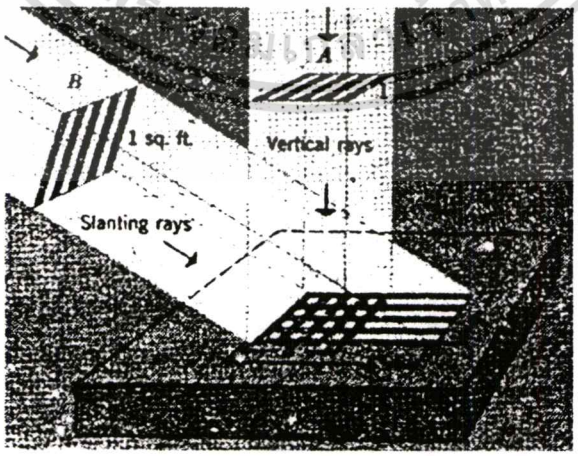
กลางวัน กลางคืน



ภาพที่ 2.9 แสดง การแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนในเวลากลางวัน และกลางคืน

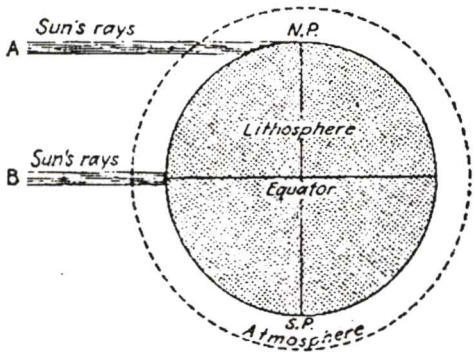
พลังงานแสงอาทิตย์ที่อยู่ใกล้ระดับพื้นดิน จะมีความสำคัญต่อมนุษย์มากที่สุด และจะไม่กระจายไปสู่บรรยากาศชั้นบน ปริมาณความร้อนที่โลกได้รับในแต่ละวันบนพื้นที่ต่างๆขึ้นอยู่กับปัจจัยเบื้องต้น 2 ประการคือ

2.2.1 <u>ความเข้มและมุมตกกระทบของแสงจากดวงอาทิตย์</u> บริเวณที่ทำมุมตั้งฉากกับแสงจากดวงอาทิตย์จะได้รับความร้อนมากกว่าบริเวณที่ลำแสงเฉียงตกกระทบ เนื่องจากมีความเข้มของแสงมากกว่า และลำแสงเฉียงสามารถคลอบคลุมพื้นที่มากกว่าลำแสงที่ตั้งฉาก



ภาพที่2.10 แสดงขนาดลำแสงเท่ากันแต่มีมุมกระทบที่ต่างกัน แสงเฉียงจะคลอบคลุมพื้นที่มากกว่าแสงแนวดิ่ง

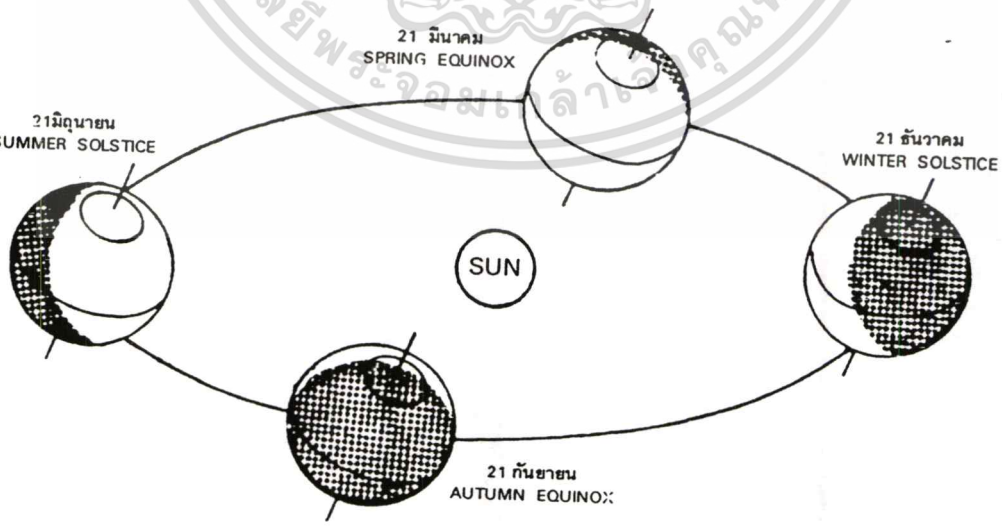
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2.11 แสดงมุมตกกระทบของแสงเฉียง และแสงดิ่งผ่านชั้นบรรยากาศซึ่งแสงเฉียงต้องผ่านชั้นบรรยากาศที่หนากว่า

ดังนั้นแสงเฉียงจะผ่านชั้นบรรยากาศที่หนากว่าลำแสงในแนวดิ่ง จึงถูกฝุ่นละออง ไอน้ำในอากาศดูดความร้อนบางส่วนไว้และสะท้อนความร้อนบางส่วนออกไปยังบรรยากาศภายนอกจึงทำให้ความเข้มของรังสีความร้อนที่ตกกระทบพื้นโลกของแสงเฉียงน้อยลงตามไปด้วย

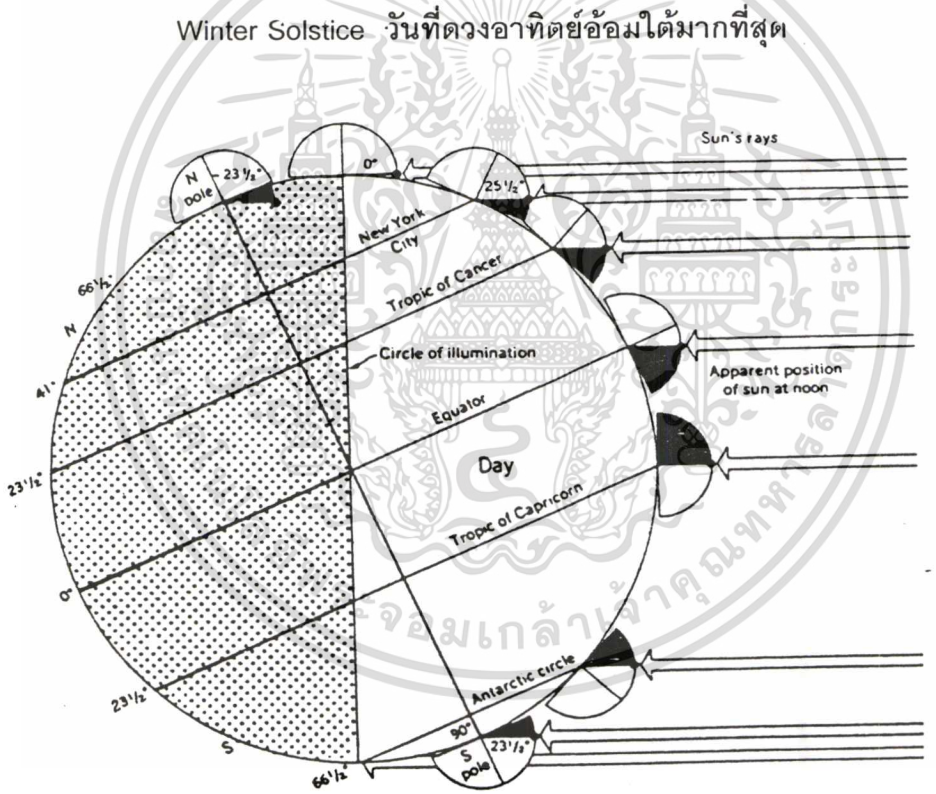
2.2.2 <u>ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดในหนึ่งวัน</u> โลกหมุนรอบตัวเองตามแกนที่เอียง 23 ½ องศากับแนวดิ่งโดยหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะวงรี ใช้เวลาประมาณ 1 ปี เมื่อพื้นที่ต่างๆบนโลกถูกรังสีความร้อนไม่เท่ากันในช่วงระยะเวลาต่างๆจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศที่แตกต่างกันไปเรียกว่า ฤดูกาล



ภาพที่2.12 แสดงตำแหน่งของโลกที่สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่เกิดฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

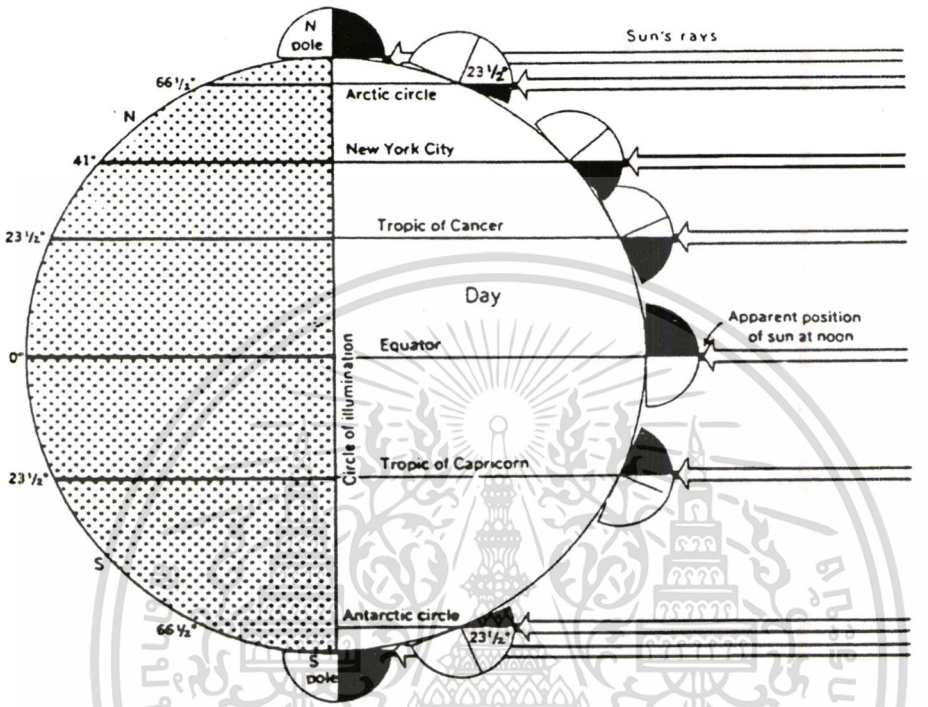
ตำแหน่งของโลกบนแนวโคจรที่เอียงแกนขั้วโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด และตำแหน่งของดวงอาทิตย์อยู่ไกลจากโลกที่สุดในวันที่ 21 มิถุนายน (Summer Solstice) เป็นช่วงเวลาที่ซีกโลกด้านเหนือยาวนาน ตรงข้ามกับวันที่ 21 ธันวาคม (Winter Solstice) ซึ่งเป็นช่วงขั้วโลกใต้หันเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด ส่งผลให้ช่วงเวลากลางคืนของซีกโลกเหนือยาวนานกว่ากลางวัน ส่วนวันที่ 21 มีนาคม เป็นวันเริ่มต้นฤดูใบไม้ผลิ (Spring Equinox) และวันที่ 21 กันยายน เป็นวันเริ่มต้นฤดูใบไม้ร่วง (Autumn Equinox) วันดังกล่าวแสงแดดจะทำมุม 90 องศากับแนวพื้นผิวของโลกโดยเฉพาะบริเวณเส้นศูนย์สูตร ส่งผลให้ในวันนี้ทุกๆแห่งบนพื้นโลกมีระยะเวลากลางวันและกลางคืน 12 ชั่วโมงเท่ากัน



ภาพที่2.13 แสดงตำแหน่งของโลกที่สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่เกิดฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Equinox ช่วงระยะเวลากลางวันและกลางคืนเท่ากัน

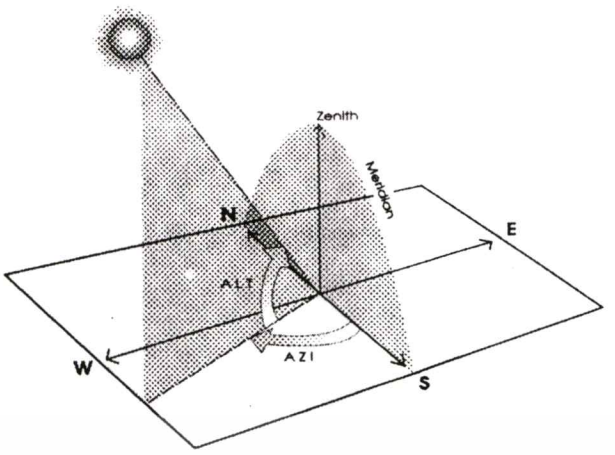


ภาพที่2.13(ต่อ)

2.3 ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า

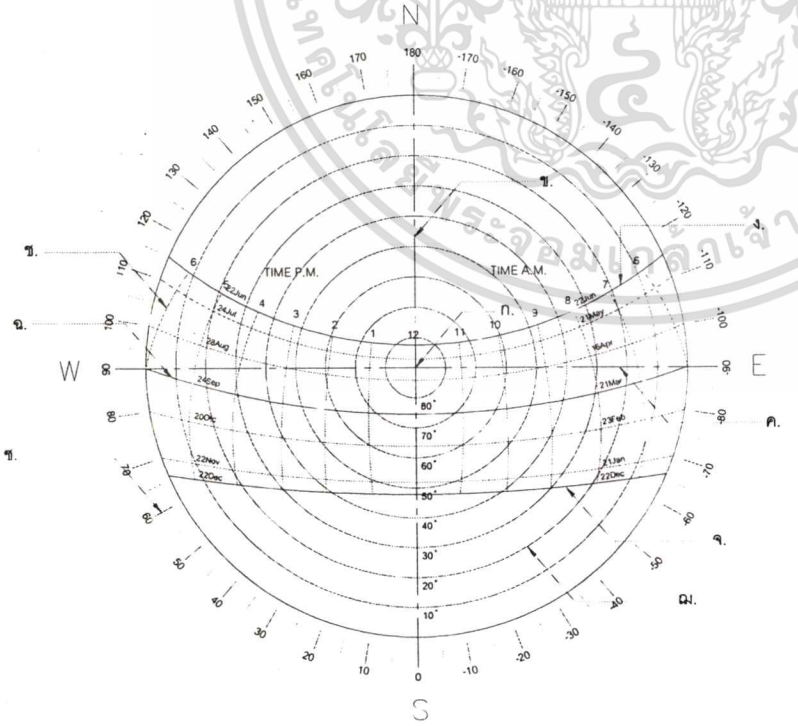
ดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าทิศตะวันออกซึ่งเป็นมุมต่ำทำให้มีความเข้มข้นของรังสีความร้อนต่อหน่วยพื้นที่น้อย จากนั้นจึงค่อยๆทำมุมสูงขึ้นจนสูงสุดในเวลาเที่ยงวัน จนกระทั่งค่อยๆลาดต่ำ และตกในทิศตะวันตก การหาพิกัดตำแหน่งของดวงอาทิตย์ทำได้โดย ต้องทราบมุมทางแนวตั้ง (Altitude)ที่กระทำกับตำแหน่งจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 90 ° และมุมทางแนวราบ(Azimuth) ซึ่งมักอ้างอิงกับทิศใต้ เมื่อวัดตามเข็มนาฬิกาจะมีค่าเป็นบวก และวัดทวนเข็มนาฬิกามีค่าเป็นลบมีค่าอยู่ระหว่าง –180ถึง + 180 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กระทำในแนวดิ่ง(Atitude Angle) และแนวนอน (Azimuth Angle) กับแกนเหนือ-ใต้

Solar Chart เป็นอุปกรณ์ที่แสดงเส้นทางของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า ณ. เวลาต่างๆในรอบปี บนสถานที่ใดๆตามเส้นรุ้ง เพื่อนำมาคำนวณหาอุปกรณ์บังแดด อาทิ จ.เชียงใหม่ ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 18° 47' เหนือ สามารถใช้ Solar Chart ที่18 °เหนือในการคำนวณได้ Solar Chart ประกอบไปด้วยเส้นต่างๆดังนี้



ก. Zenith (จุดอ้างอิง)
ข. เส้น Meridian
ค. แกนตะวันออก- ตะวันตก
ง. Summer Solstice
จ. Winter Solstice
ฉ. Equinox
ช. Solar Time
ซ. มุม Azimuth
ฌ. มุม Altitude

ภาพที่ 2.15 แสดง Solar Chart ที่ 18°เหนือ และความหมายของเส้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การออกแบบแผงบังแดด

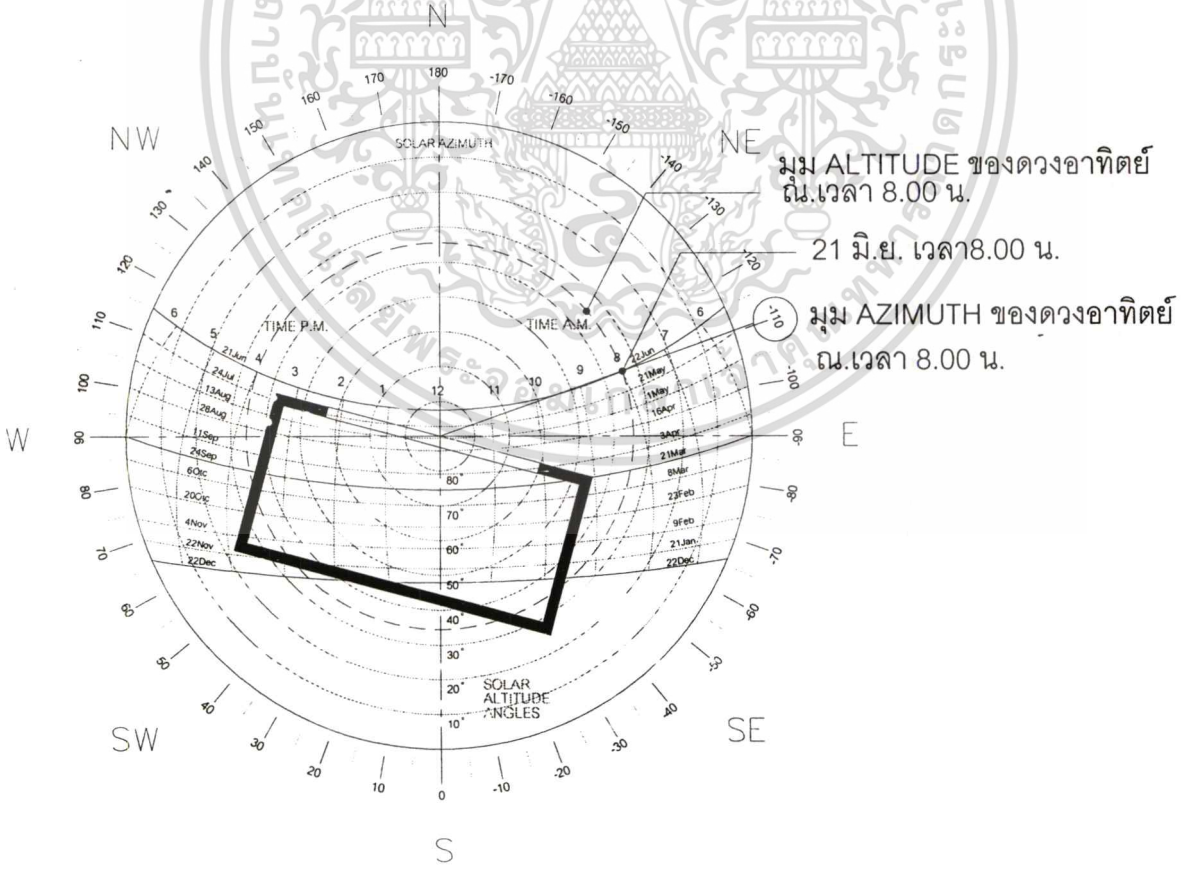
เพื่อป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่จะเข้ามาเพิ่มอุณหภูมิให้แก่อาคาร จึงต้องมีการออกแบบอุปกรณ์บังแดด ในบริเวณที่เป็นช่องเปิดของอาคารซึ่งเป็นส่วนที่รังสีความร้อนสามารถเข้ามาได้ง่ายที่สุด ดังนั้นการออกแบบอุปกรณ์บังแดดสำหรับอาคารในด้านใดก็ตามเราต้องทราบ

1.ตำแหน่งที่ตั้ง ว่าอยู่บนเส้นรุ้งที่เท่าไหร่เพื่อเลือกใช้ Solar Chart ของเส้นรุ้งนั้นๆ

2.วัน ,เวลาที่ต้องการการบังแดด

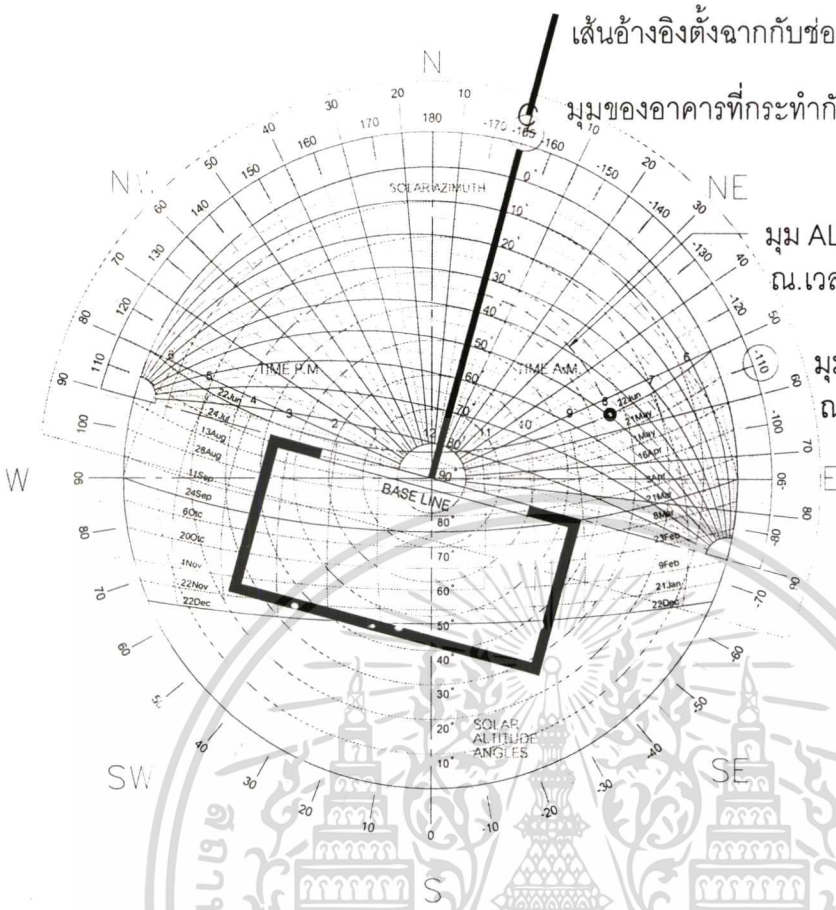
การอ่านค่าจาก Solar Chart ทำได้โดยพิจารณา วัน ,เวลาที่ต้องการกันแดด ทางทิศเหนือพิจารณาใช้วันที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือมากที่สุด(Summer Solstice) คือวันที่ 21มิถุนายน ส่วนทิศใต้ใช้วันที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้มากที่สุด(Winter Solstice) คือวันที่ 21ธันวาคม เวลาในการกันแดดส่วนใหญ่จะเริ่มตั้งแต่ 9.00-16.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่มีการใช้อาคาร จากนั้นลากเส้นจากจุดอ้างอิง (Zenith) ไปตัดกับเส้นขอกเวลา

สามารถอ่านค่ามุมทางแนวราบ(Azimuth) ได้จากScaleที่อยู่โดยรอบของ Solar Chart และ อ่านค่ามุมทางแนวตั้ง(Altitude) ได้จากเส้นวงกลมที่ซ้อนชั้นอยู่ภายใน ดังนั้นเราจะทราบตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันเวลาที่ต้องการออกแบบแผงบังแดด



ภาพที่ 2.16 แสดงการอ่านค่ามุมจาก Solar Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 (ต่อ)

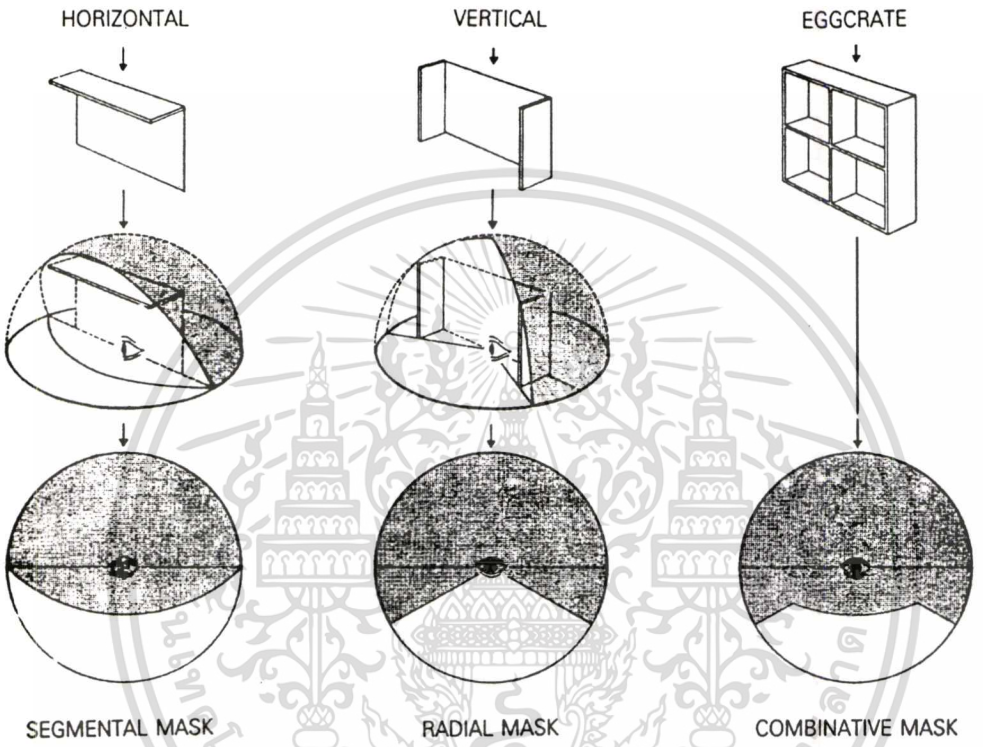
จากนั้นพิจารณาตำแหน่งของอาคารที่ทำมุมกับทิศเหนือ โดยใช้ Protractor ซึ่งมีเส้นโค้งบอกมุมทางแนวตั้งเริ่มตั้งแต่มุม 0°-90°และเส้นรัศมีบอกมุมทางแนวนอน ซ้อนลงบน Solar Chart และหมุนให้เส้นอ้างอิง(Base Line) กับผนังด้านที่ต้องการออกแบบ ดังนั้นเส้นCenter Line (CL)บน Protractor จะตั้งฉากกับผนังด้านที่ต้องการออกแบบ

ต่อมาจึงพิจารณาตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กระทำกับอาคารในด้านนั้นๆ มุมทางแนวตั้งเมื่อทาบ Protractor ลงบน Solar Chart จะได้มุมเดียวกัน ดังนั้นเราจะทราบมุมทางแนวตั้งสำหรับการออกแบบแผงกันแดดในแนวนอน(Over Hang) ส่วนมุมทางแนวราบเมื่อทาบ Protractor ลงบน Solar Chartนำค่ามุมที่มากกว่าไปหักลบกับมุมที่น้อยกว่า จะได้มุมทางแนวราบของดวงอาทิตย์ที่กระทำกับผนังด้านนั้นๆผลที่ได้จะนำไปออกแบบแผงกันแดดในแนวตั้ง(Fin)

การออกแบบแผงกันแดดในแนวนอน(Over Hang) ทำได้โดยลากเส้นแนวนอนออกมาจากขอบวงกบล่างของหน้าต่าง จากนั้นวัดองศาขึ้นไปจากค่ามุมที่อ่านได้ และทำการออกแบบแผงกันแดดในแนวนอน ส่วนการออกแบบแผงกันแดดในแนวตั้ง(Fin)ทำได้โดยการนำมุมที่อ่านค่าได้จากการกระทำกับเส้นตั้งฉากกับผนัง(CL)มาเขียนในแปลน ทั้งนี้ต้องดูด้วยว่ามุมที่กระทำนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทำในด้านซ้ายหรือขวา จากนั้นจึงทำการออกแบบแผงกันแดดในแนวตั้ง นอกจากนั้นเราสามารถนำคุณสมบัติในการบังแดดของแผงบังแดดทั้ง 2 ชนิดมาใช้ออกแบบร่วมกันได้เรียกว่าอุปกรณ์บังแดดชนิดผสม



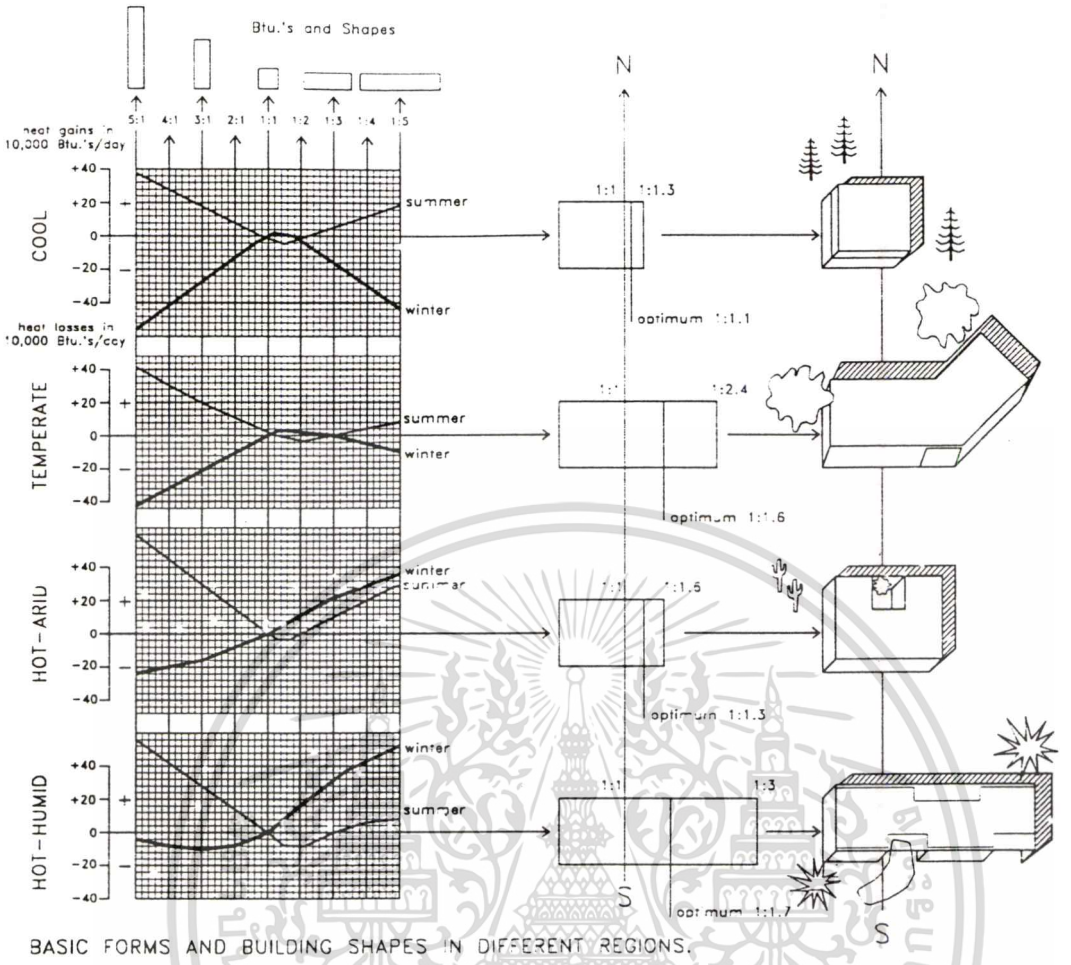
ภาพที่ 2.17 แสดงรูปแบบอุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ

2.5 การวางตำแหน่งอาคารให้เหมาะสมกับภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Orientation)

การจัดวางอาคารสามารถส่งเสริมภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิได้โดย

2.5.1 <u>จัดวางอาคารให้มีส่วนที่ถูกแดดน้อยที่สุด</u> เนื่องจากบริเวณผนังอาคารด้านทิศตะวันออก ตะวันตก และหลังคาจะเป็นบริเวณที่ถูกรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุดจากเส้นทางโคจรของดวงอาทิตย์ ดังนั้นควรออกแบบให้วางอาคารตามแกนตะวันออก-ตะวันตก และหันด้านขวางของอาคารที่มีพื้นที่มากสู่ทิศเหนือ-ใต้ จากการศึกษา(V.Olgyay.1962)พบว่าสัดส่วนอาคารกว้าง-ยาวที่เหมาะสม ในเขตร้อนชื้นคือ 1:3 และสัดส่วนที่พอดีคือ 1:1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BASIC FORMS AND BUILDING SHAPES IN DIFFERENT REGIONS.

ภาพที่ 2.18 แสดงการหาขนาด และสัดส่วนพื้นฐานที่เหมาะสมในแต่ละสภาวะอากาศ

ที่มา : Victor Olgyay , Design With Climate , pp.89

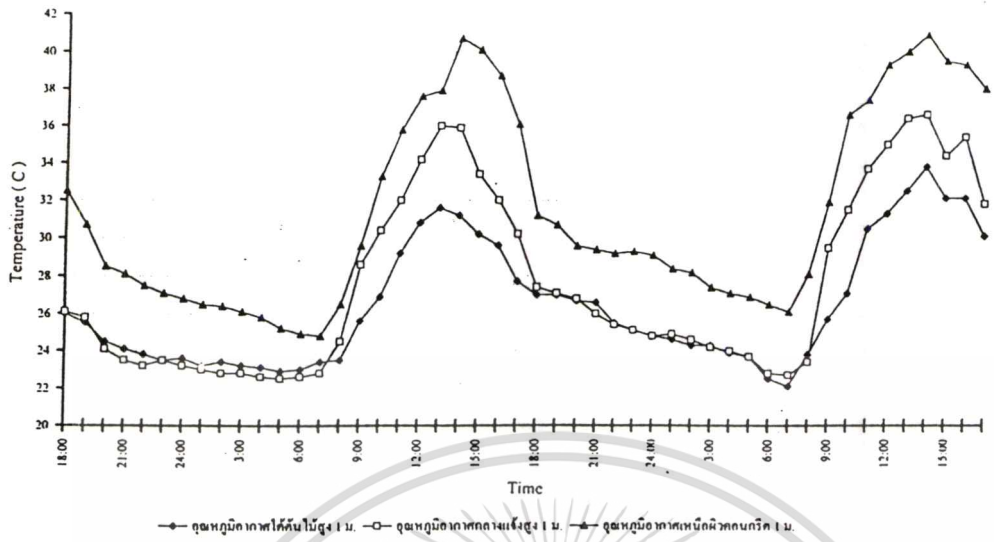
2.5.2 <u>จัดวางอาคารให้ได้รับลมในทิศทาง และความเร็วที่เหมาะสมที่สุด</u> รวมไปถึงการวิเคราะห์รูปทรงอาคาร(รายละเอียดดูข้อ 2.9)

2.6 การปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมภาวะน่าสบายภายในอาคาร

2.6.1 การใช้ประโยชน์จากต้นไม้ใหญ่ และพืชคลุมดิน

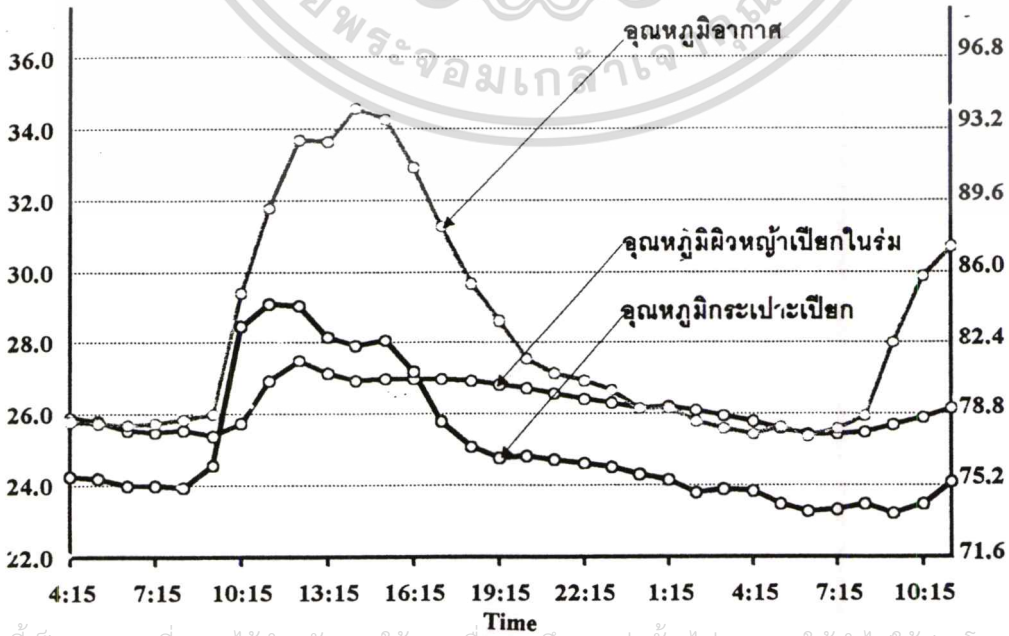
ต้นไม้ใหญ่สามารถทำให้สภาพแวดล้อมเย็นได้โดย การใช้รากดูดเอาน้ำจากใต้ดินขึ้นมาแปรสภาพเป็นไอน้ำผ่านออกทางปากใบ กระบวนการสังเคราะห์แสงดังกล่าวสามารถลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมเทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน หรือ 12.66 เมกะจูลต่อชั่วโมง (เมื่อใช้เวลาในช่วงกลางวัน 12 ชั่วโมงต่อน้ำ 65 ลิตร ต่อวัน) (สุนทร,2542)ดังนั้นต้นไม้ใหญ่นอกจากจะสามารถกรองแสงจากด้านบนแล้ว การปลูกต้นไม้ขนาดกลางร่วมสร้างร่มเงาให้กับพื้นที่จะช่วยทำให้อุณหภูมิใต้ต้นไม้เย็นกว่าอุณหภูมิเหนือต้นไม้ ประมาณ 3 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของพุ่มใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.19 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน

พืชคลุมดินนอกจากจะสามารถป้องกันความร้อนที่ส่องลงมาสู่พื้นดินแล้ว พืชคลุมดินยังทำหน้าที่ดูดซับเอาน้ำใต้ดินมาผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้อุณหภูมิผิวดินบริเวณนั้นต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ นอกจากนั้นยังพบว่าบริเวณสนามหญ้าก็มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้สภาพแวดล้อมเย็นลงคือ ต้องทำให้อุณหภูมิผิวดินเย็นลงก่อน และพบว่าในช่วงที่อากาศร้อนจัดอุณหภูมิที่ผิวหญ้าเปียก จะต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก เพราะพื้นดินที่เย็นสามารถกักเก็บความเย็นไว้ได้ อุณหภูมิจึงไม่แปรปรวนไปตามสภาพอากาศภายนอก



ภาพที่ 2.20 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวหญ้าเปียกในร่ม กับอุณหภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

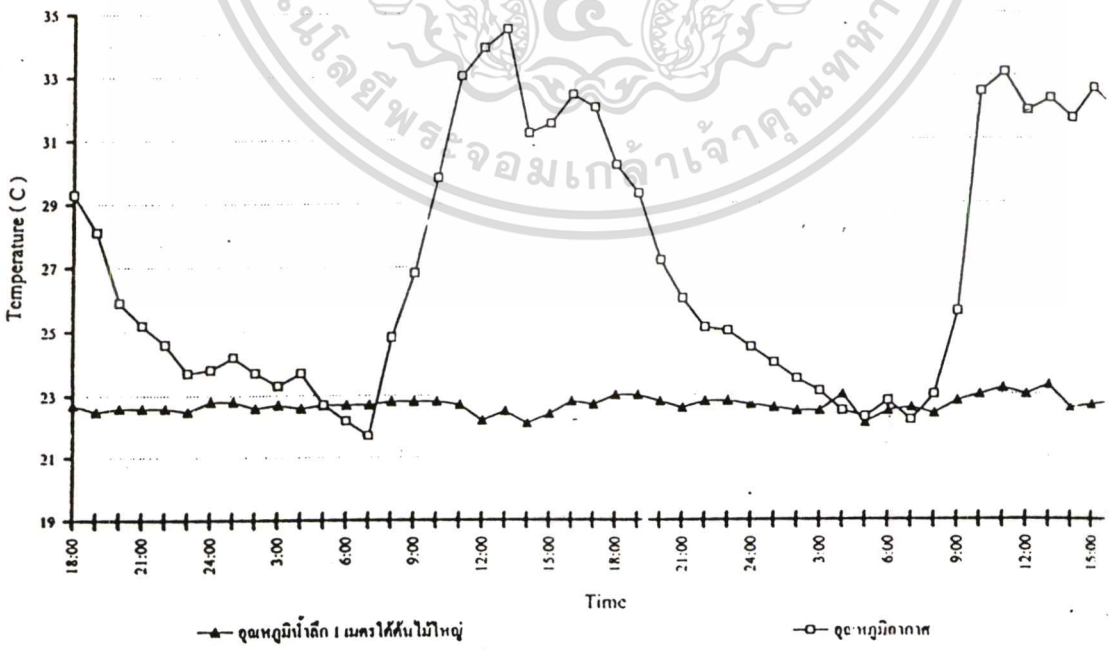
2.6.2 การใช้ประโยชน์จากดิน และจากความลาดเอียงของดิน

จากการศึกษา(อเนก,2539)พบว่าประเทศไทย ที่ระดับความลึก 0.60 เมตรจากผิวดิน มีอุณหภูมิเฉลี่ยของดินประมาณ 26-27องศาเซลเซียส ซึ่งไม่แปรปรวนไปตามสภาวะอากาศ ดังนั้นหากจะใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิของดินให้มีประสิทธิภาพ ต้องปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้ดินมีความเปียก อยู่ภายใต้ต้นไม้ใหญ่ ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน มีกระแสลมพัดผ่านเพื่อให้ไอน้ำระเหยและกระจายความร้อนกลับสู่ท้องฟ้า ดินที่มีความเย็นมากจะค่อยๆถ่ายเทความเย็นสู่ชั้นดินที่อยู่ลึกลงไปทำให้ความเย็นกระจายไปทั่วทั้งบริเวณ และสามารถเหนี่ยวนำความเย็นเข้าสู่อาคารได้หากมีการป้องกันความชื้นจากส่วนของอาคารที่สัมผัสกับดิน

ความลาดเอียงของพื้นดิน สามารถช่วนควบคุมการไหลของอากาศบริเวณพิวพื้นได้ดี อีกทั้งยังสามารถเอียงพื้นดินให้มีพื้นที่ถูกแสงอาทิตย์น้อย เมื่อปรับแต่งให้เนินดินเอียงลาดไปทางทิศเหนือร่วมกับการปลูกหญ้า พืชคลุมดิน หรือต้นไม้ใหญ่

2.6.3 การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตร ขึ้นไปสามารถสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมได้ โดยให้กระแสลมพัดผ่านผิวหน้าของน้ำที่เย็น และมีระยะทางที่ยาวเพียงพอ จะทำให้อุณหภูมิอากาศค่อยๆเย็นลงพร้อมกับความชื้นที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรระวังการสะสมความชื้นขึ้นภายในอาคาร และควรออกแบบให้อาคารมีการระบายอากาศที่ดี



ภาพที่ 2.21 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ได้รับร่มเงา และอุณหภูมิอากาศ

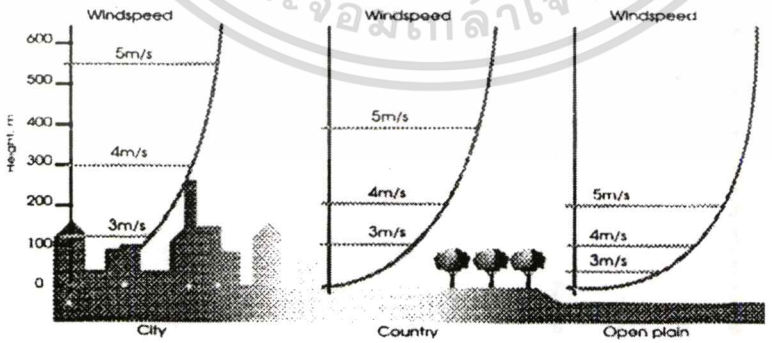
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 กระแสลมและการระบายอากาศ

แนวความคิดในการใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติ หรือการพัดผ่านของลมมาช่วยแก้ปัญหาในอาคาร เป็นการช่วยเกิดสภาพความสบายขั้นมูลฐานภายในอาคาร การเคลื่อนที่ของอากาศจะช่วยให้เกิดความสดชื่น เพราะเป็นการเพิ่มระดับการระเหยให้กลายเป็นไอ ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิที่ผิวกายลดลง ความเร็วลมที่สูงขึ้นจะช่วยเร่งการเพิ่มขึ้นของความชื้นอากาศ ซึ่งหมายถึงร่างการของผู้อาศัยในอาคารจะรู้สึกสบายมากขึ้น แต่เมื่อความชื้นในอากาศมีระดับสูงถึง 100% ร่างกายจะไม่สามารถระบายความร้อนด้วยเหงื่ออีกต่อไป

การลดอุณหภูมิโดยการผ่านของกระแสอากาศจะเกิดผลดี เมื่ออุณหภูมิของอากาศมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวของร่างกาย ซึ่งมีค่าระหว่าง 95-97 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 35-36.1 องศาเซลเซียส ตรงกันข้ามถ้าอุณภูมิของอากาศมีค่าสูงกว่าอุณภูมิที่ผิวของร่างกายผู้อาศัยในอาคาร ความเร็วของลมที่จะช่วยเร่งให้เกิดการระเหยกลายเป็นไอ จะไม่สามารถก่อให้เกิดสภาวะความสบายต่อผู้อาศัยได้ ซึ่งเป็นเหตุผลที่จะอธิบายว่า บรรยากาศในเขตร้อนแห้งจึงต้องป้องกันไม่ให้ลมพัดผ่านเข้าไปในอาคารในเวลากลางวัน

ลมเกิดจากความกดดัน และอุณหภูมิที่ต่างกัน อันมีสาเหตุจากการกระจายความร้อนจากดวงอาทิตย์มายังผิวโลกไม่เท่ากันทุกพื้นที่ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นในชั้นบรรยากาศ อากาศที่ลอยตัวขึ้นจากพื้นที่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร ไปถึงเส้นรุ้งที่ 30 องศาเหนือ และใต้จะเป็นอากาศร้อนแต่บริเวณถัดขึ้นไปจะเป็นอากาศเย็น ลักษณะการไหลเวียนของอากาศขึ้นอยู่กับ การหมุนตัวของโลกประกอบกับการแผ่รังสีความร้อนของพื้นดิน และมหาสมุทร เป็นสาเหตุให้เกิดความแตกต่างของชั้นความกดอากาศ และอุณหภูมิ โดยลักษณะของภูมิประเทศจะมีส่วนกำหนดความเร็วของลมที่จะเกิดขึ้น (มาลินี,2543)



ภาพที่ 2.22 แสดงความเร็วลมที่สัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่ต่างๆ

นอกจากนี้ยังมีลมประจำถิ่น ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของภูมิประเทศการพัดของลมประจำถิ่นมีรูปแบบอยู่ 3 ประการ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 พัดจากพื้นน้ำสู่พื้นดิน และพัดจากพื้นดินสู่พื้นน้ำ เกิดจากคุณสมบัติในการรับพลังงานความร้อนแตกต่างกัน เรียกว่าลมบก - ลมทะเล

2.7.2 พัดจากเชิงเขาสู่ยอดเขา และพัดจากยอดเขาสู่เชิงเขา เกิดจากการคายความร้อนตามหลักอากาศที่เย็นกว่าจะหนักกว่าอากาศที่อุ่น ดังนั้นในช่วงเวลากลางคืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่สะสมอยู่บริเวณที่ราบจะแผ่รังสีความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า ทำให้อากาศเย็นตามผิวดินเคลื่อนตัวจากยอดเขาสู่ที่ราบเชิงเขา ต่างกับปรากฏการณ์ในเวลากลางวันที่บริเวณยอดเขา จะถูกรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ก่อนในช่วงเช้าจากนั้นจึงเริ่มสะสม และแผ่รังสีความร้อน อากาศเย็นจึงเคลื่อนตัวขึ้นไปสู่ยอดเขาในเวลากลางวัน

2.7.3 พัดจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ มักเป็นการไหลของอากาศหนาว ไหลจากที่ที่มีความกดอากาศสูงสู่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ

เมื่อคุณภาพของอากาศภายนอกดี การระบายอากาศจะส่งผลต่อความเย็นภายในอาคารได้ 3ลักษณะคือ

ก. <u>การระบายอากาศช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคาร</u> โดยหมุนเวียนแลกเปลี่ยนระหว่างอากาศภายในที่ร้อนขึ้นจาก Solar Heat Gain และอากาศภายนอกที่เย็นกว่า ส่งผลให้คุณภาพของอากาศภายในอาคารดีขึ้น

ข. <u>ส่งเสริมให้เกิดภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิแก่ผู้ใช้อาคาร</u> โดยพัดพาความร้อนที่เกิดจากกระบวนการเผาผลาญอาหารภายในร่างกาย และความชื้นที่เกิดจากการระเหยของเหงื่อออกไป

ค. <u>กระแสลมช่วยพัดพาความร้อนที่สะสมอยู่ที่ในวัสดุ</u> ส่วนต่างๆของอาคารออกไปภายนอกอาคาร ลดการสะสมพลังงานความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้

การที่จะนำระบบระบายอากาศตามธรรมชาติ มาใช้ในอาคารให้ได้ผลเต็มที่ จะต้องใช้แนวความคิดของการทำให้เกิดการระบายอากาศตามขวาง (Cross Ventilation) ซึ่งหมายความว่า พื้นที่ผนังในส่วนที่เป็นทางเข้าของกระแสอากาศ จะต้องขนานกับผนังในฝั่งตรงข้ามที่เป็นส่วนทางออกของกระแสลม

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นเรื่องที่นำมาใช้ทางปฏิบัติค่อนข้างยาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศภายในอาคาร เนื่องจากของเขตภาวะสบาย มิได้ขึ้นอยู่กับระดับอัตราการแลกเปลี่ยนของอากาศที่เข้าสู่พื้นที่ในอาคาร แต่อากาศดีที่เข้าไปแทนที่อากาศเสียนั้น จะต้องมีความเร็วด้วย เพื่อทำให้เกิดการเร่งการระเหยของเหงื่อจากร่างกายของคนทำงาน หรืออาศัยในพื้นที่อาคารนั้น จากการศึกษาวิจัยของมหาวิทยาลัยแห่งชาติของสิงคโปร์ ได้อธิบายเรื่องอัตราความเร็วที่ ต้องการในการเคลื่อนที่ของอากาศในเขตร้อนชื้นไว้ โดยจะต้องไม่ต่ำกว่า 2 เมตรต่อนาที หรือ 400 ฟุตต่อวินาที เพื่อให้เกิดสภาวะความสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางอุณหภูมินอกจากนี้ในการที่มีกระแสลมพัดผ่านผิวร่างกายและรู้สึกถึงความเย็น (Cooling Sensation) และสบายขึ้นก็คือ ในทุกความเร็วกระแสลม 1 กม. ต่อชั่วโมงหรือ 55 ฟุตต่อนาที ของกระแสลมที่เพิ่มขึ้น ความรู้สึกจะเย็นลง 0.4 องศาเซลเซียส

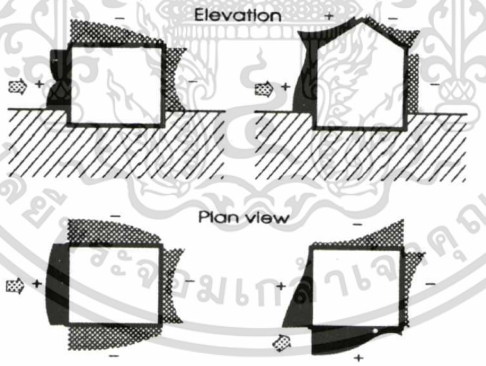
คุณลักษณะเฉพาะของการเคลื่อนที่ของกระแสลม อาจกล่าวเป็นข้อๆ ดังนี้

ก. ความเร็วลมในระดับใกล้ผิวพื้น จะมีความเร็วช้ากว่าในระดับความสูงที่สูงกว่า และจะมีค่าคงที่ ณ ระดับความสูงหนึ่ง ที่เรียกว่า ความสูงในแนวลาด (Gradient Height)

ข. การเคลื่อนที่ของกระแสลมจะอยู่ในทิศทางเดิม เมื่อพบสิ่งกีดขวาง จะเคลื่อนย้ายผ่านโดยรอบสิ่งกีดขวางนั้น เปรียบเหมือนน้ำไหล ซึ่งมีผลต่อระดับความเร็วของกระแสลมด้วย

2.8 กระแสลมที่มีผลต่อความกดอากาศรอบอาคาร

เมื่อมีกระแสลมพัดมาปะทะตัวอาคารในลักษณะตั้งฉากกับอาคาร ทำให้เกิดการกระจายตัวออกไปโดยรอบอาคาร ผนังด้านที่ลมปะทะจะเกิด Positive Pressure ส่วนด้านข้างและด้านหลังรวมทั้งหลังคาจะเกิด Nagative Pressure มีลักษณะคล้ายแรงดูด แต่หากกระแสลมพัดปะทะตัวอาคารในแนวเฉียง Positive Pressure จะเกิดบริเวณมุมอาคารและผนังข้างๆแทน ส่วนด้านหลังทั้ง 2 ด้านจะเกิด Nagative Pressure และการม้วนวนของกระแสลมเรียกว่า บริเวณอับลม หรือ Wind Shadow

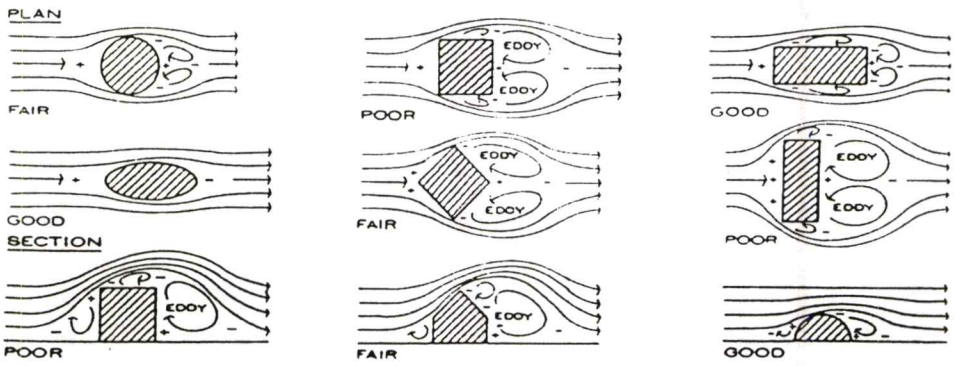


ภาพที่2.23 แสดงการเคลื่อนตัวของกระแสลมเมื่อปะทะกับอาคาร

2.9 รูปทรงของอาคาร และการจัดวางที่มีผลต่อกระแสลม

รูปทรงของอาคารมีผลกับทิศทาง และความเร็วของกระแสลม อาคารรูปทรงกลม หรือทรงโค้งกระแสลมที่ปะทะจะเคลื่อนตัวผ่านได้ไวกว่า อาคารที่มีรูปทรงเป็นเหลี่ยมมุม เนื่องจากเป็นรูปทรงที่ต้านลม ทั้งยังเกิดการม้วนวนของกระแสลมบริเวณด้านหลังอาคาร เกิดเป็นบริเวณอับลม นอกจากนี้ส่วนประกอบต่างๆของอาคารอาทิ ชายคาที่ยื่นยาว ระเบียง อุปกรณ์กันแดด ต่างส่งผลต่อแนวการเคลื่อนที่ของกระแสลมทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

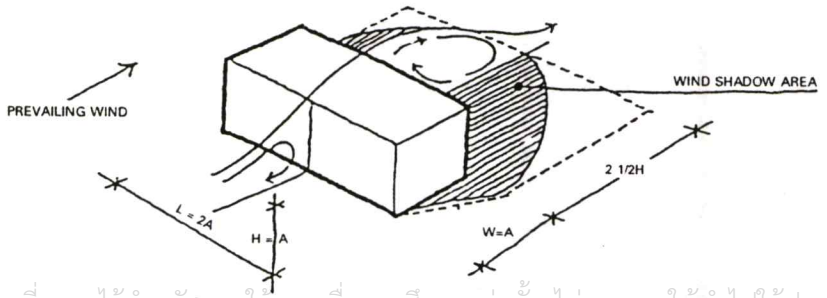


ภาพที่ 2.24 แสดงรูปทรงของอาคารแบต่างๆที่มีผลกับกระแสลม

บริเวณที่เป็นปัญหาสำหรับการระบายอากาศคือบริเวณ Wind Shadow ซึ่งเป็นแหล่งสะสมฝุ่นละออง ,เศษดินทราย ฯลฯที่มาพร้อมกระแสลม จากการศึกษา(M.Evans ,1980) พบว่า Wind Shadow มักจะเกิดบริเวณด้านหลังของอาคารที่ปะทะกับกระแสลม และความเร็วของลมไม่มีผลต่อการเกิด Wind Shadow ส่วนขอบเขตของของ Wind Shadow ขึ้นอยู่กับขนาดและสัดส่วนของอาคารตามตาราง2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงอาคารและ Wind Shadow

Building form			Wind shadow length (xH) Length of the building (L)					Wind direction
Width (W)	Height	Roof pitch	2A	4A	8A	16A	24A	⟶
A	A	0 °	2 ½	3 ¾	5 ¼	8	8 ¾	
2A	A	0 °	2	2 ¾	3 ¾	6	7	
3A	A	0 °	2 ¼	3 ¼	4 ½	5 ¾	5 ½	
A	2A	0 °	5 ¼	8 ¼	11 ¾	16 ¼	18	
A	3A	0 °	6 ¾	11 ½	16 ½	18 ¾	20 ¼	
2A	2A	45 °	2 ¾	5 ¼	9 ¼	13 ¼	15	
2A	1.6A	30 °	3	4	6 ¾	10	13	
2A	1.5A	15 °	3	5 ½	8 ¼	11 ½	14 ½	
2A	A.5A	15 °	2 ½	4 ½	6 ½	11	13 ¾	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถคำนวณหาค่าความเร็วลมที่ปะทะตามตำแหน่งต่างๆภายนอกอาคารได้จากสมการ Power Law ซึ่งเป็นกฎที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อม กับความเร็วลมที่ระดับความสูงต่างๆ

$$V_z = V_G (Z / Z_G)^{\alpha}$$

V_z = ความเร็วลมตามระดับความสูงที่ต้องการทราบ (กม./ชม.)

V_G = ความเร็วลมที่ระดับที่อ้างอิง (กม./ชม.)

Z = ความสูงของจุดที่ต้องการทราบความเร็วลม (ม.)

Z_G = ความสูงของความเร็วลมระดับ (ม.)

α = ดัชนีค่าแรงเสียดทานของพื้นผิว

ตารางที่ 2.6 แสดงดัชนีค่าแรงเสียดทานของพื้นผิว

ลักษณะพื้นผิว	α
ผิวเรียบ หรือ เหนือผิวน้ำและทรายเรียบ	0.10
ที่โล่ง มีหญ้าขึ้นประปราย พื้นผิวขรุขระ	0.16
มีหญ้าขึ้นสูง หรือทุ่งหญ้า	0.18
ทุ่งหญ้ารก หรือป่าเตี้ยๆ ไม้พุ่ม	0.20
ป่ารก มีต้นไม้สูง	0.30
ในเมือง ตึกสูง	0.40

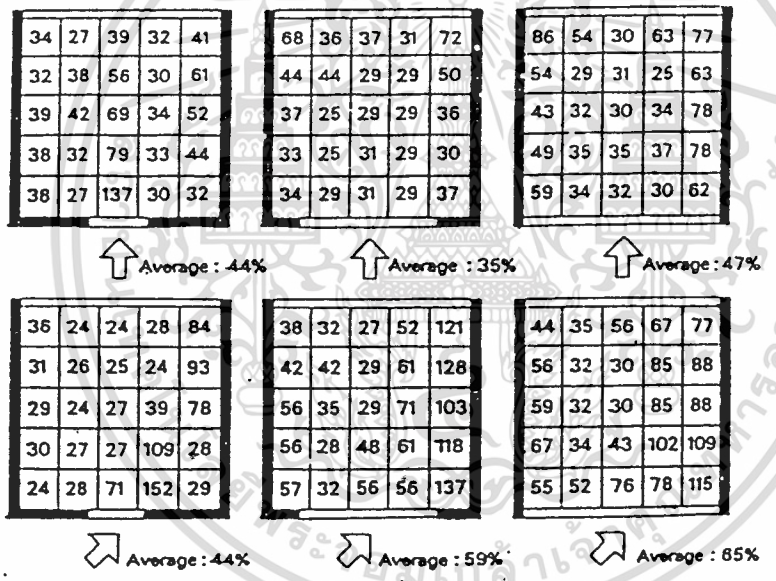
2.10 การออกแบบช่องเปิดที่สัมพันธ์กับการระบายอากาศ

การระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพจะเกิด Cross Ventilation ซึ่งเกิดจากความกดอากาศสูงเมื่อเปิดช่องเปิดเพื่อให้ลมเข้า และความกดอากาศต่ำที่ช่องเปิดทางลมออก จะเกิดการเหนี่ยวนำอากาศจากความกดอากาศที่แตกต่างกันผ่านเข้าภายในห้อง ดังนั้นการระบายอากาศให้ได้ผลดีนั้นนอกจากจะต้องคำนึงถึงขนาดช่องทางลมเข้า และลมออกแล้วยังต้องคำนึงถึงทิศทางของกระแสลมธรรมชาติที่กระทำกับช่องเปิดด้วย จากการศึกษา(Givoni ,1969)พบว่ามุมที่กระแสลมทำกับช่องเปิดโดยตรง(90°) ไม่ได้ให้ผลที่ดีที่สุดเสมอไป ในบางกรณีกระแสลมที่พัดแบบทะแยงกลับให้ผลดีกว่า ทั้งนี้มีปัจจัยหลักคือขนาดช่องเปิดให้ลมเข้าและลมออก รวมทั้งส่วนประกอบต่างๆของอาคารเช่น อุปกรณ์บังแดด , ฉากกั้นห้อง ,ราวระเบียง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของช่องเปิด และทิศทางของลม

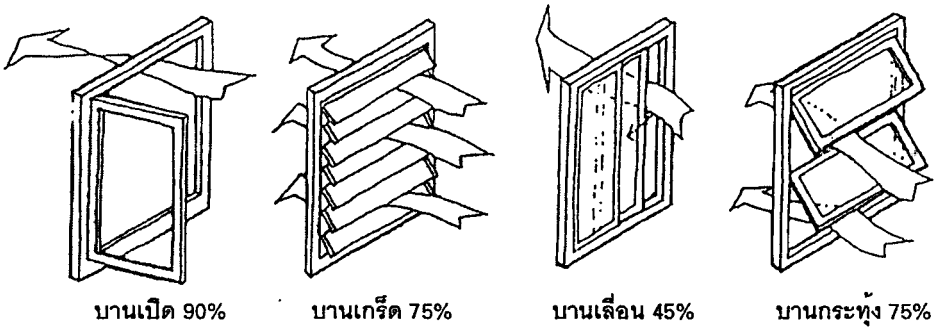
ความกว้างช่องเปิด	ความกว้างของเปิด	อัตราเคลื่นที่ของลมต่อความเร็วลมภายนอก(%)	
ให้ลมเข้า	ให้ลมออก	ลมปะทะแบบตั้งฉาก(90°)	ลมปะทะแบบทะแยง(45°)
1/3	1/3	35	42
1/3	2/3	39	40
1/3	3/3	44	44
2/3	1/3	34	43
2/3	2/3	37	51
2/3	3/3	35	59
3/3	1/3	32	41
3/3	2/3	36	62
3/3	3/3	47	55



ภาพที่ 2.25 แสดงอัตราการเคลื่อนที่ของลมเมื่อมีขนาดช่องทางลมเข้า และออกแตกต่างกัน

จากตารางที่2.7 จะพบว่าเมื่อความกว้างของช่องเปิดทางลมเข้า และลมออกมีขนาดเท่ากันและกว้างจนสุดผนังทั้งสองด้าน จะให้ผลดีที่สุด พิจารณาจากกรณีที่มีลมพัดแบบทะแยงจะทำให้อัตราการระบายอากาศภายในห้องมากที่สุดถึง 65%ของความเร็วกระแสลมภายนอกอาคาร และกรณีที่มีลมพัดแบบตั้งฉากกับช่องเปิด จะทำให้มีอัตราการระบายอากาศภายในห้องถึง 47% ของความเร็วกระแสลมภายนอก ทั้งนี้รูปแบบของหน้าต่างมีผลต่ออัตราการระบายอากาศเช่นกัน ดังนั้นการเลือกใช้หน้าต่างรูปแบบใดควรคำนึงถึงลักษณะการใช้งานของพื้นที่นั้นเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.26 แสดงสัดส่วนของกระแสลมที่สามารถผ่านหน้าต่างรูปแบบต่างๆ

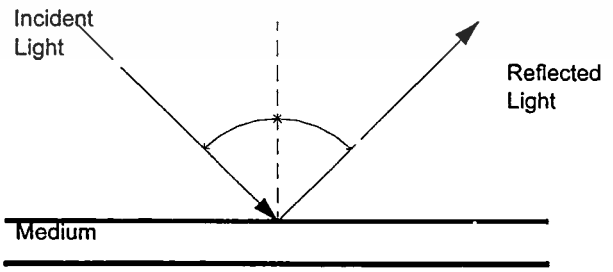
2.11 แสงสว่าง และพฤติกรรมของแสง

แสงสว่างช่วยให้มนุษย์มองเห็นสิ่งต่างๆ จากการสะท้อนกับวัตถุมาเข้าตาของเรา เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิด เดินทางผ่านตัวกลางประเภทต่างๆจะทำให้พฤติกรรมของแสงเปลี่ยนไปตามคุณสมบัติของตัวกลางดังนี้

2.11.1 การดูดกลืน (Absorption) คือปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลางเกิดการเปลี่ยนเปลงพลังงานจากรังสีคลื่นสั้น เป็นรังสีคลื่นยาว กลายเป็นพลังงานความร้อนสะสมอยู่ภายในตัวกลาง

2.11.2 การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนออกโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงไม่เปลี่ยนไป ลักษณะการสะท้อนแสงแบ่งออกเป็น

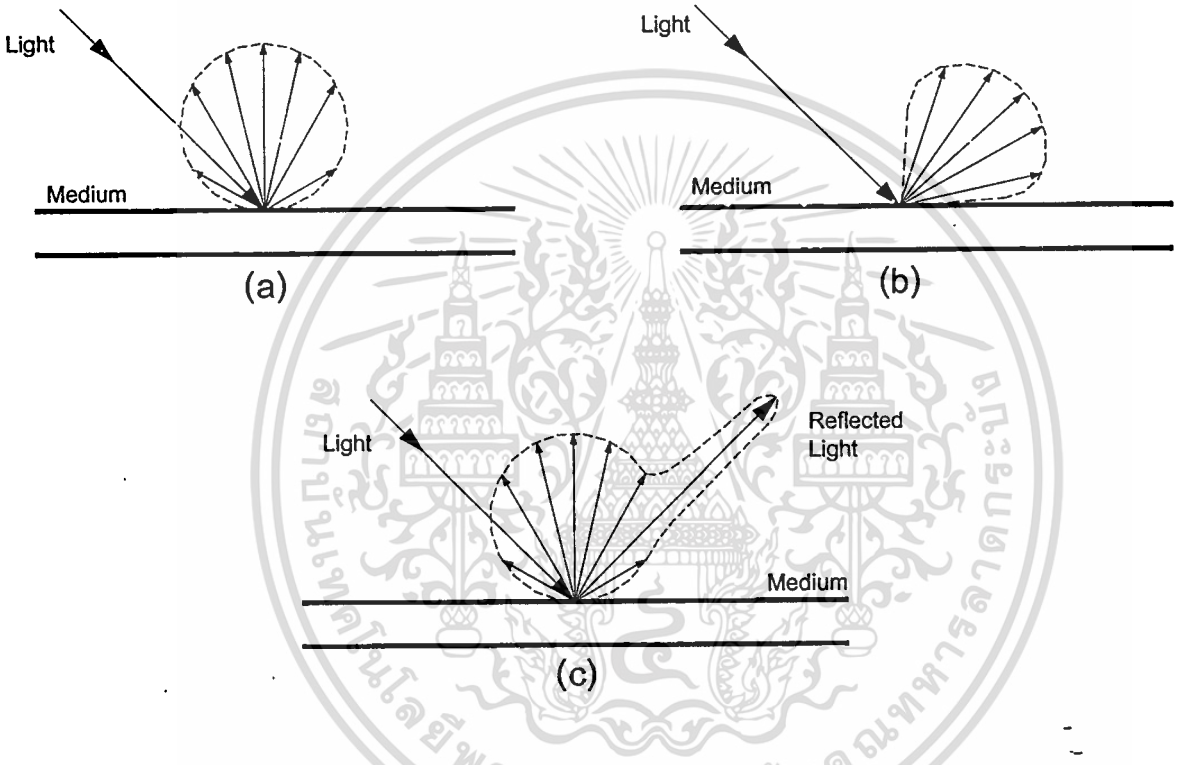
2.11.2.1 <u>การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection)</u> เป็นลักษณะของแสงที่ตกกระทบบนวัตถุทึบแสงที่มีลักษณะเป็นมันเรียบ การสะท้อนจะมีค่ามุมของแสงที่ตกกระทบเท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน



ภาพที่ 2.27 การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2.2 <u>การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection)</u> เมื่อแสงตกกระทบวัตถุทึบแสงที่มีผิวไม่เรียบสม่ำเสมอ แสงที่สะท้อนออกมาจะกระจายไปหลายทิศทาง การสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างเท่าๆกันในทุกมุมสะท้อนเรียกว่า Perfect Diffuse Reflection ส่วนการสะท้อนแสงที่กระจายออกไปในมุมตรงข้ามกับมุมของแสงที่ตกกระทบเรียกว่า Semi Diffuse Reflection โดยส่วนมากเมื่อมีแสงสะท้อนจากวัตถุจะมีลักษณะผสมกันระหว่าง การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา และการสะท้อนแบบกระจัดกระจาย (Combined Specular & Diffuse Reflection)

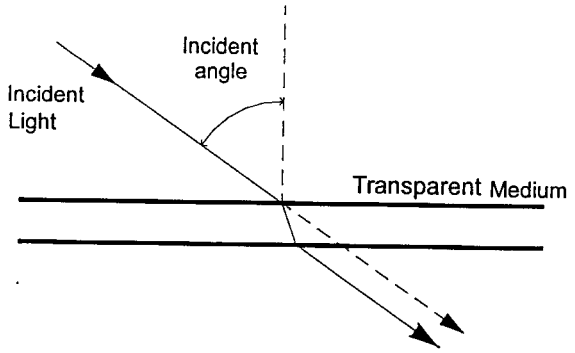


ภาพที่2.28 การสะท้อนแบบกระจายแบบ (a) Perfect Diffuse Reflection ,(b) Semi Diffuse Reflection และ (c) Combined Specular & Diffuse Reflection

2.11.2.3 <u>การส่องผ่าน (Transmission)</u> คือการที่แสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลางแล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง ทั้งนี้ลักษณะการส่องผ่านของแสงยังสามารถจำแนกได้ตามลักษณะของตัวกลางดังนี้

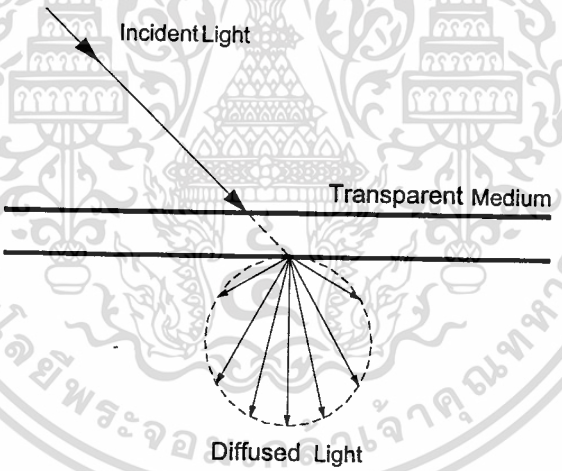
ก. ตัวกลางโปร่งใส (Transparant) เมื่อแสงส่องผ่านจะเกิดการหักเห(Refracted)หรือเปลี่ยนทิศทาง(Bent) ทั้งยังสามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งได้อย่างชัดเจน ตัวกลางจำพวกนี้ได้แก่ กระจกใส เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.29 การส่องผ่านตัวกลางแบบโปร่งใส แสงที่ตกกระทบจะเกิดการหักเหก่อนทะลุผ่าน

ข. ตัวกลางโปร่งแสง (Translucent Medium) การส่องผ่านของแสงลักษณะนี้แสงที่ส่องผ่านจะมีลักษณะเป็นแสงกระจาย(Diffuse Transmission) ทำให้ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งได้



ภาพที่ 2.30 แสดงแสงที่ตกกระทบตัวกลางโปร่งแสง แสงที่ทะลุผ่านจะมีลักษณะเป็นแสงกระจาย

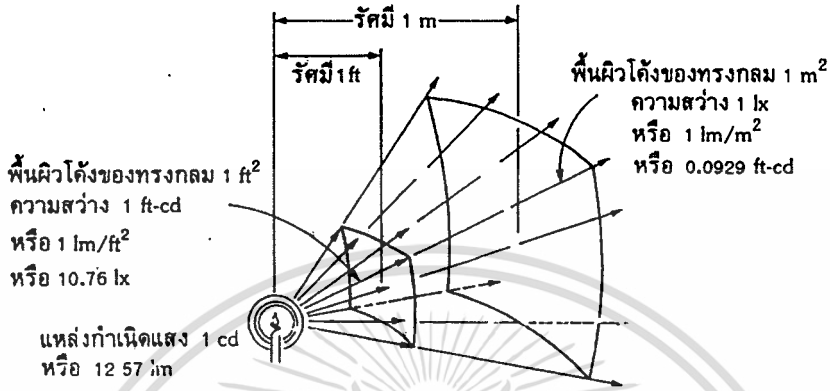
2.12 ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่องสว่าง

องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องการส่องสว่าง(Illumination)มีดังนี้

2.12.1 ปริมาณแสง (Luminous Flux) คือปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง เป็นค่าพลังงานในรูปของเส้นแรงปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้นๆ มีหน่วยเป็นลูเมน(lm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.2 ค่าความสว่าง (Illuminance) เป็นปริมาณแสงที่ตกกระทบบน 1 ตารางหน่วยพื้นที่ใดๆ อาทิ ปริมาณแสง1ลูเมนส่องลงบนพื้นที่ 1 ตารางฟุตของพื้นผิวทรงกลมจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางฟุตหรือ 1 ฟุตแคนเดิล (Footcandle) เช่นเดียวกันกับ ปริมาณแสง1ลูเมนส่องลงบนพื้นที่ 1 ตารางเมตรของพื้นผิวทรงกลมก็จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางเมตรหรือ 1 ลักซ์ (Lux)



ภาพที่ 2.31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างฟุตแคนเดิลกับลักซ์

2.12.3 ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Luminious Intensity) เป็นปริมาณความเข้มของแสงที่ส่องออกมาจากแหล่งกำเนิดในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง โดยทั่วไปจะวัดเป็นจำนวนเท่าของความเข้มที่ได้จากแสงเทียนไข 1 เล่มจึงมีหน่วยเป็น แคนเดลลา(C_d)

เทียนไข 1 เล่ม(1 C_d)มีแสงที่เปล่งออกมาเป็นลักษณะทรงกลมมีรัศมี 1 หน่วยปริมาณแสงที่ตกลงบนทุกๆหนึ่งตารางหน่วยพื้นที่บนพื้นผิวทรงกลมจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน เมื่อพื้นที่ผิวทั้งหมดของทรงกลมรัศมี 1 หน่วยมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ ดังนั้นความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลลาจะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงของแสงออกมาได้ 12.57 ลูเมน

ปริมาณการส่องสว่างบนพื้นผิวใดๆจะแปรผันตามความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Luminious Intensity) ของแหล่งกำเนิดแสง และแปรผกผันกับค่าระยะทางยกกำลังสองระหว่างพื้นผิวนั้นกับแหล่งกำเนิดแสง ดังภาพที่2.32 เรียกค่าความความสัมพันธ์นี้ว่า "กฎกำลังสองผกผัน" (Inverse Squar Law)

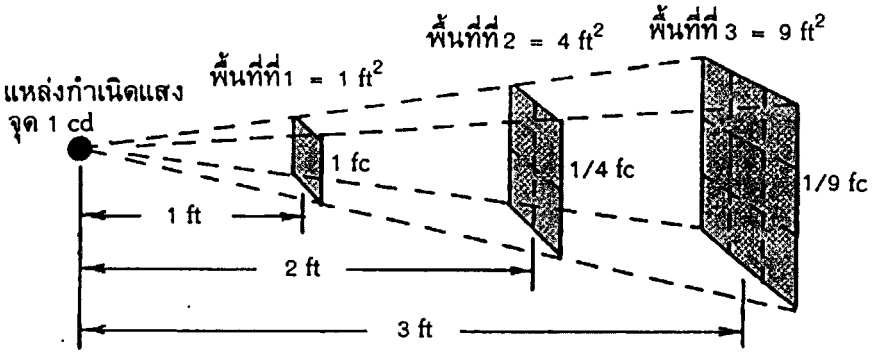
$$E = \frac{C_d}{D^2}$$

E คือ ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นบนพื้นงาน(fc)

C_d คือ ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดที่พุ่งไปหาจุดที่พิจารณาบนพื้นงาน (C_d = แคนเดลลา)

D^2 คือ ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับจุดที่ต้องการคำนวณหาค่าปริมาณแห่งการส่องสว่าง (ft.)

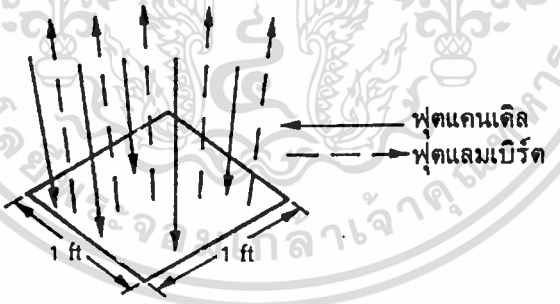
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2.32 แสดงการกระจายตัวของฟลักซ์จะลดลงโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง

ที่มา : พิบูลย์ ดิษฐอุดม ,การออกแบบระบบแสงสว่าง ,หน้า15

2.12.4 ความจ้า หรือความสว่าง (Brightness ,Luminance) เป็นหน่วยที่บอกปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวใดๆเข้าสู่ตา เราสามารถวัดความจ้าด้วยปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วย อาทิ แสง 1 แคนเดลลา(Cd)ส่องลงบนพื้นที่ 1 ตารางฟุตจะมีค่าแสงที่สะท้อนเท่ากับ 1 แคนเดลล่าต่อตารางฟุต หรือ 1 ฟุตแลมเบิร์ต(Footlambert)เช่นเดียวกันกับแสง1 แคนเดลลาส่องลงบนพื้นที่ 1 ตารางเมตรก็จะมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลลาต่อตารางเมตร(Cd/m²)



ภาพที่2.33 แสดงความแตกต่างระหว่างความส่องสว่าง(Illuminance) กับความจ้า (Brightness ,Luminance)

ที่มา : พิบูลย์ ดิษฐอุดม ,การออกแบบระบบแสงสว่าง ,หน้า16

2.13 แสงสว่างที่นำมาใช้ภายในอาคาร

แสงสว่างเมื่อแบ่งตามแหล่งกำเนิดแสงจะมีที่มาจาก 2 แหล่งคือ

1.แสงจากธรรมชาติ(Daylight)ซึ่งมีแหล่งกำเนิดแสงคือดวงอาทิตย์

2.แสงจากแหล่งกำเนิดที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น(Artificial Light)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2 **สภาพท้องฟ้า** (Sky Condition)

แสงธรรมชาติที่ได้ประกอบด้วยลำแสงตรง(Direct Sunlight)ซึ่งมีความเข้มของแสงอยู่ในระดับสูง มีพลังงานความร้อนมากจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ให้แสงกับอาคาร และแสงสะท้อนที่กระจายจากท้องฟ้า(Diffuse Light)เป็นแสงที่เหมาะสมในการให้แสงสว่างกับอาคาร เนื่องจากมีความสว่างสม่ำเสมอและมีปริมาณความร้อนน้อย ค่าความสว่างและความจ้าของท้องฟ้าเป็นผลจากการตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ปริมาณก้อนเมฆ และอนุภาคในอากาศ เช่น ฝุ่น ควัน หรือไอน้ำในบรรยากาศ ในการออกแบบจะพิจารณาจากสภาพของท้องฟ้าเป็นหลัก เนื่องจากปริมาณแสงที่ได้ขึ้นอยู่กับการสะท้อนจากบรรยากาศหรือสภาพท้องฟ้าที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปสามารถแบ่งการพิจารณาสภาพของท้องฟ้าออกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

ก.<u>ท้องฟ้ามืดมน (Overcast Sky)</u> คือสภาพท้องฟ้าที่ปกคลุมด้วยเมฆจนไม่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์ได้ แต่สภาพแสงที่ได้มีความสว่างสม่ำเสมอกันค่าความสว่างของท้องฟ้าที่จุดใด ๆ สามารถหาได้จากสมการ

$$L_A = L_Z (1+2\sin A)/3$$

เมื่อ L_A คือ ความสว่างของท้องฟ้าที่ตำแหน่งมุม A องศาเหนือแนวระนาบในทุกทิศทุกทาง

L_Z คือ ความสว่างของท้องฟ้าที่จุดสูงสุด (Zenith) ดังนั้นความสว่างที่ตำแหน่งแนวระนาบหรือ ที่มุม A = 0 องศา จะมีค่า = $L_Z/3$

ส่วนระดับความส่องสว่างในแนวระนาบภายนอก (Exterior Horizon Illuminance) ประมาณ 2.5 เท่า โดยหาค่าได้จากสมการ

$$E_H = 300 + 21{,}000\sin A \text{ (lux)}$$

เมื่อ E_H คือ ค่าความสว่างภายนอกที่ระดับแนวระนาบ มีหน่วยเป็นลักซ์ (lux)

A คือ Solar Altitude มีหน่วยเป็นองศา

ข.<u>ท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky)</u> เป็นสภาพท้องฟ้าที่ไม่มีเมฆปกคลุม แสงที่ได้ประกอบด้วยลำแสงตรงจากดวงอาทิตย์(Direct Sunlight)และแสงกระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Light) ซึ่งปริมาณความสว่างของทั้ง 2 องค์ประกอบ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude) เป็นหลัก โดยมีความสว่างของท้องฟ้าในปริมาณที่แตกต่างกันความสว่างในระดับสูงสุดที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวระนาบมีค่าน้อยกว่าความสว่างในแนวระนาบที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวตั้งมีค่าน้อยกว่าความสว่างในแนวระนาบที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวตั้งประมาณ 3 เท่า หากไม่พิจารณาถึงมุมที่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความส่องสว่างของพื้นผิวแนวระนาบเนื่องจากแสงกระจายของท้องฟ้า พิจารณาเพียงกึ่งส่วนท้องฟ้า (Half Sky) จะมีค่าความส่องสว่างอยู่ระหว่าง 300 – 2,000 และมีค่าเฉลี่ย 1,000 ฟุตแคนเดิล ft.– cd จากการวิจัย(Moon and Hopkinson, 1968) พบว่าค่าระดับความสว่างของสภาพท้องฟ้าแบบโปร่งสามารถเขียนเป็นสมการ โดยแยกออกได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่เกิดจากท้องฟ้าเพียงอย่างเดียว

$$E_H = 1,345 + 14,795 \sin A \ (lux)$$

กรณีที่เกิดจากรังสีตรงอย่างเดียว

$$\log E_H = 4,466 + 0.31 \log A \ (lux)$$

ความส่องสว่างของพื้นผิวนแนวตั้ง ขึ้นอยู่กับมุม Azimuth และ Altitude หรือ Bearing ของดวงอาทิตย์ เนื่องจากปริมาณความสว่างที่ไม่สม่ำเสมอของท้องฟ้าลักษณะนี้จะมีค่าความส่องสว่างสูงในทิศทางที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ และลดต่ำลงเมื่ออยู่ห่าง หรือด้านตรงข้ามของดวงอาทิตย์ หากมุม Bearing มีค่ามากกว่า 90 องศา (ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งด้านหลังของช่องเปิด) จะต้องพิจารณาถึงวัตถุ หรือ พื้นผิวใด ๆ ที่อาจทำให้เกิดการสะท้อนของแสงสู่ช่องเปิดนั้นด้วย

ค.ท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมบางส่วน (PartyCloundy ,Sky,Intermediate Sky) การหาค่าความสว่างของท้องฟ้าลักษณะนี้จะทำได้ยาก เนื่องจากแสงที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจากการเคลื่อนที่ของเมฆ หากเมฆปริมาณเบาบางค่าความสว่างที่ได้จะมากกว่าค่าความสว่างที่ได้จากท้องฟ้าโปร่ง 10%-15% เนื่องจากการสะท้อนของเมฆ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆของเมฆอาทิ ความหนาทึบ ชนิด ความสูง และสีของเมฆ ที่จะทำให้ค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงไปค่าความสว่าง ของท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วนสามารถ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E_{HP} = 570A \ (lux)$$

เมื่อ E_{HP} คือ ค่าความสว่างที่ระดับระนาบ ภายใต้ท้องฟ้า Partly Cloudy Sky มีหน่วยเป็น ลักซ์

A คือ Solar altitude

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมหนาทึบหรือมีสีดำ เช่นเมฆฝนอาจปิดกั้นแสงกระจายที่สะท้อนจากท้องฟ้า และแสงตรงจากดวงอาทิตย์ แสงจึงถูกดูดกลืนมากกว่าสะท้อน เป็นผลให้ความสว่างของท้องฟ้ามีค่าลดลง การพิจารณาระดับความส่องสว่างในระนาบแนวตั้ง ซึ่งมีอิทธิพลต่อการใช้แสงธรรมชาติ จากการศึกษา (the Gillette prediction model , 1985) โดยอาศัยดรรชนีเมฆ (Cloud Ratio) ในการหาความสัมพันธ์ของความส่องสว่างของท้องฟ้าที่เกิดจากแสงตรงจากดวงอาทิตย์ และแสงกระจายจากท้องฟ้า (Elegard and Sjostedt, 1940) พบความสัมพันธ์ที่สามารถนำมาหาค่าระดับความส่องสว่งเฉลี่ยของระนาบแนวนอนที่ปราศจากสิ่งกีดขวางดังนี้

$$E_H = 0.35\ E_S + 0.89\ E_C$$

เมื่อ E_H คือ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยของระนาบแนวนอน

E_S คือ ค่าความส่องสว่างที่ได้จากแสงตรงของดวงอาทิตย์

E_C คือ ค่าความส่องสว่างที่ได้จากแสงกระจายภายใต้ท้องฟ้าโปร่ง

การพิจารณาสภาพท้องฟ้า โดยอาศัยข้อมูลที่เก็บเป็นรายชั่วโมง ที่มีค่าระหว่าง 0 - 10 (กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา)

ค่าระหว่าง 0-3 จัดเป็นสภาพท้องฟ้าโปร่งไม่มีเมฆ

ค่าระหว่าง 3-7 จัดเป็นสภาพท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน

ค่าระหว่าง 7-10 จัดเป็นสภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก

2.13.3 **การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ**

การพิจารณาระดับความสว่างภายในอาคารอันเกิดจากแสงธรรมชาติอาจแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ

1. การพิจารณาจากปริมาณค่าความส่องสว่างรวม (Absolute illuminance) เป็นการพิจารณาระดับความส่องสว่างภายในอาคาร ณ ตำแหน่งต่างๆ ในความสูงที่กำหนดจากระดับพื้นห้องนั้น ๆ โดยวัดค่าความส่องสว่างเป็นปริมาณแสงต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น ฟุตแคนเดิล (ft.– cd)หรือ ลักซ์ (Lux)ซึ่งค่าของความสว่างที่เกิดภายในอาคารจะขึ้นอยู่กับเวลาทิศทางการเปิดของช่องแสง และสภาพของท้องฟ้า

2. การพิจารณาโดยใช้อัตราส่วนของระดับความส่องสว่างภายใน ต่อภายนอกอาคาร (Relative illuminance) ภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบ Overcast Sky ค่าที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าคงที่ไม่แปรเปลี่ยนตามช่วงเวลา หรือทิศทางการเปิดของช่องแสง

วิธีการออกแบบเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารมี 5 วิธีได้แก่

1.Lumen Method

2.Fluxtransfer Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

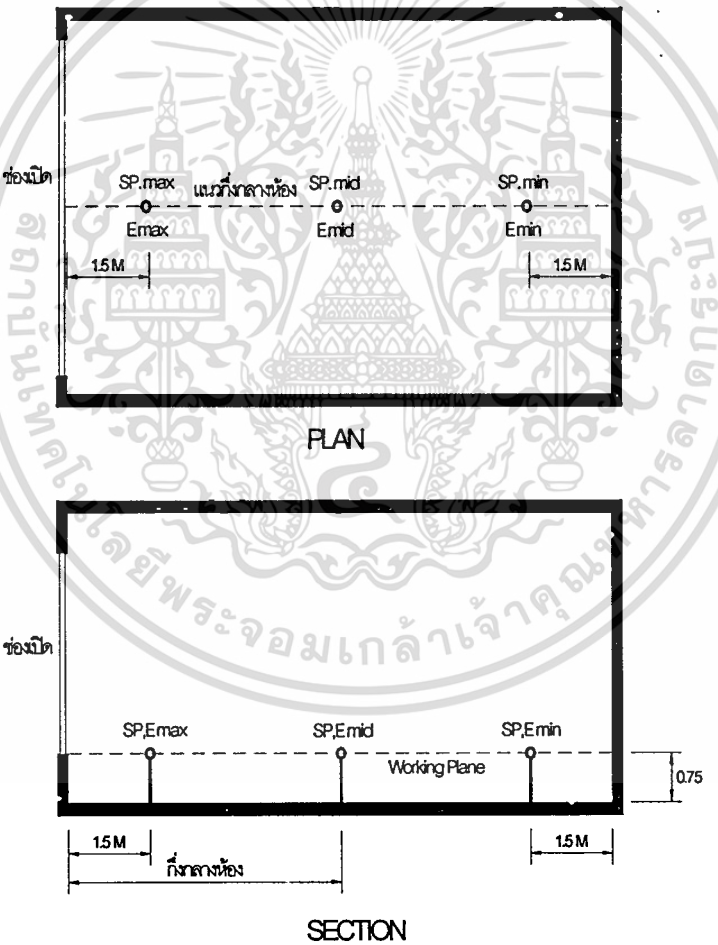
3.CIE Method

4.IES Method

5.Daylight Factor Method

ซึ่งในการวิจัยจะกล่าวเพียงวิธี Lumen Method และ Daylight Factor Method เท่านั้น

2.13.3.1. Lumen Method เป็นการพิจารณาค่าความส่องสว่างรวม ที่ตกกระทบ ณ.จุดใดๆ3จุด(Station Point หรือ SP.)ในระดับที่กำหนดภายในอาคาร เมื่อมีปริมาณแสงจากภายนอกส่องผ่านช่องเปิดเข้ามา



ภาพที่ 2.34 แสดงการพิจารณาความส่องสว่างตามวิธี Lumen Method

ที่มา : คมกฤษ ชูเกียรติมั่น ,การใช้แสงธรรมชาติเสริมเพื่อลดพลังงานในอาคาร กรณีศึกษาอาคารในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,หน้า31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SP.max คือตำแหน่งที่อยู่ห่างจากช่องเปิด 1.50 เมตรที่ระดับความสูง 0.75 เมตร (ระดับWorking Plane)

SP.mid คือตำแหน่งกลางห้องที่ระดับความสูง 0.75 เมตร

SP.min คือตำแหน่งที่อยู่ห่างจากผนังด้านตรงข้าม 1.50 เมตรที่ระดับความสูง 0.75 เมตร

โดยมพิจารณาจากปัจจัยหลัก 4 ประการ ที่ส่งผลต่อคุณภาพแสงธรรมชาติภายในห้องคือ

1.ปริมาณแสงที่ตกกระทบช่องเปิดเหนือระนาบที่พิจารณา โดยมีตัวแปรคือ ค่าความสว่าง ความเข้มของแสง มุมของดวงอาทิตย์ที่กระทำกับช่องเปิด และสภาพท้องฟ้า

2.ปริมาณแสงที่ตกกระทบช่องเปิดต่ำกว่าระนาบที่พิจารณา โดยมีตัวแปรคือ ค่าความสว่างที่ตกกระทบพื้นดินภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบต่างๆ และค่าการสะท้อนแสงของดิน

3.ปริมาณแสงที่ผ่านช่องเปิดเข้าสู่ภายในอาคาร มีตัวแปรคือ ขนาดช่องเปิด ค่าการทะลุผ่านของแสง อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ช่องแสงที่แสงสามารถทะลุผ่านไปได้ต่อพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด และความสกปรกของช่องแสง

4.ปริมาณแสงที่นำมาใช้และการกระจายแสงระดับ Working Plane พิจารณาจากการกระจายแสงจากการสะท้อนของพื้นผิวภายในห้อง อัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความยาว ต่อความสูงของช่องเปิด

2.13.3.2. Daylight Factor Method เป็นการหาค่า Minnimum ของแสงสว่างที่สามารถนำมาใช้ภายในอาคาร การกำหนดค่า Daylight Factor (D.F.) คือค่าสัดส่วนของปริมาณแสงที่ตกลงพื้นที่ภายในอาคาร ณ.ตำแหน่งใดๆต่อปริมาณแสงที่สะท้อนจากภายนอกอาคาร มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

$$D.F.(\%) = \frac{\text{ค่าความสว่างภายใน} \times 100}{\text{ค่าความสว่างภายนอก(ไม่รวมแสงตรง)}}$$

ระดับแสงภายในขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ โดยทั่วไปพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบได้แก่

1.องค์ประกอบจากท้องฟ้า Sky Component (SC) เป็นแสงกระจายที่ได้รับจากการสะท้อนของสภาพท้องฟ้าแบบต่างๆ แตกต่างกันออกไปในแต่ละช่วงเวลา

SC = Incident Skylight - Window Loss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

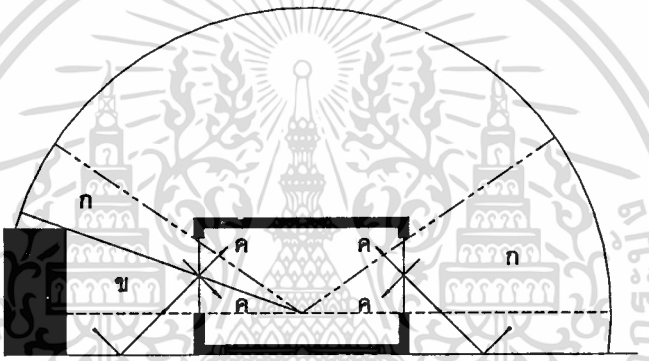
2.องค์ประกอบภายนอก Externally Reflected Component (ERC) คือแสงที่ได้รับจากการสะท้อนของวัตถุ หรือจากพื้นผิวอื่นๆภายนอกอาคาร ปริมาณแสงดังกล่าวขึ้นอยู่กับทิศทางที่แสงสะท้อน หรือคุณสมบัติของพื้นผิวที่สะท้อนแสง

ERC = Sky Component x RF (of Obstruction)

3.องค์ประกอบภายใน Intrnally Reflctd Componet (IRC) เป็นค่าแสงที่ได้รับจาก SC และ ERC ณ. จุดอ้างอิงหลังจากที่สะท้อนผ่านพื้นผิวภายในห้อง

สามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้ง 3 กับ Daylight Factor ได้ดังนี้

D.F. = SC + ERC + IRC



ภาพที่2.35 แสดงองค์ประกอบของ Daylight Factor ก)องค์ประกอบจากท้องฟ้า(SC) ข)องค์ประกอบภายนอก(ERC) และ ค)องค์ประกอบภายใน(IRC)

ตารางที่2.8 แสดงค่า D.F. และ A_w (พื้นที่ช่องเปิด)/ A_f (พื้นที่พื้น)ที่ต้องการในอาคารแต่ละประเภท

ประเภทของอาคาร	D.F. (%)	A_w / A_f (%)
ห้องแสดงงานศิลปะ ,สถานประกอบพิธีกรรม	4 - 6	20 - 30
ห้องทดลอง ,ปฏิบัติการ	3	15
ยิมเนเซี่ยม ,สระว่ายน้ำ ,สำนักงานทั่วไป ,ธนาคาร ,ห้องเรียน	2	10
โถงพักคอย ,ห้องพักผ่อน	1	5
ทางเดิน ,ห้องนอน	0.5	2.5

ที่มา : M.D.Egan ,Concept in Architectural Lighting ,McGrew- Hill inc. ,1983,p.200

ตัวอย่างความสัมพันธ์ดังกล่าว เช่น หาก DF มีค่าเท่ากับ 10% หมายความว่า พื้นที่ภายในที่พิจารณาได้รับปริมาณแสงเท่ากับ 10% ของปริมาณแสงภายนอกที่ได้รับภายใต้สภาพ overcast sky ไม่มีสิ่งกีดขวางใด ๆ แม้ว่าค่า Daylight Factor (DF) นั้น จะไม่สามารถบ่งชี้ถึงปริมาณความส่องสว่างของแสงที่แน่นอน แต่ก็อาจช่วยให้เห็นถึงแนวโน้มของค่าความส่องสว่างที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสม หรือ พอเพียงต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น ๆ ได้ หากทราบถึงค่า ความส่องสว่างภายนอก โดยเฉลี่ยในสภาพ overcast sky ในช่วงเวลาทำงาน (8.30 – 16.30 น.) ตลอดทั้งปี ก็อาจคำนวณหา ค่าความส่องสว่างภายในโดยเฉลี่ยในพื้นที่นั้น ๆ ได้

ตารางที่2.9 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) และมาตรฐานการกำหนดค่า Daylight Factor ตามประเภทการใช้งาน

พื้นที่ใช้งาน	ค่าการส่องสว่าง(k) ตามมาตรฐาน CIE (ก)	ค่าการส่องสว่าง(k) ตามมาตราฐาน (ข)	ค่า Daylight Factor (%).(ค)		
อาคารทั่วไป			เฉลี่ย	ต่ำ	จุดที่วัด
ทางเดิน	50-100-150	50-75-100	2	0.6	พื้น
บันได – บันไดเลื่อน	100-150-200	100-150-200	2	0.6	ลูกนอน
ที่เก็บของ ,ห้องเก็บของ	100-150-200	100-150-200	1.5	0.5	work plane
สำนักงาน					
พื้นที่ทั่วไป , พิมพ์ดีด , คอมพิวเตอร์	300-500-750	500-750-1000	5	2.5	work plane
เขียนแบบ	500-750-1000	500-750-1000	5	2.5	work plane
ห้องประชุม	300-500-750	200-300-500			
โถงทางเข้า		100-150-200	2	0.6	work plane
ห้องสมุด					
นิ้งหนังสือ	150-200-300	200-300-500	5	1.5	vertical
โต๊ะอ่านหนังสือ	300-500-750	200-300-500	5	1.5	work plane
เคาน์เตอร์	200-300-500	200-300-500	5	2	work plane
ห้องประชุม					
เอนกประสงค์	150-200-300	200-300-500	5	2.5	work plane

ที่มา: (ก) ดร. ชำนาญ ห่อเกียรติ, เทคนิคการส่องสว่าง , หน้า 1-6

(ข) IES, Illuminating Engineering Society : Reference Volume ,1983

(ค) BSI Draft for Development p 73, อ้างถึงใน Applications Manual window Design หน้า 31

2.13.4 การให้แสงสว่างภายในอาคารโดยแสงประดิษฐ์

สามารถคำนวณ และออกแบบการให้แสงสว่างภายในอาคารด้วยแสงประดิษฐ์ได้ 2 วิธี คือ

1.Point by Point Method ซึ่งเป็นวิธีหาความสว่าง ณ. จุดใดจุดหนึ่งโดยอาศัยกราฟแสดงการกระจายของแรงเทียน และกฎกำลังสองผกผัน ในหาค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.Zonal Cavity Method เป็นการพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงที่ออกจากดวงโคมที่กระจายไปทั่วห้อง จากนิยามของการส่องสว่าง

$$E = \frac{L}{A \times LLF \times CU}$$

E = ค่าการส่องสว่าง

L = ปริมาณแสงทั้งหมดที่เปล่งออกจากดวงโคม (ลูเมน)

A = พื้นที่ที่ต้องการพิจารณา(ตารางเมตร หรือตารางฟุต)

เนื่องจากเป็นการพิจารณาจากค่าเฉลี่ย แสงที่เปล่งออกมามีลักษณะกระจายไปทั่วห้อง บางส่วนถูกดูดกลืน บางส่วนถูกสะท้อนจากวัสดุภายในห้องดังนั้นจึงต้องพิจารณาร่วมกันระหว่าง องค์ประกอบที่ทำให้ปริมาณแสงของดวงโคมลดลง(LLF) เช่น

1.ความสกปรก

1.1 ความสกปรกของห้อง(Room Surface Dirt Depreciation หรือ RSDD)

1.2 ความสกปรกของหลอด (Luminaire Dirt Depreciation หรือ LDD)

1.3 ความสกปรกของโคม(Luminaire Surface Depreciation หรือ LSD)

2.อายุการใช้งานของหลอดไฟ(Lamp Lumen Depreciation หรือ LLD)

3.บัลลาสต์ (Luminair Ballast Factor หรือ LBF)

4.อุณหภูมิรอบหลอด (Luminair Ambient Temperature Factor หรือ LAT)

5.ระดับแรงดันไฟฟ้าของหลอด (Voltage to Luminair Factor หรือ VLF)

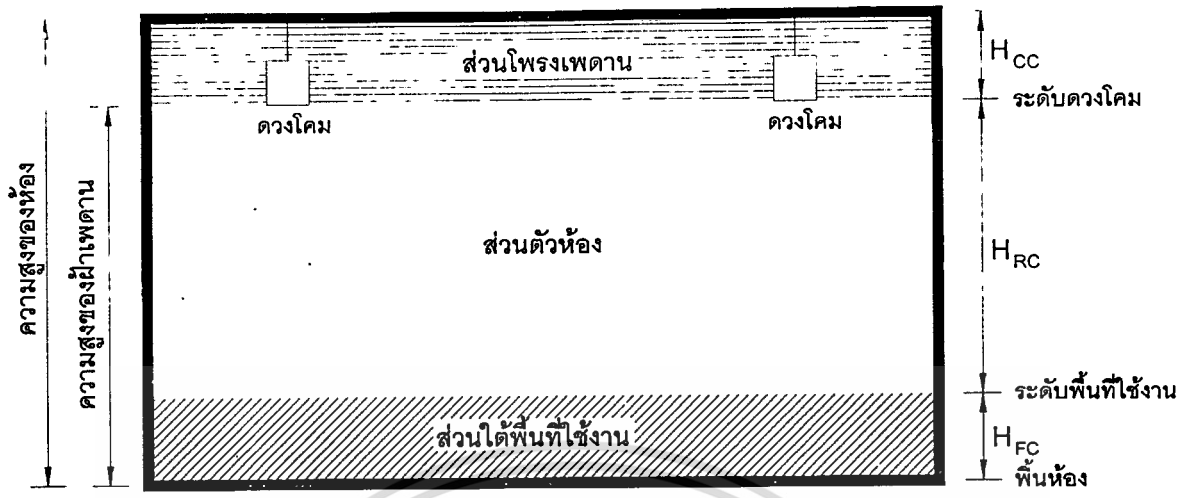
6.การจุดติดของหลอด (Lamp Burnout Factor หรือ LBO)

$$LLF = RSDD+LDD+LSD+LLD+LBF+LAT+VLF+LBO$$

โดย RSDD,LDD,LLD สามารถหาค่าได้จากตารางภาคผนวก ส่วน LSD,LBF,LAT,VLF ,LBOโดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 1

องค์ประกอบที่ทำให้ค่าการส่องสว่างเปลี่ยนไป(CU)เป็นค่าแสดงการนำแสงสว่างมาใช้จริง ขึ้นอยู่กับมิติ กว้าง ยาว สูงของห้องและคุณสมบัติในการสะท้อนแสงของผนัง เพดาน พื้นที่เป็นค่าที่หาได้จากตาราง การพิจารณาแบ่งระดับความส่องสว่างออกเป็น 3 ส่วน(Zone Cavity)ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.36 แสดงการแบ่งส่วนพื้นที่ภายในห้องเพื่อหาค่าความสว่างตามวิธี Zonal Cavity Method

1. สัดส่วนโพรงเพดาน (Ceiling Cavity Ratio หรือ CCR) คือส่วนตั้งแต่เพดานจนถึงระดับดวงโคม ระยะความสูงนี้ใช้อักษรย่อ hcc

2. สัดส่วนตัวห้อง (Room Cavity Ratio หรือ RCR) คือส่วนที่นับจากระดับดวงโคมลงมาจนถึงระดับพื้นงาน(Working Plane) ความสูงระยะนี้ใช้อักษรย่อ hrc

3. สัดส่วนใต้พื้นที่ใช้งาน (Floor Cavity Ratio หรือ FCR) คือส่วนที่นับจากระดับพื้นงานลงมาจนถึงระดับพื้นห้อง ความสูงระยะนี้ใช้อักษรย่อ hfc

อัตราส่วนโพรงแต่ละค่าคำนวณได้จาก ความสูงแต่ละส่วนที่สัมพันธ์กับความกว้าง (W) ยาว (L) ของห้อง เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$CCR = 5\ hcc\ (W+L) / W \times L$$

$$RCR = 5\ hrc\ (W+L) / W \times L$$

$$FCR = 5\ hfc\ (W+L) / W \times L$$

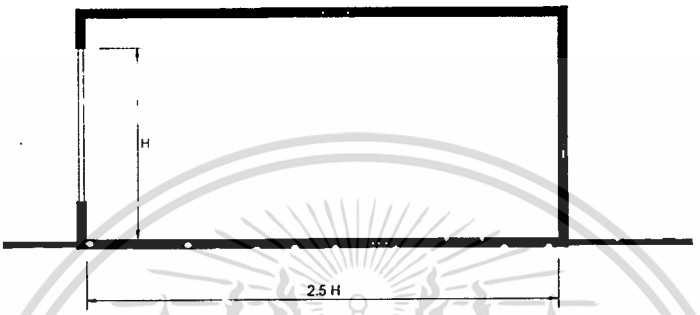
การคำนวณหาค่าCUมีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่า CCR ,RCR และ FCR
2. หาค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน(Pcc) ผนัง(Pw) และพื้น(Pfc)
3. หาค่า CU จากการเปิดตาราง ตามภาคผนวก

2.13.5 สัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง ขนาดของช่องเปิดและ มิติของห้องมีผลต่อปริมาณแสงสว่างที่จะเข้าสู่ภายในห้อง เนื่องจากช่องเปิดที่กว้างมากจะช่วยให้ห้องได้รับแสงสว่างจากภายนอกได้มากกว่าช่องเปิดที่มีขนาดเล็ก ปกติพื้นที่ด้านในของห้องจะมีค่าความสว่างน้อยลงตามระยะทางที่ห่างจากช่องเปิด ดังนั้นความลึกของห้องจึงเป็นสัดส่วนแปรผันกับตามความสูงของช่องเปิด ดังนั้นความลึกของห้องไม่ควรเกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด หากต้องการให้พื้นที่ด้านในได้รับความสว่างที่เพียงพอ อย่างไรก็ตามบริเวณช่องเปิดควรมีการป้องกันรังสีความร้อนที่จะเข่ามาพร้อมกับแสงสว่าง



ภาพที่ 2.37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของช่องเปิด และความลึกของห้อง

2.14 ตำแหน่งของหน้าต่างที่มีผลต่อแสงสว่าง

ตำแหน่งของกระเจาะช่องแสง ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการใช้สอย และตำแหน่งของกิจกรรมแต่ละประเภท ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความต้องการ แสงสว่างต่างกันออกไป ลักษณะของช่องเปิดทำให้ลักษณะของแสงที่เข้ามาภายในห้องแตกต่างกันไปดังนี้

- การเปิดช่องหน้าต่างสูง ลักษณะแสงสว่างที่เข้ามาจะมีระยะทางลึก เหมาะที่จะใช้กับห้องลึก ต้องการปริมาณแสงสว่างกระจายเข้าไปได้ระยะทางมากดัง ภาพที่2.38 a

- การเปิดช่องหน้าต่างสูง 2 ช่องห่างกัน ลักษณะแสงสว่างกระจายเข้ามาได้ระยะทางลึก แสงสว่างระหว่างช่องหน้าต่างทั้งสองช่องจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของช่องแสง 2 ช่อง ถ้าห่างกันมากเกินไประยะแสงสว่างตรงตำแหน่งระยะหน้าต่างทั้งสูงก็จะน้อยลงดัง ภาพที่ 2.38 b

- การเปิดช่องหน้าต่างกว้าง ลักษณะแสงสว่างจะแผ่ตามแนวระนาบได้มาก เหมาะกับห้องที่ต้องการปริมาณแสงในแนวระนาบ ความลึกของห้องน้อยดัง ภาพที่ 2.38 c

- การเปิดช่องหน้าต่างด้านกว้างสูง ปริมาณแสงสว่างภายในจะสว่างเป็นระนาบกว้างเป็นวงรีมีระยะทางลึกจากแนวผนังทางช่องหน้าต่างดัง ภาพที่ 2.38 d

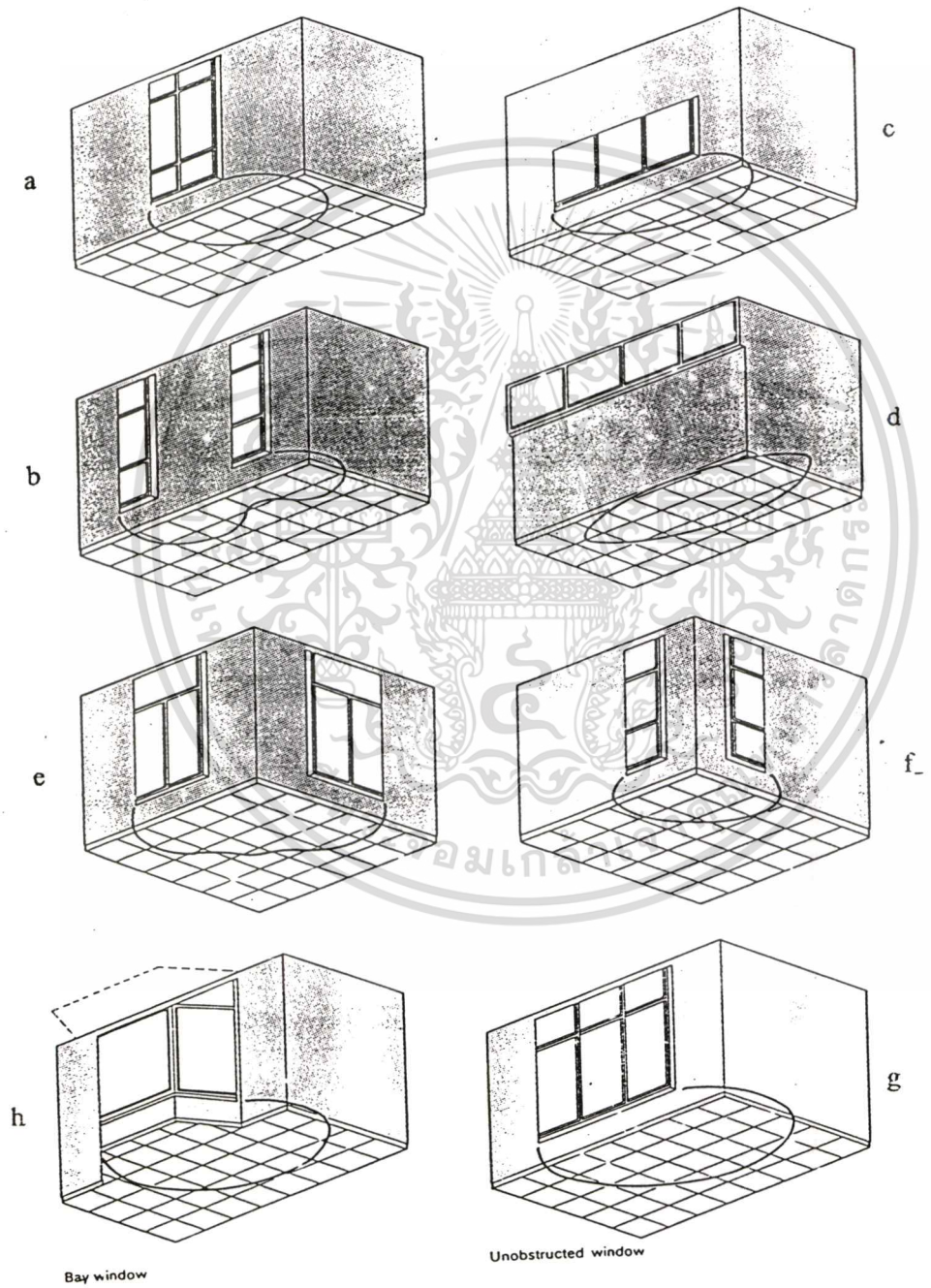
- การเปิดช่องหน้าต่างตรงหัวมุมผนัง 2 ด้าน ปริมาณแสงสว่างจะมีลักษณะแผ่กระจายเข้าได้ดีกว่าการเจาะแสงแบบช่องหน้าต่าง 2 ช่องที่ห่างกัน ซึ่งลักษณะแสงสว่างเป็นรูปครึ่งวงกลมดังภาพที่ 2.38e และ ภาพที่ 2.38 f

- การเปิดช่องหน้าต่างตรงส่วนที่ผนังยื่นออกไปจากแนวลักษณะปริมาณแสงจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับแสงสว่างเฉพาะส่วนช่องเปิดตรงส่วนนั้นดัง ภาพที่ 2.38 g

- การเปิดช่องหน้าต่างเพื่อให้ปริมาณแสงสว่างกระจายจากหน้าต่างเข้ามาได้ดีนั้น ควรออกแบบช่องหน้าต่างให้มีความกว้าง และความสูงด้วย แต่ควรคำนึงถึงปริมาณความร้อนที่จะส่งผลกระทบด้วยดัง ภาพที่2.38 h



ภาพที่2.38 แสดงตำแหน่งของหน้าต่างที่มีผลต่อแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

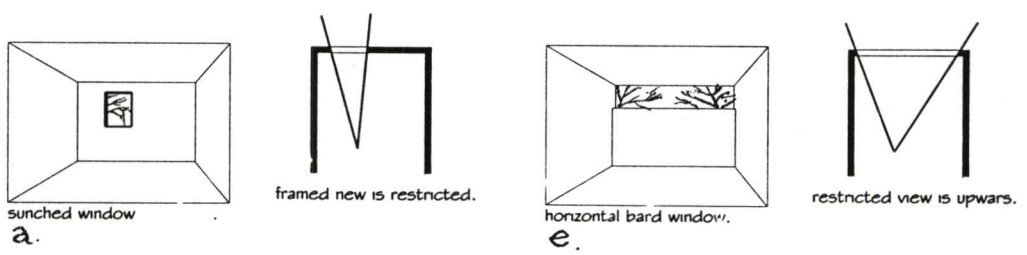
2.15 ตำแหน่งช่องเปิดที่มีผลต่อมุมมอง

การเปิดช่องเปิดควรจะเลือกตำแหน่งที่ต้องการมองทัศนียภาพจากภายนอกต้องการแสงสว่างจากธรรมชาติ และต้องการระบายอากาศ กรอบช่องเปิดที่ปรากฏจะเป็นตัวทำให้เกิดระยะทางของการมองทัศนียภาพ ช่องเปิดเป็นตัวเชื่อมระหว่างพื้นที่ภายในและภายนอกอาคาร

การเจาะช่องเปิดมีผลทางด้านจิตวิทยาในการมองเห็นธรรมชาติ ดังนั้นการเลือกตำแหน่งช่องเปิด ขนาดช่องเปิด และรูปแบบของช่องเปิด มีความสำคัญที่ควรพิจารณามาควบคู่กับการออกแบบอาคาร การเจาะช่องเปิดจำนวนน้อย ดัง ภาพที่2.39 a มุมมองของผู้อยู่อาศัยมองทัศนียภาพภายนอกได้จำกัด ปริมาณแสงสว่างและการระบายอากาศได้ปริมาณน้อย การเจาะช่องเปิดกว้างใหญ่ทั้งผนังทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างภายในและภายนอกอาคาร ดังภาพที่2.39 b ทำให้เห็นทัศนียภาพได้ดีการระบายอากาศสะดวก แต่จะมีปัญหาในเรื่องแสงจากดวงอาทิตย์อาจต้องติดตั้งอุปกรณ์บังแดดเพื่อป้องกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ การเจาะช่องเปิดบริเวณมุมของอาคารจะทำให้มองเห็นทัศนียภาพที่กว้างและได้ระยะทางดัง ภาพที่2.39 c การเจาะช่องหน้าต่างกว้างตรงมุมและเปิดช่องเปิดทางด้านบน (Skylight) จะทำให้เห็นทัศนียภาพได้ดีมาก แต่ไม่เหมาะสมในเมืองไทยซึ่งมีค่ารังสีตรงจากดวงอาทิตย์ในปริมาณที่สูง และปริมาณน้ำฝนที่ตกทำให้เกิดปัญหาตามมา ถ้าต้องการเปิดช่องหน้าต่างดัง ภาพที่2.39 d ควรจะออกแบบอุปกรณ์ป้องกันน้ำฝน และรังสีตรงจากดวงอาทิตย์

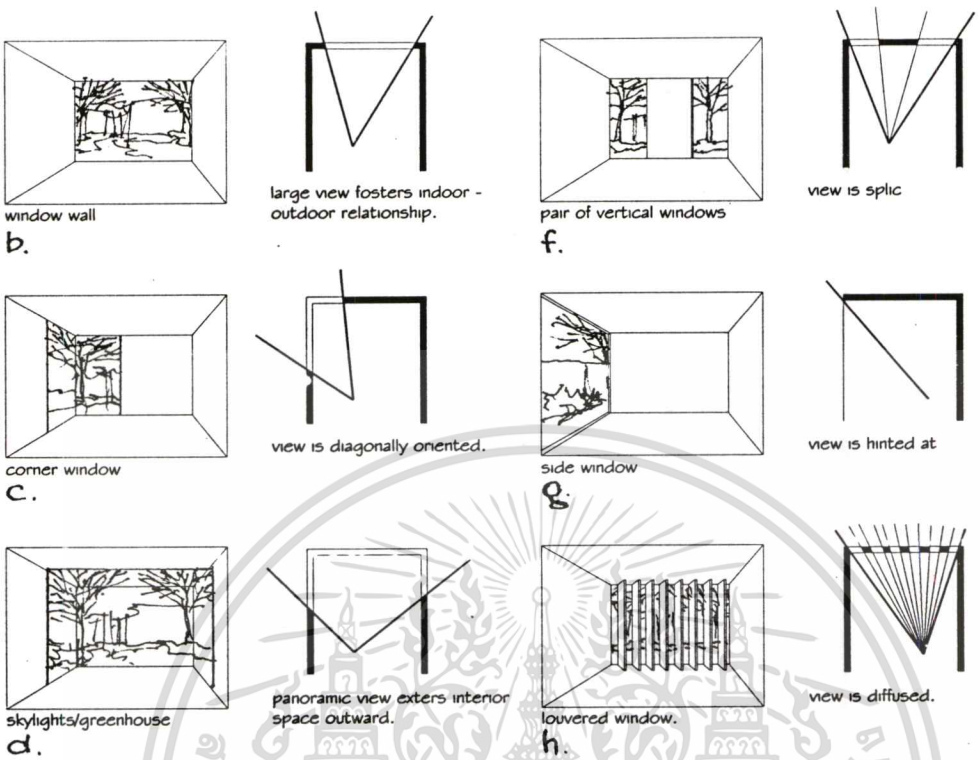
การเจาะช่องเปิดที่กว้างด้านบนเหมาะสำหรับเป็นช่องรับแสงธรรมชาติมากว่าที่จะมองทัศนียภาพดัง ดังภาพที่2.39 e ซึ่งสามารถระบายอากาศได้ดีอีกด้วย การเจาะช่องเปิด 2 ช่องที่ไม่ต่อเนื่องกันทำให้ทัศนียภาพขาดความต่อเนื่องกัน ดังภาพที่2.39 f แสงธรรมชาติจะสามารถกระจายได้ดีและการระบายอากาศสะดวก การเจาะช่องเปิดด้านข้างดัง ภาพที่2.39 g ทำให้เห็นภาพด้านข้างการเจาะช่องเปิดหลายช่องเป็นเกล็ดทางตั้ง การระบายอากาศได้ดี แต่มุมทัศนียภาพกระจายขาดความต่อเนื่อง จากลักษณะเกล็ดบังตาดังภาพที่2.39 h

การเจาะช่องเปิดควรคำนึงถึงศักยภาพทางด้านมุมมอง ปริมาณความร้อน ปริมาณแสงสว่าง การระบายอากาศ และลักษณะโครงสร้างด้วยเพื่อให้ได้ช่องเปิดที่มีคุณภาพที่ดีเหมาะสมกับอาคาร



ภาพที่ 2.39 แสดงลักษณะการเจาะช่องเปิด ที่มีผลต่อมุมมอง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.39(ต่อ)

ในการออกแบบช่องเปิดเพื่อใช้แสงสว่างจากธรรมชาติที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย ควรมีอุปกรณ์บังแดด เนื่องจากจะทำให้มีปริมาณความร้อนที่ส่งผลกระทบต่อช่องเปิดลดลง สามารถป้องกันน้ำฝน ลดความจ้า (Glare) ของแสงที่ทำให้เกิดการระคายเคืองตาได้ดีกว่าช่องเปิดที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด ถึงแม้จะทำให้ปริมาณแสงสว่างภายในอาคารลดลงบ้าง ซึ่งระยะที่สามารถใช้ประโยชน์จากแสงสว่างส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณตำแหน่งใกล้ช่องเปิด

ในการนำประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติมาใช้กับห้องต่าง ๆ นั้น มีปัจจัยแปรผันหลายอย่างเช่น ปริมาณแสงสว่างที่ต้องการในกิจกรรมนั้นๆ ,สภาพแสงที่เปลี่ยนไปเนื่องจากสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆมาก ดังนั้นยังจำเป็นที่ต้องใช้แสงสว่างจากสิ่งประดิษฐ์ในการให้ความสว่างเพิ่มเติมในบางพื้นที่ หรือบางช่วงเวลา

2.16 การสะท้อนแสงของระนาบต่าง ๆภายในอาคาร

ระนาบพื้น ผนังและเพดานเป็นส่วนประกอบของอาคารที่สามารถสะท้อนแสง ส่งเสริมการใช้แสงภายในห้องให้เพียงพอกับการใช้งาน จากภาพที่ 2.40 แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งระนาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

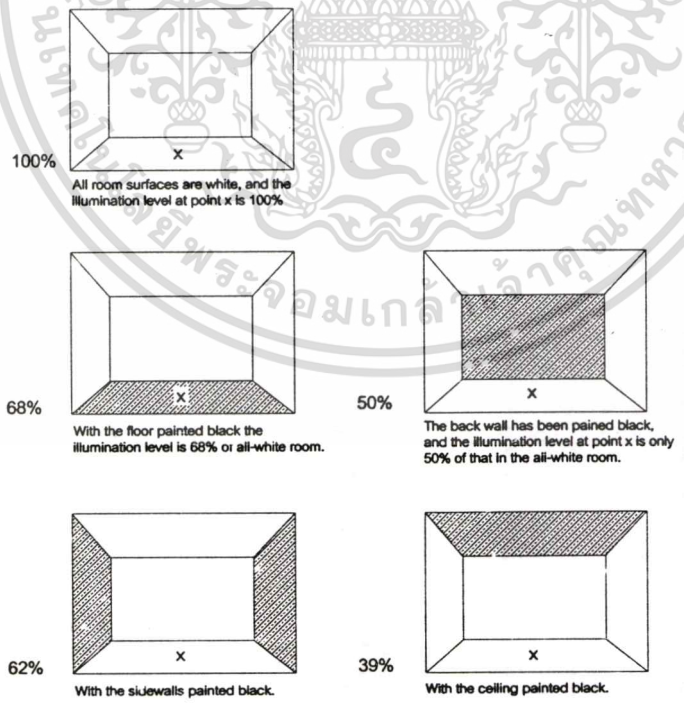
ต่างๆที่มีอิทธิพลในการสะท้อนแสงต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเพดานเป็นพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพการสะท้อนแสงมากที่สุด ทั้งนี้ยังมีปัจจัยประกอบอาทิ พื้นผิว ,สี ซึ่งจะส่งผลต่อสภาพแสงภายในห้อง

ตารางที่2.10 แสดงค่าประมาณของเปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงของสี

ค่าประมาณของเปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงของสี

สี	เปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสง
ขาว	75
ขาวตะกั่ว	70
เหลืองอ่อน	65
เหลืองแก่	50
เขียวอ่อน	48
เทา	48
น้ำตาลอ่อน	43
ส้ม , แดง	23
เขียวแก่	16
น้ำเงินแก่	11
ดำ	14

ที่มา : Joseph F. M.C.Partland, "How to Design Electrical Systems"(Mc Graw-Hill Book Company,1968)P.172



ภาพที่ 2.40 แสดงประสิทธิภาพการสะท้อนแสงจากกระนาบต่างๆภายในห้อง

ที่มา : Robert T. Packard, "Architectural Graphic Standard"(New York : The American Institute of Architects, 1990) p.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การศึกษาอาคารตัวอย่าง

3.1 ภาวะสบายใน จ.น่าน

3.1.1 สภาพทางภายภาพใน จ.น่าน

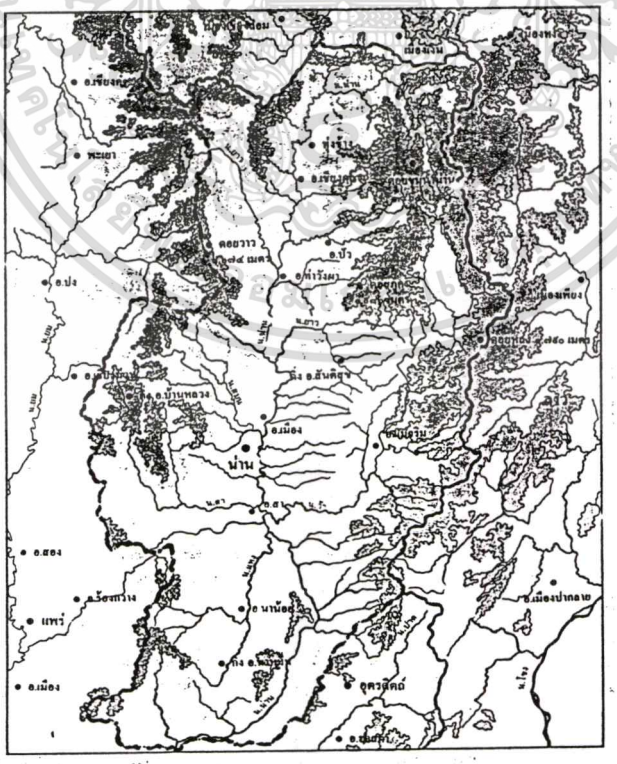
จังหวัดน่านตั้งอยู่บริเวณภาคเหนือตอนบน ระหว่างเส้นรุ้งที่ 10°46′ ถึง 18°49 ′เหนือ และเส้นแวงที่ 100°46′ ถึง 100°40 ′ ตะวันออก มีเนื้อที่รวม 11,472,072 ตารางกิโลเมตร หรือ 7,170,045 ไร่ เป็นพื้นที่ป่าและภูเขา 75% มีที่ราบเพียง 25% (กรมแผนที่ทหาร .2521)

ทิศเหนือและทิศตะวันออกติดกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ทิศตะวันตก ติดกับ จังหวัดเชียงราย และจังหวัดพะเยา

ทิศใต้ ติดกับ จังหวัดแพร่ และจังหวัดอุตรดิตถ์

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่บ่ระกอบด้วยภูเขา ซึ่งมีความลาดชันเกินกว่า 30 องศา และมีลักษณะเป็นภูเขาลูกคลื่นลอนลาด และลูกคลื่นลอนชันล้อมรอบอยู่ทุกด้านโดยมีที่ราบอยู่บริเวณลุ่มน้ำน่าน ซึ่งแต่ละสายจะไหลมารวมกันสู่แม่น้ำน่านที่ไหลผ่านกลางเมือง



ภาพที่ 3.1 แสดงสภาพภูมิประเทศของจังหวัดน่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 สภาวะอากาศใน จ.น่าน

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าสถิติด้านภูมิอากาศในเขตจังหวัดน่าน รอบ10ปี(พ.ศ.2532-พ.ศ.2541)

CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1990 - 1999

Station NAN

Index station 48331

Latitude 18 46 N

Longitude 100 46 E

Elavation of station above MSL 200 Meters

Height of barometer above MSL 201 Meters

Height of thermometer above grou 1.2 Meters

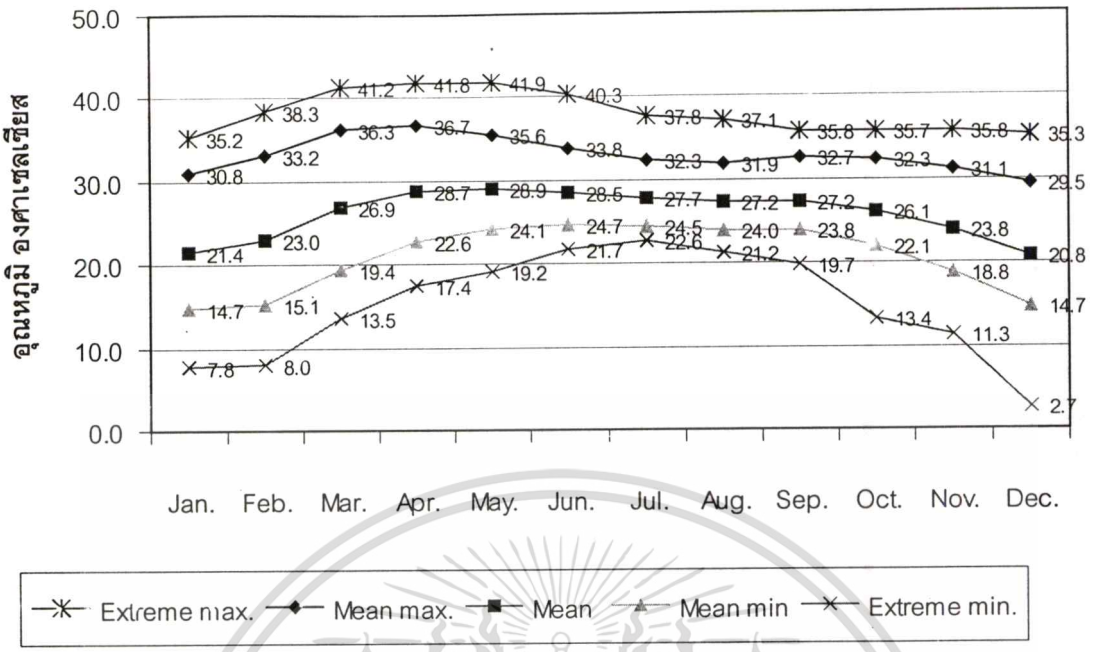
Height of wind vane above groun 18.76 Meters

Height of raingauge 0.8 Meters

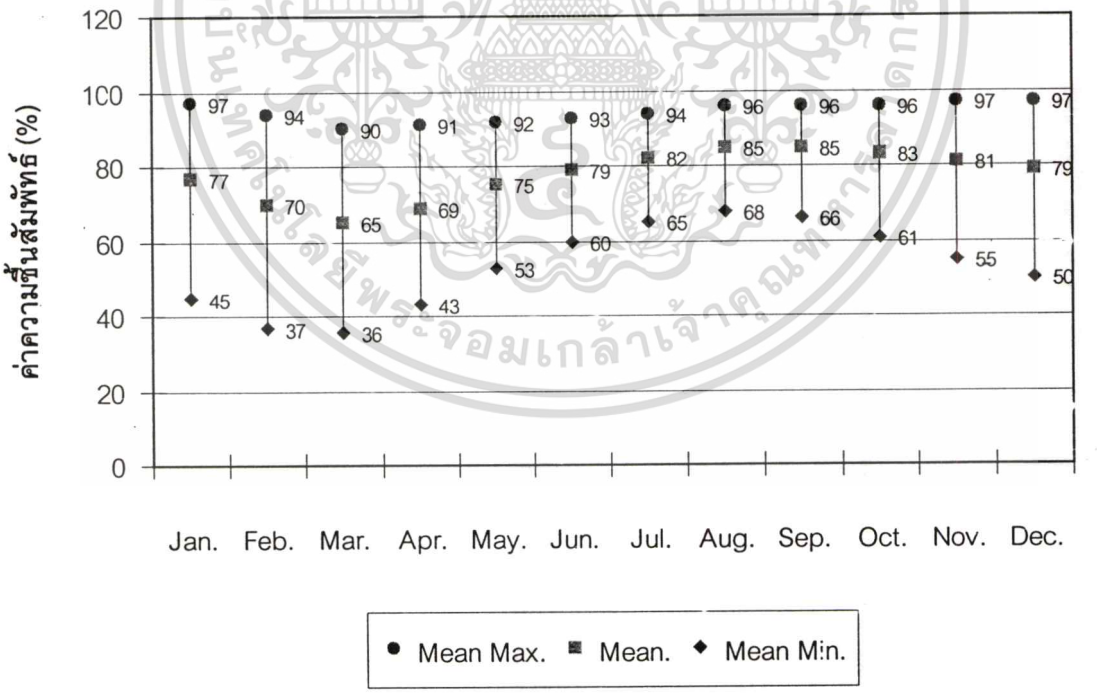
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Pressure (Hectopascal)													
Mean	1014	1012.4	1009.4	1007.8	1006.7	1005.3	1005	1006	1007.9	1011.6	1013.87	1016.1	1009.7
Ext. max.	1024.3	1024.8	1021.9	1021	1014.5	1012.4	1011.8	1013.1	1016.2	1021.1	1025.52	1028.3	1028.3
Ext. min.	1003.4	1002.2	998.48	997.93	997.42	996.92	996.46	995.18	997.92	1003.7	1003.66	1006.5	995.27
Mean daily range	6.73	7.24	7.29	6.73	5.82	4.7	4.33	4.6	5.27	5.55	5.79	6.27	5.86
Temperature (Celsius)													
Mean	21.4	23	26.9	28.7	28.9	28.5	27.7	27.2	27.2	26.1	23.8	20.8	25.9
Mean max.	30.8	33.2	36.3	36.7	35.6	33.8	32.3	31.9	32.7	32.3	31.1	29.5	33
Mean min.	14.7	15.1	19.4	22.6	24.1	24.7	24.5	24	23.8	22.1	18.8	14.7	20.7
Ext. max.	35.2	38.3	41.2	41.8	41.9	40.3	37.8	37.1	35.8	35.7	35.8	35.3	41.9
Ext. min.	7.8	8	13.5	17.4	19.2	21.7	22.6	21.2	19.7	13.4	11.3	2.7	2.7
Relative Humidity (%)													
Mean	77	70	65	69	75	79	82	85	85	83	81	79	78
Mean max.	97	94	90	91	92	93	94	96	96	96	97	97	94
Mean min.	45	37	36	43	53	60	65	68	66	61	55	50	53
Ext. min.	22	17	11	21	29	26	43	51	43	38	35	28	11
Dew Point (Clesius)													
Mean	16.5	16	18.7	21.7	23.5	24.1	24.1	24.2	24.2	22.6	19.9	16.5	21
Evaporation (mm.)													
Mean - pan	80	92.6	127.3	141.3	140.3	112.3	98	94.2	98.8	100.5	85.1	79.3	1249.7
Cloudiness (0-10)													
Mean	2.5	1.8	2.2	3.7	5.8	7.5	8.3	8.3	7.1	5.1	4.1	3.2	5
Sunshine Duration (hr.)													
Date	31	28.2	31	30	31	30	31	31	30	31*	30	31	
Total	227.3	226.4	222.4	230.8	205.8	121.4	90.2	108.6	143.3	203.5	215.4	227.4	
Mean	7.5	8.0	7.2	7.7	6.6	4.1	2.9	3.5	4.8	6.6	7.2	7.3	
Visibility (km.)													
0770 L.S.T.	2.3	2.5	2.7	4.6	7.7	9.3	8.7	7.8	5.8	3.8	3.1	2.3	5.1
Mean	5.3	4.3	3.9	5.9	9.2	10.7	10.1	9.5	8.9	7.7	7.2	6.9	7.5
Wind (knots)													
Mean wind speed	0.1	0.3	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	-
Prevailing wind	S	S	S	S	S	S	S	S	SE	SE	N,NE	S	-
max. wind speed	8	18	26	30	23	35	15	17	17	20	15	10	35
Rainfall (mm.)													
Mean	5	11.1	44.7	92.7	141.2	107.7	210	305.6	195.7	63.2	27.2	11	1218.1
Mean rain day	1.2	1.4	4.5	8.8	14.1	14.2	17.7	22.5	15.9	8.8	3.1	1	113.2
Daily maximum	15.1	40.4	65	54.8	97.7	55.9	100.3	135.6	108.2	59.6	89.2	72.6	135.6
Number of day with													
Haze	26.5	27	29.2	23.2	9.6	2	1.4	0.6	3	10	12.5	14.9	159.9
Fog	8.5	0.9	0.1	0	0	0	0.1	0	1	6.4	12.2	16.2	45.4
Hail	0	0	0.3	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.5
Thunderstorm	0.4	0.5	3.7	8.2	11.9	8.3	6	9.6	10	3.4	0.9	0.2	63.1
Squall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Computer Section Climatology division Meterrological department

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

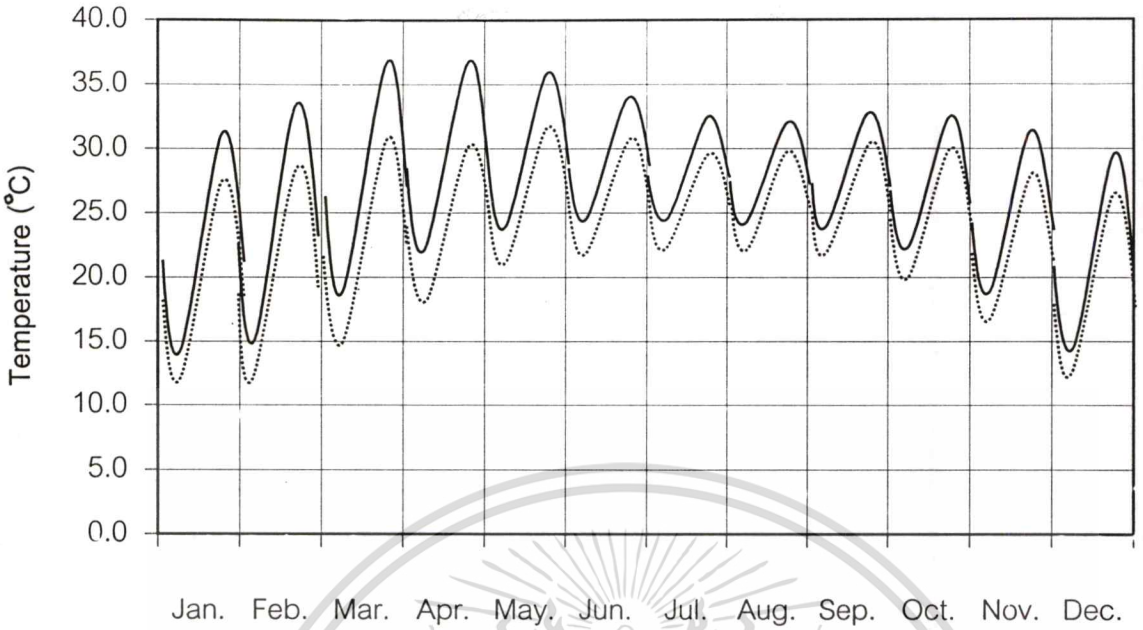


ภาพที่3.2 แสดงค่าสถิติอุณหภูมิอากาศในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย10ปี (พ.ศ.2532-พ.ศ.2541)

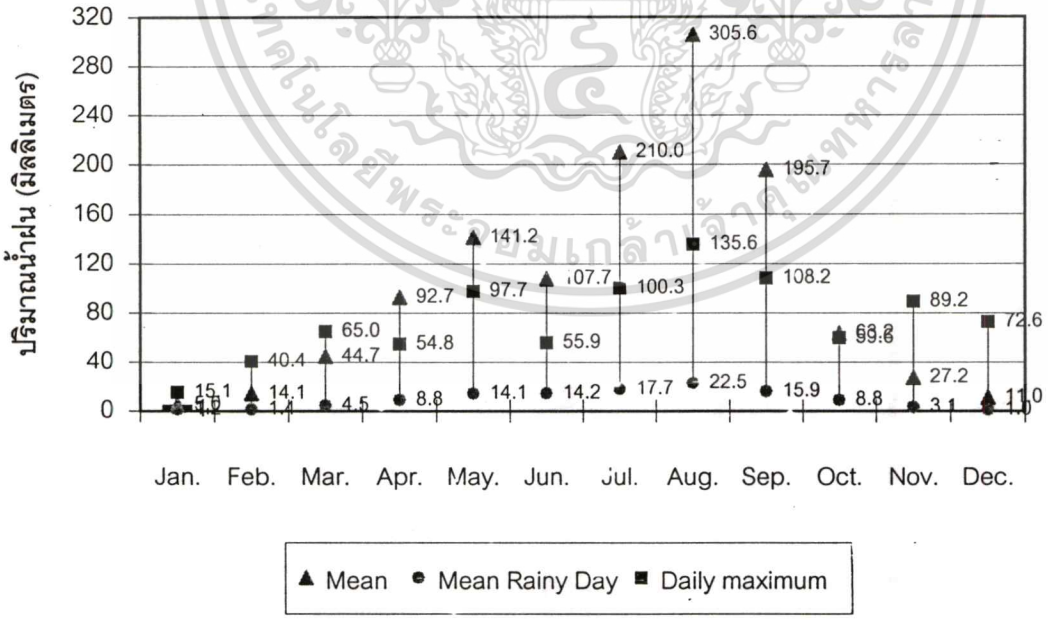


ภาพที่3.3 แสดงสถิติค่าความชื้นสัมพัทธ์ในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย10ปี (พ.ศ.2532-พ.ศ.2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

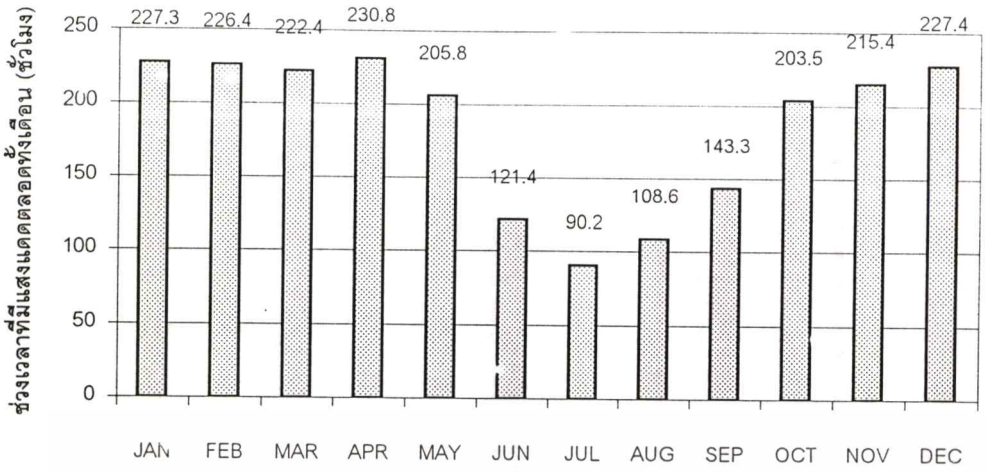


ภาพที่3.4 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิ(Diurnal Temperature)ในช่วง1วันเฉลี่ย10 ปี (พ.ศ.2532-พ.ศ.2541) เขตจังหวัดน่าน

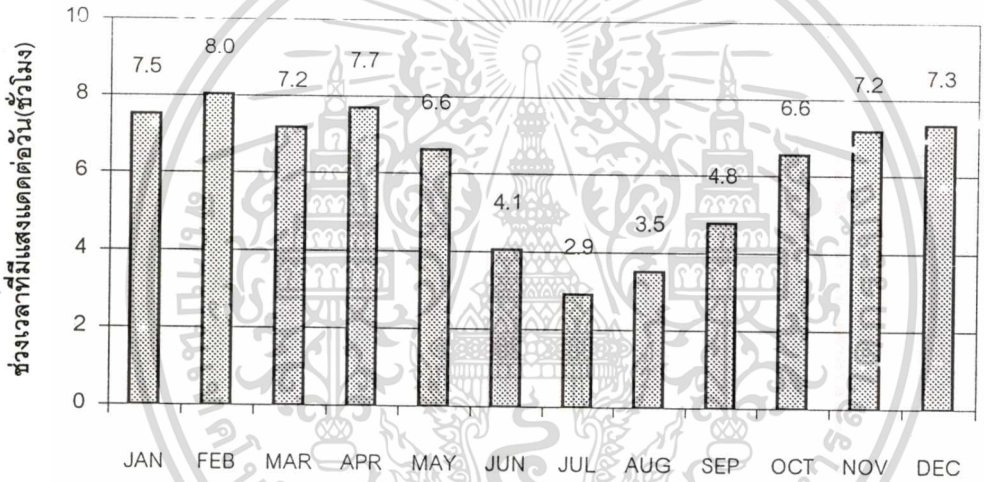


ภาพที่3.5 แสดงค่าสถิติระดับปริมาณน้ำฝนในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย10ปี (พ.ศ.2532 - พ.ศ.2541)

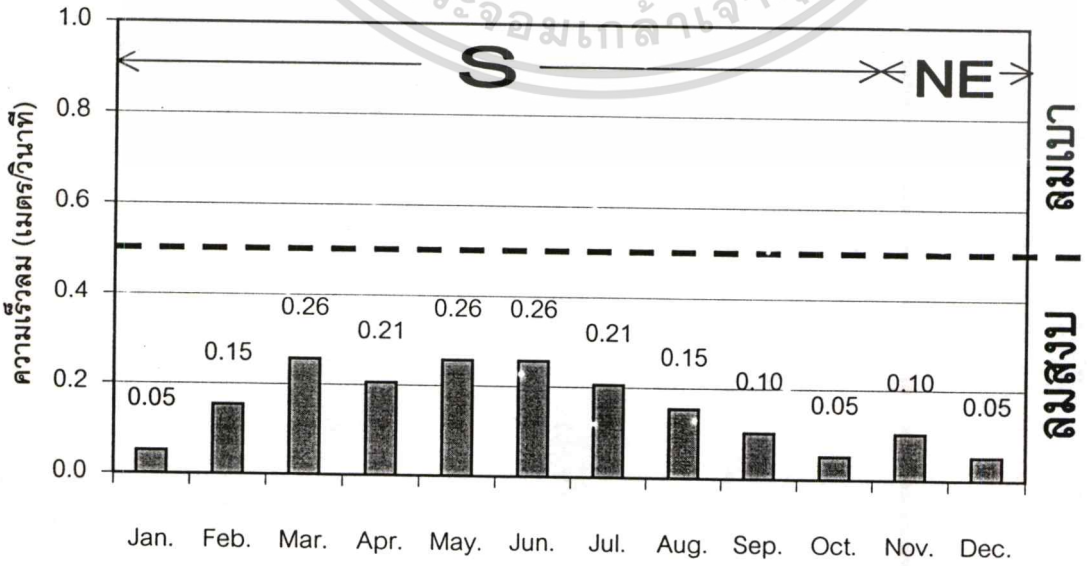
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.6 แสดงช่วงเวลาที่มีแสงแดด(Duration of Sunshine)ของแต่ละเดือน ในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ.2532-พ.ศ.2541)

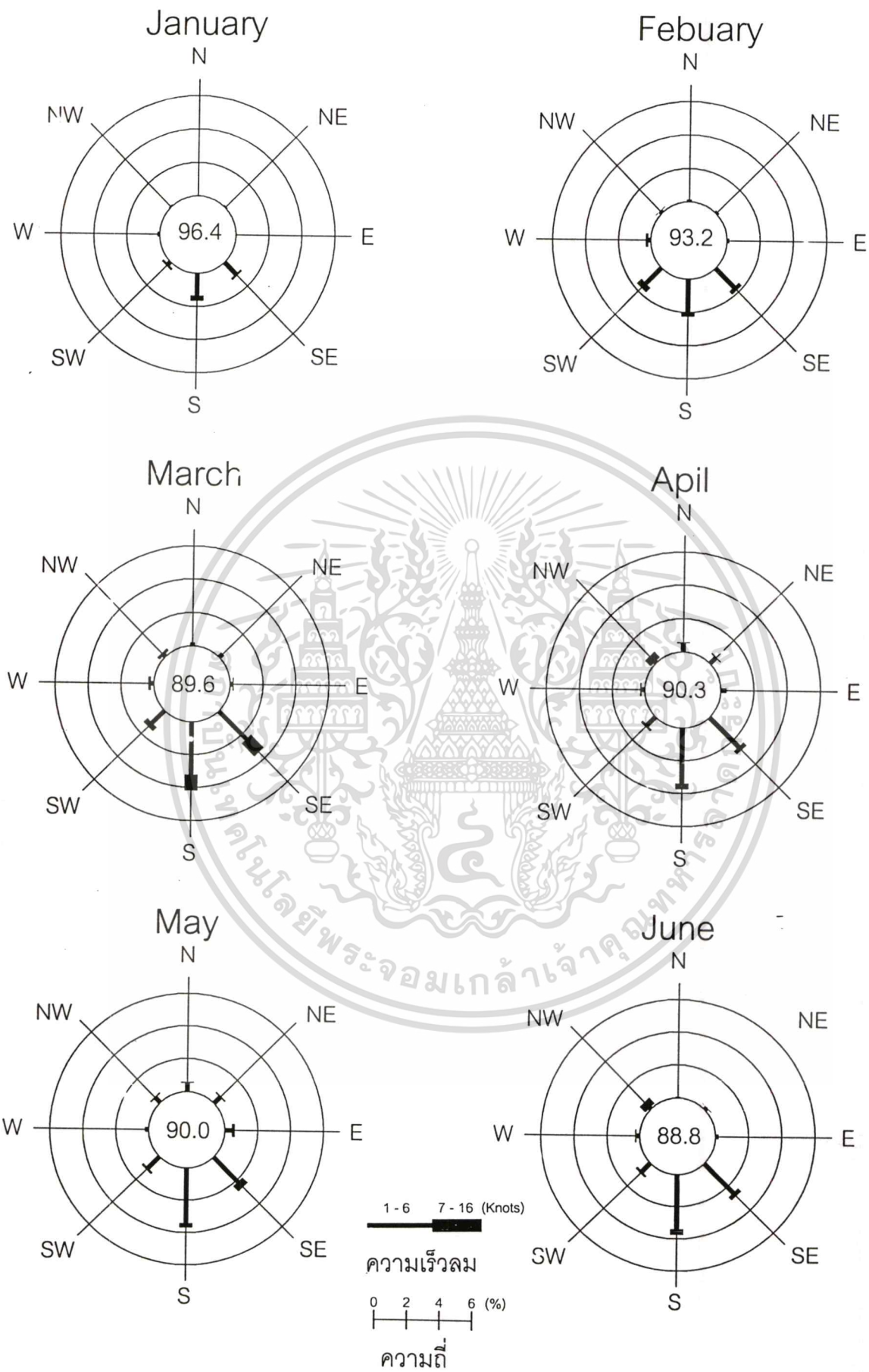


ภาพที่3.7 แสดงช่วงเวลาที่มีแสงแดด(Duration of Sunshine)เฉลี่ยต่อวันของแต่ละเดือน ในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ.2532-พ.ศ.2541)



ภาพที่3.8 แสดงค่าสถิติความเร็วลมในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ.2532-พ.ศ.2541)

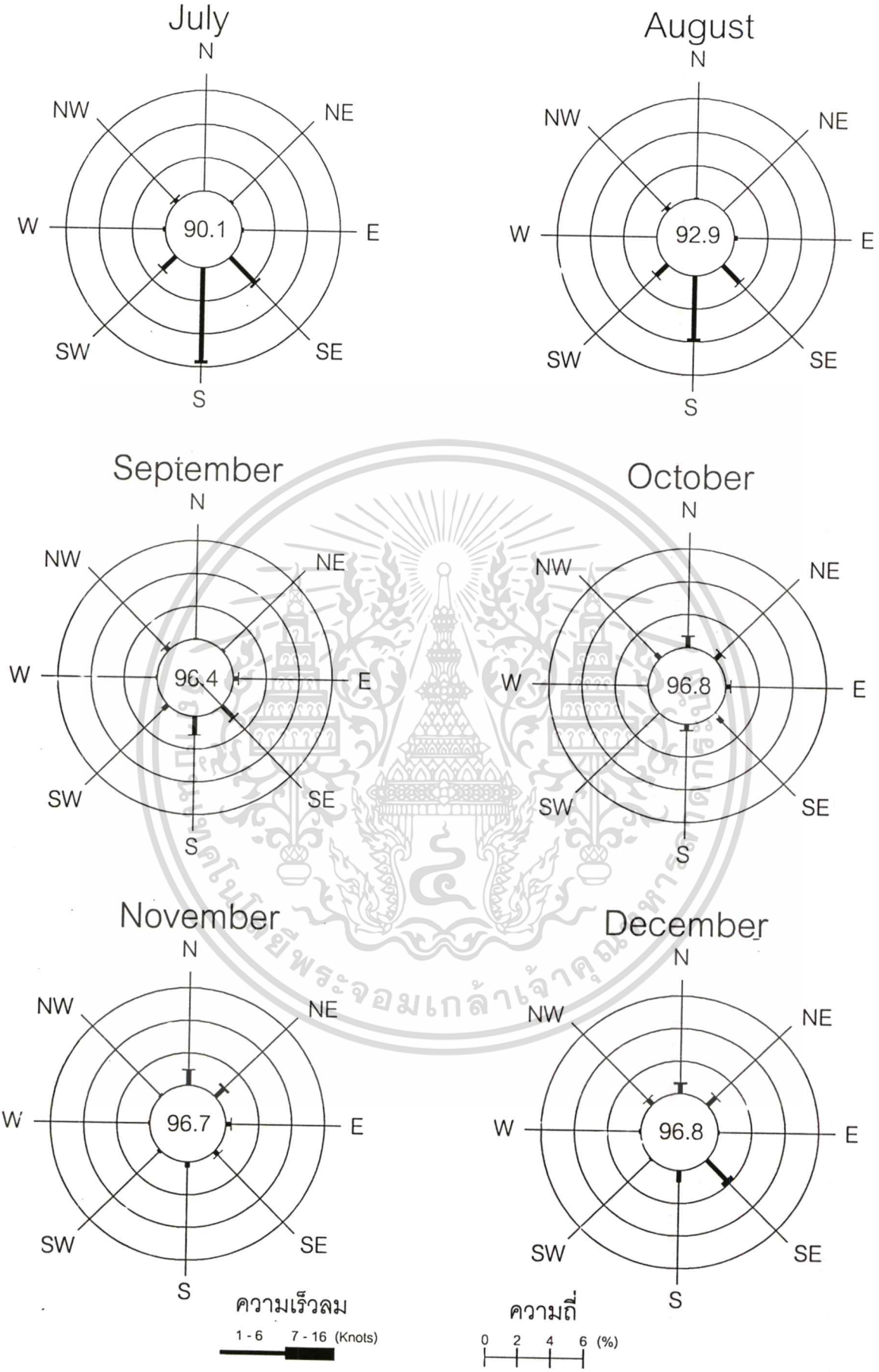
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.9 แสดงความถี่ในการกระจายตัวของลมในแต่ละความเร็วและทิศทางเฉลี่ย10 ปี

(Frequency Distribution of Wind in each Speed and Direction;Wind Rose)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.9(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพพื้นที่ของจังหวัดน่านที่มีแนวภูเขาโอบล้อมเสมือนเป็นกำแพงกันลม ทำให้การเคลื่อนไหวของอากาศภายในพื้นที่มีน้อย เรียกว่าลมสงบ(Calm) คือ มีการเคลื่อนไหลของอากาศมีเกิน 0.515 เมตรต่อวินาที ตลอดทั้งปี อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 25.9 องศาเซลเซียส มีความชื้นสูง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีฝนตกชุกถึง 5 เดือน รวม 84.4 วัน เริ่มตั้งแต่ พฤษภาคม – กันยายน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1218.1 มิลลิเมตร ตลอดปี

จังหวัดน่าน มีแสงแดดส่องสว่างเกือบตลอดทั้งปี ซึ่งส่วนใหญ่จะมีแสงแดดในแต่ละวันประมาณ 7 ชั่วโมง ยกเว้นช่วงเดือน มิถุนายน – กันยายน ที่มีค่าเฉลี่ยแสงแดดเพียง 3.8 ชั่วโมงต่อวันเท่านั้น เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน ท้องฟ้าครึ้มตลอดทั้งวันจากสภาพพื้นที่ของจังหวัดลำปางมีลักษณะคล้ายแอ่งกะทะ ทำให้มีสภาพร้อนอบอ้าวเกือบทั้งปี ฤดูหนาวเริ่มประมาณต้นเดือนพฤศจิกายน จนถึงเดือนกุมพาพันธ์ ฤดูร้อนเริ่มประมาณเดือนกุมพาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งนอกจากลักษณะฝนที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลลมมรสุมยังมีลักษณะฝนแบบพิเศษที่ปรากฏใน จ.น่านอีก 2 ลักษณะคือ

<u>ฝนในฤดูแล้ง</u> ภาคเหนือได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดพาความแห้งแล้งจากประเทศจีนลงมา ทำให้มวลอากาศแห้งและเย็นดังกล่าวปะทะกับอากาศที่อุ่นและชื้นกว่า ก่อให้เกิดฝนตกติดต่อกันหลายวัน โดยที่หยดน้ำฝนมีลักษณะเป็นฝอย(Drize) และอิทธิพลนี้ทำให้ท้องฟ้ามืดครึ้มติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน

<u>ฝนภูเขา</u> เนื่องจากจังหวัดน่านถูกโอบล้อมด้วยภูเขา อากาศที่ร้อนชื้นและอบอ้าวภายในแอ่งกะทะ จะลอยตัวสูงขึ้นจนถูกลมที่พัดจากทิศตะวันออกเฉียงใต้พัดมวลอากาศร้อนไปปะทะแนวเขา และเคลื่อนตัวไต่ขึ้นไปบนยอดเขาตามอัตราการลดลงของอุณหภูมิตาม Normal Lapse Rate ทำให้อากาศที่อบอ้าวกลั่นตัวเป็นหยดน้ำก่อให้เกิดฝนขึ้นตามเชิงเขาที่รับลม ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ดอยวาวทางทิศตะวันตก และดอยหลงทางทิศตะวันออก

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศในเขตจังหวัดน่าน

จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของ จ.น่าน ในรอบ 10 ปี สามารถสรุปสภาพอากาศได้ดังนี้

<u>ฤดูหนาว</u> พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสบายแต่ในช่วงเดือนธันวาคม – มกราคม อุณหภูมิจะต่ำอากาศเย็นเดือนกุมภาพันธ์มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างกลางวันและ กลางคืนแตกต่างกันมากที่สุด ถึง 18.1 องศา ค่าความชื้นสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 70 ถึง 81 เปอร์เซ็นต์ เป็นช่วงที่เทบจะไม่มีการเคลื่อนไหวของอากาศ และเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดของปี สภาพอากาศโดยรวมจึงมีลักษณะเย็นสบายแต่แห้ง

<u>ฤดูร้อน</u> มีนาคม – มิถุนายน อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างร้อนคืออยู่ระหว่าง 26.9 –

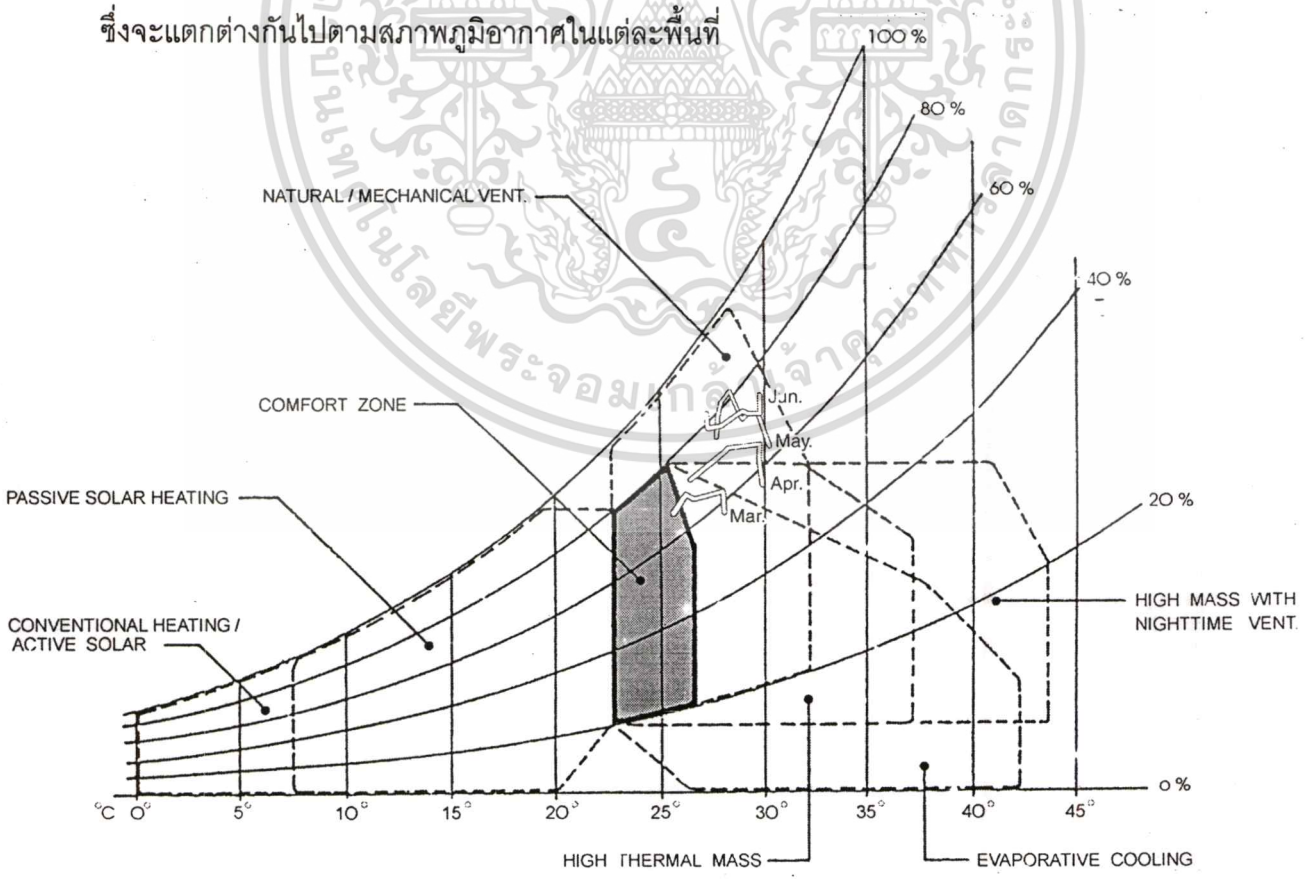
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยร้อนที่สุดในเดือนเมษายน คือ 36.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 65 - 79 เปอร์เซ็นต์ มีกระแสลมมากที่สุดของปีแต่ด้วยสภาพของพื้นที่ทำให้มีความเร็วลมเพียง 0.5 น๊อต ส่วนปริมาณน้ำฝนจะเริ่มมีฝนตกมากขึ้นในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน สภาพอากาศโดยรวมค่อนข้างร้อนชื้น และมีลมอ่อน ๆ พัดมาจากทางทิศใต้

ฤดูฝน กรกฎาคม – ตุลาคม อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างร้อน คืออยู่ระหว่าง 26.1 -27.9 อาศาเซลเซียส เดือน ก.ค.-ส.ค. เป็นช่วงที่อุณหภูมิเฉลี่ยเวลากลางวันและกลางคืนต่างกันน้อยที่สุดในรอบปี คือต่างกันเพียง 7.8, 7.9 องศาเซลเซียส เนื่องจากสภาพอากาศ เวลากลางคืนในช่วงฤดูนี้มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง แต่ก็ยังอยู่ในช่วงสบาย ทั้งยังเป็นช่วงฤดูที่มีความชื้นสูงที่สุดในรอบปี เนื่องจากมีฝนตก และตกชุกที่สุดในเดือนสิงหาคม ซึ่งตกมากถึง 22 วันครึ่ง ลมที่พัดอ่อน ๆ มาจากทิศใต้จะเริ่มลดลงจนแทบไม่มีการเคลื่อนไหวของอากาศ สภาพอากาศโดยรวม อากาศชื้นเนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนมาก

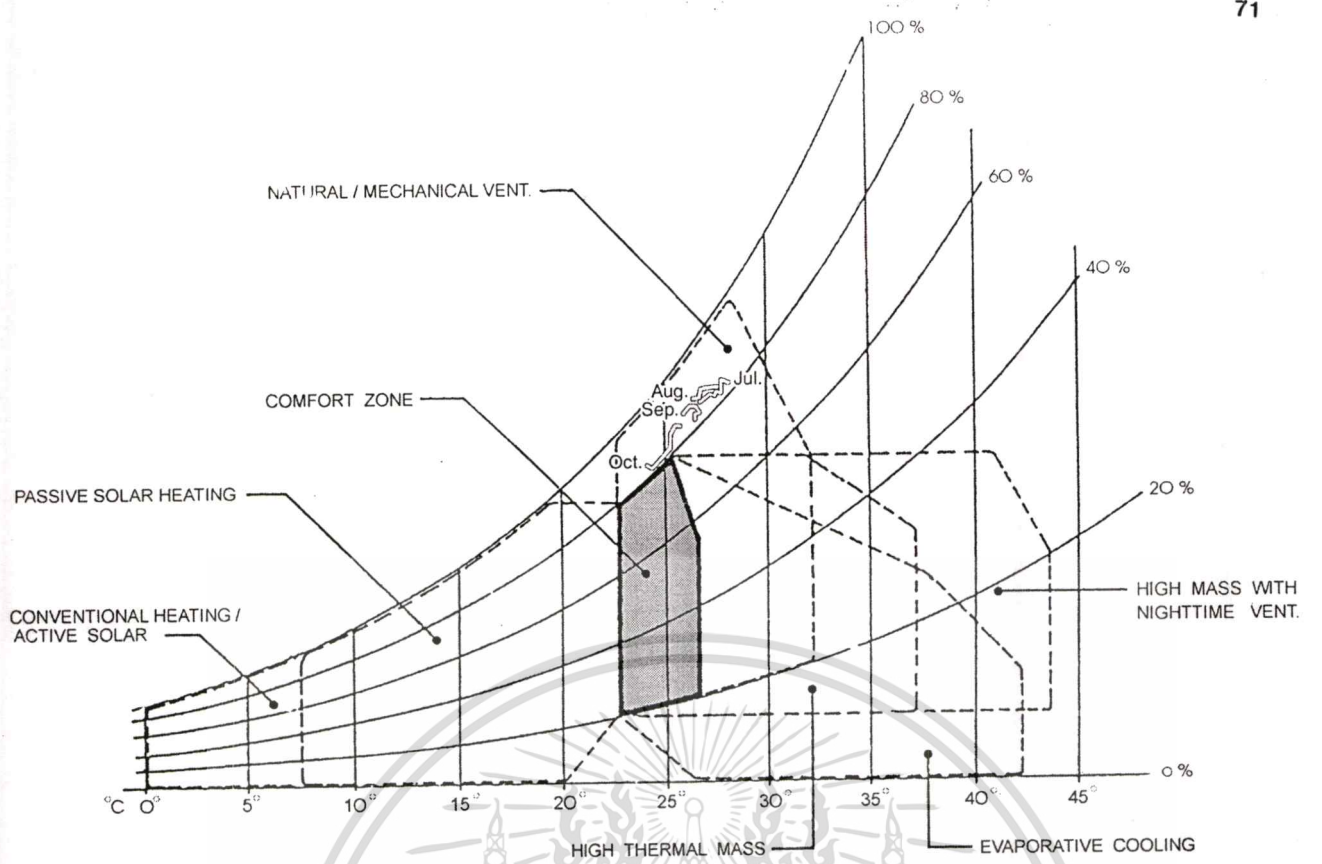
3.1.4 การวิเคราะห์อุณหภูมิด้วย แผนภูมิไซโคเมตริก(Psychrometric Chart)

Psychrometric Chart เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการแปรค่าข้อมูลอากาศ เพื่อเลือกใช้แนวทางที่เหมาะสมในการออกแบบ เพื่อให้เกิดภาวะน่าสบายในช่วงช่วงระยะเวลาของเดือนใดๆ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่

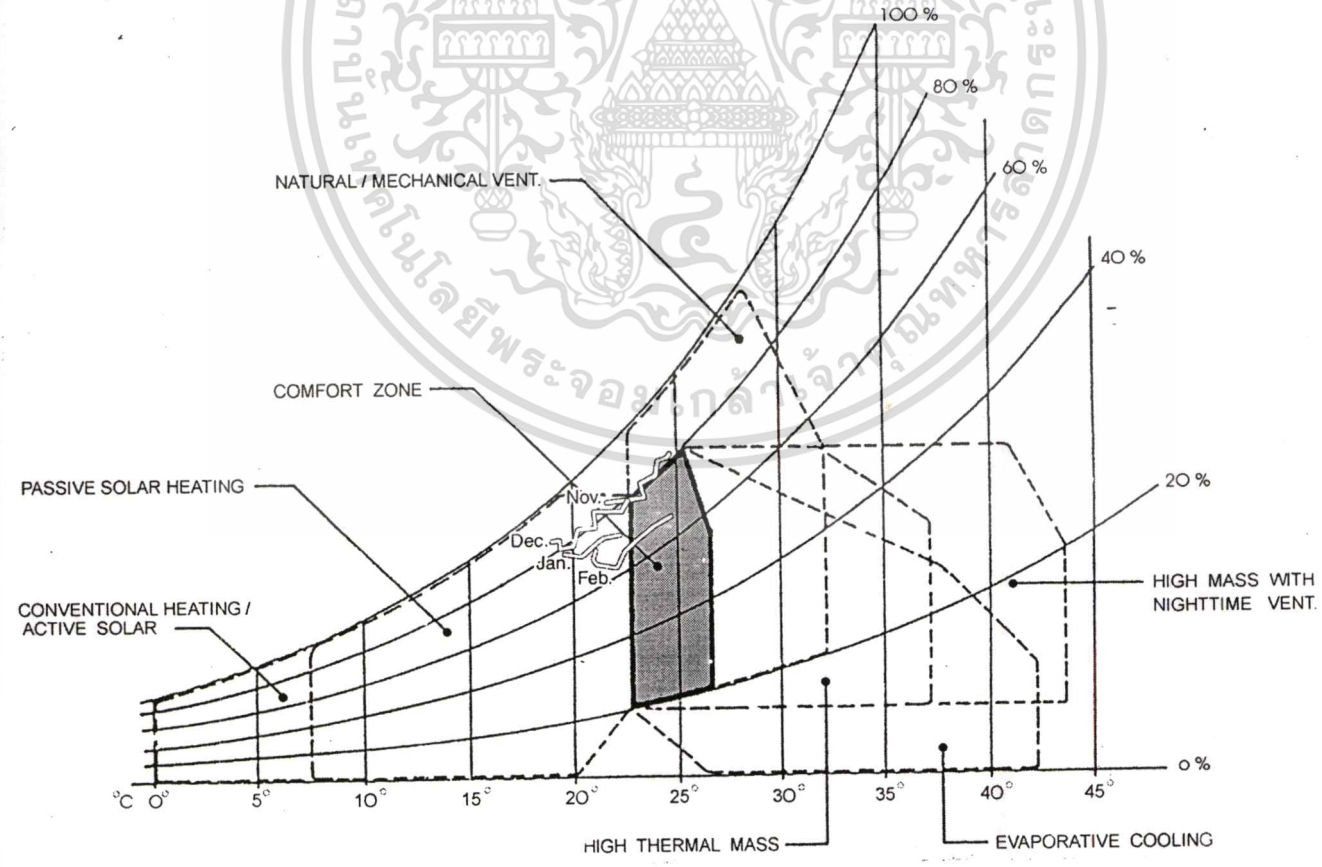


ภาพที่3.10 แสดงค่าอุณหภูมิช่วงเดือนมีนาคม – มิถุนายน จากข้อมูลค่าสถิติอุณหภูมิอากาศในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ยรอบ 10 ปี(พ.ศ.2532-พ.ศ.2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.11 แสดงค่าอุณหภูมิช่วงเดือนกรกฎาคม – ตุลาคม จากข้อมูลค่าสถิติอุณหภูมิอากาศในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ยรอบ 10 ปี(พ.ศ.2532-พ.ศ.2541)



ภาพที่3.12 แสดงค่าอุณหภูมิช่วงเดือนพฤษจิกายน –กุมภาพันธ์จากข้อมูลค่าสถิติอุณหภูมิอากาศในเขตจังหวัดน่าน เฉลี่ยรอบ 10 ปี(พ.ศ.2532-พ.ศ.2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่าสถิติสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยรอบ10ปีของจังหวัดน่าน เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิโซโคเมตริก เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารพบว่า

1. ในช่วงฤดูร้อน (มีนาคม -มิถุนายน) สภาพอากาศส่วนใหญ่ อุณหภูมิสูงเกินเขตสบาย ต้องใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ หรือใช้เครื่องกลช่วย และช่วงเดือน มีนาคม – เมษายน ต้องใช้กลวิธีสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อลดอุณหภูมิอากาศ (Thermal Mass) การให้ร่มเงาแก่ตัวอาคารและเพิ่มความชื้นให้สภาพอากาศ เพื่อสร้างความเย็นภายในอาคาร

2. ช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม – ตุลาคม) มีความชื้นสูง อุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 24 -28 องศาเซลเซียส จึงควรใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติหรือเครื่องกลเพื่อช่วยให้เกิดภาวะสบายภายในอาคาร

3. ในช่วงฤดูหนาว (พฤษจิกายน – กุมภาพันธ์) สภาพอากาศบางส่วนในเดือนพฤษจิกายน. และ กุมภาพันธ์อยู่ในเขตสบายแต่สภาพอากาศส่วนใหญ่ในเดือน ธันวาคม-กุมภาพันธ์หนาวเย็น ต้องใช้กลวิธีนำความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์มาใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในอาคารให้สูงขึ้น ส่วนในเดือนกันยายน ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติหรือใช้เครื่องกล เพื่อสร้างสภาวะสบายภายในอาคาร

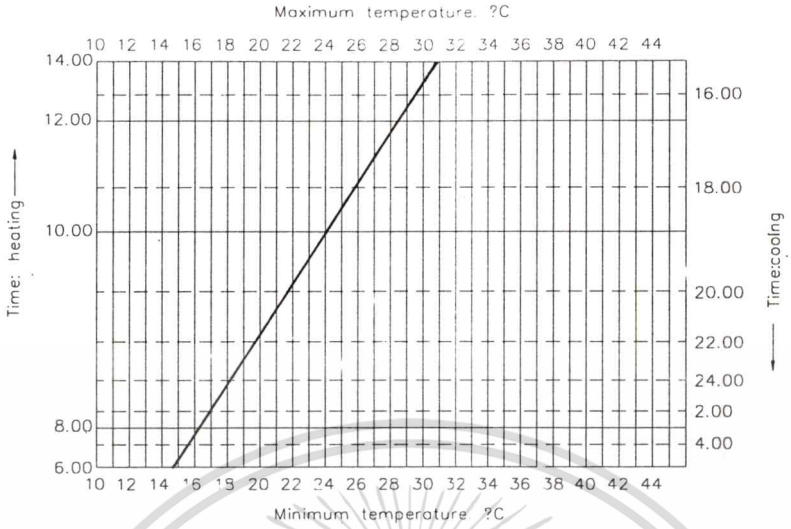
3.1.5 การวิเคราะห์หาค่าความสบาย

ค่ามาตรฐาน ECI เป็นเกณฑ์วัดความสบายทางอุณหภูมิซึ่งประมวลผลจากค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรจากปัจจัยสภาพแวดล้อม อันได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และกระแสลม ภายใต้การอยู่อาศัยปกติในสภาพอุณหภูมิอากาศแถบศูนย์สูตร มีค่าภาวะสบายที่แนะนำที่ 25.6 °C ECI และขีดสูงสุดของความสบายที่ 27.7 °C ECI ซึ่งช่วงภาวะสบายดังกล่าวค่อนข้างแคบ จึงใช้วิธีหาระยะสบาย(Comfort Zone Range) จากมาตรฐาน CET จะได้ช่วงระยะสบายที่มีค่าสูงสุด จุดกึ่งกลาง และค่าต่ำสุด ทำให้การวิเคราะห์หาค่าความสบายมีความละเอียดยิ่งขึ้น

จากข้อมูลสภาพอากาศจังหวัดน่านรอบ10ปีในตารางที่ 3.1 นำไปหาค่าอุณหภูมิราย 2 ชั่วโมงโดยการดูอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของเดือน จากนั้นนำค่าที่ได้มาขีดลงบน Hourly Temperature Calculator Chart นำค่าที่ได้บันทึกลงบนตารางดังภาพที่ 3.14

<u>ตัวอย่าง</u> จากค่าสถิติด้านอุณหภูมิอากาศในเขต จ.น่าน ปีพ.ศ.2532-2541 ในเดือนมกราคมมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 30.8 °C อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 14.7°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.13 แสดงตัวอย่างการหาค่าอุณหภูมิทุก2 ชั่วโมงจาก Hourly Temperature Calculator Chart

DBT °C

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
24.00	18.0	19.0	23.0	25.5	26.5	26.6	26.2	25.6	25.7	24.3	21.3	17.9
2.00	16.8	17.6	21.7	24.4	25.7	26.0	25.6	25.0	25.0	23.6	20.5	16.7
4.00	15.4	16.1	20.3	23.3	24.8	25.1	25.0	24.3	24.2	22.7	19.4	15.5
6.00	14.7	15.1	19.4	22.6	24.1	24.7	24.5	24.0	23.8	22.1	18.8	14.7
8.00	16.0	16.8	21.0	24.0	25.2	25.5	25.3	24.6	24.7	23.0	20.0	16.1
10.00	24.0	25.6	29.1	30.7	30.8	29.9	29.0	28.5	29.0	28.0	26.0	23.2
12.00	28.4	30.7	33.9	34.4	34.0	32.5	31.0	30.7	31.4	30.9	29.3	27.3
14.00	30.8	33.2	36.3	36.7	35.6	33.8	32.3	31.9	32.7	32.3	31.1	29.5
16.00	29.5	31.8	35.0	35.4	34.7	33.0	31.6	31.3	32.0	31.5	30.1	28.2
18.00	25.8	27.6	31.0	32.1	32.0	31.0	29.9	29.5	30.0	29.1	27.2	25.0
20.00	21.6	22.9	26.7	28.5	29.0	28.5	27.8	27.4	27.7	26.5	24.1	21.1
22.00	19.6	20.7	24.6	26.9	27.7	27.4	27.0	26.4	26.6	25.2	22.7	19.2

ภาพที่3.14 แสดงค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง(DBT) °C จังหวัดน่านราย 2 ชั่วโมง ทั้ง12เดือน

จะได้อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)จากนั้นนำไปหาค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก(Wet Bulb Temperature) จาก Psychrometric Chart โดยอาศัยค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (Mean RH.) ของเดือนนั้นๆประกอบ เช่น ในเดือน มกราคม เวลา 8.00 น. มีค่า DBT=16°C Mean RH.= 77% นำไปอ่านค่า WBT ณ.เวลา 8.00 น. จะได้ค่า WBT=13.7°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WBT °C

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
15.6	15.6	18.2	21.5	23.2	23.3	23.8	23.6	23.7	22.1	18.9	15.7
14.5	14.5	17.1	20.3	22.5	23.1	23.2	23.0	23.0	21.6	18.1	14.6
13.1	13.1	15.9	19.2	21.7	22.4	22.7	22.4	22.4	20.8	17.1	13.4
12.5	12.1	15.3	18.6	21.1	22.0	22.2	22.1	21.9	20.0	16.7	12.7
13.7	13.8	16.5	20.0	22.0	22.6	23.0	22.7	22.7	21.0	17.6	14.0
21.4	21.6	24.0	25.9	26.9	26.7	26.4	26.3	26.7	25.7	23.5	20.8
25.4	26.1	28.1	29.4	30.0	29.3	28.2	28.3	29.1	28.2	26.7	24.6
27.4	28.4	30.5	29.7	31.6	30.6	29.5	29.5	30.4	29.7	28.2	26.4
26.3	27.1	29.3	30.3	30.8	29.8	28.9	29.0	29.7	28.9	27.3	25.3
22.9	23.5	25.6	27.1	28.1	27.8	27.1	28.0	27.6	26.7	24.8	22.3
18.8	19.0	21.9	24.0	25.5	25.5	25.3	25.4	25.6	24.2	21.9	18.4
16.8	16.9	20.0	22.7	24.3	24.8	24.6	24.4	24.7	23.0	20.5	16.7

ภาพที่3.15 แสดงค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก(WBT) °C จังหวัดน่านราย 2 ชั่วโมง ทั้ง12เดือน

เนื่องจากต้องใช้ค่าอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์ในการคำนวณหาค่าในสูตร ECI ดังนั้นจึงต้องแปลงค่าจากอุณหภูมิองศาเซลเซียส(°C) เป็นองศาฟาเรนไฮนต์(°F) และแปลงค่าความเร็วลมจากหน่วยเมตรต่อวินาที(m/s)ให้มีหน่วยเป็น ฟุตต่อนาที(ft/min) จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปคำนวณในสูตร ECI เมื่อได้ผลจากคำนวณแล้วจึงนำมาแปลงค่ากลับเป็นอุณหภูมิองศาเซลเซียส จะได้ค่าอุณหภูมิ °C ECI

สูตรแปลงค่าอุณหภูมิ

$°F = °C \times 1.8 + 32$

$°C = 5/9 (°F - 32)$

สูตรแปลงค่าความเร็วลม

1 Knots = 0.5144 m/s

1 m/s = 196.078 ft/min

สูตรภาวะน่าสบาย ECI

$ECI = tw + 0.447 (t - tw) - 0.231 \sqrt{V}$

tw = ค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก(°F)

t = ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง(°F)

V = ค่าความเร็วลม(ft/min)

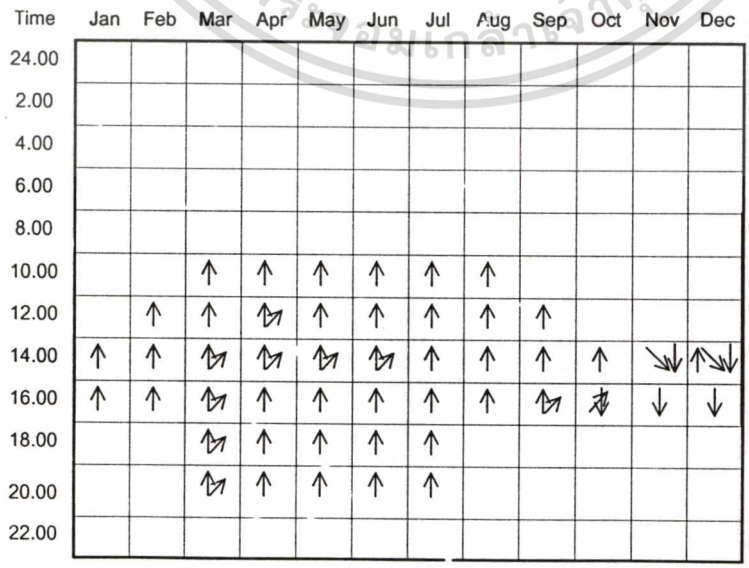
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	DBT °F												WBT °F											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
24.00	64.4	66.2	73.4	77.9	79.7	79.9	79.2	78.1	78.3	75.7	70.3	64.2	60.1	60.1	64.8	70.7	73.8	74.8	74.8	74.5	74.7	71.8	66.0	60.3
2.00	62.2	63.7	71.1	75.9	78.3	78.8	78.1	77.0	77.0	74.5	68.9	62.1	58.1	58.1	62.8	68.5	72.5	73.6	73.8	73.4	73.4	70.9	64.6	58.3
4.00	59.7	61.0	68.5	73.9	76.6	77.2	77.0	75.7	75.6	72.9	66.9	59.9	55.6	55.6	60.6	66.6	71.1	72.3	72.9	72.3	72.3	69.4	62.8	56.1
6.00	58.5	59.2	66.9	72.7	75.4	76.5	76.1	75.2	74.8	71.8	65.8	58.5	54.5	53.8	59.5	65.5	70.0	71.6	72.0	71.8	71.4	68.0	62.1	54.9
8.00	60.8	62.2	69.8	75.2	77.4	77.9	77.5	76.3	76.5	73.4	68.0	61.0	56.7	56.8	61.7	68.0	71.6	72.7	73.4	72.9	72.9	69.8	63.7	57.2
10.00	75.2	78.1	84.4	87.3	87.4	85.8	84.2	83.3	84.2	82.4	78.8	73.8	70.5	70.9	75.2	78.6	80.4	80.1	79.5	79.3	80.1	78.3	74.3	69.4
12.00	83.1	87.3	93.0	93.9	93.2	90.5	87.8	87.3	88.5	87.6	84.7	81.1	77.7	79.0	82.6	84.9	86.0	84.7	82.8	82.9	84.4	82.8	80.1	76.3
14.00	87.4	91.8	97.3	98.1	96.1	92.8	90.1	89.4	90.9	90.1	88.0	85.1	81.3	83.1	86.9	85.5	88.9	87.1	85.1	85.1	86.7	85.5	82.8	79.5
16.00	85.1	89.2	95.0	95.7	94.5	91.4	88.9	88.3	89.6	88.7	86.2	82.8	79.3	80.8	84.7	86.5	87.4	85.6	84.0	84.2	85.5	84.0	81.1	77.5
18.00	78.4	81.7	87.8	89.8	89.6	87.8	85.8	85.1	86.0	84.4	81.0	77.0	73.2	74.3	78.1	80.8	82.6	82.0	80.8	82.4	81.7	80.1	76.6	72.1
20.00	70.9	73.2	80.1	83.3	84.2	83.3	82.0	81.3	81.9	79.7	75.4	70.0	65.8	66.2	71.4	75.2	77.9	77.9	77.5	77.7	78.1	75.6	71.4	65.1
22.00	67.3	69.3	76.3	80.4	81.9	81.3	80.6	79.5	79.9	77.4	72.9	66.6	62.2	62.4	68.0	72.9	75.7	76.6	76.3	75.9	76.5	73.4	68.9	62.1

ภาพที่3.16 แสดงค่าอุณหภูมิ DBT และ WBT °F จังหวัดน่านราย 2 ชั่วโมงทั้ง 12 เดือน

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
24.00	0.00	0.00	9.37	17.84	19.85	17.34	9.78	13.62	2.02	0.71	3.33	1.01
2.00	6.05	0.00	6.05	13.10	17.13	14.41	7.05	12.40	1.31	0.00	1.31	0.30
4.00	2.02	0.00	4.03	5.04	11.09	9.07	7.05	7.05	2.02	0.00	0.00	1.01
6.00	0.71	0.00	2.72	3.73	7.05	13.10	10.38	4.33	1.31	0.71	0.00	1.71
8.00	2.02	36.99	13.40	20.46	19.45	31.55	26.20	15.12	6.35	6.05	8.37	8.37
10.00	6.05	110.86	36.28	55.43	48.38	64.50	54.42	39.31	17.13	16.13	25.20	21.16
12.00	39.61	106.13	123.66	93.02	89.40	110.16	88.69	58.15	29.93	23.48	42.63	35.27
14.00	53.42	110.56	154.50	101.09	104.82	121.95	97.76	64.80	38.60	35.27	41.62	40.01
16.00	47.37	123.96	129.00	79.62	94.74	99.78	81.64	59.46	43.34	51.40	22.17	35.27
18.00	17.13	50.69	73.87	56.74	57.14	55.43	54.12	37.29	19.15	18.44	10.78	20.46
20.00	1.31	9.37	35.58	36.58	31.95	28.52	31.95	23.18	6.05	2.02	5.34	9.78
22.00	0.00	0.00	14.11	19.15	19.15	19.15	15.12	17.13	4.03	2.02	6.05	3.02

ภาพที่3.17 แสดงความเร็วลม จ.น่านรายเดือน รอบ10ปี (พ.ศ.2532-2541) หน่วย : ft / min

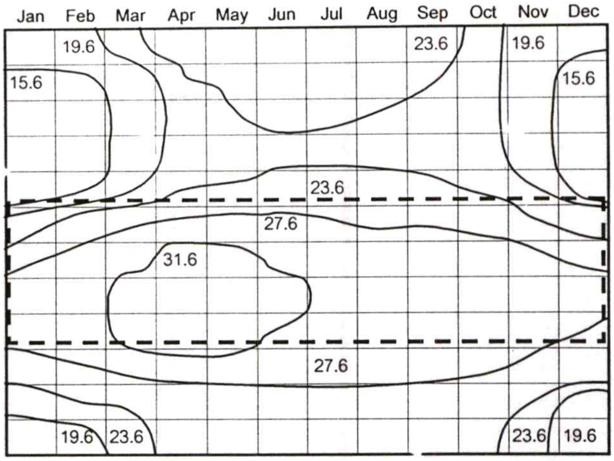


ภาพที่3.18 แสดงความเร็วลม จ.น่านรายเดือน จากสถิติ10ปี (พ.ศ.2532-2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

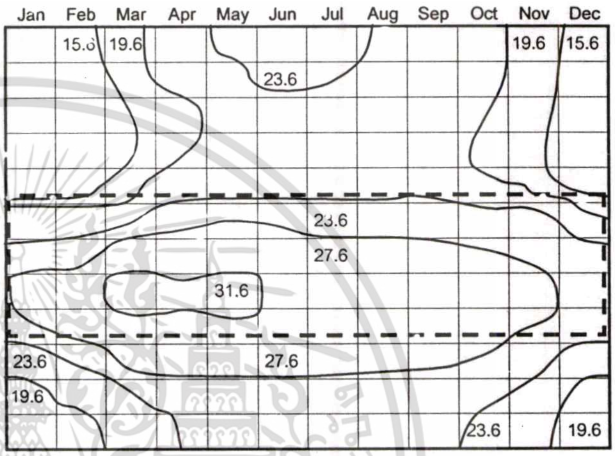
ECI °C Wind 0

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
24.00	16.7	17.1	20.3	23.3	24.7	25.1	24.9	24.5	24.6	23.1	20.0	16.7
2.00	15.5	15.9	19.2	22.1	23.9	24.4	24.3	23.9	23.9	22.5	19.2	15.5
4.00	14.1	14.4	17.9	21.0	23.1	23.6	23.7	23.2	23.2	21.6	18.1	14.3
6.00	13.5	13.4	17.1	20.4	22.4	23.2	23.2	22.9	22.7	20.9	17.6	13.6
8.00	14.7	15.1	18.5	21.8	23.4	23.9	24.0	23.5	23.6	21.9	18.7	14.9
10.00	22.6	23.4	26.3	28.0	28.6	28.1	27.6	27.3	27.7	26.7	24.6	21.9
12.00	26.7	28.2	30.7	31.6	31.8	30.7	29.5	29.4	30.1	29.4	27.9	25.8
14.00	28.9	30.5	33.1	32.8	33.4	32.0	30.8	30.6	31.4	30.9	29.5	27.8
16.00	27.7	29.2	31.8	32.6	32.5	31.2	30.1	30.0	30.7	30.1	28.6	26.6
18.00	24.2	25.3	28.0	29.3	29.8	29.2	28.4	28.7	28.7	27.8	25.9	23.5
20.00	20.1	20.7	24.0	26.0	27.1	26.8	26.4	26.3	26.5	25.2	22.9	19.6
22.00	18.1	18.6	22.1	24.6	25.8	26.0	25.7	25.3	25.5	24.0	21.5	17.8



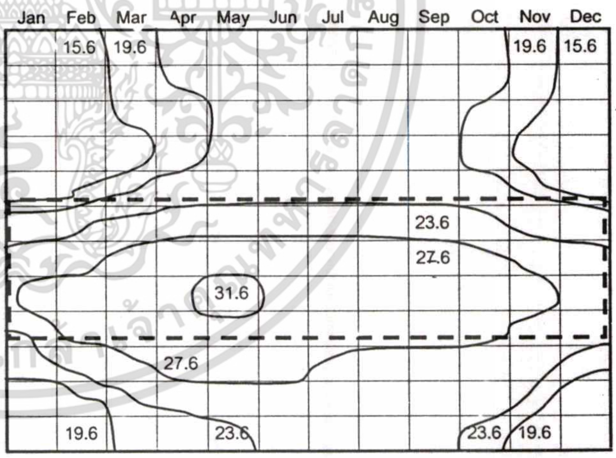
ECI °C WIND 0.5m/sec (16.4 ft/min)

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
24.00	15.4	15.8	19.1	22.0	23.4	23.8	23.6	23.2	23.3	21.8	18.7	15.4
2.00	14.3	14.6	17.9	20.9	22.7	23.1	23.0	22.6	22.6	21.2	17.9	14.3
4.00	12.9	13.2	16.6	19.8	21.8	22.3	22.5	22.0	21.9	20.4	16.9	13.1
6.00	12.2	12.2	15.9	19.1	21.2	21.9	22.0	21.7	21.5	19.7	16.4	12.3
8.00	13.5	13.9	17.2	20.5	22.2	22.6	22.8	22.3	22.3	20.6	17.4	13.7
10.00	21.3	22.1	25.0	26.8	27.4	26.9	26.3	26.0	26.5	25.5	23.3	20.6
12.00	25.5	26.9	29.4	30.4	30.5	29.5	28.2	28.1	28.9	28.1	26.6	24.5
14.00	27.6	29.3	31.8	31.6	32.1	30.8	29.5	29.3	30.2	29.6	28.2	26.5
16.00	26.5	27.9	30.6	31.3	31.3	30.0	28.8	28.8	29.5	28.8	27.3	25.3
18.00	22.9	24.1	26.7	28.1	28.6	28.0	27.1	27.4	27.4	26.5	24.6	22.2
20.00	18.8	19.5	22.8	24.7	25.8	25.6	25.1	25.0	25.3	24.0	21.6	18.3
22.00	16.8	17.3	20.8	23.3	24.5	24.7	24.4	24.0	24.3	22.7	20.2	16.5



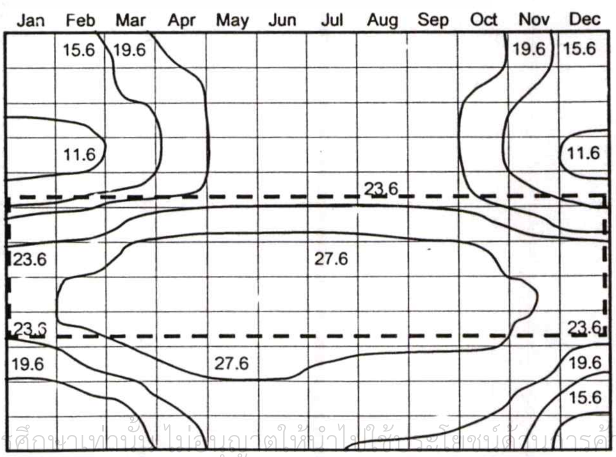
ECI °C WIND 1m/sec (32.8 ft/min)

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
24.00	14.9	15.3	18.5	21.5	22.9	23.3	23.1	22.7	22.8	21.3	18.2	14.9
2.00	13.7	14.1	17.4	20.3	22.1	22.6	22.5	22.1	22.1	20.7	17.4	13.7
4.00	12.3	12.6	16.1	19.2	21.3	21.8	21.9	21.5	21.4	19.9	16.3	12.5
6.00	11.7	11.6	15.3	18.6	20.6	21.4	21.4	21.2	21.0	19.1	15.8	11.8
8.00	12.9	13.3	16.7	20.0	21.6	22.1	22.2	21.8	21.8	20.1	16.9	13.1
10.00	20.8	21.6	24.5	26.2	26.8	26.3	25.8	25.5	25.9	24.9	22.8	20.1
12.00	24.9	26.4	28.9	29.8	30.0	28.9	27.7	27.6	28.3	27.8	26.1	24.0
14.00	27.1	28.7	31.3	31.0	31.6	30.2	29.0	28.8	29.6	29.1	27.7	26.0
16.00	25.9	27.4	30.1	30.8	30.7	29.4	28.3	28.2	28.9	28.3	26.8	24.8
18.00	22.4	23.5	26.2	27.5	28.0	27.4	26.6	26.9	26.9	26.0	24.1	21.7
20.00	18.3	18.9	22.2	24.2	25.3	25.0	24.6	24.5	24.7	23.4	21.1	17.8
22.00	16.3	16.8	20.3	22.8	24.0	24.2	23.9	23.5	23.8	22.2	19.7	16.0



ECI °C WIND 1.5m/sec (49.2 ft/min)

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
24.00	14.5	14.9	18.2	21.1	22.5	22.9	22.7	22.3	22.4	20.9	17.8	14.5
2.00	13.3	13.7	17.0	19.9	21.7	22.2	22.1	21.7	21.7	20.3	17.0	13.3
4.00	11.9	12.2	15.7	18.8	20.9	21.4	21.5	21.1	21.0	19.5	15.9	12.1
6.00	11.3	11.2	14.9	18.2	20.2	21.0	21.0	20.8	20.6	18.7	15.4	11.4
8.00	12.5	12.9	16.3	19.6	21.2	21.7	21.8	21.4	21.4	19.7	16.5	12.7
10.00	20.4	21.2	24.1	25.9	26.4	25.9	25.4	25.1	25.5	24.5	22.4	19.7
12.00	24.5	26.0	28.5	29.4	29.6	28.5	27.3	27.2	27.9	27.2	25.7	23.6
14.00	26.7	28.4	30.9	30.6	31.2	29.8	28.6	28.4	29.2	28.7	27.3	25.6
16.00	25.5	27.0	29.7	30.4	30.3	29.0	27.9	27.8	28.5	27.9	26.4	24.4
18.00	22.0	23.1	25.8	27.1	27.6	27.0	26.2	26.5	26.5	25.6	23.7	21.3
20.00	17.9	18.5	21.9	23.8	24.9	24.6	24.2	24.1	24.3	23.0	20.7	17.4
22.00	15.9	16.4	19.9	22.4	23.6	23.8	23.5	23.1	23.4	21.8	19.3	15.6



...เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

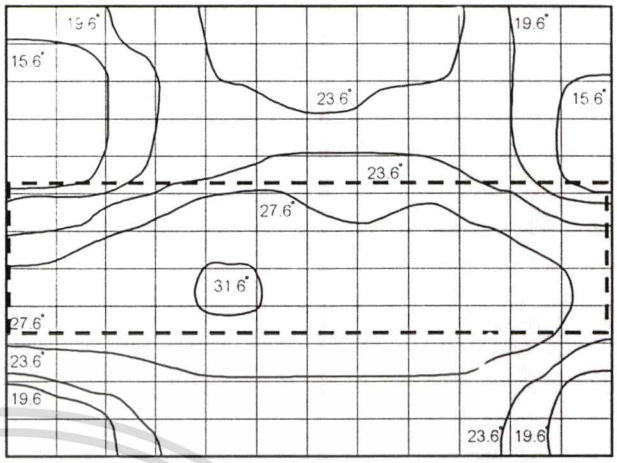
ตารางที่ 3.6 แสดงค่าอุณหภูมิ ℃ ECI กรณีใช้ความเร็วลมต่างๆ เพื่อก่อให้เกิดภาวะน่าสบาย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า C ECI โดยใช้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยราย2ชั่วโมง/เดือน/10ปี

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
24.00	16.7	17.1	20.0	22.7	24.1	24.5	24.5	24.0	24.4	23.0	19.7	16.6
2.00	15.2	15.9	18.8	21.7	23.4	23.9	23.9	23.4	23.7	22.5	19.0	15.5
4.00	13.9	14.4	17.6	20.7	22.7	23.2	23.4	22.9	23.0	21.6	18.1	14.2
6.00	13.4	13.4	16.9	20.1	22.1	22.7	22.8	22.7	22.6	20.8	17.6	13.4
8.00	14.5	14.4	16.9	21.2	22.9	23.2	23.4	23.1	23.3	21.6	18.3	14.6
10.00	22.2	22.0	25.5	27.1	27.7	27.1	26.6	26.5	27.2	26.2	24.0	21.3
12.00	25.9	26.6	29.3	30.4	30.6	29.4	28.2	28.4	29.4	28.8	27.0	25.0
14.00	26.0	29.2	31.5	31.5	32.1	30.6	29.5	29.5	30.6	30.1	28.7	27.0
16.00	26.8	27.8	30.4	31.4	31.3	29.9	28.9	29.0	29.9	29.1	27.9	25.8
18.00	23.7	24.4	26.9	28.4	28.9	28.3	27.4	27.9	28.1	27.2	25.5	22.9
20.00	19.9	20.4	23.3	25.2	26.3	26.2	25.7	25.7	26.2	25.0	22.6	19.2
22.00	18.1	18.6	21.6	24.0	25.3	25.4	25.2	24.8	25.3	23.6	21.2	17.6

ค่า C ECI โดยใช้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยราย2ชั่วโมง/เดือน/10ปี



ภาพที่3.20 แสดงค่าอุณหภูมิ °C ECI กรณีใช้ความเร็วลมเฉลี่ยราย 2 ชม.ทุกเดือนในรอบ10 ปี

วิธีหาเขตสบาย (Method for Determining Comfort Zone)

$$AMT = \frac{\text{DBT เฉลี่ยสูงสุดของปี + DBT เฉลี่ยต่ำสุดของปี}}{2}$$

DBT = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)

AMT = อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี (Annual Mean DBT)

AMR = DBT เฉลี่ยสูงสุดของปี – DBT เฉลี่ยต่ำสุดของปี

AMR = พิสัยเฉลี่ยตลอดปี (Annual Mean Range)

สำหรับในที่ ๆ มี AMT ต่ำกว่า 10°C

TCC = 20 °C ET

สำหรับในที่ ๆ มี AMT สูงกว่า 10 °C

$$TCC = \frac{AMT}{4} + 17.2$$

TCC = Centre of Comfort Zone

ET = Effective Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.2 แสดงระยะของเขตสบาย (Comfort Zone Range)

AMR	Comfort Zone Range (ET)
ต่ำกว่า 13	2.5
13 – 16	3.0
16 – 19	3.5
19 – 24	4.0
24 – 28	4.5
28 – 33	5.0
33 – 38	5.5
3.8 – 45	6.0
45 – 52	6.5
สูงกว่า 52	7.0

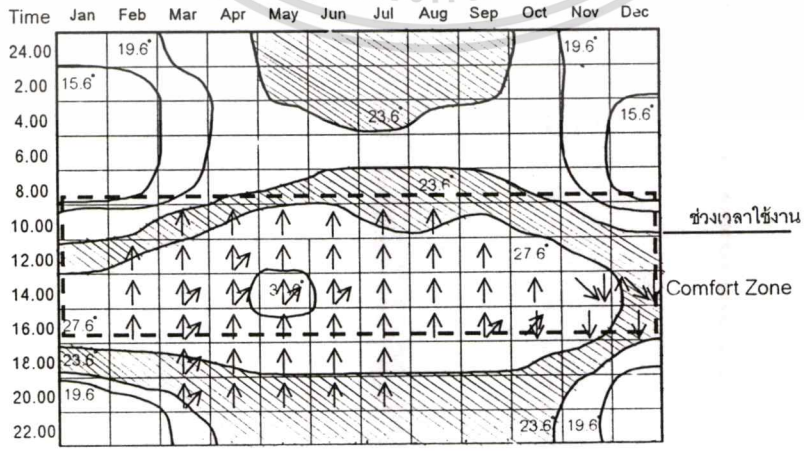
วิธีหาเขตสบาย (Method for Determining Comfort Zone) เป็นวิธีหาค่าสบายตามมาตรฐานETแต่สิ่งที่งานวิจัยต้องการจากสูตรนี้คือระยะของเขตสบาย จึงต้องหาค่า AMR ของ จ.น่าน

AMR = 38.3 -14.8 = 13.5°C

เมื่อตรวจสอบดูจากตารางที่ 3.2 ระยะของเขตสบาย (Comfort Zone Range) เท่ากับ 4 หากถือค่าภาวะสบายที่แนะนำ 25.6 °C ECI เป็น TCC(Centre of Comfort Zone) จะมีระยะของเขตสบายดังนี้

ค่าอุณหภูมิสูงสุดของภาวะน่าสบายคือ 27.6°C ECI

ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของภาวะน่าสบายคือ 23.6°C ECI



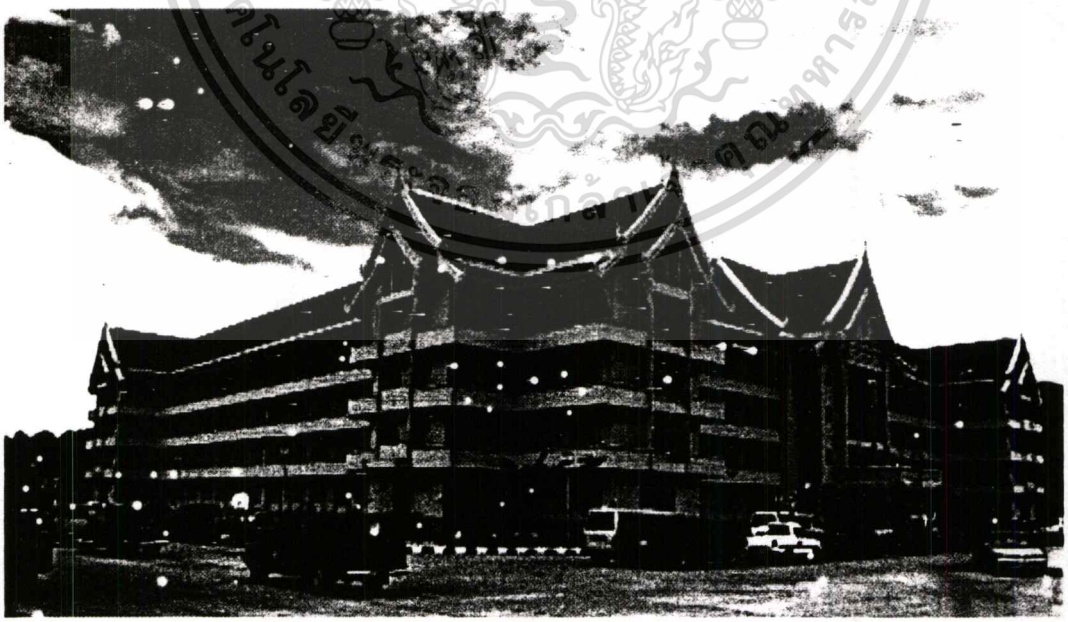
ภาพที่3.21 แสดงค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายในเขต จ.น่าน (หน่วย°C ECI) กรณีใช้ความเร็วลมและทิศทางเฉลี่ยราย 2 ชม.ทุกเดือนในรอบ10 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่3.21 ในช่วงเวลา 8.30 – 16.30 น. ซึ่งมีการใช้งานในอาคารจะพบว่า

- มีเพียง เดือนธันวาคม เดือนเดียวที่มีสภาพอากาศอยู่ในภาวะสบายเกือบทั้งวัน
- ช่วงฤดูหนาว (พ.ย. – ก.พ.) ช่วงเช้าอากาศเย็น ต้องใช้กลวิธีการนำความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ (Passive Solar Heating) มาเพิ่มอุณหภูมิภายในห้อง เช่น การปล่อยให้รังสีความร้อนสามารถส่องผ่านช่องเปิด หรือส่องกระทบวัตถุที่ดูดกลืนความร้อนได้ดี ในเวลากลางวันจนถึงเย็นอากาศร้อนเกินภาวะสบายจึงควรออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพในการระบายอากาศ
- ช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน (มี.ค. – ต.ค.) อากาศในช่วงเช้าจะอยู่ในช่วงภาวะน่าสบาย แต่เวลาตั้งแต่ 10.00 น. เป็นต้นไปอากาศจะเริ่มร้อนเกินภาวะน่าสบายไป 4 °C ECI แม้จะมีลมซึ่งพัดมาจากทิศใต้ก็ตามแต่ด้วยความเร็วลมที่มีไม่มากจึงแทบจะไม่มีอิทธิพลต่อสภาวะอากาศในพื้นที่ เหตุหนึ่งอาจด้วยสภาพพื้นที่ของจังหวัดน่านที่เป็นแอ่งกะทะทำให้กระแสลมถูกลดความแรงลง ทำให้กระแสลมที่พัดมาไม่มีอิทธิพลต่อสภาพอากาศในพื้นที่มากนัก ดังนั้นหากต้องการสร้างภาวะสบายให้ครอบคลุมช่วงเวลาดังกล่าวต้องปรับปรุงสภาพแวดล้อม(Micro Climate)ให้อุณหภูมิภายในบริเวณต่ำลง การนำกลวิธีทาง Passive Design มาช่วยในการออกแบบอาคารให้มีระบบระบายอากาศที่ดี หรืออาจใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในภาวะสบายในเดือน พ.ค. ซึ่งอุณหภูมิในเวลา 14.00 น. สูงถึง 32.1 4 °C

3.2 ข้อมูลทั่วไปของอาคารตัวอย่าง



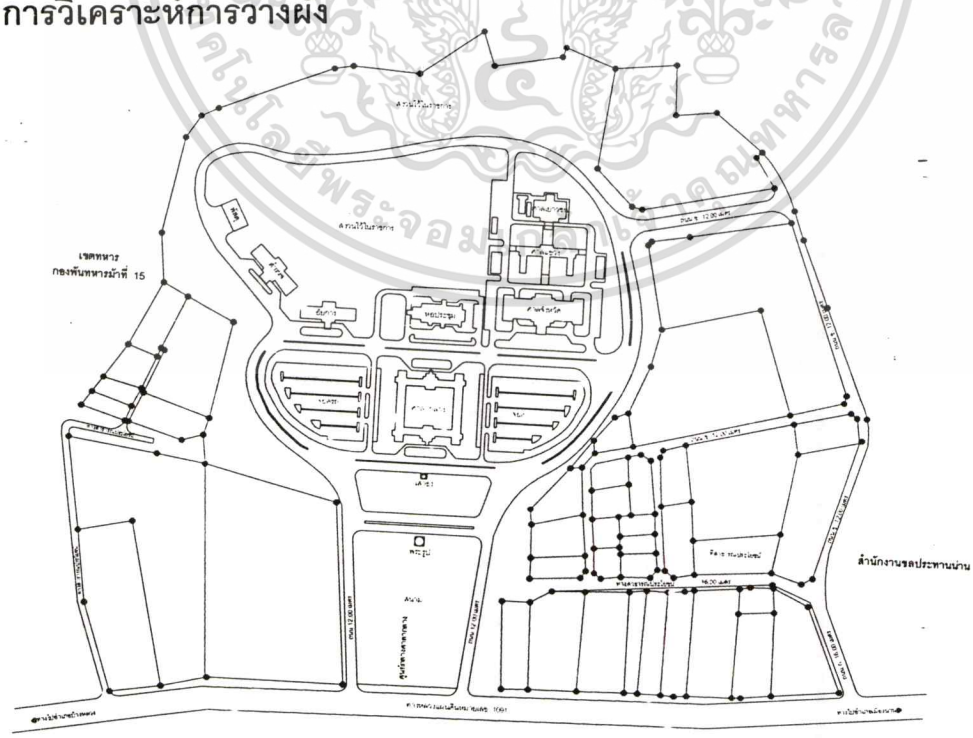
ภาพที่3.22 แสดงภาพอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบอาคารศาลากลาง จังหวัดน่าน แห่งใหม่ที่จะทำการก่อสร้าง ผู้วิจัยอ้างอิงมากจากเอกสารโครงการจัดตั้งศูนย์ราชการระดับจังหวัด จัดทำโดยกรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พฤษภาคม 2540 และจากแผนผังการจัดที่ดินบริเวณศูนย์ราชการ จังหวัดน่าน กรมการผังเมืองกระทรวงมหาดไทย ลักษณะอาคารใช้รูปแบบเดียวกันกับอาคารศาลากลางจังหวัดลำปาง ซึ่งมีลักษณะเป็นอาคารสำนักงาน สูง 4 ชั้น ทรงไทยประยุกต์ มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 16,000 ตารางเมตร กว้าง 94 เมตร ยาว 97 เมตร จัดวางห้องแบบ Single load Corridor ล้อมที่ว่างขนาดใหญ่บริเวณกลางอาคาร โดยบันไดหลักและลิฟท์อยู่กลางอาคารทั้ง 2 ด้าน มีบันไดรองและห้องน้ำอยู่บริเวณมุมอาคารทั้ง 4 ด้าน โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กใช้ระบบเสาและคานและระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ ภายนอกทาสีฟ้าอ่อนภายในทาสีขาว หน้าต่างกระจกสีชาบนกรอบบาน และวงกบเหล็ก พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูหินขัดสีขาว หลังคาซีแพคโมเนียสีน้ำตาลบนโครงสร้างเหล็ก ค่าก่อสร้างเฉพาะตัวอาคารประมาณ 160 ล้านบาท

แต่เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจของประเทศ ชะลอตัวทำให้รัฐต้องปรับลดการใช้งบประมาณในส่วนต่างๆลง ส่งผลให้ต้องชะลอการก่อสร้างโครงการศูนย์ราชการ จังหวัดน่าน ทำให้อาจมีการปรับเปลี่ยนแบบอาคารต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคม และการบริหารราชการของจังหวัดน่าน ในอนาคต เมื่อมีการสานต่อโครงการ

3.3 การวิเคราะห์การวางผัง



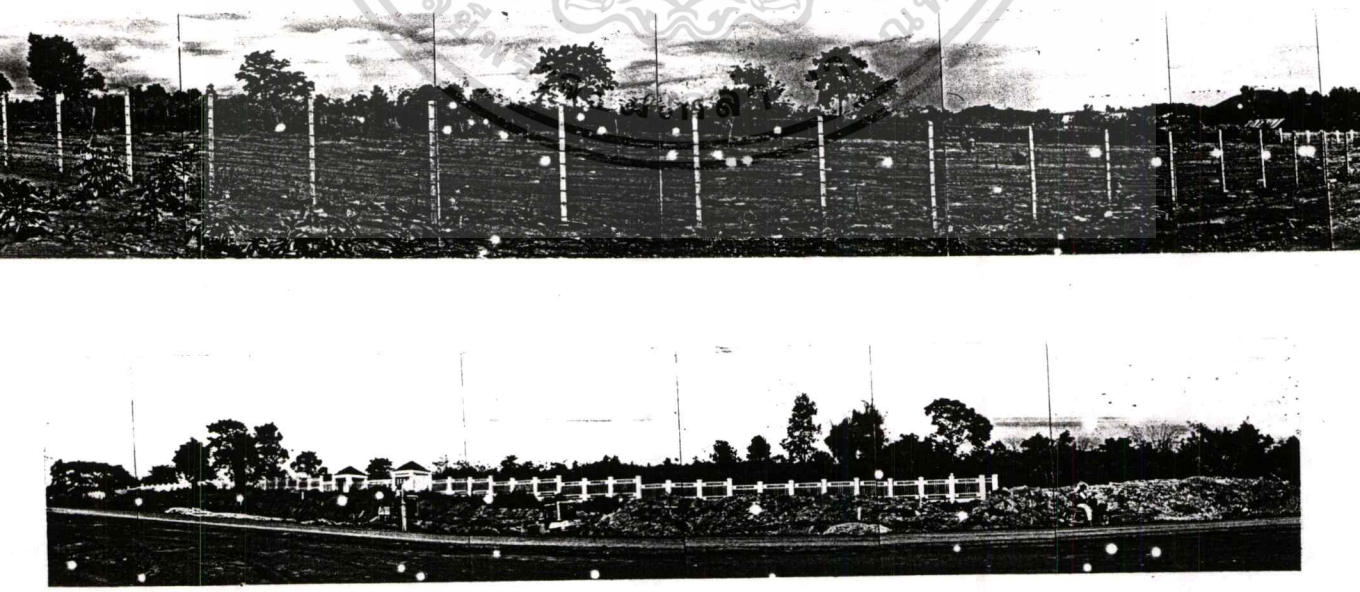
ภาพที่3.23 แสดงผังแม่บทศูนย์ราชการ จังหวัดน่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารศาลากลางจังหวัดน่านเป็นส่วนหนึ่งของ โครงการศูนย์ราชการระดับจังหวัด ซึ่งเป็นโครงการที่รวมอาคารทางราชการที่สำคัญไว้ในบริเวณเดียวกัน เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนที่ต้องการมาติดต่อ และเพื่อความสะดวกในการบริการงาน ดังนั้นอาคารศาลากลางจังหวัดจึงถูกจัดวางเป็นอาคารหลักในผังในการวางผังศูนย์ราชการระดับจังหวัดในพื้นที่ก่อสร้างใหม่ (รายละเอียดดูในภาคผนวก) มีข้อกำหนดให้ที่ดินต้องไม่ต่ำกว่า 70 ไร่ และหน้ากว้างต้องไม่ต่ำกว่า 300 เมตร เพื่อสร้างความสง่างามให้กับบริเวณศูนย์ราชการโดยเฉพาะอาคารศาลากลาง ซึ่งเป็นอาคารประธาน จึงมักกำหนดให้อาคารศาลากลางอยู่บริเวณกึ่งกลางของผัง โดยหันหน้าขนานกับถนนหลักด้านหน้าโครงการ กำหนดให้ถนนทางเข้า-ออก หลักอยู่ทางปีกซ้ายและขวา และอาคารถอยร่นจากถนนด้านหน้ามาก ทำให้เกิดพื้นที่ว่างขนาดใหญ่ เสริมความสง่างามให้กับอาคาร นิยมสร้างพระบรมรูป หรือเสาธงอยู่บริเวณด้านหน้า มักกำหนดให้ที่จอดรถอยู่ทางปีกซ้ายและขวาของอาคาร เพื่อไม่ให้เกิดมลภาวะทางสานตาด้านหน้าอาคาร และด้วยลักษณะการทำงานจึงมักกำหนดให้หอประชุมอยู่ใกล้ ๆ กับอาคารศาลางกลาง ด้วยขนาดที่ใหญ่ของหอประชุม และแก้ปัญหาการชิงเด่นของอาคารจึงมักวางหอประชุมไว้ด้านหลังของอาคารศาลางกลาง รวมถึงอาคารสำนักงานอื่น ๆ เช่น ศาล, สำนักงานอัยการ มักจะกำหนดให้อยู่ด้านหลัง ส่วนอาคารพักอาศัยจะอยู่บริเวณลึกที่สุดของผัง

3.3.1 ลักษณะที่ตั้ง

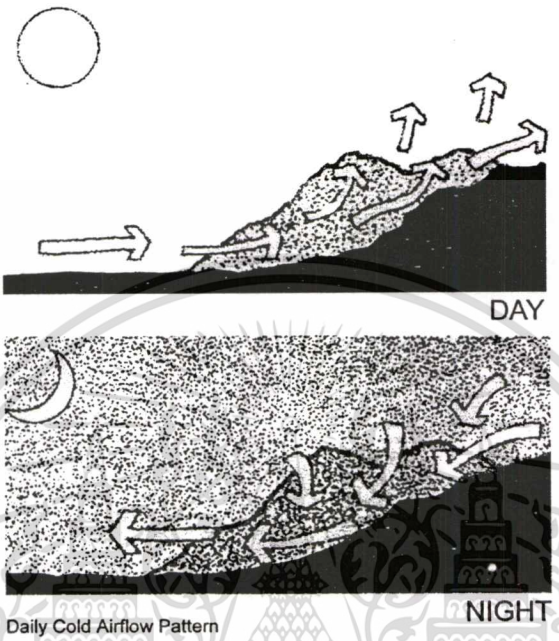
ที่ตั้งโครงการอยู่ที่บริเวณ ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง ริมทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1091 มีความสูงประมาณ 200เมตรจากระดับน้ำทะเล สภาพที่ดินเป็นทุ่งโล่งมีต้นไม้และวัชพืชประปราย ด้านหลังเป็นเนินเขา



ภาพที่3.24 แสดงรูปถ่ายสถาพพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างศูนย์ราชการจังหวัดน่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 **ลักษณะสูงต่ำของที่ดิน** (Topography) สภาพพื้นที่โดยทั่วไปค่อนข้างลาดชัน ความลาดเทประมาณ 12 - 30 % จึงมีผลต่อสภาพอากาศโดยรอบ(Micro Climate)

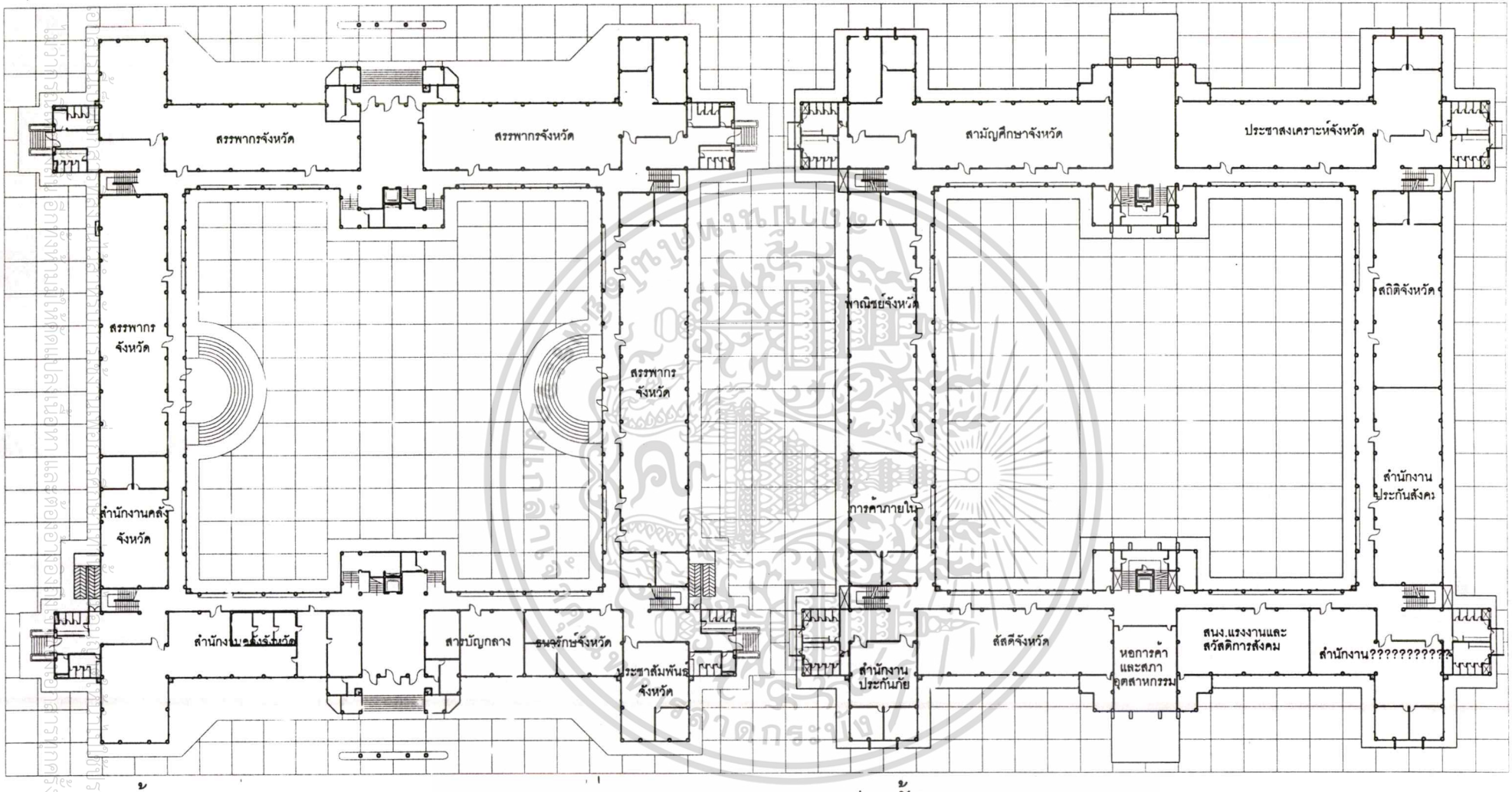


ภาพที่3.25 แสดงภาพการเคลื่อนตัวของอากาศ บริเวณเชิงเขาในเวลากลางวัน และกลางคืน

ตามหลักอากาศที่เย็นกว่าจะหนักกว่าอากาศที่อุ่น ดังนั้นในช่วงเวลากลางคืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่สะสมอยู่บริเวณที่ราบจะแผ่รังสีความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า ทำให้อากาศเย็นตามผิวดินเคลื่อนตัวจากยอดเขาสู่ที่ราบเชิงเขา ต่างกับปรากฏการณ์ในเวลากลางวันที่บริเวณยอดเขา จะถูกรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ก่อนในช่วงเช้าจากนั้นจึงเริ่มสะสม และแผ่รังสีความร้อน อากาศเย็นจึงเคลื่อนตัวขึ้นไปสู่ยอดเขาในเวลากลางวัน เป็นลักษณะลมท้องถิ่น

3.3.1.2 **ต้นไม้ และวัชพืชคลุมดิน** (Landscape) นอกจากใบของต้นไม้จะช่วยบังแสงแดดที่จะส่องเข้าสู่ผนัง หรือช่องเปิดของอาคารแล้ว ต้นไม้สามารถช่วยลดอุณหภูมิให้กับสภาพแวดล้อมได้มาก จากการดูดน้ำใต้ดินขึ้นมาแปลงสภาพให้เป็นไอน้ำ ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงทำให้อุณหภูมิใต้ต้นไม้เย็นลง ในเวลากลางวันเทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน หรือประมาณ 12.66 เมกะจูลต่อชั่วโมง(สุนทร , 2542) จากสภาพพันธุ์ไม้ในพื้นที่เป็นป่าละเมาะ และทุ่งหญ้า สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดังนั้นหากต้องการปรับปรุงสภาพแวดล้อมด้วยการปลูกต้นไม้เพื่อช่วยลดอุณหภูมิให้กับสภาพแวดล้อม ควรคำนึงถึงการคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่สอดคล้องกับสภาพอากาศ ความหนาแน่นของพุ่มใบ และสภาพดินนั้นๆ

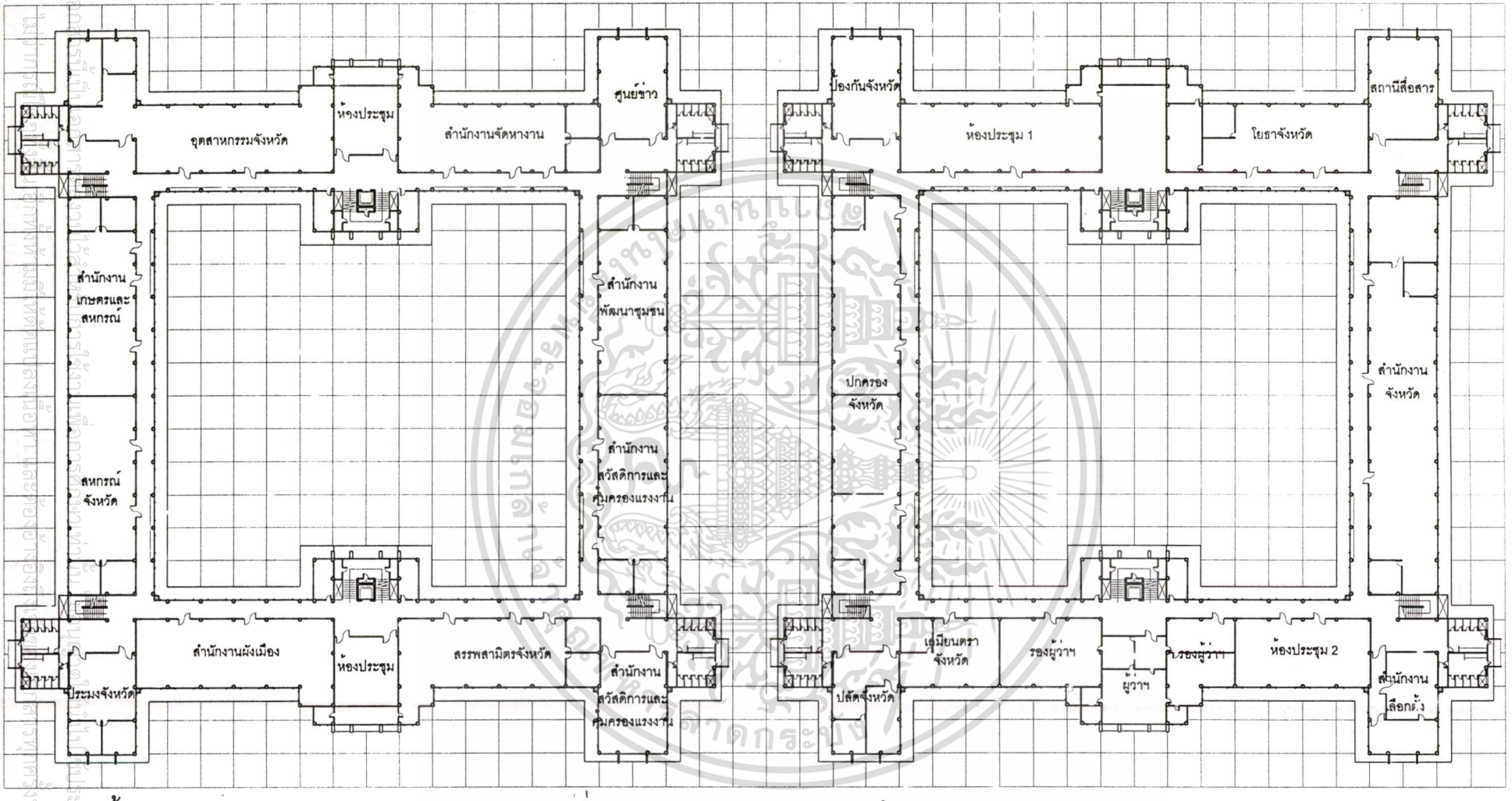
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลนชั้น 1

แปลนชั้น 2

ภาพที่3.26 แสดงแปลนอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน ชั้น1 – 2



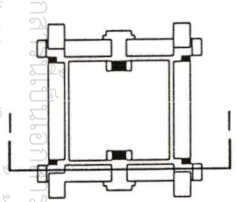
แปลนชั้น 3

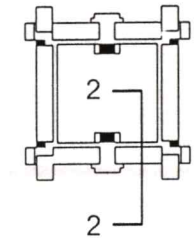
แปลนชั้น 4

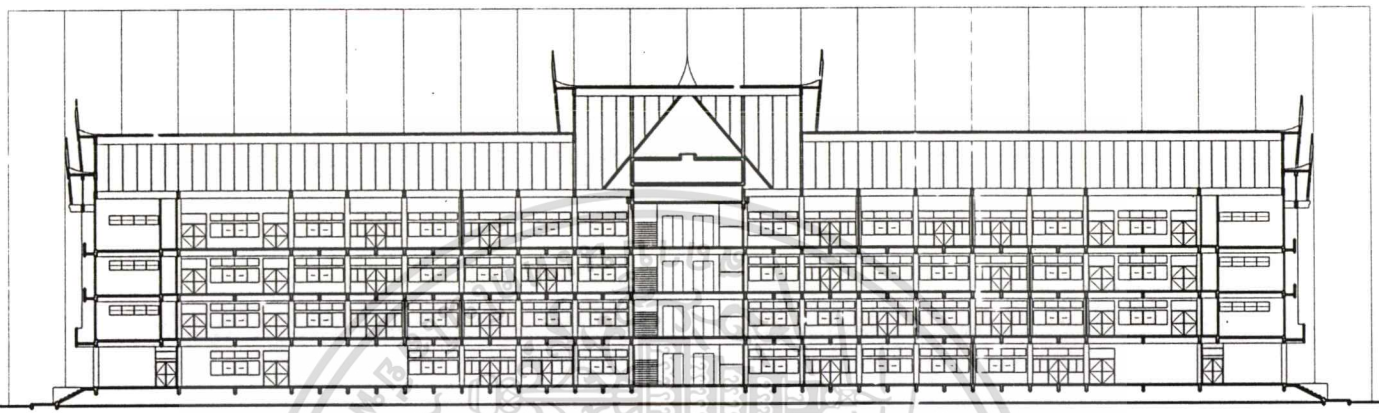
2 4.5
1 4.5 9

N

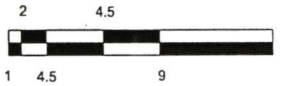
ภาพที่3.27 แสดงแปลนอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน ชั้น3 – 4



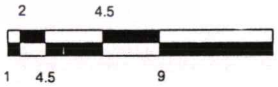




รูปตัด 1



รูปตัด 2



ภาพที่3.28 แสดงรูปตัดอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน

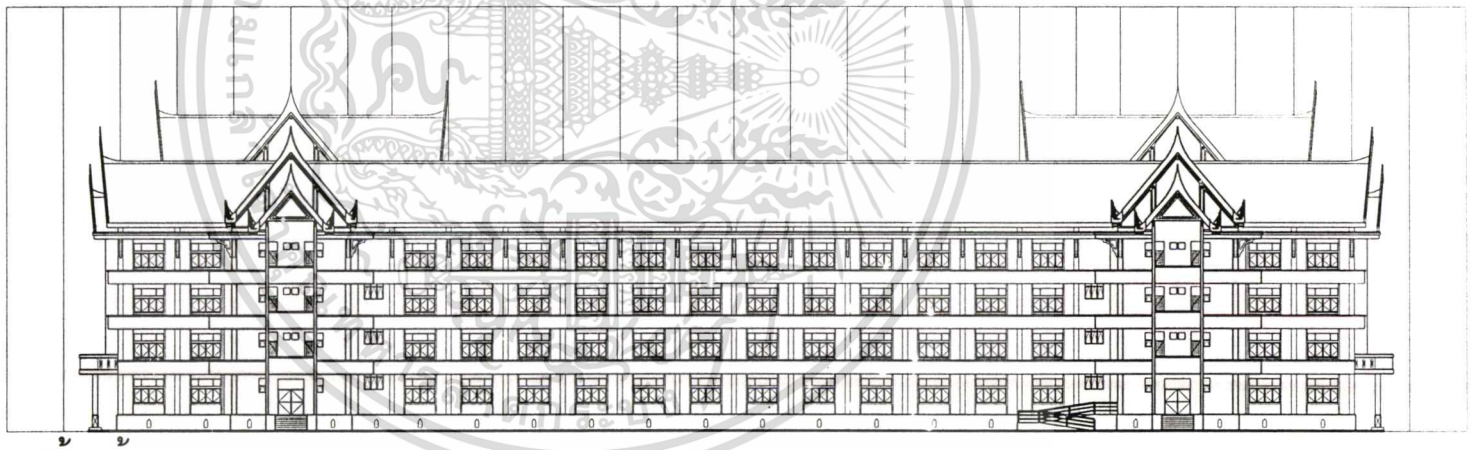
รูปที่ 62 แสดงรูปด้านหน้าและด้านหลังอาคารเรียนรวมคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

(W) รูปด้านทิศตะวันตก

(S) รูปด้านทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปด้านหลัง(N)

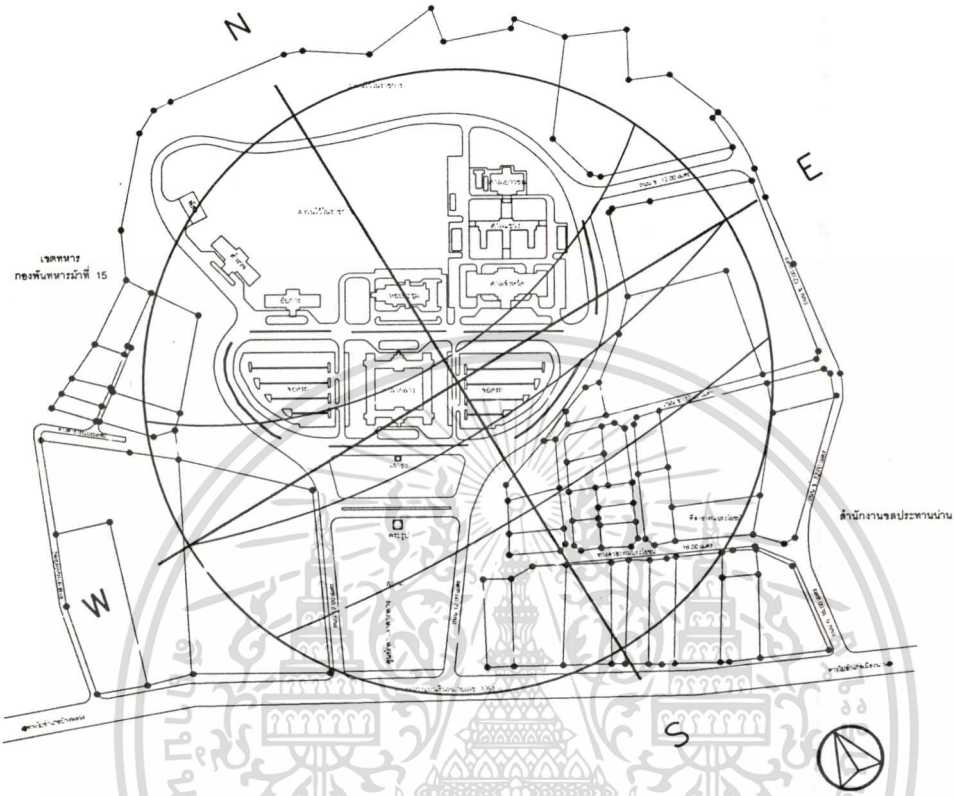


รูปด้านข้าง(E)

ภาพที่3.30 แสดงรูปด้านอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน ด้านหลังและด้านข้าง

3.4 การวิเคราะห์งานสถาปัตยกรรม อาคารตัวอย่าง

3.4.1 การวางตำแหน่งของอาคารที่ส่งผลกับทิศทางแสงแดดและกระแสลม (Orientation)



ภาพที่3.31 แสดงการวางตำแหน่งของอาคาร กับทิศทางแสงแดดและกระแสลม

ข้อสังเกต 1. การจัดวางแปลนแบบ Single Corridor ทำให้การระบายอากาศตามธรรมชาติมีประสิทธิภาพ แต่หากมีการใช้ระบบปรับอากาศจะมีปัญหาการรั่วซึมของอากาศภายนอกทำให้ต้องใช้งานเครื่องปรับอากาศหนักขึ้นจากลักษณะอาคารในแต่ละปีกที่แคบ-ยาวทำให้สามารถจัดแบ่งห้องทำงานของหน่วยงานต่างๆได้ง่ายขึ้นสามารถปรับเปลี่ยน ยกเลิกหรือขยายสำนักงานออกไปได้แต่ต้องพิจารณาระบบไฟฟ้า มาตรวัด(Meter)ที่แยกกันอยู่

3. บริเวณมุมของอาคารเป็นพื้นที่อับลมและ มีปัญหาจากความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่องผ่านช่องเปิดเนื่องจากอาคารไม่มีแผงกันแดดทางแนวตั้ง

4. ควรเพิ่มประสิทธิภาพพื้นที่ว่างขนาดใหญ่ตรงกลาง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ได้รับร่มเงาจากอาคารตลอดทั้งวัน จึงควรปลูกต้นไม้เพื่อปรับสภาพแวดล้อมให้มีภูมิอากาศเย็นกว่าบริเวณรอบนอกอาคาร ทั้งยังสามารถใช้เป็นจุดพักสายตาในเวลาทำงาน

5. อาคารทำมุมเอียงกับทางลมซึ่งส่วนมากพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้ ซึ่งจะส่งผลให้กระแสลมพัดเข้าสู่ภายในอาคารได้ลึกขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของช่องเปิด ทิศทางของช่องเปิด และการจัดเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องรวมถึงการกั้นห้องด้วยผนังเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

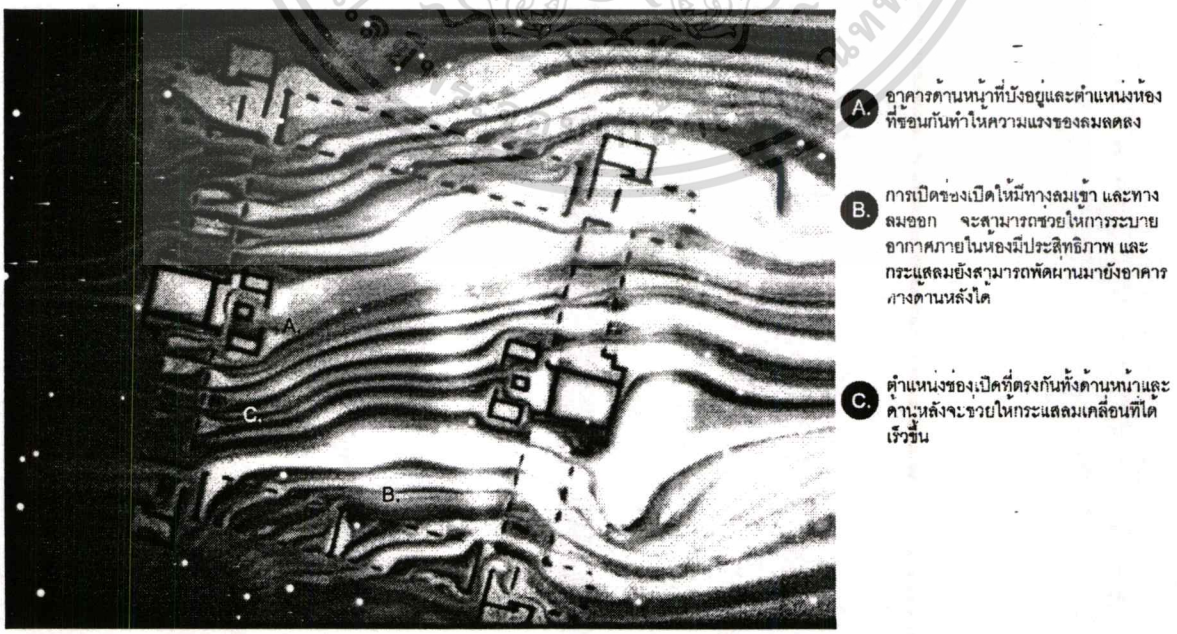
6. การวางตำแหน่งอาคารถูกกำหนดให้เห็นด้านหน้า ขนานกับถนนหลักหน้าโครงการเป็นหลัก และด้วย ทั้ง 4 ด้าน จึงก่อให้เกิดปัญหาการสะสมความร้อนในวัสดุ และรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทะลุผ่านช่องเปิด เกิดเป็นความร้อนสะสมภายในอาคาร

7. ศาลากลางจังหวัดน่านใช้รูปแบบอาคารมาตรฐาน ในการก่อสร้าง ซึ่งอาคารมีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เปิดช่องว่าง (Open court) ขนาดใหญ่ตรงกลาง ทำให้มีพื้นที่ผนังที่ได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มาก

3.4.2 รูปทรงอาคาร และการระบายอากาศ (Form And Ventilation)

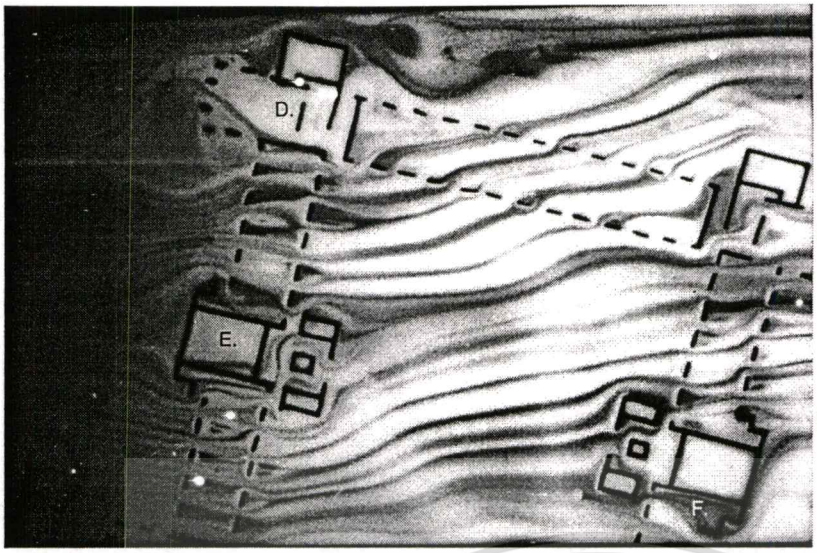
อาคารศาลากลางเป็นอาคารสำนักงาน จัดวางแปลนแบบ Single Corridor สูง4ชั้นรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่โล่งขนาดใหญ่ตรงกลาง เพื่อช่วยให้กระแสลมในการระบายอากาศสามารถเคลื่อนที่ผ่านอาคารด้านหน้าเข้าสู่อาคารด้านหลังได้จากสูตร 2H คืออาคารด้านหลังควรห่างอย่างน้อย 2 เท่าของความสูงอาคารที่บังลมอยู่ (จากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบ) จึงได้มีการตรวจสอบโดยหุ่นจำลองที่จัดทำและวิธีการทดลองด้วย Flow Visualisation Apparatus โดยกำหนดให้กระแสลมพัดมาจากทางทิศใต้ ซึ่งเป็นทิศทางที่มีความถี่ของกระแสลมมากที่สุด ทั้งยังเป็นทิศที่นำลมเย็นเข้ามาระบายอากาศภายในอาคาร

3.4.2.1 ทดลองทดลองด้วย Flow Visualisation Apparatus จัดทำแบบทดลองในส่วนของผังพื้น และรูปตัดด้วยมาตราส่วน 1: 300 เพื่อสามารถบรรจุลงในโต๊ะน้ำได้



ภาพที่3.32 แสดงการทดสอบการระบายอากาศด้วย Flow Visualisation Apparatus

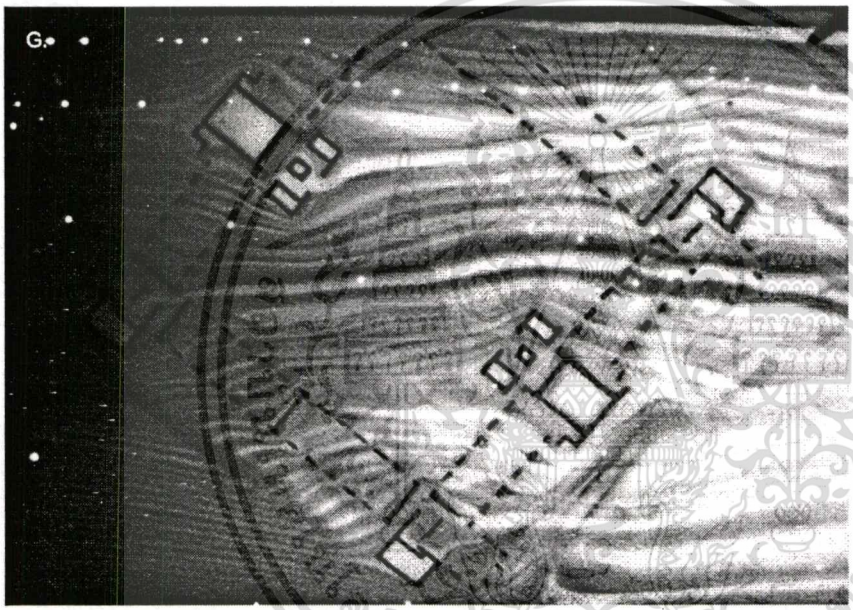
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



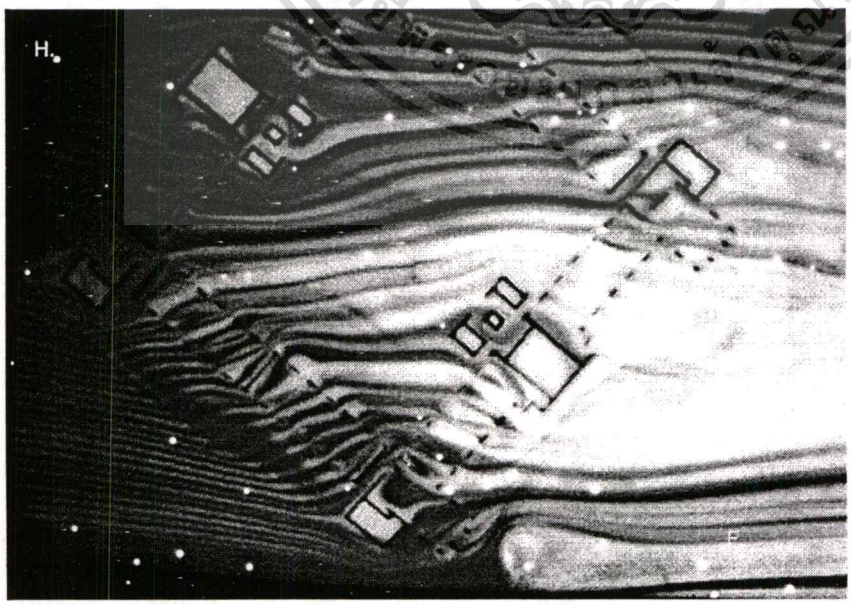
D. บริเวณมุมของอาคารซึ่งจัดวางห้อง ขอนกันทำให้ประสิทธิภาพการระบาย อากาศภายในห้องลดลง

E. บริเวณของห้องที่ใช้ผนังCURTAIN WALL ซึ่งช่องเปิดเป็นบานกระทุง และแทบไม่มี ช่องทางให้ลมออก ทำให้ภายในห้องไม่มี การระบายอากาศที่ดี อาจเกิดความร้อน (THERMAL MASS)สะสมได้

F. ขอก-มุมอาคารเกิดเป็นบริเวณที่มีอากาศ หมุนวนเป็นจุดสะสมของฝุ่น



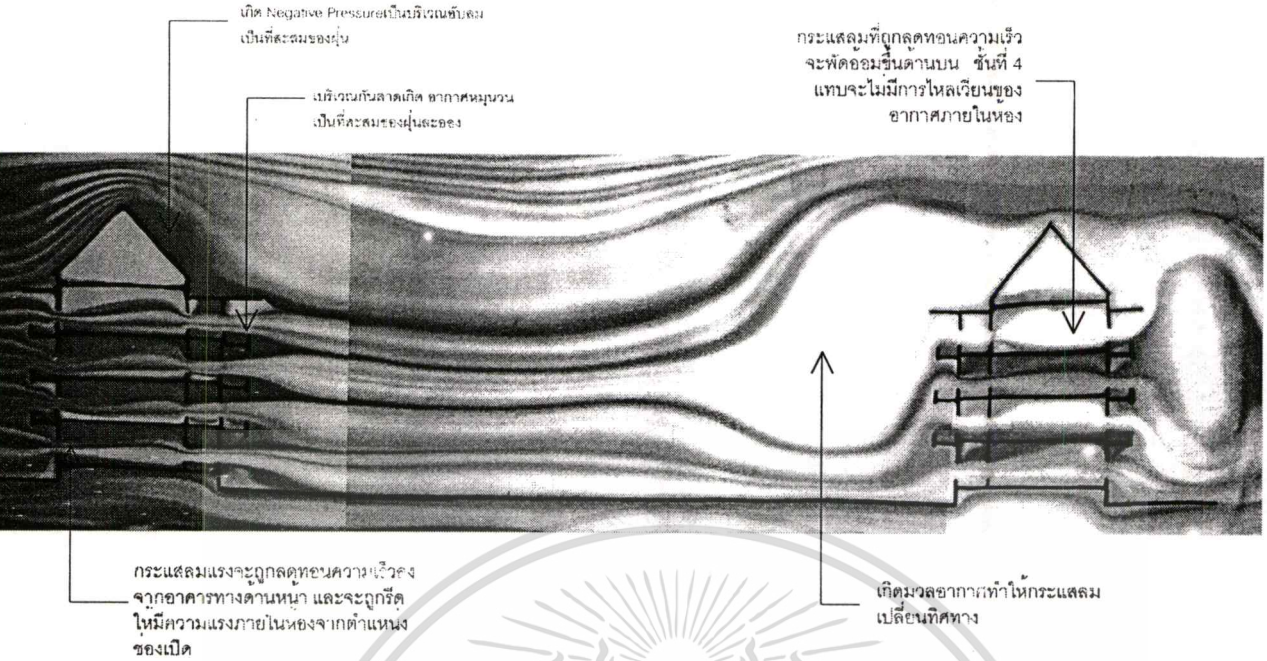
G. กระแสลมอ่อนจะกระจายตัวสู่อาค ทางด้านหลังได้ดี



H. กระแสลมแรงจะถูกลดทอนความแร จากอาคารทางด้านหน้า การกระจา ของลมจะกระจายไปสู่อาคารทางด้ หลังได้น้อย

ภาพที่3.32(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



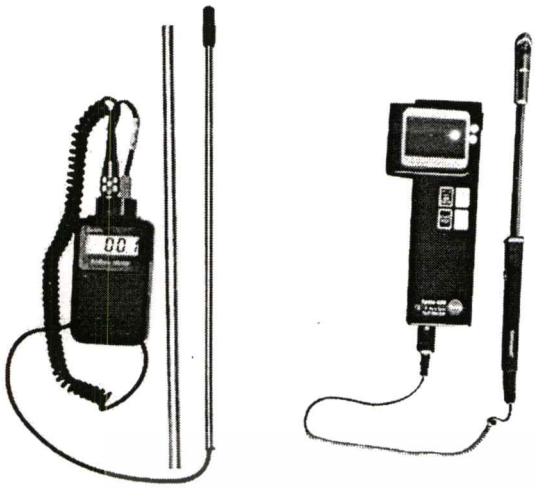
ภาพที่3.33 แสดงกระแสลมที่กระทำกับอาคารด้านหน้า และอาคารด้านหลัง

3.4.2.2 ทดลองด้วยหุ่นจำลองในอุโมงลม และตรวจวัดด้วย Airflow Meter โดยจัดทำหุ่นจำลอง อาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐานในมาตราส่วน 1: 100 และแบบจำลองห้องทำงาน 1 หน่วย (1 Unit) มาตราส่วน 1: 20

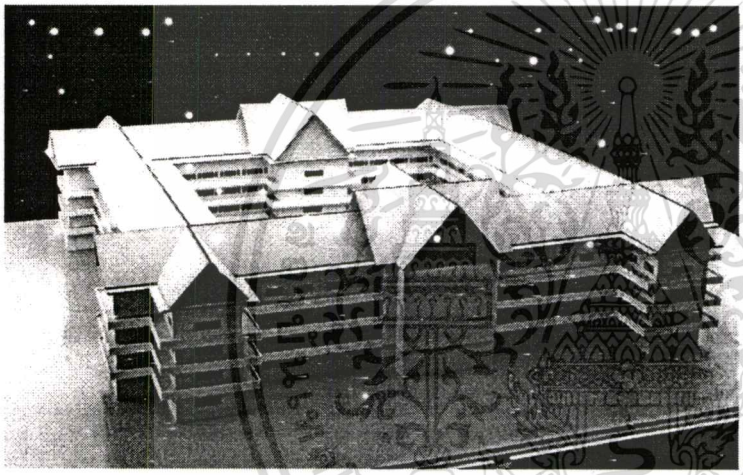
แสดง การกำหนดทิศทางของลมที่จะใช้ทดสอบในอุโมงลมเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้

ภาพที่3.34 แสดงการกำหนดตำแหน่งของอาคาร และกระแสลม ภายในอุโมงลม

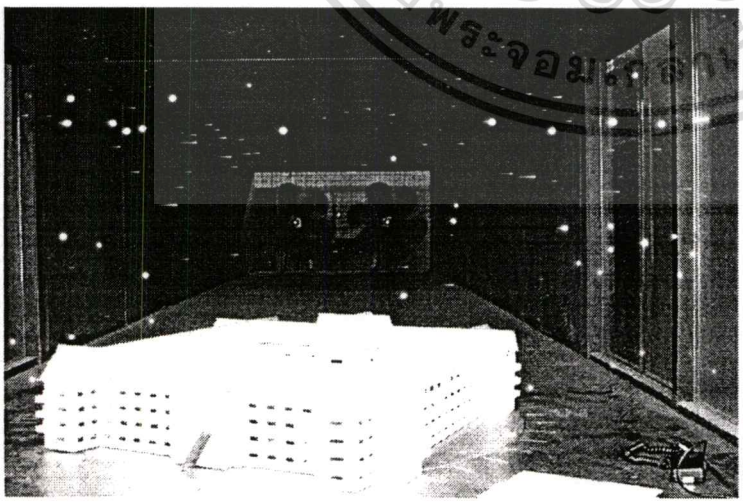
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดง Airflow Meter ที่ใช้ทำการวัดความเร็วลม



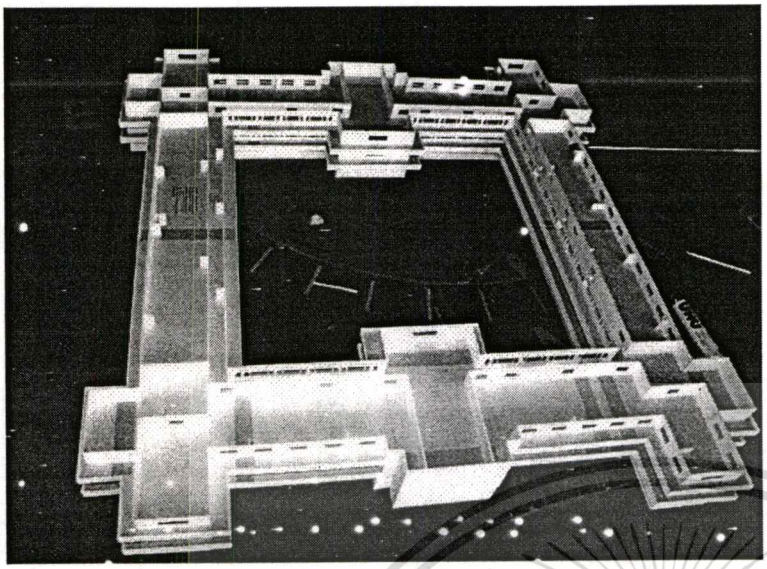
แสดง หุ่นจำลองอาคารศาลากลางจังหวัดลำปาง
มาตราส่วน 1 : 100



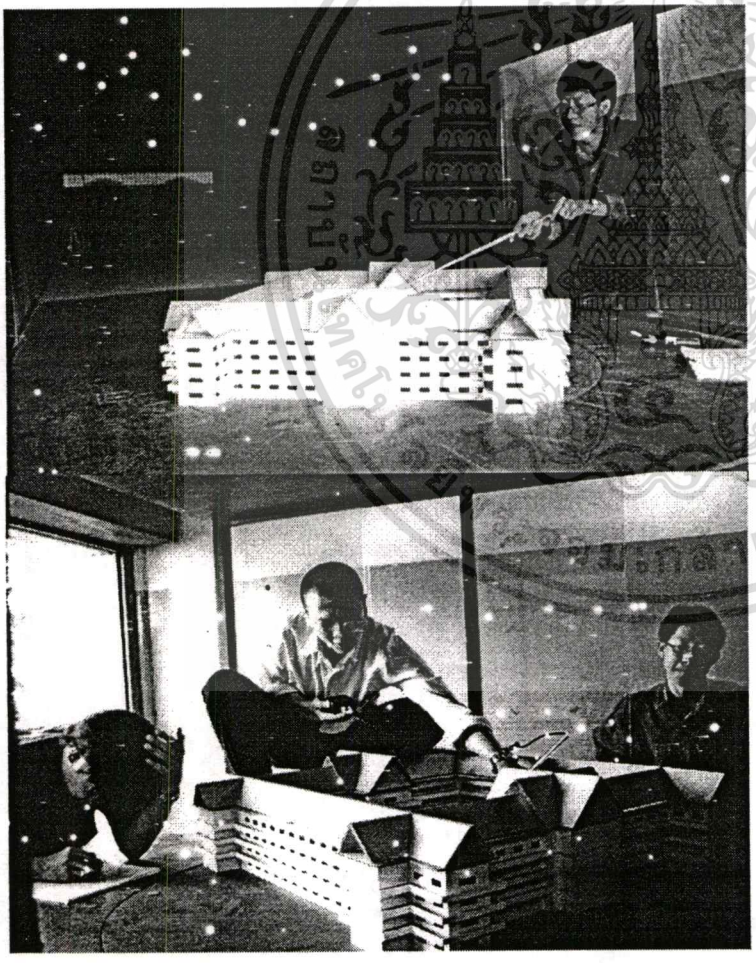
อุโมงลม (Wind Tunnel)

ภาพที่3.35 แสดงวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ทำการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



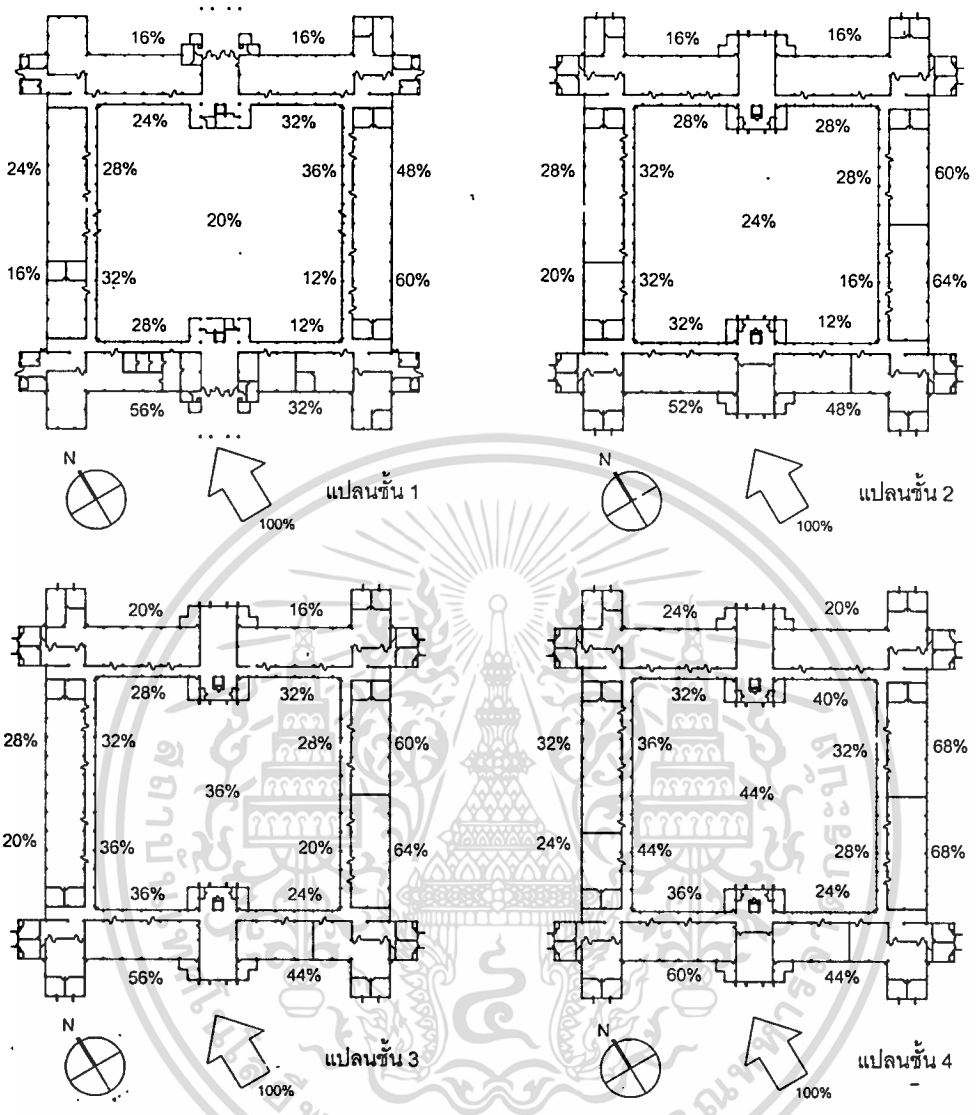
แสดง รายละเอียดของผนังอาคารภายใน และตำแหน่งช่องเปิด



แสดง การตรวจวัดค่าความเร็วลมและประสิทธิภาพการระบายอากาศของอาคาร

ภาพที่3.36 แสดง การตรวจสอบประสิทธิภาพการระบายของอาคารตัวอย่างด้วยหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.37 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการระบายของอาคารศาลากลางจังหวัดน่าน เมื่อเทียบสัดส่วนความเร็วลมภายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์

ผลการตรวจสอบ

จากการตรวจสอบประสิทธิภาพการระบายของอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐานด้วยแบบจำลองในอุโมงลมพบว่า

1. เมื่อเทียบสัดส่วนความเร็วลมภายนอกให้มีความเร็วลมที่สามารถสร้างภาวะสบายได้สูงสุดห้องทำงานด้านทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้พอจะได้รับความรู้สึกน่าสบายจากการเคลื่อนไหวของอากาศ แต่อาคารที่อยู่ด้านหลังกลับไม่รู้สึกว่ามีการเคลื่อนไหวของอากาศ เนื่องจากถูกอาคารด้านหน้าลดทอนความเร็วลม

2. ห้องที่อยู่ชั้นบนได้รับลมที่พัดด้วยความเร็วมากกว่า ห้องที่อยู่ด้านล่างของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร ดังนั้นชั้นบนจึงสามารถระบายอากาศได้ดีกว่า สามารถเทียบสัดส่วนความเร็วลมภายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ดังภาพที่ 3.37

3. จากตำแหน่งและขนาดของช่องเปิด ของอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน ในบริเวณที่รับลมได้ดีที่สุดบริเวณทิศตะวันออกเฉียงใต้ชั้น4 สามารถรับลมได้ความเร็ว 68% ของความเร็วลมภายนอก และส่วนที่รับลมได้น้อยที่สุดคือบริเวณมุมอับของอาคารชุดหน้าและด้านหลังของอาคารชุดหลัง เนื่องจากถูกทอนความเร็วลมจากอาคารด้านหน้าสามารถรับลมได้ความเร็ว 12 %และ16%ของความเร็วลมภายนอก ตามลำดับ

4. พบว่าบริเวณมุขที่ยื่นออกมาจากอาคารทำให้ความเร็วลมที่ปะทะกับผนังอาคารด้านที่ถูกบังลดลง และพื้นที่ในระนาบเดียวกันมักได้รับลมในปริมาณใกล้เคียงกัน

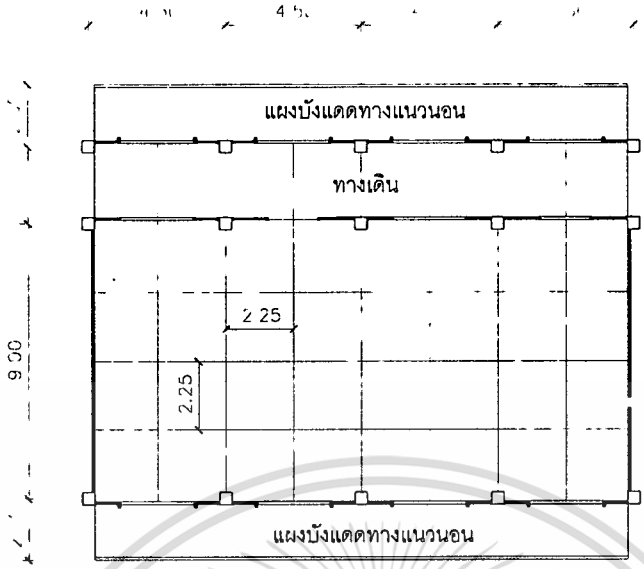
ข้อเสนอแนะ

- ระยะห่างของอาคารทั้ง 2 หลังที่วางขนานกันควรมีระยะห่างมากกว่า 2H เพื่อเพิ่มความเร็วลมให้กับอาคารชุดหลัง
- บริเวณชั้นล่างได้รับลมซึ่งมีความเร็วลมต่ำ ทำให้การระบายอากาศภายในห้องไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร จึงควรเปิดเป็นใต้ถุนโล่ง หรือมีพื้นที่ผนังทึบในด้านที่รับลมให้น้อยที่สุด
- ควรหลีกเลี่ยงการทำมุขยื่นบริเวณมุมอาคารเพื่อลดการกีดขวางเส้นทางของกระแสลม
- เพื่อเพิ่มความเร็วลมให้เข้าสู่อาคารชุดหลังให้มากขึ้นอาจออกแบบให้มีพื้นที่ด้านข้างยื่นออกไปเพื่อดักลม
- ควรออกแบบให้มีพื้นที่ช่องโล่งบริเวณผนังอาคารเพื่อให้กระแสลมได้พัดผ่านเข้าสู่อาคารชุดหลังได้มากขึ้น และออกแบบให้มีช่องเปิดเหนือหน้าต่างให้ภายในห้องสามารถระบายอากาศได้ตลอดเวลา
- ช่องเปิดถูกใช้งานเพื่อการระบายอากาศได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากเลือกใช้เป็นหน้าต่างบานเลื่อนทำให้เสียพื้นที่ด้านข้าง จึงควรเลือกใช้หน้าต่างบานเปิดที่มีช่องให้อากาศผ่านได้ปริมาณมาก เช่นหน้าต่างบานเปิด หรือหน้าต่างบานกระทุ้ง

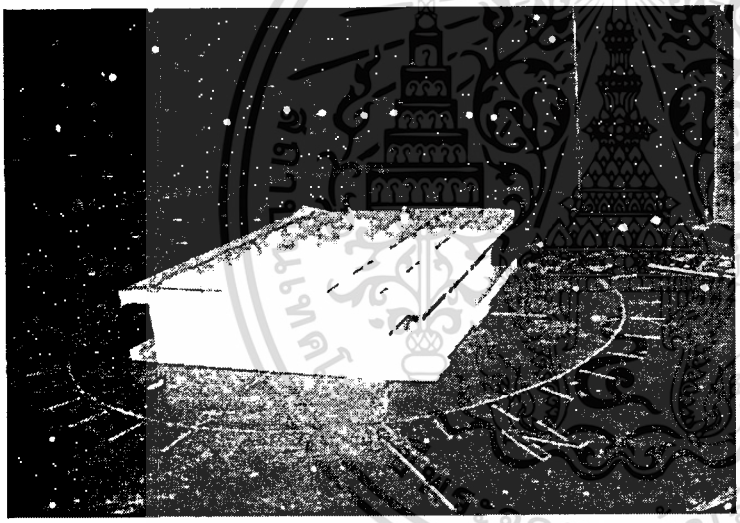
3.4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการระบายอากาศในห้องทำงาน

ตรวจสอบการระบายอากาศในห้องทำงาน ในอาคารศาลากลางจังหวัด โดยสร้างแบบจำลองห้องทำงานมาตราส่วน 1: 20 ทดสอบภายในอุโมงลม ทดสอบโดยหันทิศทางของแบบจำลองให้ตรงกับแบบ ใช้ลมที่พัดมาจากทางทิศใต้เป็นหลักเนื่องจากมีความถี่ต่อปีสูงที่สุด ตรวจวัดความเร็วลมภายในแบบจำลองด้วย Air Flow Meter ที่ระดับนั่งทำงานคือ 0.75 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.38 แสดงระยะ, ตำแหน่งในการตรวจวัดค่าความเร็วลมภายในแบบจำลองห้องทำงาน

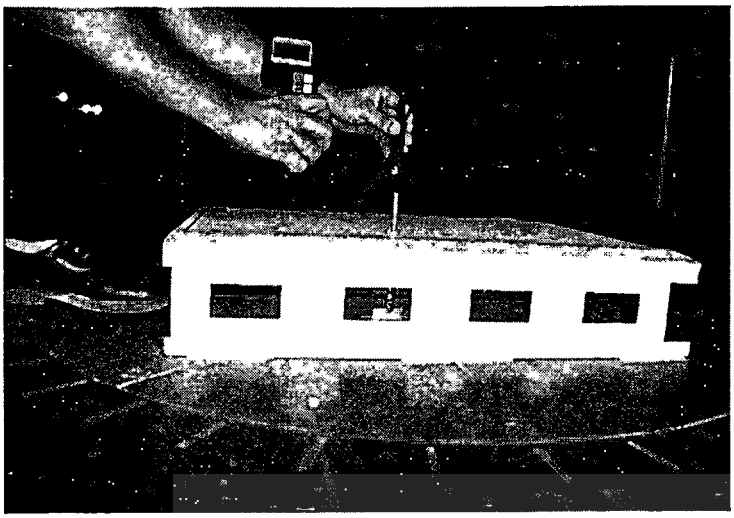


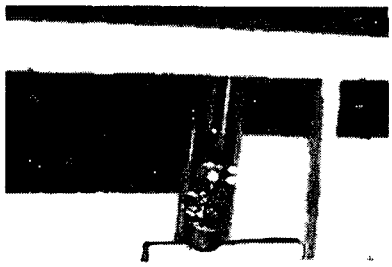
แสดง แบบจำลองห้องทำงานตัวอย่างมาตราส่วน 1:20 และลมที่พัดมาจากทิศใต้

แสดง จุดรองรับAirflow Meterให้ตำแหน่งใบพัดอยู่ที่ความสูง 0.75 เมตร

ภาพที่3.39 แสดงอุปกรณ์ในการตรวจสอบค่าความเร็วลมภายใน แบบจำลองห้องทำงาน

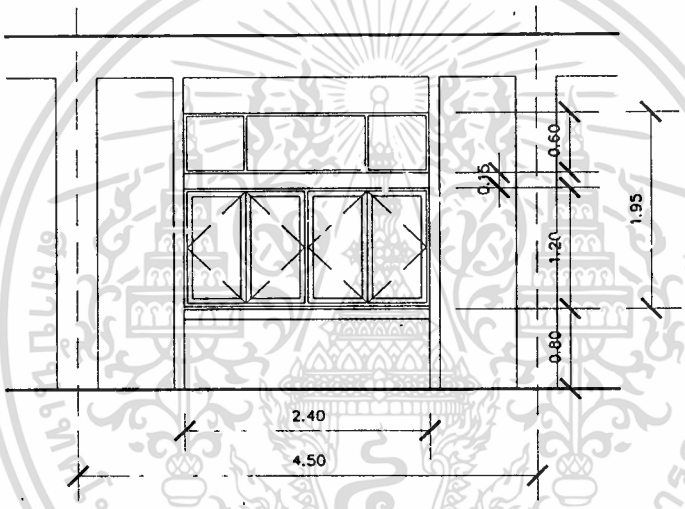
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



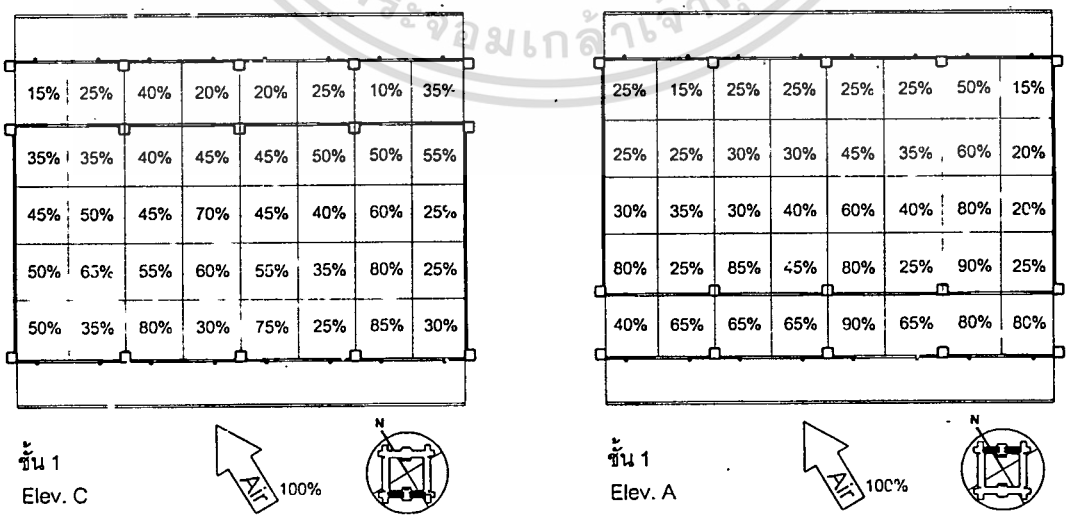


แสดง การตรวจวัดความเร็วลมภายในห้อง

ภาพที่3.40 แสดงการตรวจสอบค่าความเร็วลมภายใน แบบจำลองห้องทำงาน

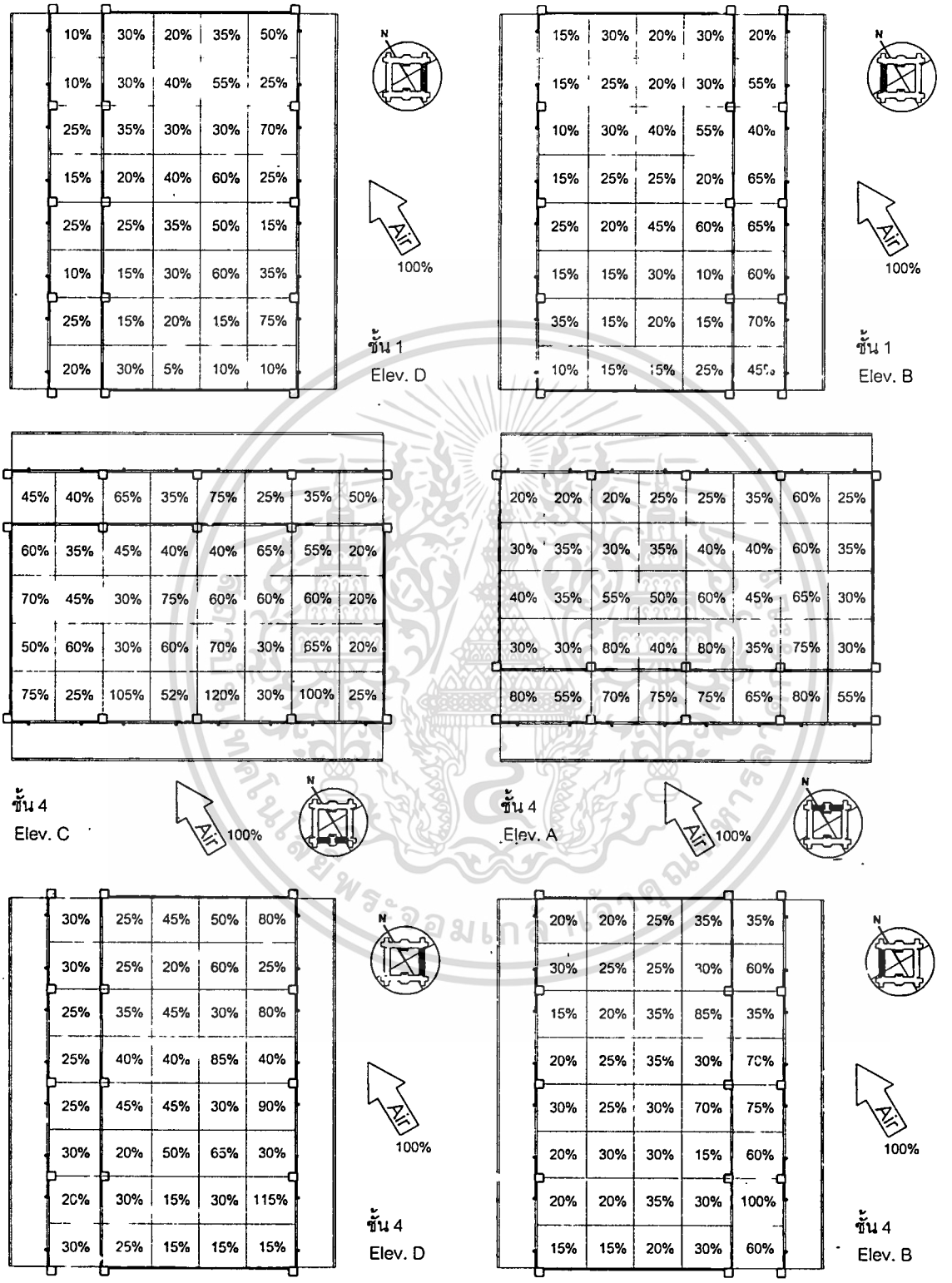


ภาพที่3.41 แสดงขนาดของช่องเปิด ต่อ1ช่วงเสา



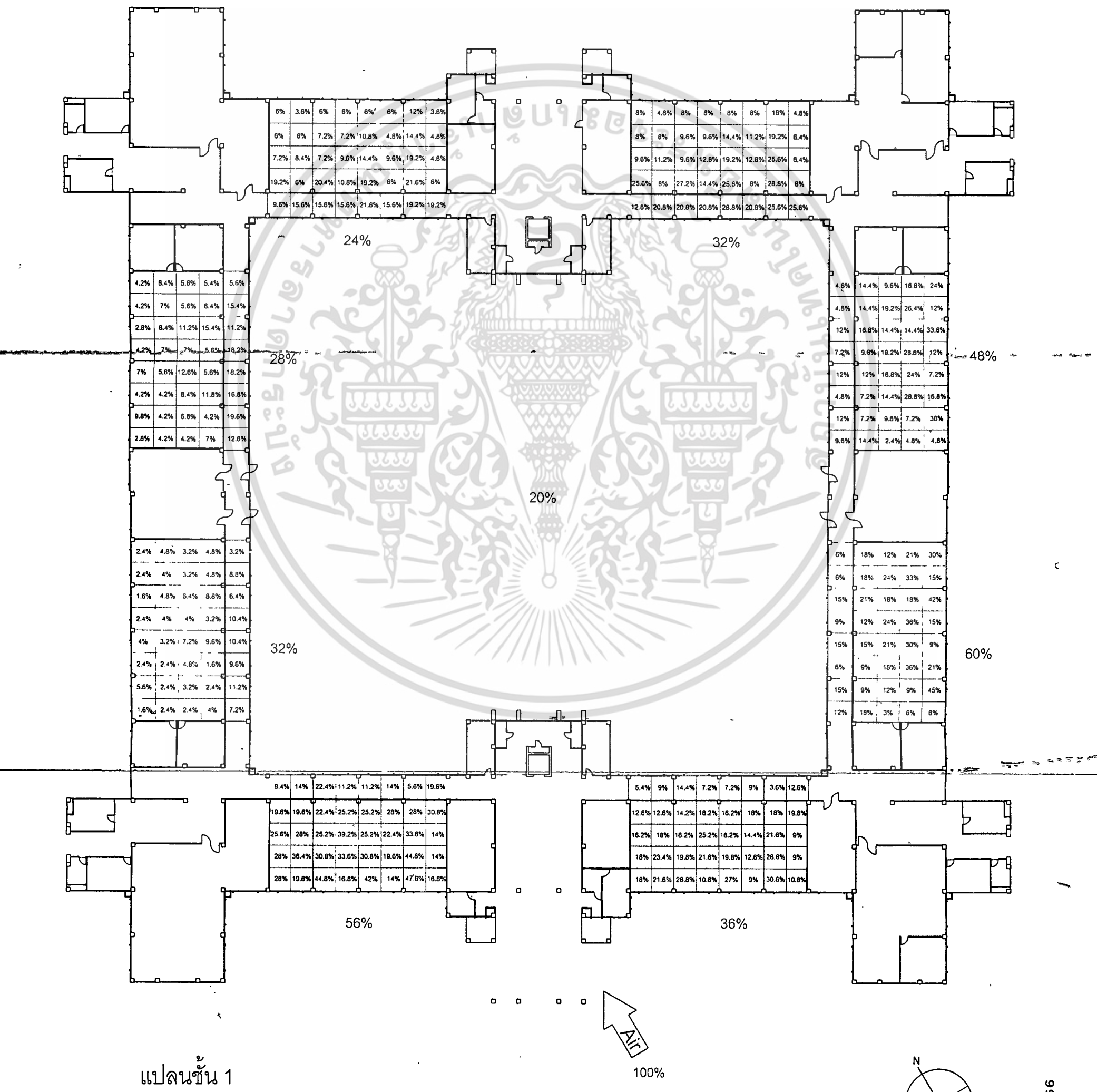
ภาพที่3.42 แสดงผลการตรวจสอบค่าความเร็วลมภายในแบบจำลองห้องทำงาน บริเวณชั้น 1 และชั้น4 เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อมีความเร็วลมภายนอกเท่ากับ 2 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



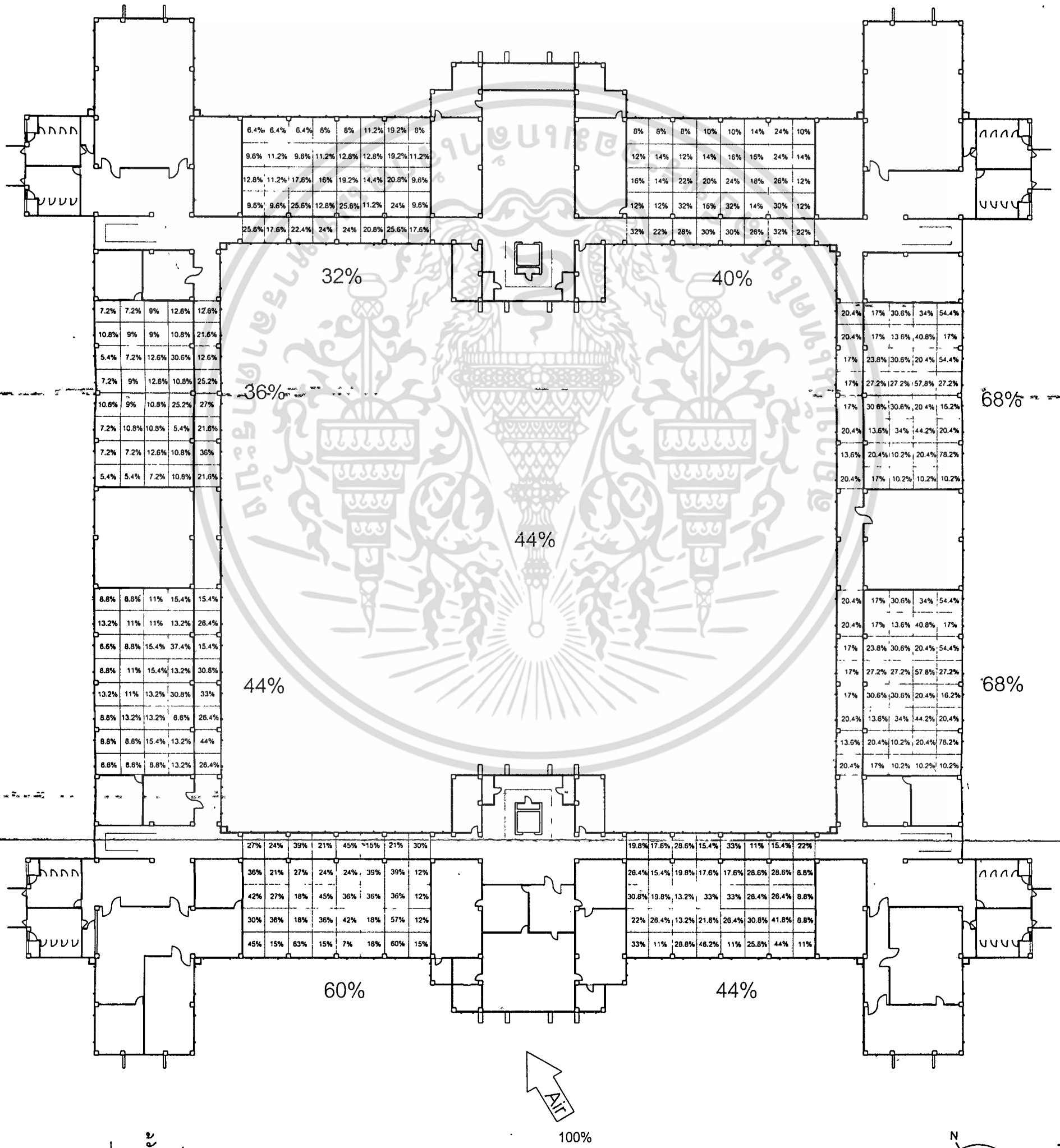
ภาพที่3.42(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลนชั้น 1

ภาพที่3.43 แสดงการกระจายตัวของอากาศ ภายในอาคารศาลากลางจังหวัดน่านเมื่อมีลมพัดมาจากทางทิศใต้ เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์



แปลนชั้น 4

ภาพที่3.43(ต่อ)

ผลการตรวจสอบ

จากผลการทดสอบด้วยแบบจำลองห้องทำงานตัวอย่าง เมื่อมีกระแสลมพัดมาจากทางทิศใต้ เทียบสัดส่วนแล้วพบว่า

- ความเร็วลมเฉลี่ยที่บริเวนใกล้หน้าต่างอาคารชุดหน้าเป็นบริเวณที่ได้รับลมมากที่สุดและมีการกระจายตัวทั่วทั้งห้อง

- ความสูงยิ่งมากลมจะมีความเร็วมาก ดังนั้นในอาคารชุดหน้าที่บริเวณชั้น 4 ลมจะมีความแรงมากกว่าด้านล่าง

- อาคารชุดหลังได้รับลมน้อยกว่าอาคารด้านข้างและถายในห้องที่อยู่ด้านในสุดเป็นบริเวณที่ได้รับลมน้อยที่สุด คือเพียง 8%ของลมภายนอก

- มุขบริเวณมุมอาคารทั้ง4 เป็นทั้งส่วนที่ยื่นเพื่อดักลม และเป็นส่วนที่บังลม

ข้อเสนอแนะ

- ควรเลือกวางอาคารในส่วนทำงานให้อยู่ใกล้กับด้านที่รับลม และให้ท้ายลมซึ่งมีลมอ่อนเป็นส่วนทางเดิน และห้องน้ำ

- บริเวณมุมอับของอาคารควรจัดให้เป็นส่วนของห้องเก็บของ

- ห้องที่คาดการณ์ว่าจะมีการปรับเปลี่ยนไปใช้ระบบปรับอากาศ เช่นห้องประชุม ควรกำหนดให้อยู่ในอาคารชุดหลัง เนื่องจากเป็นท้ายลม และเพื่อสามารถระบายความร้อนจาก Compresserได้โดยไม่ส่งผลกระทบกับอาคารด้านอื่นๆ

- อาคารทั้งชุดด้านหน้าและชุดหลังควรมีช่องทางระบายอากาศ บริเวณโถงเพื่อสร้างให้เกิด Cross Ventilation ระหว่างอาคารทั้ง 2 ชุด จะทำให้ลอากาศจากชุดหน้าสามารถพัดมาถึงอาคารชุดหลังโดยมีความเร็วเพิ่มขึ้น

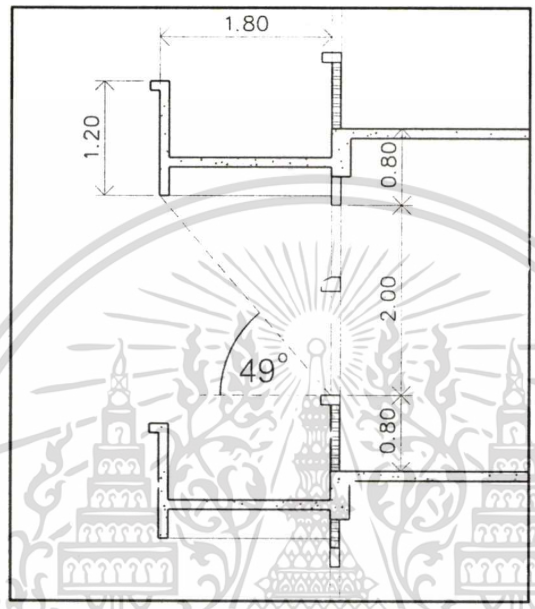
ทั้งนี้เนื่องจากในจังหวัดน่านมีสภาพลมสงบ หรือสภาพอากาศนิ่ง(Calm) 93.2% มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปี 0.15m/s ดังนั้นอิทธิพลของลมที่มีต่อการสร้างสภาวะสบายภายในอาคารจึงมีน้อย แต่การระบายอากาศภายในอาคารยังมีความจำเป็น ยิ่งในจังหวัดที่มีค่าความเร็วลมไม่มาก ควรเปิดช่องเปิดให้กว้างที่สุด และใช้เทคนิคการออกแบบ เช่น ออกแบบให้มีการดักลมเข้าสู่ภายในอาคาร จะทำให้การระบายอากาศภายในอาคารมีประสิทธิภาพดีขึ้น

3.4.1 การตรวจสอบประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

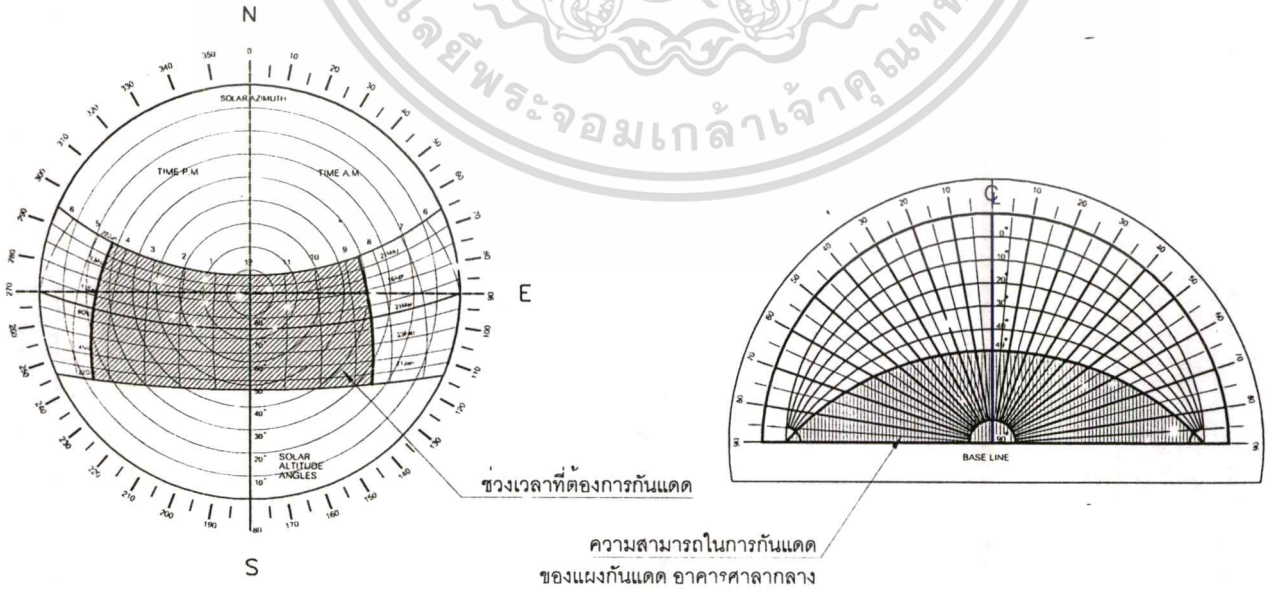
ในการตรวจสอบประสิทธิภาพการบังแดด ของอุปกรณ์บังแดดทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่แม่นยำและรวดเร็ว คือการตรวจสอบกับแผนภูมิดวงอาทิตย์ (Solar Chart) ซึ่งจะทำให้ทราบมุมของแสงแดดที่ส่องมายังอาคารตามวัน เวลา ที่ต้องการตรวจสอบได้ สำหรับการตรวจสอบใช้รูปแบบอาคารศาลากลางมาตรฐาน ณ.ตำแหน่งจังหวัดน่าน ใช้ Solar Chart ที่ 18 °เหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของโลกบนแนวโคจรจะเอียงแกนขั้วโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด ในวันที่ 21 หรือ 22 มิถุนายน ทำให้ในวันนี้ดวงอาทิตย์ค่อนไปทางเหนือมากที่สุด และในวันที่ 21 หรือ 22 ธันวาคม ขั้วโลกเหนือก็จะเบนออกจากดวงอาทิตย์ และหันขั้วโลกใต้เข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด เราจะใช้วันดังกล่าวในการตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดด โดยตรวจสอบตามเวลาใช้งานอาคาร คือตั้งแต่เวลา 8.30-16.30 น.

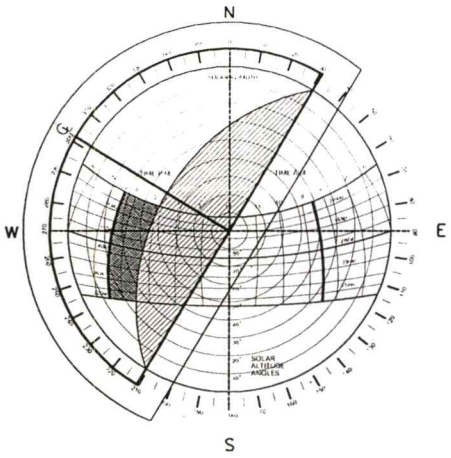


ภาพที่3.44 แสดงลักษณะแผงกันแดด ของอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน

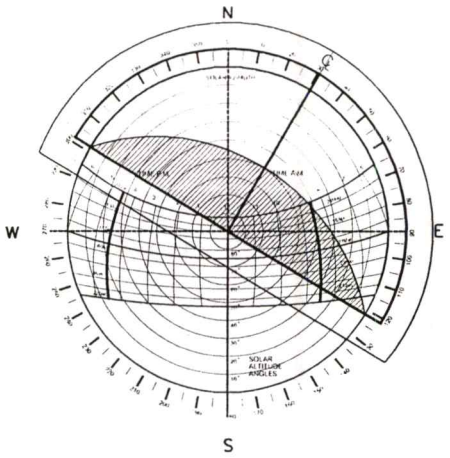


ภาพที่3.45 แสดงSolar Chartที่ 18°เหนือ และความสามารถของแผงกันแดดอาคารตัวอย่าง

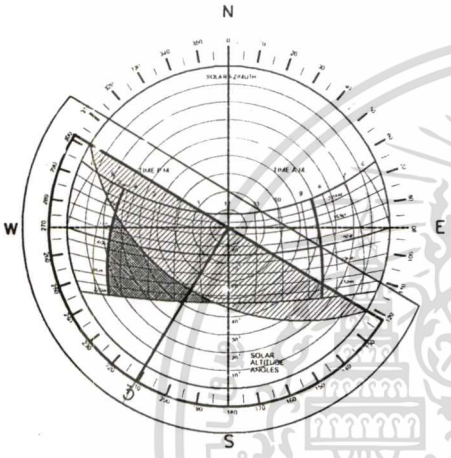
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



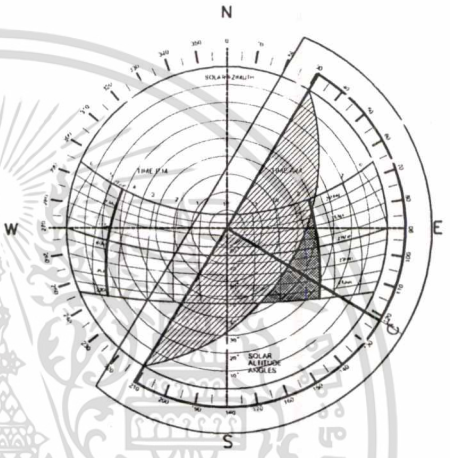
ตรวจสอบการกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ



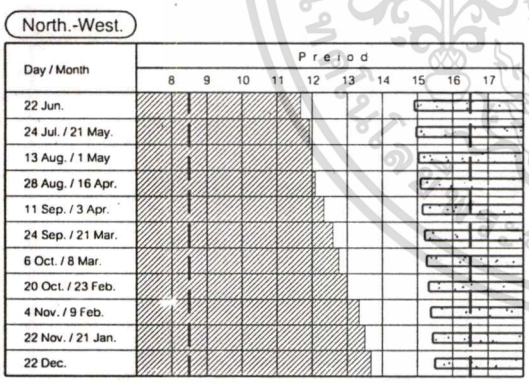
ตรวจสอบการกันแดดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

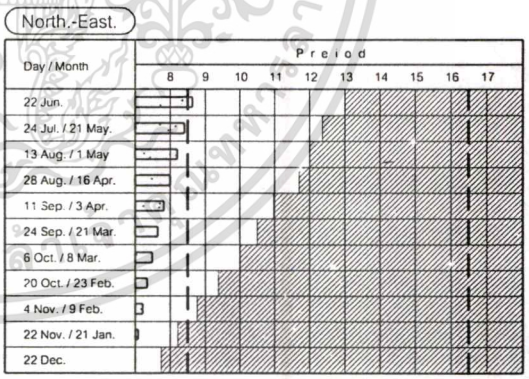


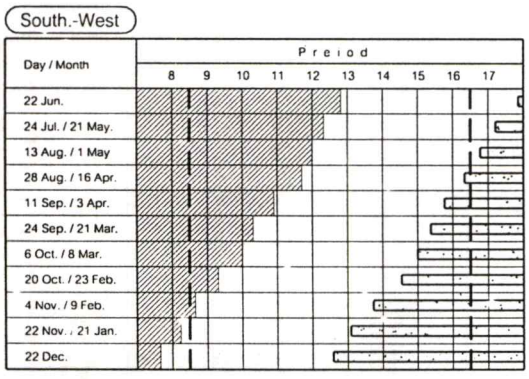
ตรวจสอบการกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

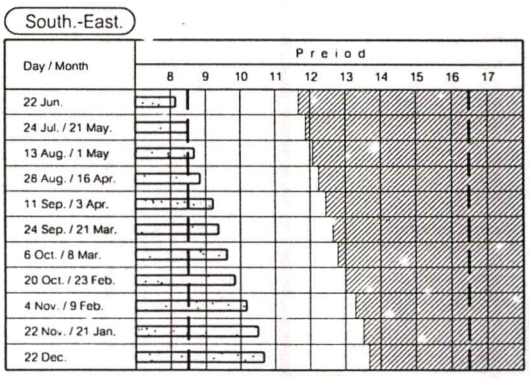


ตรวจสอบการกันแดดทางทิศตะวันออกเฉียงใต้







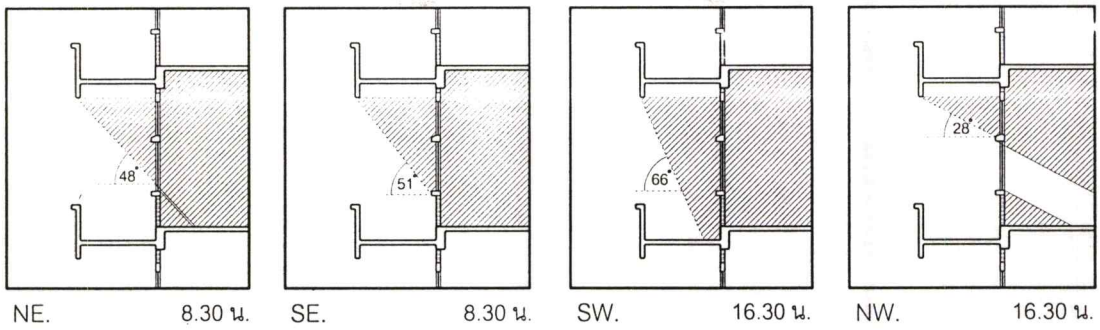


ช่วงเวลาที่แดดส่องเข้าภายในอาคาร ช่วงเวลาที่ต้องใช้แผงบังแดดด้านอื่น ช่วงเวลาใช้งาน

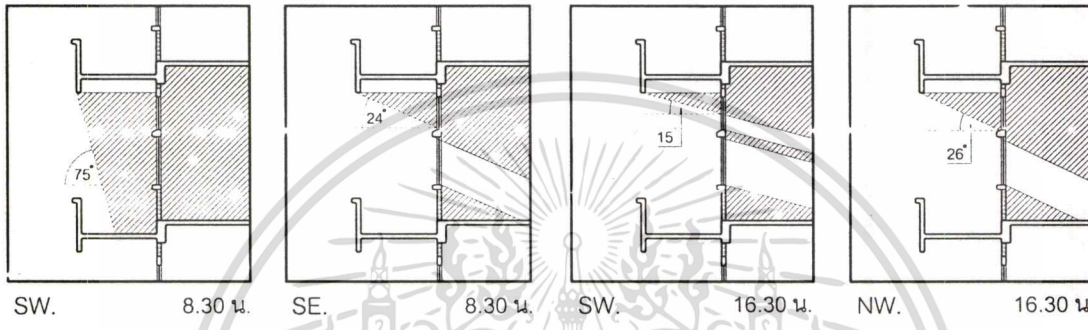
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่3.46 แสดงการตรวจสอบประสิทธิภาพการกันแดด ของแผงกันแดดในทิศทางต่างๆ

22 มิ.ย.



22 ธ.ค.



ภาพที่3.47 แสดงการตรวจสอบประสิทธิภาพการกันแดด ของแผงกันแดดในวันที่ 22 มิ.ย. (Summer Solstice) และ22ธ.ค. (Winter Solstice)

ผลการตรวจสอบการกันแดดของแผงกันแดด

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถกันแดดได้ตลอดเวลาใช้งานในอาคาร จะมีเพียงวันที่ 22มิ.ย.ที่จะเริ่มกันแดดได้ตั้งแต่เวลา 8.40 น.เป็นต้นไป

ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ไม่สามารถป้องกันแดดได้เนื่องจากแดดมีมุมต่ำ โดยจะเริ่มส่องทะลุช่องเปิดตั้งแต่เวลา 14.50 น. เป็นต้นไปในเดือนมิถุนายน จึงควรหลีกเลี่ยงในการเจาะช่องเปิดในด้านนี้หรือ ใช้แผงกันแดดทางแนวตั้งในการป้องกันช่องเปิด

ทิศตะวันตกเฉียงใต้ สามารถกันแดดได้3เดือนครึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-กลางเดือนสิงหาคม แสงแดดจะส่องเข้าภายในอาคารได้ตั้งแต่เวลา 16.20 น. เป็นต้นไปในปลายเดือนสิงหาคมและจะเริ่มส่องเข้าภายในอาคารได้เร็วขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้ จนมากที่สุด ในเดือนธันวาคมแสงแดดจะสามารถส่องเข้าภายในอาคารได้ตั้งแต่ 12.30 น.เป็นต้นไปและจะเริ่มลดลงไปจนกระทั่งถึงกลางเดือนเมษายน

ทิศตะวันออกเฉียงใต้ สามารถกันแดดได้เดือนครึ่ง เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม - เดือนมิถุนายน แสงแดดในช่วงเช้าสามารถส่องเข้าภายในอาคารได้ช่วงเวลาสั้นๆตลอดทั้งปี โดยเดือนมิถุนายนส่องเข้าได้ถึงเวลา 8.45 น.และเริ่มส่องเข้าได้นานขึ้นเรื่อยๆจนนานที่สุดในเดือนธันวาคมคือส่องเข้าได้ถึงเวลา 10.15 น. และจะเริ่มค่อยๆลดลงจนกระทั่งถึงเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิถุนายน ดังนั้นหากเพิ่มแผงกันแดดทางแนวตั้งในด้านนี้ หรือใช้แผงกันแดดทางแนวตั้งร่วมกับแผงกันแดดที่ยื่นลงมาจาก Overhang

เนื่องจากอาคารไม่มีแผงกันแดดทางตั้ง(Fin) และแผงกันแดดทางแนวนอนมีข้อจำกัดในการกันแดดในมุมระนาบ (Azimuth) ทำให้มีเพียงแผงกันแดดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้นที่ใช้เพียงOver Hang ก็มีประสิทธิภาพการกันแดดได้ตลอดทั้งปี ส่วนแผงกันแดดในทิศทางอื่นๆไม่สามารถกันแดดได้มากนัก

3.4.5 ประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในอาคาร

แสงสว่างจากธรรมชาติเป็นแสงที่มีคุณภาพดีที่สุดในการนำมาส่องสว่างภายในอาคารแสงจากดวงอาทิตย์มี 2 รูปแบบคือแสงแดด(Direct Sunlight) ซึ่งไม่เหมาะในการนำมาใช้ภายในอาคารเนื่องจากมีความเข้มสูงมากทำให้เกิดปัญหาแสงจ้าเข้าตา(Glare) ทั้งยังนำความร้อนเข้าสู่อาคาร แสงกระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Daylight) เป็นแสงธรรมชาติที่เหมาะสมจะนำมาใช้ส่องสว่างภายในอาคาร ทั้งนี้ประสิทธิภาพของแสงสว่างจากธรรมชาติขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้า และตำแหน่งของดวงอาทิตย์เป็นสำคัญ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแสงสว่างธรรมชาติในพื้นที่ทำงาน ใช้ข้อมูลในการตรวจวัดค่าจากอาคารตัวอย่างซึ่งใช้อาคารศาลากลางจังหวัดลำปาง ในการตรวจวัดค่าเนื่องจากอยู่ในเส้นละติจูดเดียวกัน และตำแหน่งและทิศทางรวมถึงขนาดไกล้เคียงกับ ศาลากลางจังหวัดน่าน โดยทำการตรวจวัด ในช่วงวันที่ 20 พฤษจิกายน 2542 เวลา 8.00 น.-16.30 น.โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้

1.ตรวจสอบระดับความสว่างของแสงธรรมชาติในพื้นที่ทำงาน(Working Space)ว่ามีค่าความสว่างตามมาตรฐาน IES หรือไม่ และตรวจสอบอัตราส่วนอัตราส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างเพียงพอ

<u>วิธีการตรวจสอบ</u>

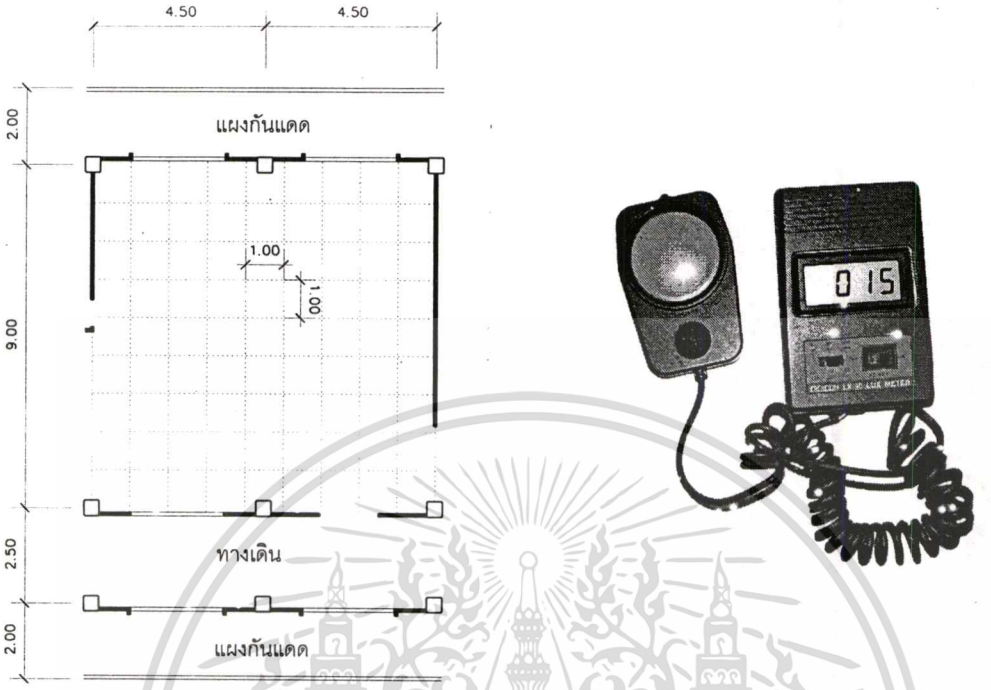
การตรวจวัดระดับความสว่างของแสงธรรมชาติตามแนวนอนในพื้นที่ทำงาน ด้วยอุปกรณ์ Lux Meter วัดในแนวระดับ Working Plane คือบนโต๊ะทำงาน สูง 0.75 เมตร โดยทำการวัดแบบตาราง (Grid Method) กำหนดให้มีพื้นที่ 1.00 X 1.00 เมตร และทำการวัดกระจายทั่วทั้งห้องในระยะ1หรือ 2ช่วงเสา ตามขนาดของห้อง และในช่วงเวลาเดียวกันนำ Lux Meter อีกตัวทำการวัดแสงจากภายนอกอาคาร เพื่อนำมาเปรียบเทียบหาสัดส่วนของแสงธรรมชาติภายในห้อง โดยกำหนดค่ามาตรฐานความสว่างที่เพียงพอภายในห้องที่ 500 lux

ขั้นตอนการคำนวณ

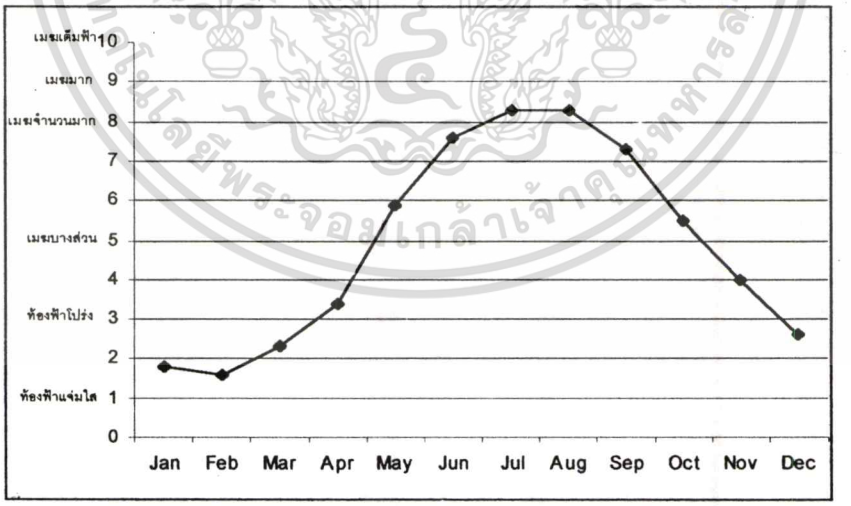
ก. หาค่าเฉลี่ยสภาพแสงภายนอก และค่าเฉลี่ยสภาพแสงภายในห้องในช่วงเวลาที่ตรวจวัด จากนั้นนำมาหาสัดส่วนผกผัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. จากนั้นหาค่าเฉลี่ยแสงภายนอกตลอดทั้งวันที่ทำการตรวจวัด จะได้ค่ากลางเพื่อนำค่าจากข้อ ก. มาหาสัดส่วนผกผัน



ภาพที่3.48 แสดงระยะการตรวจวัดค่าสภาพแสงสว่าง ด้วย Grid Method และอุปกรณ์ตรวจวัดระดับความสว่างของแสง (Lux Meter)



ภาพที่3.49 แสดงค่าเฉลี่ยสภาพท้องฟ้าในเขตจังหวัดลำปางตั้งแต่ พ.ศ.2532-2541
ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

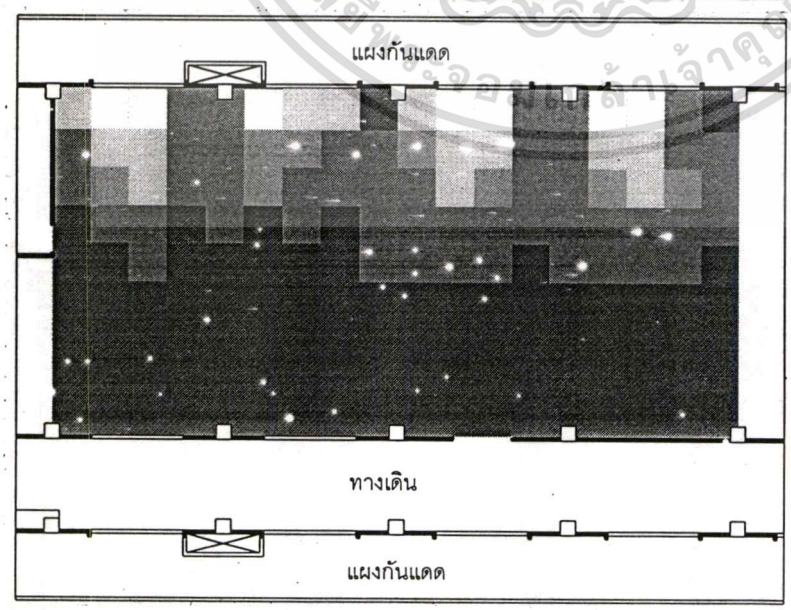
จากภาพที่3.32 พบว่าในช่วงต้นฤดูหนาวจนถึงกลางฤดูร้อน(พ.ย.-เม.ย.) จังหวัดลำปางจะมีสภาพท้องฟ้าโปร่งจนถึงท้องฟ้าแบบมีเมฆบางส่วน ช่วงปลายฤดูร้อนจนถึงฤดูฝน(พ.ค.-ต.ค.) จะมีเมฆปกคลุมมาก ทำให้สภาพแสงเปลี่ยนไปมาอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

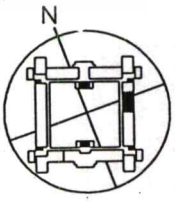
<u>ตรวจสอบช่องเปิดด้านทิศตะวันออก</u> ตำแหน่ง : ห้องสำนักงานจังหวัด ชั้น 4

ภาพที่3.50 แสดงสภาพแสงภายในห้องสำนักงานจังหวัด

393	1223	596	151	196	870	465	318	118	389	1221	879	212	140	969	952	227	100
223	413	418	146	123	337	280	202	187	278	443	418	176	132	411	432	233	155
149	372	393	142	226	273	177	134	186	226	402	266	154	125	274	419	281	186
92	165	142	111	127	111	133	112	134	157	162	159	173	154	204	219	195	189
77	104	134	103	93.8	103	119	112	134	150	147	129	107	133	148	134	167	119
74.3	95.5	79.6	75.2	92	85.8	92	86.7	89.4	93.8	93.8	100	114	109	111	119	97.3	111
63.7	70.8	79.6	69.9	88.5	79.6	89.4	80.5	83.2	87.6	86.7	95.5	99.1	95.5	101	78.7	86.7	103
58.4	63.7	64.6	64.6	62.8	69	74.3	69	77.9	69.9	63.7	70.8	69	70.8	70.8	79.6	61.9	74.3
50.4	59.3	61.9	69.9	74.3	73.4	70.8	64.6	48.7	54	70.8	68.1	67.2	64.6	58.4	55.7	60.2	55.7



สัดส่วนของพื้นที่
ที่ได้รับแสงสว่าง
ธรรมชาติเพียงพอ
= 4.3 %



ภาพที่3.51 แสดงสภาพแสงสว่าง และค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องสำนักงานจังหวัด

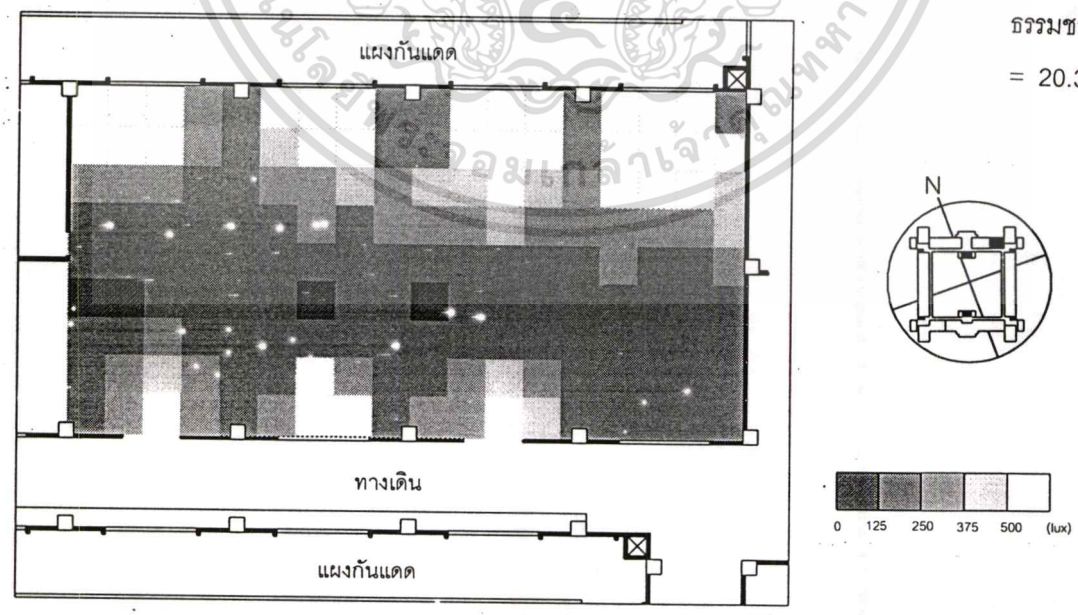
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตรวจสอบช่องเปิดด้านทิศเหนือ</u> ตำแหน่ง : ห้องสำนักงานปฏิรูปที่ดินจังหวัด ชั้น 4

ภาพที่3.52 แสดงสภาพแสงภายในห้องสำนักงานปฏิรูปที่ดินจังหวัด

547	1285	960	366	233	573	1167	936	209	130	1242	835	1035	141	1159	1139	1028	242
594	641	601	263	192	395	539	613	139	118	703	791	556	158	763	735	556	522
269	278	368	224	216	257	374	393	284	426	417	524	485	278	566	517	519	442
218	246	216	212	175	222	265	224	271	286	340	395	314	286	282	306	348	423
173	224	195	152	177	184	182	152	141	137	192	237	182	143	265	246	180	261
107	118	160	143	135	177	113	141	128	124	154	175	171	152	246	244	246	229
152	167	257	244	190	145	156	154	162	169	184	214	177	201	192	158	154	150
150	252	380	269	182	233	524	289	237	244	257	430	252	233	195	209	205	171
141	265	601	346	177	286	791	513	242	254	269	545	385	231	197	212	180	133

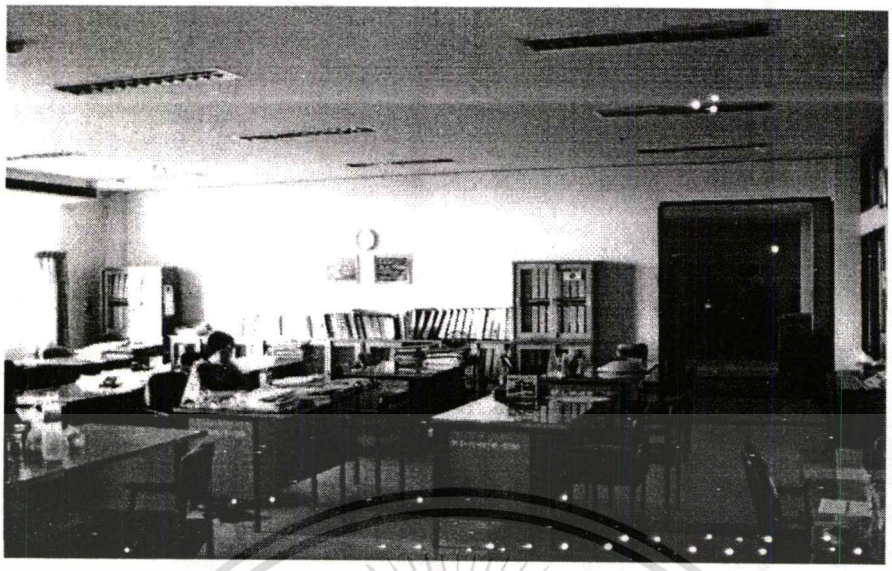
สัดส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ = 20.3 %



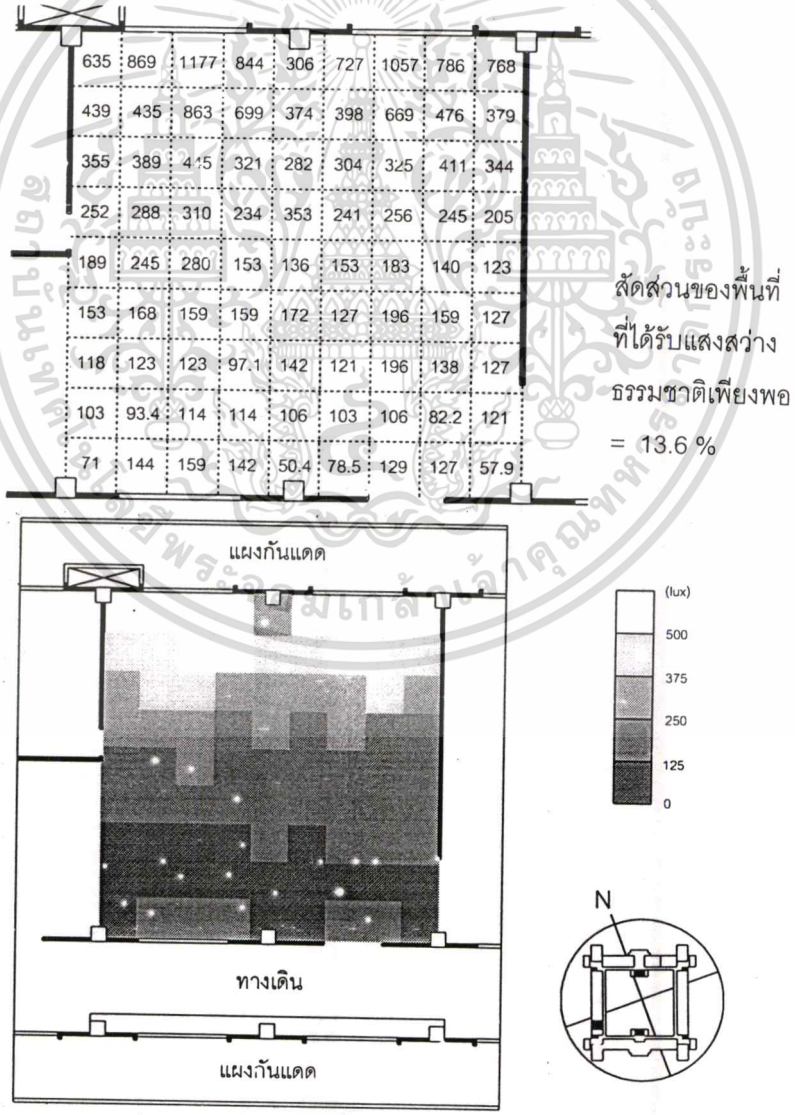
ภาพที่3.53 แสดงสภาพแสงสว่าง และค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องสำนักงานปฏิรูปที่ดินจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตรวจสอบช่องเปิดด้านทิศตะวันตก</u> ตำแหน่ง : ห้องปกครองจังหวัด ชั้น 4



ภาพที่3.54 แสดงสภาพแสงภายในห้องปกครองจังหวัด

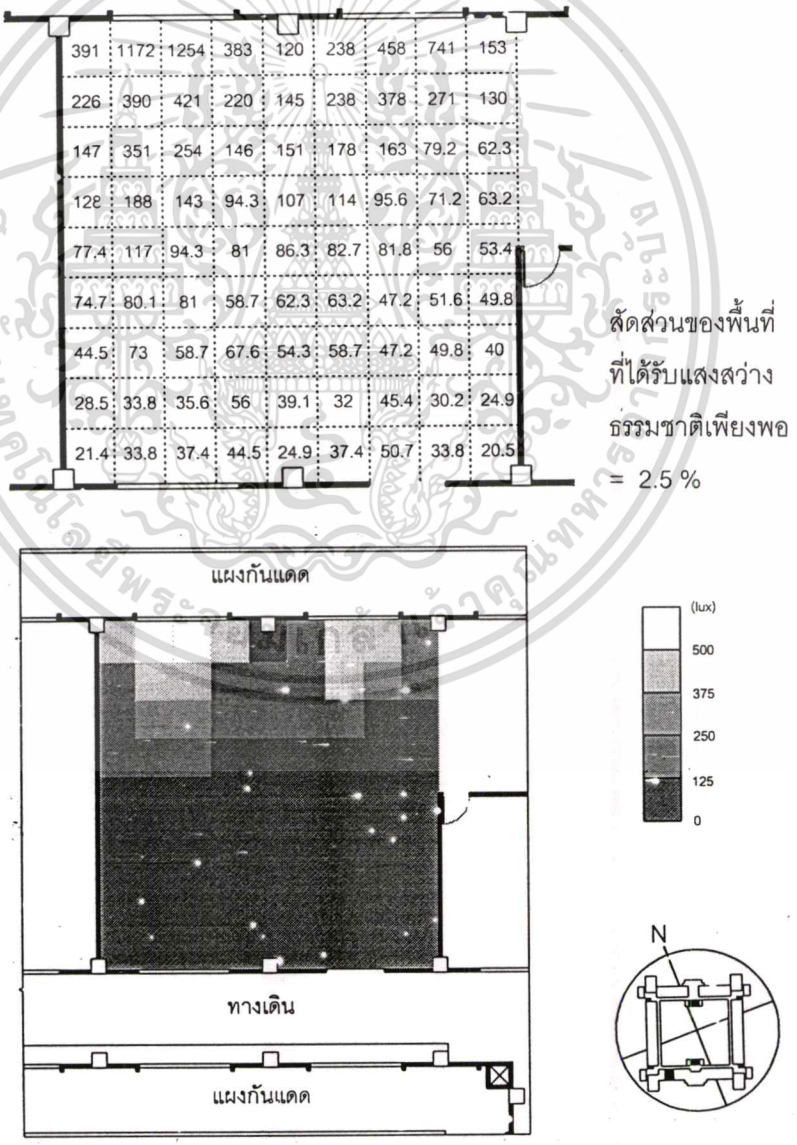


ภาพที่3.55 แสดงสภาพแสงสว่าง และค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องปกครองจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบช่องเปิดด้านทิศ ใต้ ตำแหน่ง : ห้องเสมียนตราจังหวัด ชั้น 4

ภาพที่3.56 แสดงสภาพแสงภายในห้องเสมียนตราจังหวัด



ภาพที่3.57 แสดงสภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเสมียนตราจังหวัด

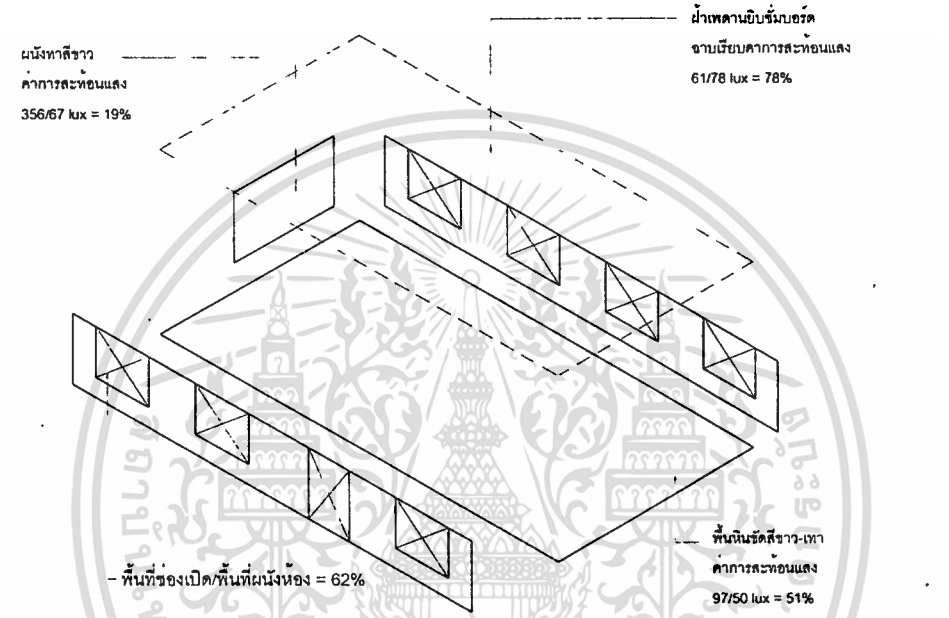
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตรวจสอบอัตราการสะท้อนแสงของวัสดุต่างๆภายในห้อง และตรวจสอบอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังทึบ

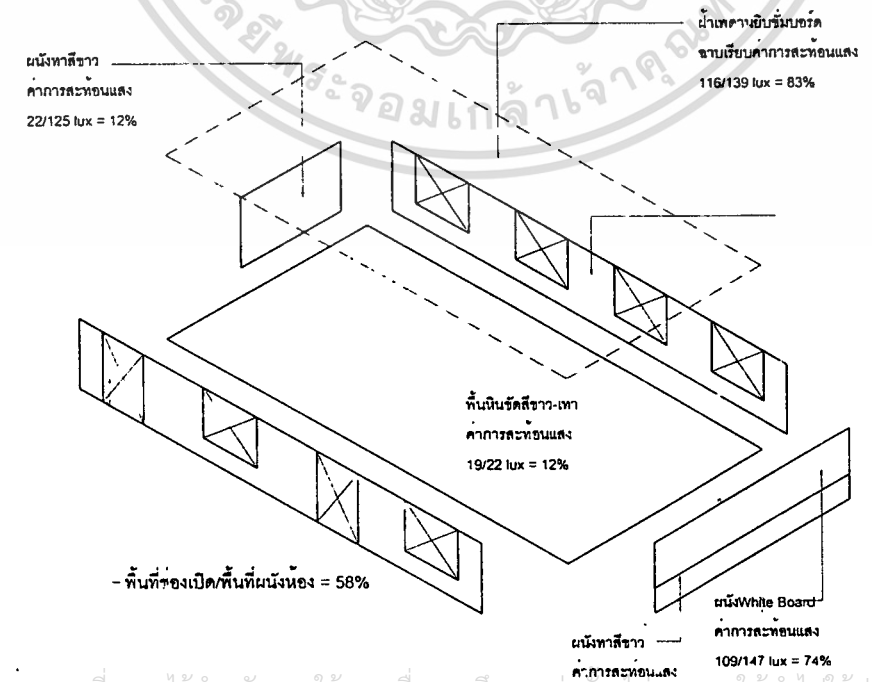
<u>วิธีการตรวจสอบ</u>

ค่าสะท้อนแสงของวัตถุต่างๆภายในห้อง สามารถวัดได้โดยการหัน Senser ของ Lux Meter เข้าหาวัสดุต่างๆภายในห้อง เช่น พื้น, ผนัง โดยให้ Senser ห่างจากวัสดุ 0.15 เมตร อ่านค่าที่ได้แล้วหัน Senser กลับเพื่อวัดแสง ณ. บริเวณนั้น เพื่อหาอัตราส่วนการสะท้อนแสง

<u>ตรวจสอบช่องเปิดด้านทิศตะวันออก</u> ตำแหน่ง : ห้องสำนักงานจังหวัด ชั้น 4 เวลา 9.00 น.



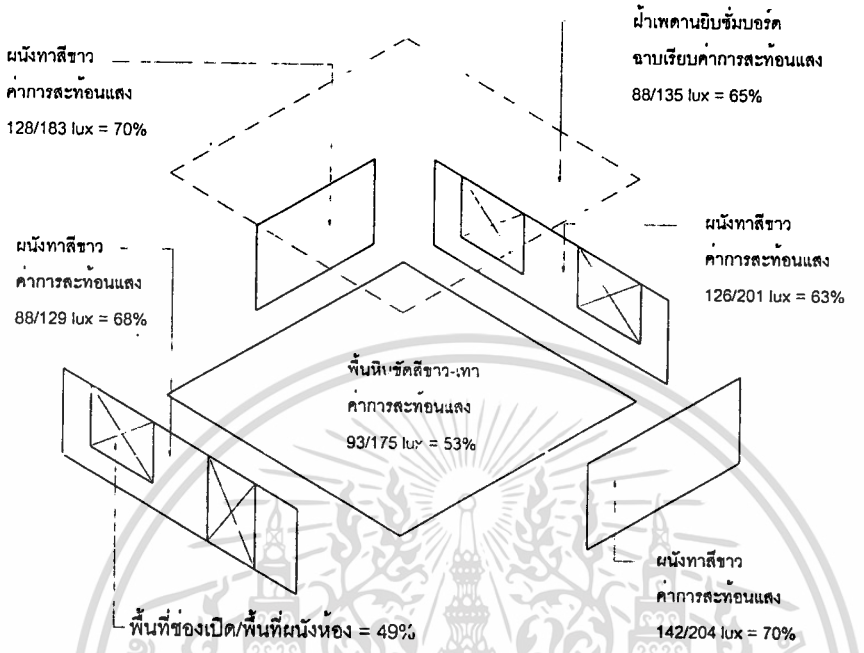
<u>ตรวจสอบช่องเปิดด้านทิศเหนือ</u> ตำแหน่ง : ห้องสำนักงานปฏิรูปที่ดินจังหวัดชั้น 4 เวลา 11.00 น.



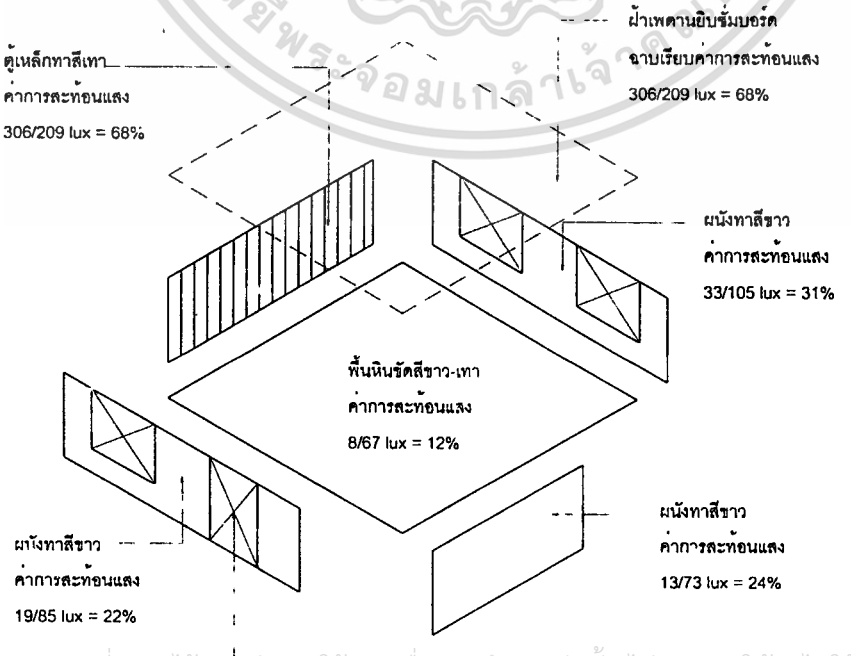
ภาพที่3.58 แสดงค่าการสะท้อนแสงของวัตถุต่างๆภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบช่องเปิดด้านทิศตะวันตก ตำแหน่ง : ห้องปกครองจังหวัด ชั้น 4 เวลา 14.00 น.



ตรวจสอบช่องเปิดด้านทิศใต้ ตำแหน่ง : ห้องเสมียนตราจังหวัด ชั้น 4 เวลา 16.00 น.



ภาพที่3.58(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U Value)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม คือส่วนผกผันของค่าความต้านทานความร้อนรวม (RT) มีหน่วยเป็นวัตต์/ตารางเมตร ผลที่ได้จะนำมาใช้คำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของการกรอบอาคาร (OTTV, RTTV) ต่อไป ซึ่งก่อนอื่นต้องทราบค่า ความต้านทานความร้อน (R)

หาได้จากสูตร

$$R = \frac{\Delta.X}{K}$$

R = ค่าความต้านทานความร้อน (วัตต์/ตรม.)

$\Delta.X$ = ความหนาของวัสดุ (ม.)

K = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุนั้น ๆ

ค่า R เป็นเพียงค่าความต้านทานความร้อน ของวัสดุหนึ่ง ๆกรณีที่ผนังและหลังคาสร้างด้วยวัสดุหลายๆชนิดประกอบกัน ทำให้มีชั้นของค่าความต้านทานความร้อนเพิ่มขึ้นเรียกว่าค่า R_T

หาได้จากสูตร

$$R_T = R_O + \frac{\Delta.X_1}{K_1} + \frac{\Delta.X_2}{K_2} + \frac{\Delta.X_3}{K_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{\Delta.X_n}{K_n} + R_j$$

R_T = ค่าความต้านทานความร้อนรวม

R_O = ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของอาคาร

$\Delta.X_1, \Delta.X_2, \Delta.X_3, \ldots\ldots\ldots, \Delta.X_n$ = ความหนาของวัสดุที่ประกอบขึ้นเป็นผนังชนิดที่ 1,2,3.....,n ตามลำดับ

K_1, K_2, K_3, K_n = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดที่ 1,2,3,....,n ตามลำดับ

R_1 = ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของอาคาร

* ในกรณีที่ผนังหรือหลังคามีช่องว่างอากาศอยู่ภายในให้รวมค่า R_a ในการคำนวณด้วย

R_a = ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่างของผนังหรือหลังคา

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมคือ ส่วนผกผันของค่าความต้านทานความร้อนรวม หาได้จากสูตร

$$U = \frac{1.}{R_T}$$

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

R_T = ความต้านทานความร้อนรวม

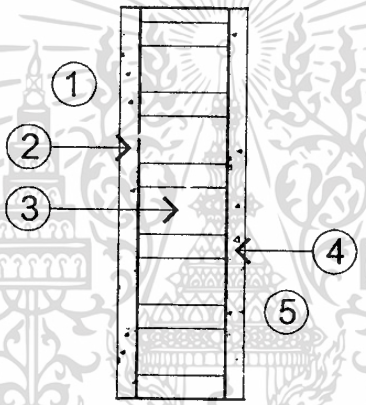
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุของอาคารศาลากลาง ประกอบด้วย

ก. วัสดุผนัง	ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบทาสี
ข. กระจก	กระจกใส และกระจกใสสีชาหนา 6 มม.
ค. หลังคา	หลังคากระเบื้องคอนกรีตสีเทา

การตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U.Value) อาคารศาลากลางจังหวัดลำปางมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ดังนี้

ก. ผนังอาคาร

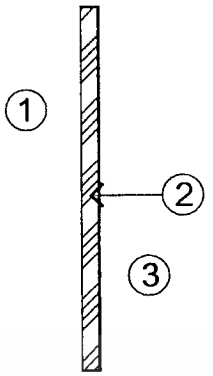


โครงสร้าง	$\frac{\Delta X}{K}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศภายนอก	-	0.044	
2. ปูนฉาบ	0.015	0.238	
	0.063		
3. อิฐมอญ	0.115	0.143	
	0.807		
4. ปูนฉาบ	0.015	0.238	
	0.063		
5. ฟิล์มอากาศภายใน	-	0.044	
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (RT)		0.707	

$$U = 1 / 0.707 = 1.141 \text{ วัตต์/ตร.ม.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

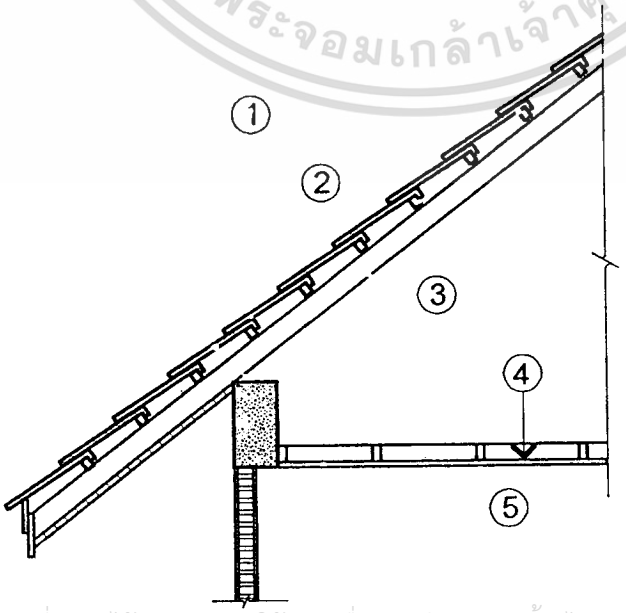
ข. พื้นที่กระจก



โครงสร้าง	$\frac{\Delta X}{K}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศภายนอก	-	0.044	
2. กระจก	0.006	0.006	
	1.053		
3. ฟิล์มอากาศภายใน	-	0.299	
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (RT)		0.349	

U = 1 / 0.349 = 2.865 วัตต์/ตร.ม.

ค. หลังคา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้าง	$\frac{\Delta X}{K}$	R	หมายเหตุ
1. ฟิล์มอากาศภายนอก	-	0.055	
2. กระเบื้อง c-pac	0.030	0.035	
	0.836		
3. ช่องว่างอากาศ	-	0.768	
4. ยิบซัมบอร์ด	0.012	0.062	
	0.191		
5. ฟิล์มอากาศภายใน	-	0.162	
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (RT)		1.082	

$$U = 1 / 1.082 = 0.92 \text{ วัตต์/ตร.ม.}$$

3.6 ค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ผนัง และหลังคา (Q. Value)

การตรวจสอบค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารทางผนัง และหลังคาจะใช้การตรวจสอบค่าQ ของผนังทึบ, ช่องเปิด และหลังคาโดยแยกคิดทีละด้าน ค่าที่ได้จะแสดงให้ทราบถึงค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารในทิศทางนั้นๆ ซึ่งขั้นตอนในการคิดค่าQ ใช้โปรแกรม OTTV1.0 ช่วยในการวิเคราะห์

ตารางที่3.3 แสดงค่าQ ของผนังและหลังคา อาคารศาลากลางจังหวัดลำปาง

ตำแหน่งผนัง	ค่าQ(Watt)			พื้นที่(ตร.ม.)			ค่าQ(Watt / ตร.ม.)		
	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	หลังคา	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	หลังคา	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	หลังคา
N	63,999.87	79,840.80	55449.6	2,195.20	1,152.80	1,732.80	29.15	69.26	32
E	77,616.96	148,813.86	39558.4	2,679.10	1,405.0	1,236.20	28.97	105.92	32
S	57,375.87	96,870.25	55449.6	2,195.20	1,152.80	1,732.80	26.14	84.03	32
W	77,616.96	145,280.13	39558.4	2,679.10	1,405.0	1,236.20	28.97	103.40	32

จากการตรวจสอบ พบว่าค่าQของผนังโปร่งแสงจะมีค่าสูงสุดในแต่ละด้าน แสดงว่ามีพื้นที่โปร่งแสงมาก ดังนั้นการที่จะลดความร้อนให้เข้าสู่อาคารน้อยลงจะต้องทำการปรับปรุงค่าQของผนังทึบและหลังคา

3.5 สรุปการวิเคราะห์ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาสำหรับอาคารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.4 สรุปปัญหา แนะแนวทางการแก้ปัญหาจากการศึกษาอาคารตัวอย่าง

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ปัญหา
1. อุณหภูมิและการระบายอากาศ - สภาพอุณหภูมิและการระบายอากาศไม่เพียงพอต่อการสร้างภาวะน่าสบายภายในอาคาร	- สภาพอุณหภูมิโดยรวมภายใน จ.น่าน ค่อนข้างร้อนและมีความเร็วลมต่ำจากสภาพพื้นที่ที่เป็นแอ่งกะทะของจังหวัดน่าน	- ออกแบบปรับปรุงสภาพแวดล้อมในพื้นที่ (Micro Climate) โดยการใช้ต้นไม้, พืชคลุมดิน, น้ำ ฯลฯ เพื่อช่วยให้อุณหภูมิอากาศในพื้นที่เย็นลง - ออกแบบโดยใช้หลักการเคลื่อนที่ของอากาศเพื่อชักนำอากาศเย็นที่อยู่ด้านล่างให้ไหลไปแทนที่
- อุณหภูมิภายในห้องสูงเกินภาวะน่าสบายทำให้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศในบางหน่วยงาน	- เกิดจากการวางตำแหน่งอาคารที่ถูกข้อจำกัดให้ขนานกับถนนด้านหน้า และเปิดโล่งรวมถึงอุปกรณ์บังแดด ไม่สามารถกันขนาดได้ตลอดช่วงเวลาใช้งานในรอบปี ความดันจากรังสีดวงอาทิตย์ทะลุผ่านเข้าไปทางช่วงเปิด - การเลือกวัสดุที่สะสมความร้อน มีค่า Time Lag มาก ในตำแหน่งที่ถูกแดดอยู่ตลอดเวลา - ตำแหน่งและขนาดของช่องเปิดทางลมเข้ายังไม่เดียงพอต่อการกระบายอากาศ	- ใช้เครื่องกลช่วย เช่น พัดลมระบายอากาศ - ออกแบบอุปกรณ์บังแดด - เลือกใช้วัสดุที่มีค่า Time Lag สั้น

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ปัญหา
- อาคารชุดหลังถูกลดทอนความเร็วลมทำให้การระบายอากาศขาดประสิทธิภาพ	- ระยะห่างระหว่าง 2 อาคารไม่สัมพันธ์กันลมไม่สามารถล้วงลงมาระบายอากาศด้านล่างได้เพียงพอ - ขนาดและทิศทางของช่องเปิดไม่สนับสนุนให้ลมเข้ามาในห้องมาก ทั้งยังถูกระเบียงทางเดินลดทอนความเร็วลม	- อาคารมีระยะห่างที่เหมาะสม - ออกแบบให้แผงบังแดด สามารถช่วยบังคับทิศทางของลมให้เข้าสู่ระดับตัวผู้ใช้ - ตำแหน่งช่องเปิดให้สัมพันธ์กับทิศทางลม และควรหันอาคารด้านยาวรับลม - ยื่นอาคารบางส่วนเพื่อดักลมให้เข้าสู่บริเวณที่มีปัญหาเรื่องการระบายอากาศ
- บริเวณมุมอาคาร เป็นพื้นที่ที่อับลม	- เป็นส่วนที่เป็นมุขของอาคารมีการซ้อนของ FUNCTION ทำให้การเคลื่อนที่ของอากาศไม่ลื่นไหล (FLOW)	- ออกแบบให้เป็นพื้นที่เก็บของ หรือโถงบันได และออกแบบให้มีพื้นที่ว่างก่อนจะเชื่อมกับ FUNCTION อื่น เพื่อประโยชน์ในการระบายอากาศ แบบ Cross Ventilation - ออกแบบให้มีช่องเปิดกว้าง
2. ประสิทธิภาพแผงบังแดด - แผงบังแดดไม่สามารถป้องกันช่องเปิดได้ตลอดเวลาใช้งานทำให้ความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่ภายในอาคารทางช่องเปิด	- อาคารใช้แผงบังแดดทางแนวนอนบังแดดในทุกด้าน	- ใช้แผงบังแดดทางแนวตั้ง หรือแผงบังแดดแบบปรับมุมเพื่อช่วยป้องกันช่องเปิดร่วมกับแผงบังแดดทางแนวนอน

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ปัญหา
3. ประสิทธิภาพของแสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร - มีพื้นที่ที่สามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติภายในห้องอยู่ระหว่าง 2.5 – 20.3% ของพื้นที่ห้องและส่วนใหญ่อยู่ริมหน้าต่าง	- การทำผนังบริเวณทางเดินภายนอกทำให้ลดทอนความสว่างจากภายนอก - การใช้วัสดุกระจกตัดแสงบริเวณหน้าต่างกรอบอาคารทำให้ทอนความสว่างจากแสงภายนอก - ห้องมีความลึกมากเกินไป	- ออกแบบให้มีอุปกรณ์สะท้อนแสงเข้าสู่ฝ้าเพดานเพื่อเพิ่มความสว่างภายในห้อง - ออกแบบให้แสงสว่างซึ่งมีลักษณะเป็นแสงสะท้อนเข้าสู่อาคารทางช่องเปิดทั้ง 2 ด้าน ตัวนั้นออกแบบให้มีพื้นที่ว่างระหว่างทางเดินและห้องทำงาน
4. วัสดุ และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุอาคาร - วัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม/พื้นที่มากทำให้เป็นบริเวณที่มีการสะสมความร้อน	- การเลือกใช้วัสดุที่ไม่สัมพันธ์กับการประหยัดพลังงานภายในอาคาร	- เลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนในการก่อสร้าง รวมถึงใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อลดการสะสมความร้อนในเนื้อวัสดุ

บทที่ 4
การออกแบบอาคารศาลากลาง จังหวัดน่าน เพื่อการประหยัดพลังงาน

4.1 แนวความคิดในการออกแบบ

ในการศึกษาแนวทางการออกแบบ อาคารศาลากลางจังหวัดน่าน ได้นำหลักพื้นฐานสำหรับการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานมาใช้โดย วิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของท้องถิ่น (Climate Condition) นำมาเปรียบเทียบกับสภาพอุรหภูมิอากาศที่อยู่ในขอบเขตภาวะน่าสบายของมนุษย์ (Required Condition) จะทำให้ทราบถึงสภาวะอากาศที่ต้องการควบคุมโดยใช้กลวิธีการนำประโยชน์จากธรรมชาติมาช่วยในการออกแบบ (Passive Design) แต่หากสภาพอากาศภายในอาคารยังไม่อยู่ในภาวะที่ควบคุมได้ จึงจะนำระบบเครื่องกล (Active Design) มาช่วยปรับสภาพอากาศภายในอาคารให้อยู่ในขอบเขตภาวะน่าสบาย

ในการออกแบบอาคารเพื่อให้ผู้ใช้อยู่ภายในขอบเขตภาวะน่าสบาย และใช้พลังงานที่ควรทำการออกแบบอาคาโดยเน้นการนำคุณสมบัติต่าง ๆ จากปัจจัยทางธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในสภาพที่ตั้งนั้น ๆ โดยมีปัจจัยที่จะต้องนำมาพิจารณาดังนี้

- การพิจารณาปรับปรุงสภาพแวดล้อมของที่ตั้งโครงการ (Micro Climate) โดยใช้ปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ช่วยส่งเสริมให้สภาพอากาศในพื้นที่เย็นลง
- การคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้ง ทิศทางการวางอาคารและสัดส่วนของอาคาร (Building Picacement and Orientation) จะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งอาคารและขนาดสัดส่วนของอาคาร สอดคล้องต่อการระบายอากาศภายในอาคารและการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ โดยสามารถป้องกันความร้อนจากภายนอกที่จะเข้าสู่อาคาร
- อาคารควรมีการตำแหน่งกิจกรรมให้สอดคล้องกับการใช้งาน โดยคำนึงถึงความสูงอาคารในส่วนที่มีผู้ติดต่อ ใช้งานเป็นประจำไม่ควรสูงเกิน 4 ชั้น เนื่องจากเป็นความสูงที่มากที่สุดของคนที่จะเดินขึ้นได้สะดวก และอาคารทั้งหมดไม่ควรมีความสูงมากเพื่อความกลมกลืนของเส้นขอบฟ้า (Sky Line)ของเมือง
- องค์ประกอบทางด้านพื้นที่ใช้สอย (Function) คำนึงถึงตำแหน่ง, ขนาดห้องที่สัมพันธ์กับการใช้งานในอาคารประเภทสำนักงานทางราชการ ซึ่งแบ่งเป็นสำนักงานสำหรับการทำงานบริหาร และให้การบริการ การจัดวางตำแหน่งของทางสัญจรทั้งทางแนวนอนและระบบสัญจรทางแนวตั้งที่กระชับเพื่อลดภาระของลิฟท์
- ช่องแสงและการระบายอากาศ (Void and Ventilation) ช่องแสงและช่องเปิดจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีขนาดสัดส่วน ตำแหน่งและรูปแบบที่เหมาะสม โดยช่องแสงจะต้องส่งเสริมการนำแสงธรรมชาติจากภายนอกเข้ามาใช้ภายในอาคาร และต้องออกแบบให้สามารถป้องกันรังสีความร้อนที่จะผ่านเข้าสู่อาคาร ทั้งยังส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศที่สามารถพัดผ่านตัวผู้ใช้ได้

- ระบบเปลือกอาคาร (Envelope Component Consideration) จะต้องเป็นวัสดุที่สะสมความร้อนและความชื้นน้อยหรือสามารถคายความร้อนได้เร็ว ทั้งนี้จะต้องมีราคาสอดคล้องกับการลงทุน
- ใช้ระบบการก่อสร้าง เทคโนโลยี และเครื่องมืออุปกรณ์ ที่สามารถหาได้ภายในพื้นที่เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และสอดคล้องกับความสามารถของช่างในท้องถิ่น

การพิจารณาระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, ระบบปรับอากาศ (Building System) , อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าสำนักงาน ล้วนทำให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระยะยาวมากที่สุด โดยเฉพาะระบบปรับอากาศซึ่งเป็นระบบที่บริโภคพลังงานมากที่สุดในอาคาร ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ระบบที่มีประสิทธิภาพสามารถประหยัดพลังงานได้ในระยะยาวในพื้นที่ที่มีความจำเป็นเท่านั้น

4.2 การพิจารณาปรับปรุงสภาพแวดล้อมในพื้นที่ เพื่อส่งเสริมให้เกิดภาวะน่าสบายภายในอาคาร

4.2.1 การลดอุณหภูมิในพื้นที่ด้วยการปลูกต้นไม้

<u>แนวความคิด</u>

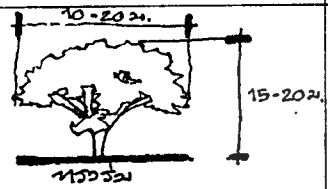
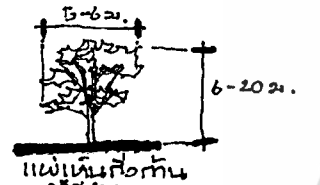
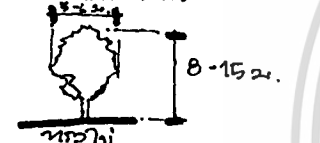
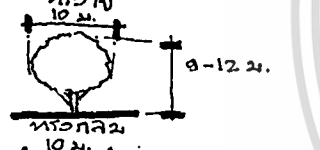
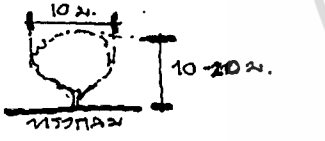
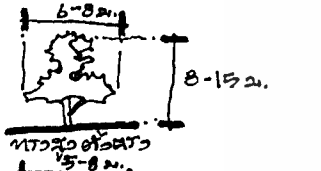
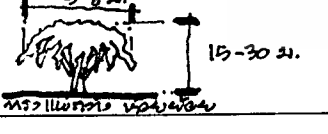
1. ต้นไม้ใหญ่สามารถลดอุณหภูมิอากาศในเวลากลางวันได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการสังเคราะห์แสง แต่ต้นไม้ใหญ่แต่ละต้นก็มีลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งความสูงลักษณะพุ่มใบ ความละเอียดของใบ รูปทรง และคุณสมบัติการผลิตไอน้ำซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์แสง ดังนั้นต้นไม้ใหญ่แต่ละชนิดจึงมีความสามารถในการลดอุณหภูมิ แตกต่างกัน

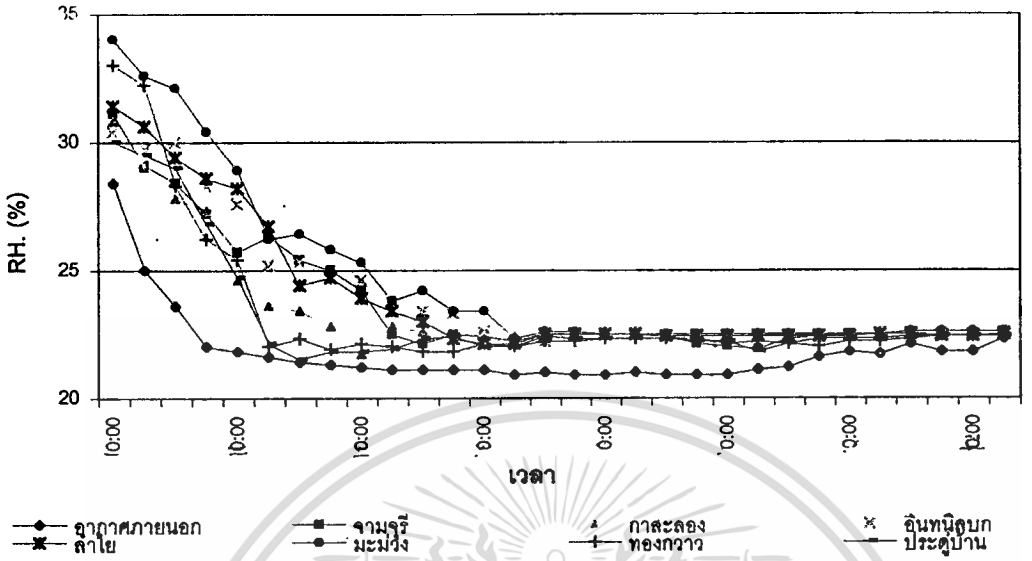
การพิจารณาต้นไม้ใหญ่แต่ละชนิด ควรคำนึงถึง

- เป็นไม้ยืนต้นให้ร่มเงาได้
- เป็นพันธุ์ไม้พื้นบ้าน พบได้ในเขตภาคเหนือทั่วไป
- ปลูกง่ายการบำรุงรักษาต่ำ ราคาไม่แพง
- ระบบรากไม่ไชออกจากลำต้นมากเพื่อป้องกันปัญหาอันจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะของไม้ยืนต้นที่นำมาพิจารณา

รายการ	ลักษณะ	ลักษณะใบ	ลักษณะดิน	ความชื้น	แสงแดด	การเจริญเติบโต	ระยะปลูก(ม.)	ลักษณะพิเศษ
1. จามจุรี		ละเอียด	ทั่วไป,ดินร่วน	ปานกลาง - สูง	แดดเต็มวัน	เร็ว	10 – 20	- ไม้ให้ร่มเงาขนาดใหญ่ รูปทรงสวยงาม - ใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ ทนน้ำท่วม ผลัดใบ - ขณะสังเคราะห์แสงจะผลิตความชื้นได้ใบ ทำให้ใต้ต้นร่มรื่น มีความชื้นสูง
2. กาสะลอง		หยาบ	ทั่วไป,ดินร่วน	ปานกลาง - สูง	แดดเต็มวัน	เร็ว	4 – 8	- มีดอกสีเหลืองอมส้ม ออกเป็นกระจุกตามกิ่งและลำต้นกระจุกละ 5 – 10 ดอก - ผลัดใบ - นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ
3. อินทนิลบก		หยาบ	ดินร่วน	ปานกลาง - สูง	แดดเต็มวัน	ช้า	3 – 8	- มีดอกเกือบตลอดปี - ทรงพุ่มไม้ใหญ่มาก - ผลัดใบ
4. ลำไย		หยาบ	ทั่วไป,ดินร่วน	ปานกลาง	แดดเต็มวัน	เร็ว	10 – 14	- ให้ผลรับประทานได้
5. มะม่วง		หยาบ	ทั่วไป,ดินร่วน	ปานกลาง - สูง	แดดเต็มวัน	ปานกลาง	10 - 14	- ขอบแดด - ให้ผลรับประทานได้
6. ทองกวาว		หยาบ	ทั่วไป	ปานกลาง - ต่ำ	แดดเต็มวัน	ช้า	4 – 8	- ต้นแข็งแรง เลี้ยงง่าย ดอกสวย - ทนแล้ง ทนอากาศหนาว - เป็นไม้พื้นเมือง - ผลัดใบ
7. ประดู่บ้าน		ปานกลาง	ทั่วไป	ปานกลาง	แดดเต็มวัน	ช้า	4 - 8	- ดอกสีเหลือง มีกลิ่นหอม - ผลัดใบ



ภาพที่4.2 แสดงค่าความชื้นใต้ต้นไม้ยืนต้นประเภทต่าง ๆ

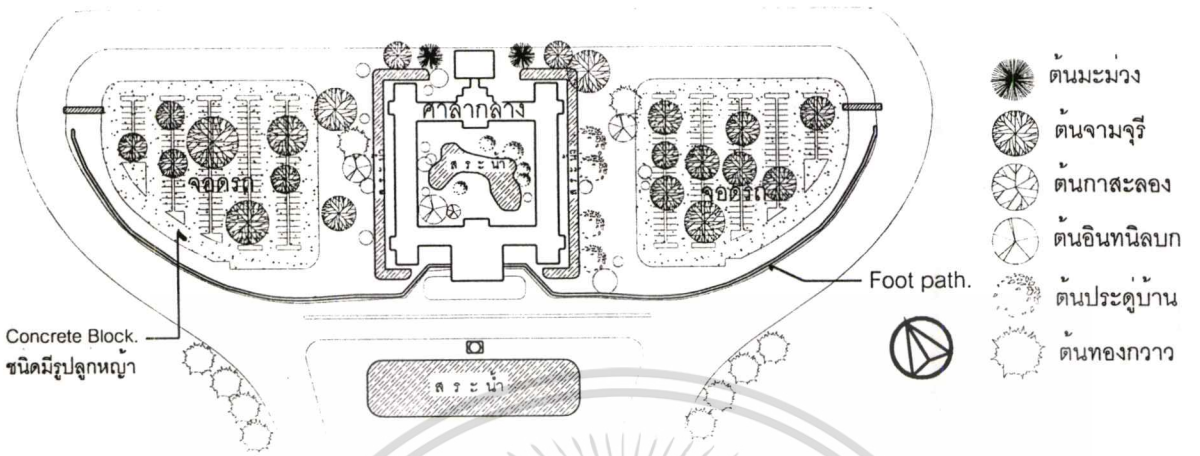
จากภาพที่4.1 พบว่าอุณหภูมิใต้ต้นไม้โดยเฉลี่ย ต่ำว่าอุณหภูมิ ณ . ที่โล่งแจ้ง 3 – 4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะค่อย ๆ สูงขึ้นจนกระทั่งสูงสุดเวลา 15.00 น. ซึ่งอุณหภูมิภายนอกสูงถึง 44.7 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ อุณหภูมิอากาศใต้ต้นมะม่วงมีค่าต่ำที่สุด และประดู่บ้านมีค่าภูมิอากาศใต้ต้นไม้สูงที่สุดเนื่องจากมีลักษณะพุ่มใบค่อนข้างโปร่ง

และจากภาพที่4.2 พบว่าในช่วงเช้า ถึงเที่ยง ต้นไม้แต่ละต้นสามารถผลิตความชื้นประมาณ 3 – 5 % ต่อมาความชื้นที่ผลิตได้จะเริ่มลดลงจนกระทั่งเวลา 13.15 น. ความชื้นใต้ต้นไม้แต่ละต้นเริ่มมีค่าใกล้เคียงกันและมีการเปลี่ยนแปลงน้อย คือมีความชื้นเพิ่มจากภายนอกประมาณ 1% และเมื่อถึงเวลาเย็นค่าความชื้นของสภาพอากาศภายนอก และค่าความชื้นของสภาพอากาศใต้ต้นไม้มีค่าใกล้เคียงกันพบว่า ต้นมะม่วงยังคงสามารถผลิตความชื้นได้สูงสุด

<u>การเลือกใช้</u>

จะเห็นได้ว่าการปลูกต้นไม้ใหญ่จะช่วยปรับสภาพอุณหภูมิ ความชื้นให้เย็นลงได้ดังนั้นควรพิจารณาลักษณะเฉพาะของต้นไม้แต่ละต้นประกอบการออกแบบสวนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.3 แสดงการออกแบบจัดวางต้นไม้ เพื่อช่วยลดอุณหภูมิในพื้นที่

- ปลูกอินทนิลบกและทองกวาวริมถนนหลัก เพื่อให้ร่มเงาแก่ถนน ลดการสะท้อนแสงและความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร รวมถึงสร้างความสุนทรีย์ในการมองเนื่องจากต้นไม้ทั้ง 2 ชนิด มีดอกออกตลอดทั้งปี

- บริเวณที่จอดรถทางทิศตะวันตก และทิศตะวันออกใช้บล็อคคอนกรีตชนิดมีรูปลูกหญ้าภายในปูพื้นถนน ปลูกจามจุรีทั่วทั้งบริเวณ เพื่อให้ร่มเงา แก่รถ และ พื้นที่จอด ความชื้นใต้ต้นฉำฉาจะช่วยลดอุณหภูมิในบริเวณ และยังมีระยะห่างจากตัวอาคารเพียงพอที่ลมจะสามารถพัดเข้าสู่อาคารได้ อีกทั้งพุ่มใบด้านบนที่มีลักษณะแผ่กว้าง จะช่วยบังคับทิศทางลมให้พัดเข้าสู่อาคาร แต่ต้องดูแลตัดแต่งกิ่งเพื่อป้องกันกิ่งร่วง

- บริเวณสวนภายในพื้นที่โล่งบริเวณกลางอาคาร ปลูกมะม่วง , ลำใย โดยปลูกกาสะลองล้อมรอบอาคาร เนื่องจากเป็นไม้ลำต้นตรง พุ่มใบแคบทั้งยังผลิตความเย็นได้ดีรูปทรงไม่เป็นอุปสรรคต่อกระแสลมที่จะพัดเข้าสู่อาคารมากนัก

- ปลูกประดู่บ้านด้านเหนือลม เพื่อให้ลมพัดกลิ่นหอมของดอกประดู่บ้านเข้าสู่ภายในอาคาร ส่วนบริเวณขอบอาคาร ปลูกไม้พุ่มเพื่อรักษาความชุ่มชื้นแก่ดิน ทั้งยังใช้เป็นอาณาเขตในการควบคุมการสัญจรของผู้ใช้ได้

- บริเวณใต้ต้นจามจุรีและพื้นที่จัดสวนด้านข้างอาคาร ปลูกหญ้ามาเลเซียเพื่อใช้คลุมดินรักษาความเย็นของดิน และลดรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่จะสะสมบริเวณพื้น อนึ่งหญ้ามาเลเซียเป็นพืชที่ต้องการความชุ่มชื้นมาก เหมาะจะปลูกใต้ต้นจามจุรีเนื่องจากเป็นไม้ที่ผลิตความชื้นได้มาก

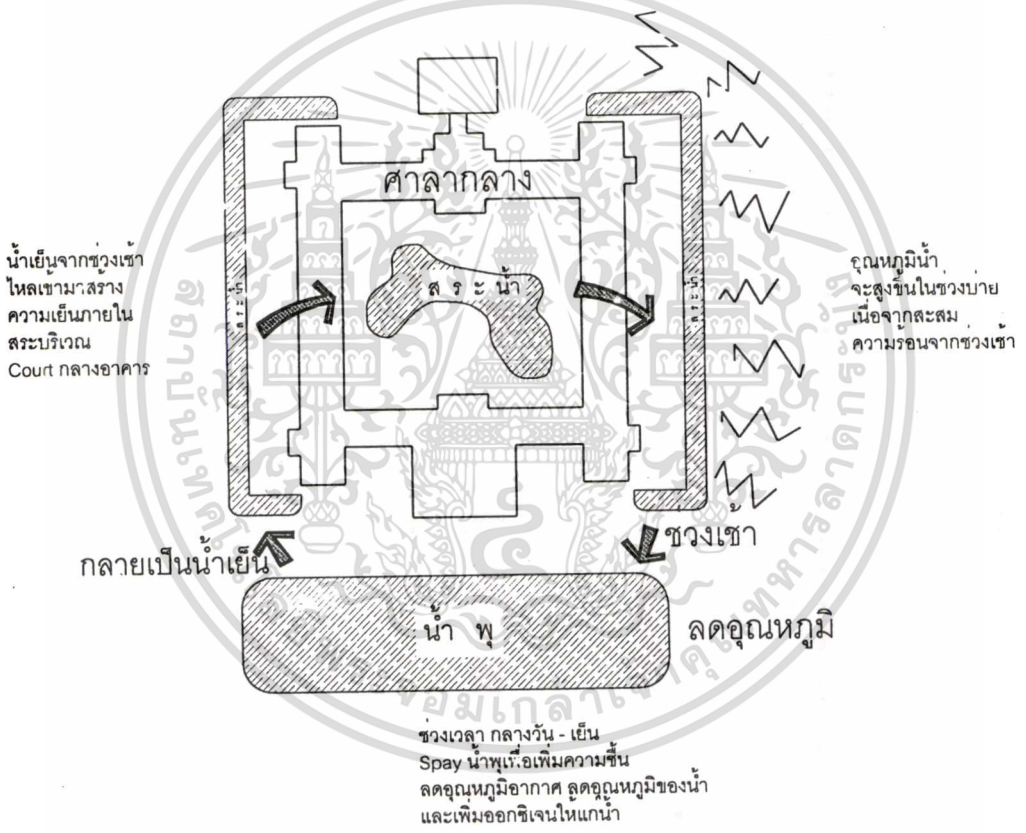
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 **การนำน้ำมาใช้เพื่อลดอุณหภูมิภายในพื้นที่**

<u>แนวความคิด</u>

1. การระเหยของไอน้ำทำให้อากาศเย็นลงแต่มีความชื้นเพิ่มขึ้น แหล่งน้ำที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตร ขึ้นไปสามารถใช้เป็นแหล่งผลิตความเย็นให้แก่สภาพแวดล้อมได้ ควรวางตำแหน่งของแหล่งน้ำ บริเวณเหนือลม และอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ ซึ่งจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการลดอุณหภูมิอากาศ

2. ควรกำหนดให้เป็นแหล่งน้ำแบบน้ำขุ่น เพื่อลดการบำรุงรักษา แต่ต้องคอยดูแลรักษาไม่ให้เกิดเป็นน้ำเสีย โดยจัดให้มีการหมุนเวียนน้ำพร้อมเติมออกซิเจนลงไปในน้ำ



ภาพที่4.4 แสดงการออกแบบโดยใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิอากาศในพื้นที่

<u>ผลการออกแบบ</u>

1. เนื่องจากบริเวณด้านหลังโครงการ เป็นเนินเขาดังนั้น จึงขุดคูน้ำบริเวณรอบอาคารเพื่อใช้เป็นรางระบายน้ำธรรมชาติและใช้เป็นพื้นที่ควบคุมทางสัญจรให้กับผู้ใช้อาคารและเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในอาคารเนื่องจากการออกแบบให้อาคารมีลักษณะใต้ถุนโล่ง

2. ออกแบบให้มีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ หน้าอาคาร ซึ่งเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงบ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพอากาศจะร้อน เนื่องจากเกิดการสะสมความร้อนในช่วงเช้า หมุนเวียนน้ำจากด้นทิศตะวันออกเข้ามา และเปิดน้ำพุ เพื่อเพิ่มความชื้น และลดความร้อนให้กับอากาศอีกทั้งซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้เกับแหล่งน้ำ ทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น

3. นำหลักการหมุนเวียนน้ำมาใช้เนื่องจากแหล่งน้ำในแต่ด้านถูกแสงอาทิตย์ไม่เท่ากันในแต่ละช่วงเวลาของวันดังนั้น เพื่อลดการสะสมความร้อนในแหล่งน้ำจึงใช้วิธีปั๊มเพิ่มการหมุนเวียนนำน้ำเย็นเข้ามาใช้ภายในพื้นที่โล่งกลางอาคาร

4. คูน้ำโดยรอบลึก 1.50 เมตร อยู่ภายใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่เพื่อส่งเสริมให้อุณหภูมิอากาศเย็นลง อีกทั้งยังสามารถนำประโยชน์จากแหล่งน้ำมารดต้นไม้ในบริเวณได้

4.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบในอาคารศาลากลาง จังหวัดน่าน

4.3.1 รายละเอียดลักษณะงานของหน่วยงานต่าง ๆภายในศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน

- <u>สำนักงานผู้ว่าราชการจังหวัด</u> เป็นหัวหน้าผู้บริหารส่วนภูมิภาค รับผิดชอบงานในระดับจังหวัด
- <u>สำนักงานรองผู้ว่าราชการจังหวัด</u> ทำหน้าที่ช่วยผู้ว่าราชการจังหวัด ในการบริหารหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งแบ่งหน้าที่รับผิดชอบเป็นฝ่ายต่าง ๆ จำนวนรองผู้ว่าราชการจังหวัด ขึ้นอยู่กับขนาดของแต่ละจังหวัด ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณงาน
- <u>สำนักงานจังหวัด</u> ขึ้นกับผู้ว่าราชการจังหวัด โดยแบ่งเป็นฝ่ายต่าง ๆ ดังนี้
  1. ฝ่ายอำนวยการ ทำหน้าที่ดำเนินการ อำนวยความสะดวก ประสานงาน ในงานต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมายจากผู้ว่าราชการจังหวัด ซึ่งมักเป็นงานเฉพาะกิจ
  2. ฝ่ายข้อมูล ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล ติดตาม และประเมินผลงานต่าง ๆ ที่ได้ทำภายใต้คำสั่งของผู้ว่าราชการจังหวัด
  3. ฝ่ายแผน ทำหน้าที่รวบรวม แผนพัฒนาจากแต่ละหน่วยงาน เพื่อจัดทำเป็นแผนพัฒนาจังหวัดประจำปี ก่อนนำเสนอผู้ว่าราชการจังหวัดต่อไป
- <u>ศูนย์สื่อสารมหาดไทย</u> ทำหน้าที่ ประสานงาน แจ้งข่าวสารด้วยระบบสื่อสารต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์ วิทยุสื่อสาร โทรสาร Internet ทั้งยังมีเครือข่ายศูนย์ Hotline และเป็นแม่ข่ายของวิทยุสื่อสาร
- <u>ที่ทำการปกครองจังหวัด</u> เป็นตัวแทนของกรมการปกครอง ควบคุมดูแลการทำงานในส่วนอำเภอ
- <u>สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัด</u> ควบคุมการทำงานของ พัฒนากรที่อยู่ประจำแต่ละอำเภอ ซึ่งพัฒนากรมีหน้าที่พัฒนาคนในชุมชน โดยส่งเสริมการประกอบอาชีพ จัดฝึกอบรม สัมมนา สนับสนุนงบประมาณในการประกอบกิจการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำนักงานโยธาธิการ ทำหน้าที่สร้างสาธารณูปโภค อาทิ ถนน สะพาน เขื่อน รวมถึงควบคุมกฎหมาย บางฉบับ เช่น กฎหมายการก่อสร้างปั๊มน้ำมัน, โรงภาพยนตร์ อาคารในขั้นอุธรณ์ และเป็นที่ปรึกษาด้านช่างให้กับส่วนราชการในจังหวัด

- สำนักงานผังเมือง ทำหน้าที่สำรวจ เก็บข้อมูลทางกายภาพ และด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเสนอให้กรมผังเมืองออกแบบ กำหนดเขตพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ โดยสำนักงานผังเมืองในจังหวัด หน้าที่ควบคุม การใช้พื้นที่ให้เป็นไปตามข้อกำหนดพันธกิจของสำนักงานหัวผังเมืองยังรวมถึง การเป็นที่ปรึกษาด้านการวางผังให้กับส่วนราชการต่าง ๆ

- สำนักงานประชาสงเคราะห์จังหวัด ทำหน้าที่ช่วยเหลือผู้พิการ , ผู้ด้อยโอกาส , ผู้ประสบภัยในด้านต่าง ๆ เช่นการติดตามผลประโยชน์อันพึงมีพึงได้ของบุคคลข้างต้นทั้งยังควบคุมดูแลอาคารบางประเภทที่กำหนดไว้ตามข้อกฎหมาย เช่น พระราชบัญญัติหอพัก

- สำนักงานจัดหางานจังหวัด เป็นวกลางในการประสานงานให้แรงงานพบผู้ประกอบการซึ่งต้องเก็บข้อมูลทั้งของผู้ประกอบการ และข้อมูลของแรงงานไว้เป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องมีห้องเก็บเอกสารขนาดใหญ่

- สำนักงานประกันสังคมจังหวัด ทำหน้าที่ แลผลประโยชน์ด้านการประกันสังคมให้กับลูกจ้าง และเก็บข้อมูลรวมถึงเก็บเงินประกันสังคมจากผู้ประกอบการ ทำให้ต้องมีห้องเก็บเอกสารขนาดใหญ่

- สำนักงานแรงงานและสวัสดิการสังคม เป็นตัวแทนกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคมในการดูแลหน่วยงานที่สังกัด

- สำนักงานสวัสดิการ และคุ้มครองแรงงาน เป็นหน่วยงานที่รับร้องเรียน ,ไกล่เกลี่ยข้อพิพาทระหว่างลูกจ้าง และนายจ้าง ภายใน จะมีบู๊ตเล็ก ๆ หลายบู๊ต สำหรับให้ลูกจ้าง และนายจ้างได้ตกลงยุติข้อพิพาท

- สำนักงานตรวจบัญชีสหกรณ์ เป็นหน่วยงานบริหาร ทำหน้าที่ตรวจสอบบัญชี ของสหกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในจังหวัด

- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ เป็นตัวแทนกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในการควบคุมดูแล หน่วยงานที่สังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ อาทิ เกษตรจังหวัด , ประมงจังหวัด , สถานีทดลองต่าง ๆ

- สำนักงานสหกรณ์จังหวัด ทำหน้าที่ส่งเสริมให้ความรู้ในการจัดตั้งสหกรณ์แก่ผู้สนใจ

- สำนักงานคลังจังหวัด ทำหน้าที่เบิกจ่ายงบประมาณ ทั้งส่วนราชการ และธนาคาร ภายใน จะมีพื้นที่นับเงิน และห้องมั่นคง ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือ ทั้ง ผนัง พื้น เพดาน สร้างจากคอนกรีตหนาไม่ต่ำกว่า 25 เซนติเมตร ห้องนับเงินติดเครื่องฟอกอากาศ เพื่อลดกลิ่นจากธนบัตร

- สำนักงานสรรพากรจังหวัด ทำหน้าที่ บริหาร ดูแลการจัดเก็บภาษีของสรรพากรอำเภอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และดำเนินการเก็บภาษีบางประเภท

- สำนักงานสรรพสามิตจังหวัด ทำหน้าที่ ควบคุมดูแล จัดเก็บ ภาษีสุรา ,บุหรี่ ภายในจังหวัด

- สำนักงานธนารักษ์จังหวัด ทำหน้าที่สำรวจ ตรวจสอบ วางแผน ดูแลการใช้ประโยชน์ที่ดินราชพัสดุ รวมถึงการเก็บค่าเช่าที่

- สำนักงานสัสดีจังหวัด ทำหน้าที่ดูแลสัสดีอำเภอ ซึ่งเป็นผู้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเกณฑ์ทหาร , การปลดประจำการ , เรียกกำลังสำรอง ฯลฯ

- สำนักงานพาณิชย์จังหวัด เป็นตัวแทนของกระทรวงพาณิชย์ ทำหน้าที่ควบคุมดูแลราคาสินค้า , ส่งเสริมการค้า , จดทะเบียนการค้า

- สำนักงานประกันภัย ทำหน้าที่ควบคุมดูแล บริษัทประกันภัย ภายในจังหวัด

- สำนักงานศึกษาธิการจังหวัด เป็นตัวแทนกระทรวงศึกษาธิการในการควบคุมดูแลการศึกษาเอกชน , ศาสนา และวัฒนธรรม

- สำนักงานประถมศึกษาจังหวัด ทำหน้าที่ดูแลโรงเรียน รวมถึงการจัดการศึกษาระดับประถม

- สำนักงานสามัญศึกษาจังหวัด ทำหน้าที่ดูแลโรงเรียน รวมถึงการจัดการศึกษาระดับประถม ,มัธยม

- สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด ทำหน้าที่ควบคุมดูแล อนุญาต ยึดใบอนุญาต สั่งปิดโรงงานอุตสาหกรรม และดูแลการใช้ทรัพยากรในจังหวัด

- สำนักงานสถิติจังหวัด ทำหน้าที่เก็บและเผยแพร่ข้อมูลทางสถิติด้านต่าง ๆ ของจังหวัด

- สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัด ทำหน้าที่ เก็บรวบรวมข่าวสาร ของจังหวัด เพื่อนำมาเผยแพร่ผ่านสื่อต่าง ๆ ทั้งในระดับ ชุมชน , จังหวัด หรือประเทศ

- ฝ่ายประชาสัมพันธ์ ให้บริการติดต่อ – สอบถาม อำนวยความสะดวกให้กับผู้มาติดต่อในอาคารศาลากลาง ขึ้นกับฝ่ายอำนวยการ สำนักงานจังหวัด

- ห้องปฏิบัติการระดับจังหวัด เป็นห้องปฏิบัติการเฉพาะกิจของจังหวัด เช่น ดำเนินการจัดการเลือกตั้ง , ปฏิบัติการเมื่อเกิดอุทกภัย , ปฏิบัติการเมื่อมีการแปรพระราชฐาน

- ห้องประชุม 200 คน ใช้ประชุมระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ภายในจังหวัดประจำเดือน รวมถึงบรรดานายอำเภอ ต่าง ๆ , สมาชิกสภาจังหวัด โดยมีผู้ว่าราชการเป็นประธาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการใช้พื้นที่และอัตรากำลังของหน่วยงานที่อยู่ในอาคารศาลากลางจังหวัดมาตรฐาน

หน่วยงาน	อัตรากำลัง (คน)	อัตรากำลัง / พื้นที่ทำงาน								พื้นที่ทำงานรวม (ตรม.)	พื้นที่เก็บของ (ตรม.)	พื้นที่พักรอ (ตรม.)	ประชุม (ตรม.)	รวม (ตรม)
		หวหน้าส่วน		ผู้ช่วย		เจ้าหน้าที่ทั่วไป		เจ้าหน้าที่ปฏิบัติกา						
		จำนวน (คน)	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (คน)	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (คน)	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (คน)	พื้นที่ (ตรม.)					
กระทรวงมหาดไทย														
สำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย														
1.1สำนักงานผู้ว่าราชการจังหวัด	5	1	30	0	0	4	18	0	0	48	12	20	40	120
1.2 สำนักงานรองผู้ว่าราชการจังหวัด	8	2	60	0	0	6	27	0	0	87	23	30	40	180
1.3 สำนักงานจังหวัด	50	1	16	4	48	45	203	0	0	267	83	50	0	400
1.4 ศูนย์สื่อสารมหาดไทย	20	1	16	2	24	17	77	0	0	117	83	0	40	200
2.ที่ทำการปกครองจังหวัด	60	1	16	4	48	55	248	0	0	312	33	120	50	575
3.สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัด	30	1	16	2	24	10	45	17	102	187	53	60	0	300
4.สำนักงานโยธาธิการจังหวัด	30	1	16	2	24	10	45	17	102	187	53	60	0	300
5.สำนักงานผังเมืองจังหวัด	20	1	16	2	24	10	45	7	42	127	33	20	0	180
รวม	223	9	186	16	192	157	708	41	246	1332	373	360	170	2255
กระทรวงแรงงาน														
6.สำนักงานประชาสงเคราะห์จังหวัด	30	1	16	2	24	27	122	0	0	162	48	60	0	270
7.สำนักงานจัดหางานจังหวัด	30	1	16	2	24	27	122	0	0	162	48	90	0	270
8.สำนักงานประกันสังคมจังหวัด	30	1	16	2	24	27	122	0	0	162	48	60	0	270
9.สำนักงานแรงงานและสวัสดิการสังคม	30	1	16	2	24	27	122	0	0	162	48	60	0	270
10.สำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน	30	1	16	2	24	27	122	0	0	162	48	60	0	270
รวม	150	5	80	10	120	135	610	0	0	810	240	330	0	1350
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์														
11.สำนักงานตรวจบัญชีสหกรณ์	30	1	16	2	24	27	122	0	0	162	48	30	0	240
12.สำนักงานเกษตรและสหกรณ์	30	1	16	2	24	27	122	0	0	162	48	30	0	240
13.สำนักงานสหกรณ์จังหวัด	30	1	16	2	24	27	122	0	0	162	48	30	0	240
รวม	90	3	48	6	72	81	366	0	0	486	144	90	0	720
กระทรวงการคลัง														
14.สำนักงานคลังจังหวัด	50	1	16	2	24	47	212	0	0	252	75	50	0	380
15.สำนักงานสรรพากรจังหวัด	120	1	16	4	48	115	518	0	0	582	178	240	0	1000
16.สำนักงานสรรพสามิตจังหวัด	30	1	16	2	24	27	122	0	0	162	48	60	0	270
17.สำนักงานธนารักษ์จังหวัด	20	1	16	2	24	17	77	0	0	177	43	20	0	170
รวม	220	4	64	10	120	206	929	0	0	1173	344	370	0	1820
กระทรวงกลาโหม														
18.สำนักงานสัสดีจังหวัด	20	1	16	2	24	17	77	0	0	117	43	20	0	170
รวม	20	1	16	2	24	17	77	0	0	117	43	20	0	170
กระทรวงพาณิชย์														
19.สำนักงานพาณิชย์จังหวัด	155	1	16	4	48	150	675	0	0	739	238	475	0	1450
20.สำนักงานประกันภัย	65	1	16	2	24	62	279	0	0	319	96	145	0	560
รวม	220	2	32	6	72	212	954	0	0	1058	334	620	0	2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2(ต่อ)

หน่วยงาน	อัตรา	อัตรากำลัง / พื้นที่ทำงาน								พื้นที่	พื้นที่	พื้นที่	ประชุม	รวม
	กำลัง	หัวหน้าส่วน		ผู้ช่วย		เจ้าหน้าที่ทั่วไป		เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ		ทำงานรวม	เก็บของ	พักรอ		
	(คน)	จำนวน (คน)	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (คน)	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (คน)	พื้นที่ (ตรม.)	จำนวน (คน)	พื้นที่ (ตรม.)	(ตรม.)	(ตรม.)	(ตรม.)		(ตรม)
กระทรวงศึกษาธิการ														
21.สำนักงานศึกษาธิการจังหวัด	65	1	16	2	24	62	274	0	0	319	96	145	0	560
22.สำนักงานประถมศึกษาจังหวัด	100	1	16	3	36	96	432	0	0	484	145	241	0	870
23.สำนักงานสามัญศึกษาจังหวัด	65	1	16	2	24	62	279	0	0	319	96	145	0	560
รวม	230	3	48	7	84	220	985	0	0	1122	337	531	0	1990
กระทรวงอุตสาหกรรม														
24.สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด	40	1	16	2	24	37	166.5	0	0	206.5	62	41.5	0	310
รวม	40	1	16	2	24	37	166.5	0	0	206.5	62	41.5	0	310
สำนักนายกรัฐมนตรี														
25.สำนักงานสถิติจังหวัด	14	1	16	1	12	12	54	0	0	82	25	23	0	130
26.สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัด	14	1	16	1	12	12	54	0	0	82	25	23	0	130
รวม	28	2	32	2	24	24	108	0	0	164	50	46	0	260
รวม	1193	28	490	59	708	1065	4796	41	246	6305	1877	2363	170	10625
องค์ประกอบเสริม														
ห้องปฏิบัติการจังหวัด														400
ห้องประชุม 200 คน														400
ห้องประชุม 75 คน 2 ห้อง														300
ห้องประชุม 25 คน 3 ห้อง														150
ห้องสุขา														1320
พื้นที่บริการ														5310
รวมส่วนองค์ประกอบเสริม														7880
รวมพื้นที่อาคาร														18505

ที่มา : โครงการจัดตั้งศูนย์ราชการระดับจังหวัด กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ.2540

และจากการตรวจสอบเมื่อ เดือนธันวาคม พ.ศ.2543 เนื่องจากได้มีการปฏิรูปองค์กรของรัฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การกำหนดองค์ประกอบภายในอาคารศาลากลางจังหวัดน่าน

แนวความคิด

1. เพื่อลดการใช้พลังงานในการสัญจรทางแนวดิ่งโดยจัดกลุ่มกิจกรรม (zoning) ที่ใกล้เคียงกันไว้ใกล้กันเพื่อความสะดวกในการบริหาร และการให้การบริการ

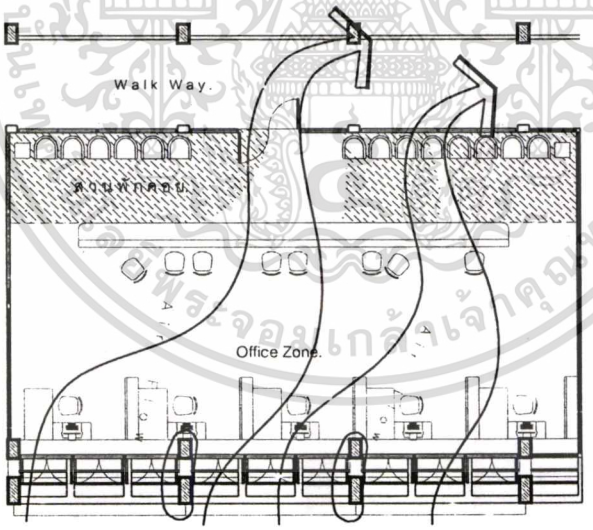
2. ควบคุมความสูงของอาคารเพื่อรักษา เส้นขอบฟ้าของเมืองทำให้อาคารดูกลมกลืนกับอาคารรอบข้าง

3. สนับสนุนการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ รวมถึงการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างจากธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การออกแบบ

1. แยกกิจกรรมขอลักษณะงานที่มีภายในอาคาร แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

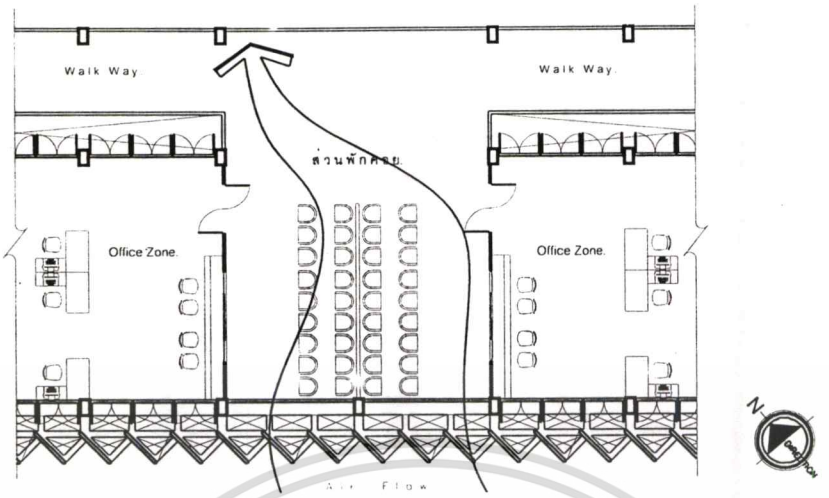
1.1 งานให้บริการประชาชน เป็นหลัก ซึ่งจะมีประชาชนมาติดต่อตลอดทั้งวันจึงออกแบบให้หน่วยงาน อยู่ในตำแหน่งที่สามารถติดต่อได้ง่าย สามารถเข้าถึงได้สะดวกอยู่ในระยะที่เดินได้ คือ ตั้งแต่ชั้นล่างถึงชั้น 3 และจัดให้มีพื้นที่นั่งรอ เป็นแนวยาว เพื่อให้สะดวกต่อการติดต่องานและสามารถได้รับความสบายจากกระแสลมที่พัดผ่านในระดับลำตัว



ภาพที่4.5 แสดงการจัดพื้นที่ทำงาน บริเวณชั้น 1 – 3

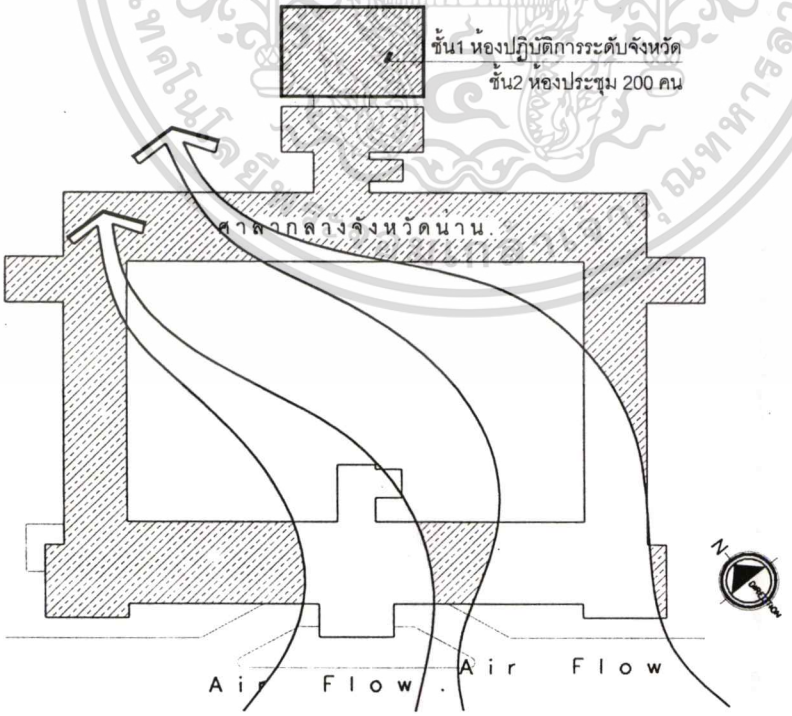
1.2 งานธุรการ และการบริหาร หน่วยงานจะทำหน้าที่เป็นตัวแทนจากต้นสังกัดเพื่อดูแลประสานงานกับหน่วยงานหรือบุคคลในท้องถิ่น จึงมีการปฏิสัมพันธ์กับคนภายนอกค่อนข้างน้อย จึงจัดให้อยู่ บริเวณชั้น 4 – 7 จัดให้มีพื้นที่นั่งรอแบบกลุ่มเพื่อให้ผู้ที่ทำงาน มีสมาธิในการทำงาน และบริเวณพื้นที่นั่งรอสามารถเปิดเป็นช่องโล่งขนาดใหญ่บริเวณผนังได้ จึงทำให้สามารถรับลมได้เต็มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.6 แสดงการจัดพื้นที่ทำงานบริเวณชั้น 4 – 7

2. กำหนดให้ส่วนห้องปฏิบัติการระดับจังหวัดและห้องประชุม 200 คน อยู่บริเวณชั้นล่างและชั้น 2 ความสะดวกในการสัญจรและให้บริการ ทั้งยังประหยัดด้านโครงสร้าง โดยจัดวางตำแหน่งไว้บริเวณท้ายลม เนื่องจากเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่มีผู้ใช้สอยมาก รวมถึงต้องจัดห้องให้เหมาะกับการใช้สื่อในการนำเสนองาน จึงควรเป็นห้องที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ



ภาพที่4.7 แสดงตำแหน่งห้องประชุม 200 ที่ และห้องปฏิบัติการระดับจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนึ่ง บริเวณชั้นบนสุดเป็นพื้นที่ของหน่วยงานที่ลักษณะการทำงาน คือการออกตรวจพื้นที่จะเข้ามาใช้งานภายในอาคารศาลากลาง เมื่อมีประชุม หรือดำเนินการเอกสาร แทบไม่มีการติดต่อจากประชาชนภายนอก

1. ออกแบบให้อาคารสามารถรับลมธรรมชาติได้อย่างเต็มที่โดยจัดวางห้องแบบ Single Load Corridor และแยกอาคาร เพื่อลดการเกิด Thermal Mass แบ่งอาคารเป็น 3 ชั้น ด้านข้างสูง 5 ชั้น และอาคารด้านหลังสูง 7 ชั้น โดยให้มีระยะห่างระหว่างอาคารชุดหน้าและหลังไม่ต่ำกว่า 3 เท่าจองความสูงอาคารชุดหน้า

2. ออกแบบให้ด้านยาวของอาคาร มีใต้ถุนโล่ง เพื่อรับลมส่วนด้านแคบซึ่งทันสู่ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก กำหนดให้มีองค์ประกอบอาคาร เพื่อลดการส่งผ่านรังสีความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร

3. ออกแบบให้มีลิฟต์ 2 ตัว อยู่บริเวณมุมด้านข้างของอาคารสูง 7 ชั้น เพื่อลดการใช้งานของลิฟต์เนื่องจากหน่วยงานที่อยู่ภายในอาคารชุดนี้ส่วนใหญ่ มีลักษณะการทำงานธุรการและการบริหาร ลิฟต์ทั้ง 2 ตัวยังสามารถใช้ประโยชน์ในการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์ รวมถึงคนพิการได้

4. สำหรับอาคาร ด้านยาวออกแบบให้ทางเดินแยกออกมาจากห้อง เพื่อสามารถใช้ประโยชน์จากช่องว่างในการระบายอากาศ ห้องทำงานมีความปลอดภัย สามารถออกแบบให้หน้าต่างเป็นบานเปิด ซึ่งมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการระบายอากาศได้ อีกทั้งทางเดินยังเป็นเสมือนแผงบังแดดไม่ให้แสงตรงจากรังสีดวงอาทิตย์และความร้อนเข้าสู่อาคารได้ อีกทั้งเป็นการลดพื้นผิวสัมผัสในการนำความร้อนจากพื้นทางเดินเข้าสู่พื้นห้องทำงานผ่านทางโครงสร้างได้

5. ออกแบบให้บันไดหลักแยกออกมาจากทางเดินและมีลักษณะโปร่งโล่ง เพื่อประสิทธิภาพการระบายอากาศของอาคาร และสร้างทัศนวิสัยที่ดีในการมองเห็นเนื่องจากมีสวนล้อมรอบ

6. กำหนดให้ห้องน้ำ และบันไดรองอยู่บริเวณมุมอาคารเนื่องจาก เป็นบริเวณที่เกิดปัญหาด้านการระบายอากาศ และการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติมากที่สุด อนึ่งการแก้ปัญหาในส่วนนี้จะได้กล่าวต่อไป

7. เลือกใช้เฟอร์นิเจอร์ที่ไม่สะสมความชื้นสามารถทำความสะอาดได้ง่ายอาทิ ตู้เก็บของ ,โต๊ะ ใช้วัสดุเป็นไม้หรือเหล็ก ,เก้าอี้บุหนัง ,ม่านใช้โพลีเอสเตอร์ โดยจัดวางเฟอร์นิเจอร์ให้ไม่ขวางทางลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงการกำหนดตำแหน่งขององค์ประกอบ

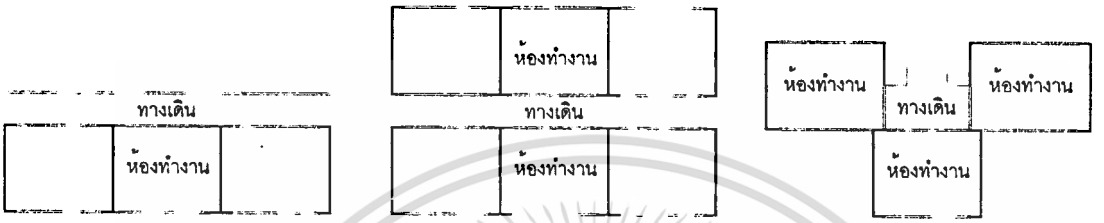
ชั้นล่าง	
1. สำนักงานจัดหางาน 270 ตารางเมตร	สังกัด กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม
2. สำนักงานคลังจังหวัด 300 ตารางเมตร	สังกัด กระทรวงการคลัง
3. ห้องประชุม	
4. ติดต่อสอบถาม	
ชั้น 2	
1. ประชาสงเคราะห์จังหวัด 270 ตารางเมตร	สังกัด กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม
2. สำนักงานประกันสังคม 270 ตารางเมตร	สังกัด กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม
3. สำนักงานแรงงานและสวัสดิการสังคม 270 ตารางเมตร	สังกัด กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม
4. สำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน 270 ตารางเมตร	สังกัด กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม
ชั้น 3	
1. สำนักงานแรงพาณิชย์จังหวัด 1,120 ตารางเมตร	สังกัด กระทรวงพาณิชย์
2. สำนักงานแรงสรรพากรจังหวัด 1,000 ตารางเมตร	สังกัด กระทรวงการคลัง
ชั้น 4 – 6	
1. สถานีสื่อสารมหาดไทย 200 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงมหาดไทย
2. สำนักงานหัวเมืองจังหวัด 180 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงมหาดไทย
3. สำนักงานโยธาจังหวัด 300 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงมหาดไทย
4. ที่ทำการปกครองจังหวัด 575 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงมหาดไทย
5. สำนักงานสรรพสามิตร จังหวัด 270 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงการคลัง
6. สำนักงานธนารักษ์จังหวัด 170 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงการคลัง
7. สำนักงานประถมศึกษาจังหวัด 670 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ
8. สามัญศึกษาจังหวัด 95 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ
9. สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัด 95 ตารางเมตร	สังกัดสำนักนายกฯ
10. สำนักงานสถิติจังหวัด 95 ตารางเมตร	สังกัดสำนักนายกฯ
11. สำนักงานเกษตร และสหกรณ์ 240 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
12. สหกรณ์จังหวัด 240 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
13. อุตสาหกรรมจังหวัด 240 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม
14. สัสดีจังหวัด 170 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงกลาโหม
15. สำนักงานประกันภัย 430 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงพาณิชย์
ชั้นบนสุด	
1. สำนักงานตรวจบัญชาสหกรณ์ 270 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
2. สำนักงานพัฒนาชุมชน 300 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงมหาดไทย
3. สำนักงานจังหวัด 400 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงมหาดไทย
4. ห้องรองผู้ว่าฯ (30 ตารางเมตรกระทรวงมหาดไทย × 2 คน)60 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงมหาดไทย
5. ห้องผู้ว่าฯ 120 ตารางเมตร	สังกัดกระทรวงมหาดไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์รูปร่างอาคาร

4.4.1 การวิเคราะห์การจัดห้อง

การจัดกลุ่มห้องทำงานขึ้นอยู่กับข้อจำกัดและปัจจัยประกอบต่าง ๆ ซึ่งแต่ละแบบก็มีจุดเด่นจุดด้อยต่างกัน จึงกำหนดตำแหน่งของห้องต่าง ๆ โดยคำนึงถึง การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ การนำแสงจากธรรมชาติเข้ามาใช้ ประหยัดโครงสร้าง เป็นหลัก



1. Single Load Corridor 2. Double Load Corridor 3. Inter Vestibule

ตารางที่4.4 แสดงการวิเคราะห์การจัดวางห้องแบบต่างๆ

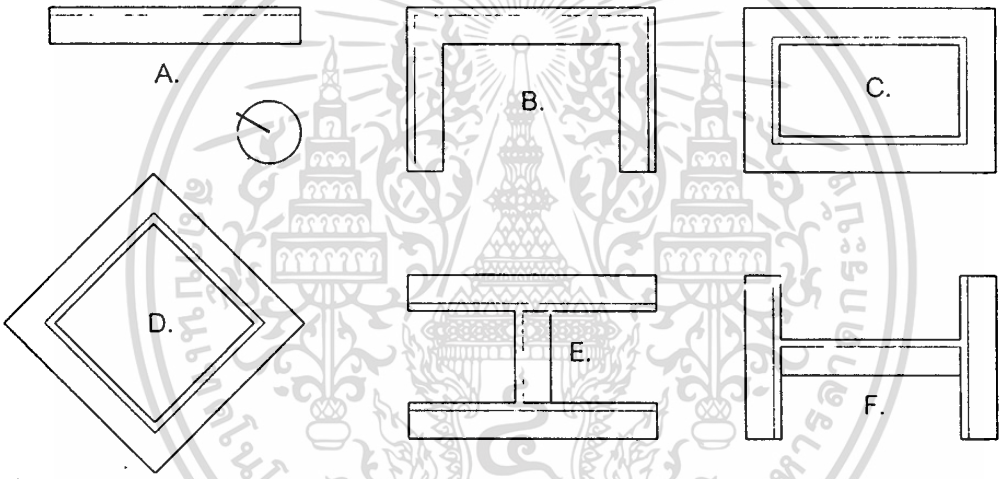
รูปแบบ	ข้อดี	ข้อด้อย
1. single Load Corridor	- สามารถระบายอากาศแบบ Cross Ventilation ได้สมบูรณ์ แต่อาจจะต้องออกแบบให้มีแนวบังแดดบริเวณช่องเปิดและต้องมีการออกแบบเพื่อป้องกันฝน - รับแสงสว่างได้ 2 ด้าน - สามารถกั้นห้องปรับเปลี่ยนกั้นหรือขยายห้องได้ - ประหยัดโครงสร้าง	- ใช้เนื้อที่มาก ทำให้ทางเดินจ่ายมีระยะทางยาว - ปัจจัยภายนอกสามารถส่งผลกระทบภายในห้องได้มาก เช่น เสียง, ฝุ่น
2. Double Load Corridor	- ประหยัดเนื้อที่ใช้ประโยชน์จากทางเดินจ่ายได้เต็มประสิทธิภาพ - ประหยัดโครงสร้าง	- มีห้องข้อนกันทำให้การระบายอากาศไม่ดีพอ - ทางเดินตรงกลางจะมืดต้องให้แสงประดิษฐ์เข้าช่วย - เกิดปัญหาเสียงก้องบริเวณทางเดิน
3. Inter Vestibule	- สามารถระบายอากาศแบบ Cross Ventilation ได้ - ประหยัดพื้นที่ - สามารถรับแสงสว่างธรรมชาติได้อย่างน้อย 2 เดือน	- มีข้อจำกัดในการปรับเปลี่ยนกั้นหรือขยายห้อง - ทางเดินจะยาว - มีปัญหาเรื่องความปลอดภัยหากเกิดเพลิงไหม้ - โครงสร้างซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ ข้อดีและข้อด้อยของการจัดห้องแต่ละแบบ พบว่าการจัดห้องแบบ Single Loaded Corridor สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยมากที่สุด, เนื่องจากตอบสนองต่อการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้ดีที่สุด และยังได้รับแสงสว่างธรรมชาติได้ดีที่สุดและลักษณะของพื้นที่โครงการมีขนาดใหญ่จึงทำให้ข้อจำกัดเรื่องขนาดพื้นที่ ไม่สร้างข้อจำกัดในการเลือกใช้, ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการป้องกันแสงแดดและฝนเป็นสำคัญ

4.4.2 การวิเคราะห์รูปร่างของอาคาร

เนื่องจากอาคารมีพื้นที่ใช้งานถึง 18,505 ตารางเมตร ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเป็นหลัก และลักษณะอาคารควรสื่อถึงความมั่นคงหนักแน่น สมดุลย์ (Balance) ตามลักษณะของอาคารราชการ ทั้งยังต้องมีกลิ่นอายของอาคารที่มีลักษณะความเป็นไทย ซึ่งสอดคล้องสภาพอากาศแบบร้อนชื้น



ตารางที่4.5 แสดงการวิเคราะห์รูปร่างอาคารแบบต่างๆ

	ข้อดี	ข้อเสีย	ข้อแนะนำ
A.	- สามารถรับลม/แสงได้ทุกห้อง	- อาคารจะมีความสูงมาก	- เลือกใช้ในส่วน Tower ของอาคารร่วมกับ Form แบบอื่นจะช่วยให้อาคารต่ำลง
B.	- อาคารจะสามารถรับลมได้เต็มที่ - มี court ตรงกลาง ซึ่งหากใช้ส่วนภาวะน่าสบายให้แก่อาคารได้ - ปีกอาคารด้านทิศตะวันตกและตะวันออก สามารถช่วยบังแดดให้แก่ Court ได้ ช่วยดักลมให้เข้าภายในอาคารได้ง่าย	- ปีกด้านทิศตะวันออกจะลดความเร็วของลมจากภายนอก - ปีกด้านตะวันออกจะบังลมที่พัดเข้ามา	- ควรทำทางเดิน เป็นแบบ Single Load Corridor เพื่อให้เกิด cross ventilation - บริเวณมุมดับของอาคารควรนำองค์ประกอบที่ไม่ต้องการประสิทธิภาพจากลมมาวางในตำแหน่งนั้น - ควรเจาะช่องให้ลมสามารถพัดเข้ามาในมุมดับได้เพื่อลดการหมุนวนของอากาศที่เกิดจาก Pressure – ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.5(ต่อ)

C. - มี Court บริเวณกลางอาคาร,สามารถสร้างสภาพแวดล้อม , ปลูกต้นไม้เพื่อลดอุณหภูมิบริเวณ court กลางได้ - ลมพัดเข้าห้องด้วยมุม 30 องศา ทำให้ความเร็วลมในห้องสูงขึ้น - ใช้พื้นที่ได้อย่างเต็มที่ทำให้ความสูงของอาคารลดลง	- มีพื้นที่รับลมมาก จึงควรเจาะช่องเปิดให้อากาศสามารถทะลุผ่านไปสู่อาคารชุดหลังด้วย	- ระยะห่างระหว่างอาคารด้านหน้าและด้านหลังไม่ควรน้อยกว่า 3H ของอาคารด้านหน้า เพื่อให้อากาศสามารถพัดอ้อมลงสู่อาคารชุดหลังได้ - ต้องเจาะช่องเปิดให้อากาศสามารถระบายได้ในตำแหน่งมุมอับต่าง ๆ
D.- อาคารหันหน้าขนานกับทิศทางลมทำให้สามารถใช้ความสามารถของ Cross Ventilation ได้อย่างเต็มที่	- มีพื้นที่อับลมมาก - จัดวางพื้นที่ในส่วน Tower ย ก (หากลัดส่วนเป็น ผืนผ้า เนื่องจากอาคารต้องมีสมดุลย์จากด้านหน้า)	
E. - มี พท. ที่ถูกแดดด้าน ตอ, ตต , น้อย ยืดหยุ่น เหมาะสำหรับอาคารที่มีความสูงไม่มาก	- Court ถูกแบ่งเป็น Court เล็ก Court - ห้องบริเวณทางเชื่อมระหว่างอาคารชุดหน้าและชุดหลังเป็นบริเวณที่อับลมและยังบังลมต่ออาคารชุดหลัง	- บริเวณองค์ประกอบที่เชื่อมระหว่างอาคารชุดหน้าและชุดหลังควรเป็นแกนการสัญจรทางแนวตั้งและควรมีพื้นที่เปิดให้ลมสามารถทะลุไปสู่อาคารชุดหลังได้
F .- มีส่วนของอาคารด้าน ตอ. — ตต. มากทำให้อาคารมีการบังเงาให้แก่ court - ทางสัญจรสั้น - เหมาะกับอาคารที่ไม่สูงมาก - รูป Form มีลักษณะการดักลมเข้าสู่ภายในอาคาร	- มีพื้นที่ขับลมมากซึ่งเกิดจากการบังลมของอาคารชุดหน้าและชุดหลังเป็นบริเวณที่อับลม และยังบังลมต่ออาคารชุดหลัง	- ควรมีการเจาะช่องให้กระแสลมสามารถพัดทะลุจาก อาคารด้านด้านตะวันตกและอาคารตรงกลางให้กระแสลม พักสู่อาคารชุดทิศตะวันตกด้านหลังได้

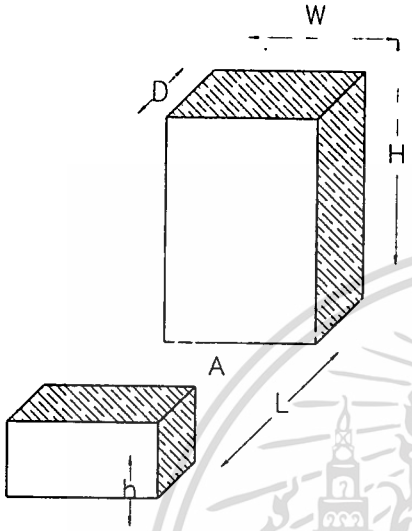
จากตารางที่4.5 จึงเลือกใช้แบบ C เนื่องจากอาคารศาลากลาง เป็นอาคารขนาดใหญ่มีพื้นที่ใช้สอยมาก ดังนั้นหากสามารถใช้พื้นที่ต่อชั้นได้มากที่สุด จะทำให้อาคารไม่สูงมาก และหากเปรียบเทียบ ศักยภาพของพื้นที่ว่างที่เกิดขึ้นระหว่างอาคาร อาคาร C มีพื้นที่ว่างขนาดใหญ่สามารถเป็นจุดศูนย์กลางสามารถใช้จัดภูมิสถาปัตย์เพื่อให้เกิดความร่มรื่น และยังสามารถช่วยลดอุณหภูมิจากสภาพอากาศภายนอกได้ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงระยะห่างระหว่างอาคาร ชนิด ขนาดของช่องเปิด เพื่อจะสามารถนำลมให้พัดเข้าสู่อาคารชุดหลังได้ ซึ่งตำแหน่งของอาคารที่ทำมุมเอียงกับทิศทางของกระแสลม จะทำให้การระบายอากาศภายในห้องมีประสิทธิภาพดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิเคราะห์รูปทรงของอาคาร และระยะห่างระหว่างอาคาร

ความเร็วลมเฉลี่ย ณ.จุดใดจุดหนึ่งระหว่างอาคารสองหลัง หรือเรียกว่า Zone A. สามารถคำนวณหาได้จากสมการ

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



โดย

VA = ความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณศูนย์กลาง Zone A. มีระยะห่างจากพื้น เท่ากับ a หน่วยเมตร/วินาที

VH = ความเร็วลมเฉลี่ยปกติ ณ.ความสูง h เหนือพื้น หน่วยเมตร/วินาที

W = ความกว้างของอาคารสูง หน่วยเมตร

D = ความลึกของอาคารสูง หน่วยเมตร

L = ระยะห่างระหว่างอาคาร หน่วยเมตร

h = ความสูงของอาคารเตี้ย หน่วยเมตร

A = ความสูงที่ต้องการวัด หน่วยเมตร

ตัวอย่าง 1 อาคาร 2 หลังขนานกันอาคารต้นลมสูง 10 ม. อาคารท้ายลมสูง 70 ม. ระยะห่างระหว่างอาคาร 50 ม.ให้หาอัตราส่วน VA / VH ที่ a = 3 ม.

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

$= 1.09$

มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าลมที่ระยะ 3 เมตรเหนือพื้นมีความเร็วมากกว่าที่ยอดอาคาร (VA >VH)

ตัวอย่าง 2 อาคาร 2 หลังขนานกันอาคารต้นลมสูง 35 ม. อาคารท้ายลมสูง 70 ม. ระยะห่างระหว่างอาคาร 50 ม.ให้หาอัตราส่วน VA / VH 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. ณ.ความสูง 3 ม.จากพื้นจะมีค่าเท่ากับ 2.16x0.46 = 0.99 กม./ชม. หรือ 0.27 ม./วินาที ซึ่งเป็นความเร็วลมที่ต่ำมากสำหรับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

กรณีเดียวกันแต่ a = 20 ม. และ a = 30ม. จะได้ค่า VA / VH มากขึ้นดังนี้

a = 20 ม. VA / VH = 0.53

VA = 0.53 x 2.16 = 1.14 กม./ชม. หรือ 0.31 ม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a = 30 ม. VA / VH = 0.55

VA = 0.55 x 2.16 = 1.19 กม./ชม. หรือ 0.324ม./วินาที

จะเห็นได้ว่า หากอาคารด้านหน้าที่เป็นอาคารเตี้ยมีความสูงถึงครึ่งหนึ่งของอาคารสูงชุดหลัง จะทำให้ลมบริเวณหน้าอาคารชุดหลังมีความเร็วต่ำ แม้จะวัดในระดับที่สูงขึ้นก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับ ตัวอย่างที่1ซึ่งอาคารชุดหน้าต่ำมาก

ตัวอย่าง 3 อาคาร 2 หลังขนานกันสูง 70 ม.เท่ากัน ระยะห่างระหว่างอาคาร 50 ม.ให้หาอัตราส่วน VA / VH ที่ a = 3 ม.

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

$= 1.09$

ถ้า a = 20 ม. VA / VH = 0.38

ถ้า a = 30 ม. VA / VH = 0.40

จาก 3 ตัวอย่างพบว่า ความเร็วลมก่อนที่จะปะทะอาคารที่อยู่ท้ายลม จะมีการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากตัวแปร 2 ตัว คือความสูงของอาคารที่อยู่ด้านต้นลม และท้ายลม กับระยะห่างระหว่างอาคารทั้งสอง สามารถสรุปรูปแบบได้ดังนี้

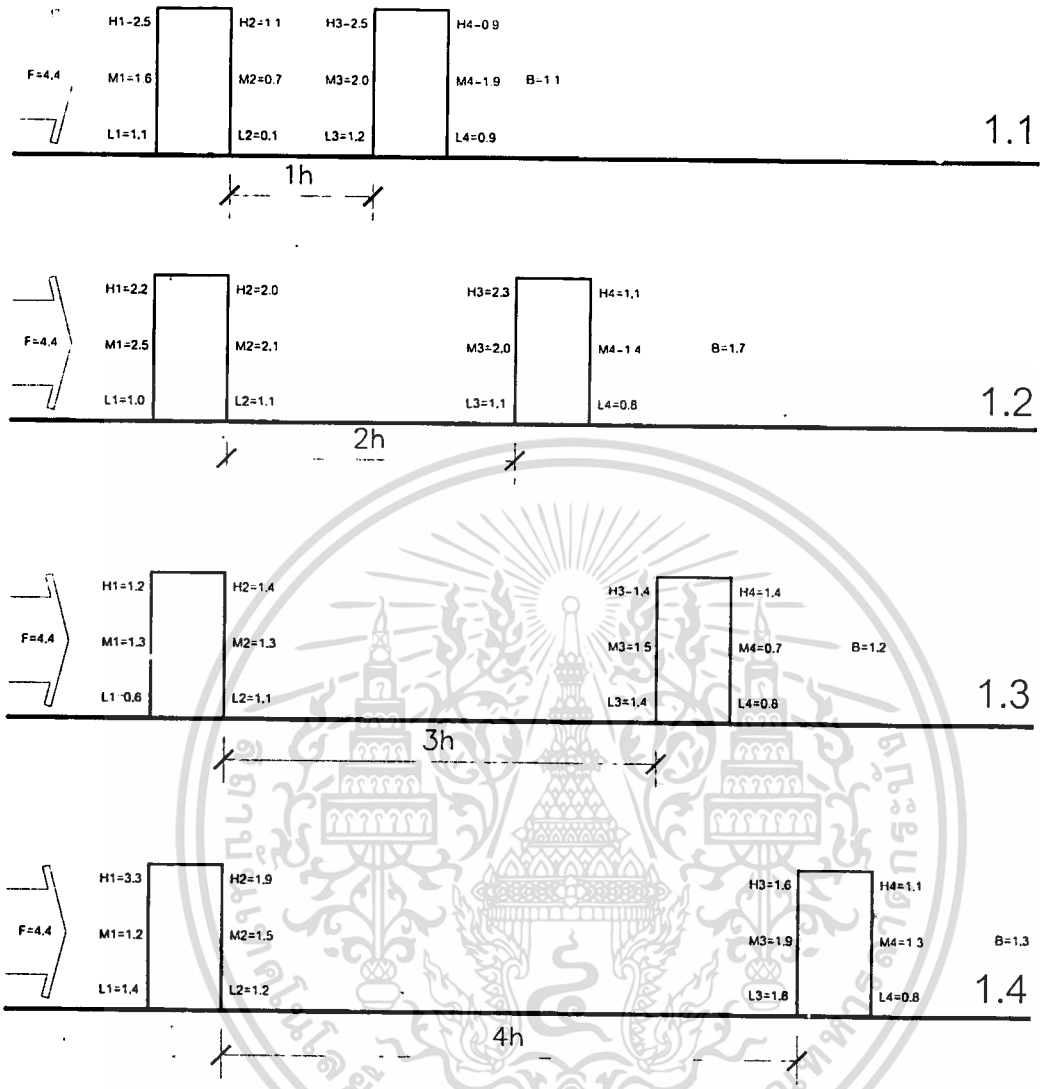
- อาคารด้านหลังยิ่งสูงกว่าอาคารด้านหน้าจะทำให้ได้รับลมที่แรงมากขึ้น
- ระยะห่างระหว่างอาคารยิ่งมาก ยิ่งทำให้ได้รับลมแรงมากขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นจึงได้มีการทดสอบความเร็วลมพัดผ่านระหว่างอาคาร 2 หลังที่ตั้งขนานกัน จากการวิจัยของนายวิเชษฎ ธวัชนันทชัย ,นายดนุช ธีรธนาธร และนางสาวธรณิศว์ ยินดี เมื่อทดลองหาความเร็วลม ณ.ตำแหน่งต่างๆโดยการทำหุ่นจำลอง ทดสอบในอุโมงค์ลม และวัดความเร็วลมด้วย Hot Wire Airflow Meter ได้ผลดังนี้

<u>การทดลองที่1</u>

ทำหุ่นจำลองอาคารสองหลัง สูงเท่ากัน กำหนดให้ความสูงอาคาร = h ความกว้าง = h/2 ความยาว = h แทนค่า h = 20 โดยวางระยะห่างระหว่างอาคาร เท่ากับ 1h 2h 3h 4h และกำหนดจุดวัดค่าความเร็วลม 3 จุดคือบริเวณด้านบน ,บริเวณกลางอาคาร และด้านล่าง วัดทั้งด้านหน้าและด้านหลัง หน่วยเป็น เมตร/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.8 แสดงผลการทดลองที่1

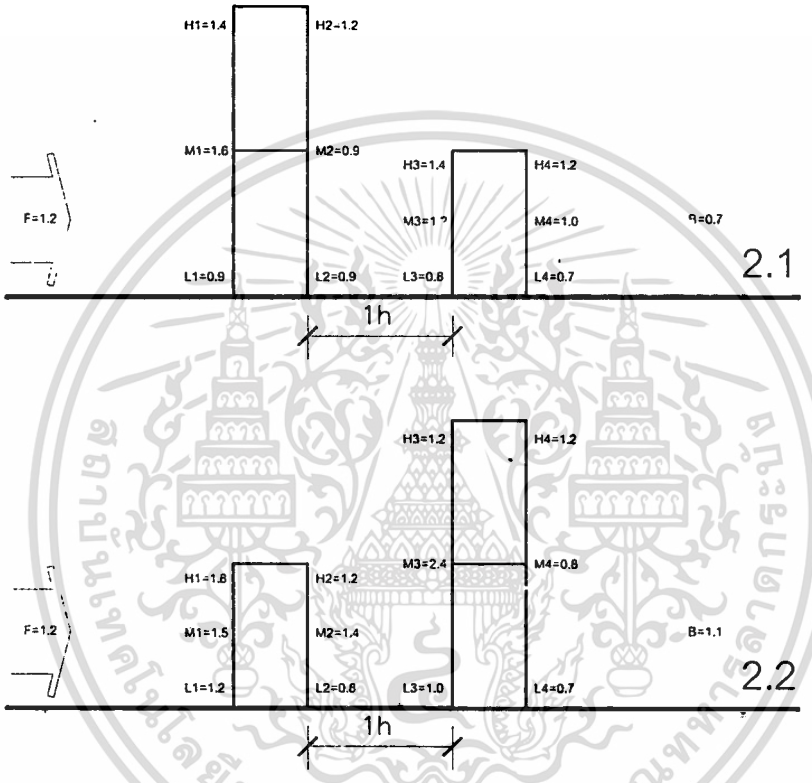
<u>ผลการทดลอง</u> พบว่า

- กระแสลมที่จะพัดลงมาบริเวณด้านหน้าของอาคารชุดหลังให้ได้ผล ต้องมีระยะห่างอย่างน้อย 2h และระยะห่างที่มากขึ้นจะทำให้กระแสลมพัดสู่อาคารชุดหลังได้แรงยิ่งขึ้น ทั้งนี้หากอยากได้ผลที่ดีและประหยัดพื้นที่ ควรให้มีระยะห่างระหว่างอาคารทั้งสองเท่ากับ 3h
- บริเวณด้านล่างของอาคารทั้ง2หลัง เป็นพื้นที่ที่ได้รับความเร็วลมน้อยที่สุด ดังนั้นหากมีพื้นที่พอควรออกแบบให้มีใต้ถุนโล่งเพื่อการระบายอากาศที่ดีมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายใน Zone A.ที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่2

ทำหุ่นจำลองอาคารสองหลัง สูงต่างกัน กำหนดความสูงอาคารสูง = h ความกว้าง = h/2 ความยาว = h ส่วนอาคารเตี้ยสูงครึ่งหนึ่งของอาคารสูง โดยวางระยะห่างระหว่างอาคาร เท่ากับ 1h และกำหนดจุดวัดค่าความเร็วลม 3 จุดคือบริเวณด้านบน ,บริเวณกลางอาคาร และด้านล่าง วัดทั้งด้านหน้าและด้านหลัง หน่วยเป็น เมตร/วินาที



ภาพที่4.9 แสดงผลการทดลองที่2

ผลการทดลอง พบว่า

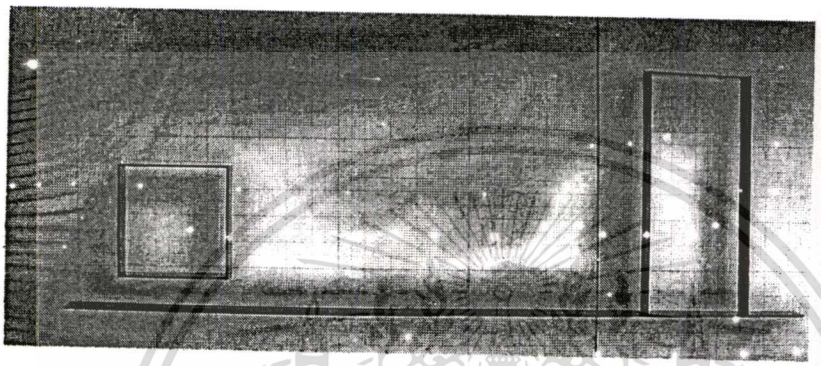
- กรณีที่ 2.1 อาคารด้านหน้าสูงกว่าอาคารด้านหลังแต่มีระยะห่างไม่เกิน 2เท่าของความสูง จะมีกระแสลมจะพัดสู่อาคารชุดหลังน้อย หรือเกิดเป็นบริเวณอับลมได้
- กรณีที่ 2.2 อาคารด้านหลังสูงกว่าอาคารด้านหน้า จะเกิดกระแสลมหมุนวนบริเวณด้านหน้าของอาคารชุดหลัง
- อาคารที่สูงกว่าเมื่อวางอยู่ด้านหลังอาคารที่เตี้ยกว่า จะทำหน้าที่คล้ายเป็นปีกคอยดักลมให้พัดลงสู้ด้ายล่างได้ ดังนั้นหากอาคารชุดหลังเปิดใต้ถุนโล่งก็จะสามารถทำให้เกิดการระบายอากาศในจุดอับ คือบริเวณด้านหน้าของอาคารชุดหลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

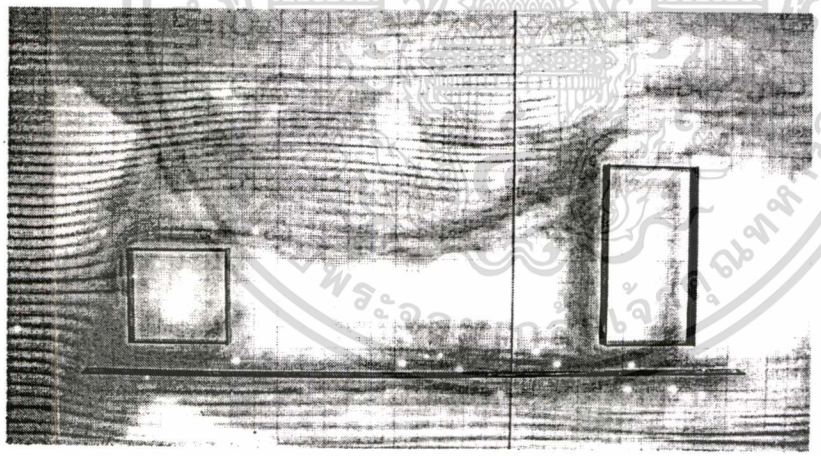
4.6 การออกแบบอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การระบายอากาศของอาคารชุดหลัง

การแก้ปัญหาการระบายอากาศ ณ.จุดอับลมบริเวณด้านหน้าของอาคารชุดหลังซึ่งจะส่งผลให้อาคารชุดหลังบริเวณชั้นล่างจนถึงชั้นที่มีความสูงเท่ากับอาคารด้านหน้าให้ได้รับลมที่มีความแรงมากขึ้น รวมถึงออกแบบให้ทำได้โดย

ก. การออกแบบอาคารให้มีใต้ถุนโล่ง



ภาพที่4.10 แสดงกรณีอาคารชุดหน้าเปิดใต้ถุนโล่ง

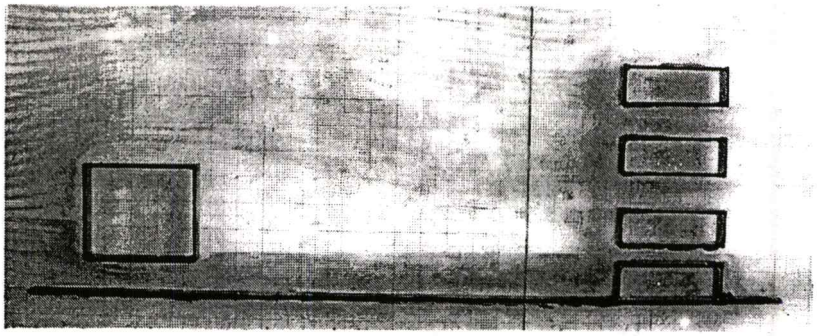


ภาพที่4.11 แสดงกรณีอาคารชุดหน้าและอาคารชุดหลังเปิดใต้ถุนโล่ง

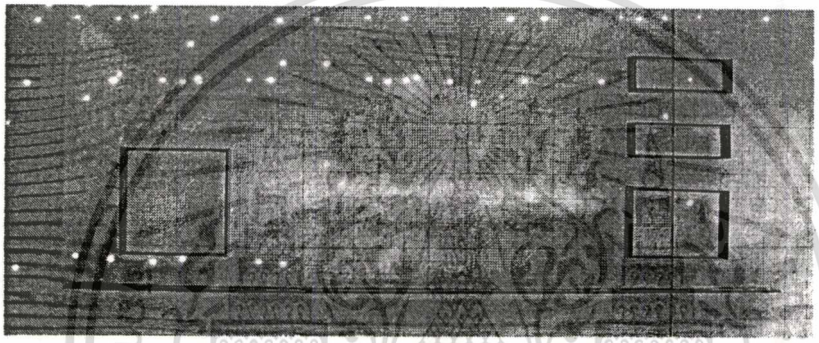
จากภาพที่ 4.8 พบว่ากระแสลมจะพัดลอดใต้ถุนเข้าปะทะกับอาคารด้านหลัง และพัดหมุนวนขึ้นด้านบนทำให้อากาศด้านบนพัดอ้อมข้ามหลังคา ซึ่งจากภาพที่ 4.9 เมื่ออาคารทั้งชุดหน้าและอาคารชุดหลังเปิดใต้ถุนโล่ง จะทำให้อากาศไหลเวียนได้ดีกว่า เกิดการหมุนวนของอากาศน้อย

ข. ออกแบบให้มีช่องเปิดขนาดใหญ่เพื่อระบายอากาศในชั้นบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



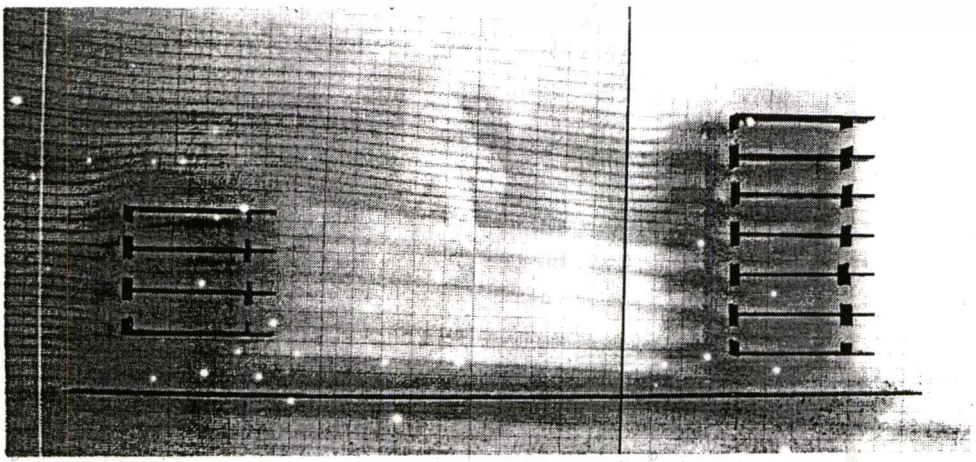
ภาพที่4.12 แสดงกรณีอาคารชุดหลังมีช่องเปิดขนาดใหญ่บริเวณชั้น4 และ6



ภาพที่4.13 แสดงกรณีอาคารชุดหลังมีช่องเปิดขนาดใหญ่บริเวณชั้น4 และ6 และเปิดใต้ถุนโล่ง

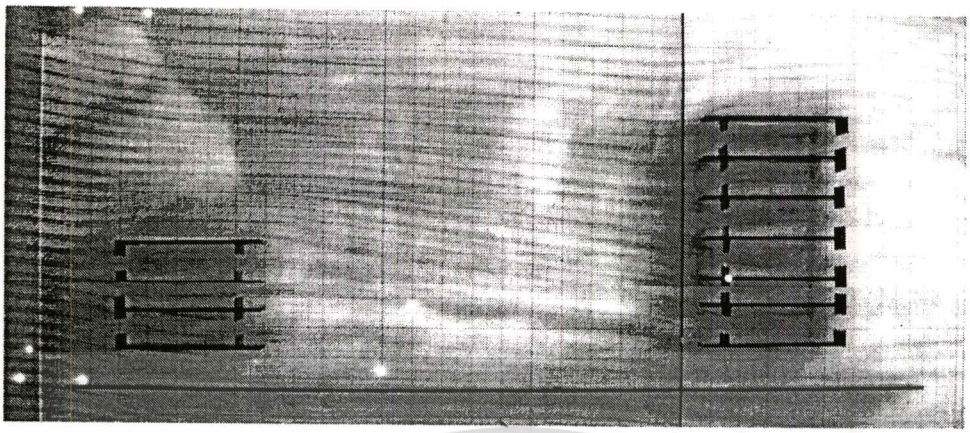
จากภาพที่ 4.10 พบว่าการเจาะช่องเปิดบริเวณอาคารขุดหลังในชั้นต่างๆสลับกันจะทำให้รับลมได้ดีขึ้น ในภาพที่4.11 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ ที่เกิด WIND SHADOW บริเวณด้านหลังอาคารชุดแรกมีน้อยกว่า ภาพที่4.10 ซึ่งแสดงว่ามีพื้นที่อับลมน้อยกว่าและอาคารชุดหลังสามารถรับลมได้โดยมีค่าความเร็วลมที่มากกว่า

ค. ออกแบบให้พื้นที่ทำงานอยู่ด้านหน้าในอาคารชุดหลลัง



ภาพที่4.14 แสดงกรณีอาคารชุดหลังจัดวางให้ช่องเปิด ณ.พื้นที่ทำงานอยู่ด้านรับลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.15 แสดงกรณีอาคารชุดหลังจัดวางให้ทางเดินอยู่ด้านรับลม

จากภาพที่ 4.14 และ ภาพที่4.15 พบว่าการออกแบบให้พื้นที่ทำงานอยู่ด้านรับลมทำให้สามารถรับลมได้อย่างเต็มที่ส่วน การออกแบบให้ทางเดินอยู่ด้านรับลมทำให้ลมภายในห้องถูกกดลง แต่ในขณะเดียวกันบริเวณทางเดินก็ทอนความเร็วลมลงดังนั้น จึงควรให้ส่วนทำงานอยู่ด้านรับลมเพื่อประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในพื้นที่ทำงานที่ดี

4.7 การวิเคราะห์สัดส่วนของห้องทำงาน

สัดส่วนของห้องควรสนองต่อการระบายอากาศแบบ Cross Ventilation และมีสัดส่วนที่สามารถใช้แสงสว่างธรรมชาติเข้ามาให้ความสว่างภายในห้อง สอดคล้องกับวัสดุสำเร็จรูป และประหยัดในการก่อสร้าง

จากการศึกษาความสูงของอาคารสำนักงานทั่วไป มีความสูงระหว่างชั้นอยู่ระหว่าง 3.00 เมตร – 3.60 เมตร และในอาคารที่ต้องการประสิทธิภาพของแสงสว่าง ช่องแสงเหนือประตูและหน้าต่างมีความสำคัญต่อการนำแสงเข้าสู่ภายในห้อง ดังนั้นการคิดสัดส่วนหน้าตัดอาคารจึงออกแบบดังนี้

ความสูงประตู,หน้าต่าง + ความสูงช่องแสง + หน้าตัดคานตามขวาง

2.00 + 1.20 + 0.40 = 3.60 เมตร

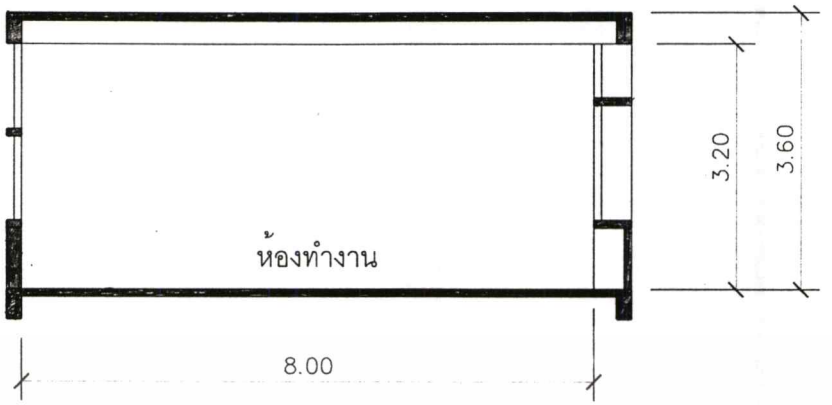
การออกแบบโดยมีสัดส่วนสัมพันธ์กับการนำแสงสว่างเข้ามาใช้ภายในห้อง คิดได้จาก

ความสูงของช่องเปิด x 2.5 = ความกว้างของห้อง

(2.00 + 1.20) x 2.5 = 8.00 เมตร

ส่วนสัดส่วนด้านยาวของห้องเนื่องจากแต่ละหน่วยงานใช้พื้นที่ขนาดต่างกัน จึงใช้สัดส่วนหน้าตัดเป็นฐานในการออกแบบขนาดห้อง

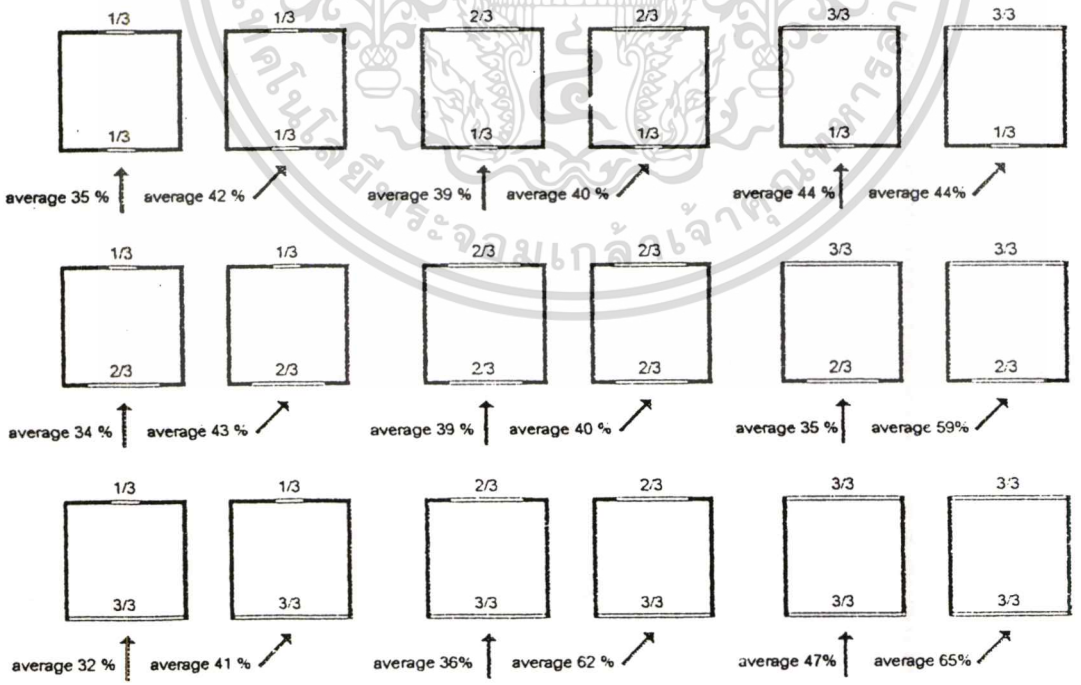
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.16 แสดงสัดส่วนหน้าตัดห้องทำงาน

4.8 กาวิเคราะห์ช่องเปิด เพื่อประสิทธิภาพของการระบายอากาศและแสงสว่าง

ตำแหน่ง และ ขนาดของช่องเปิดสามารถบังคับทิศทางการไหลของกระแสอากาศภายในห้องส่งผลให้มีการหมุนเวียนของอากาศภายในห้อง การกำหนดให้ตำแหน่งช่องทางลมเข้าและช่องทางลมออกอยู่ตรงกัน หรือที่เรียกว่า Cross Ventilation จะทำให้ประสิทธิภาพการระบายอากาศดีที่สุด จากการศึกษาของ B. Givoni ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบขนาดช่องทางลมเข้าและออกหลาย ๆ ขนาดไว้โดยเทียบสัดส่วนกับพื้นที่ผนัง ในกรณีที่มี กระแสลมพัดสู่ช่องเปิด แบบตั้งฉากและแบบเฉียง



ภาพที่4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของช่องเปิดและทิศทางของกระแสลมที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่4.17 จะพบว่าการออกแบบให้มีช่องเปิดทั้งทางลมเข้าและทางลมออก ยาวตลอดผนัง, และกระแสลมพัดเฉียงกับช่องเปิด ทำให้กระแสลมเฉลี่ยภายในห้องมีปริมารสูงถึง 65% ของคามเร็วลมภายนอก ทั้งนี้การลดลงดังกล่าวไม่มีอิทธิพลของแผงบังแดด และชนิดของหน้าต่าง ซึ่งจะเป็นปัจจัยในการทอนความเร็วลมจากภายนอก

แนวความคิด

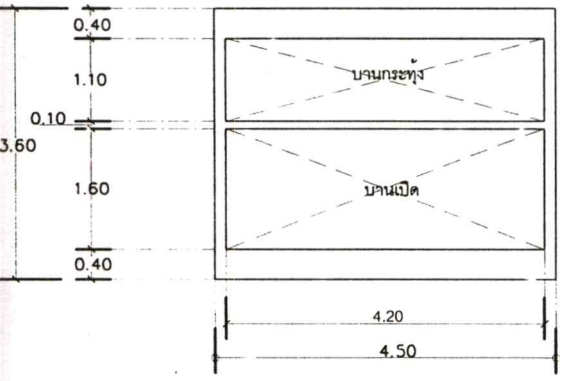
1. ควรมีขนาดช่องเปิดที่กว้างมากที่สุดเพื่อสามารถนำแสงสว่างจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้มากที่สุด และส่งเสริมการระบายอากาศแบบCross Ventilation

2. ระบบหน้าต่างสามารถควบคุมการเปิด – ปิดได้ทั้งหมด เพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมช่องเปิดให้สอดคล้องกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนไป

3. ตำแหน่งช่องเปิด และอุปกรณ์ประกอบควรส่งเสริมให้ลมพัดผ่านระดับตัวผู้ใช้ สามารถเพิ่มความสว่างภายในห้องได้โดยนำแสงจากธรรมชาติมาใช้ ทั้งยังป้องกันความร้อนจาก Direct Sun รวมถึงป้องกันฝนที่จะสาดเข้าบริเวณช่องเปิดได้

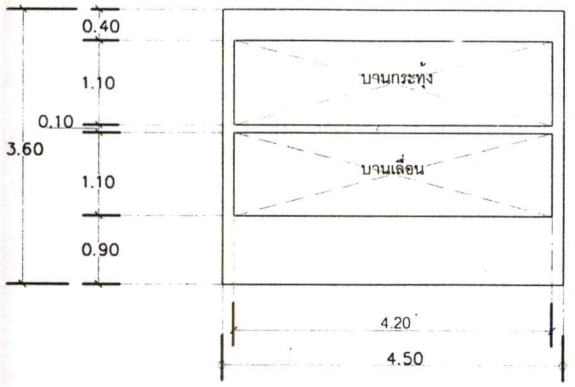
จากภาพที่ 2.26 หน้าต่างแต่ละประเภท ลดทอนความเร็วลมได้แตกต่างกัน หน้าต่างบานเปิดและบานกระทุ้ง มีพื้นที่ของช่องอากาศมากที่สุดคิดเป็นสัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิด เท่ากับ 90% และ 75% ตามลำดับ จึงเลือกใช้หน้าต่างบานเปิดในส่วนช่องเปิดบริเวณกรอบอาคารในช่องทางลมเข้า และหน้าต่างกระจกโสบานกระทุ้งบริเวณช่องแสงในส่วนบนของหน้าต่าง เนื่องจากมีพื้นที่ช่องอากาศมากถึง 75% และยังสามารถป้องกันน้ำฝนจะสาดเข้าบริเวณช่องเปิดได้ ส่วนหน้าต่างบานเลื่อนเลือกใช้บริเวณผนังด้านที่ติดกับทางเดินซึ่งเป็นทางลมออก

ผลการออกแบบ

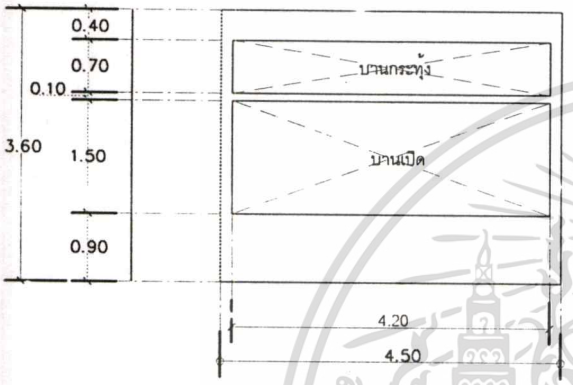


ผนังด้านที่ติดทางเดิน บริเวณชั้น 2 – 7 ด้าน NE,SW
พื้นที่บานเปิด 6.72 m^2 คิดเป็น 90% = 6.043 m^2
พื้นที่บานกระทุ้ง 4.62 m^2 คิดเป็น 75% = 3.465 m^2
รวมพื้นที่ช่องอากาศทั้งหมด = 9.513 m^2
คิดเป็น 58.7 % ของพื้นที่ผนัง

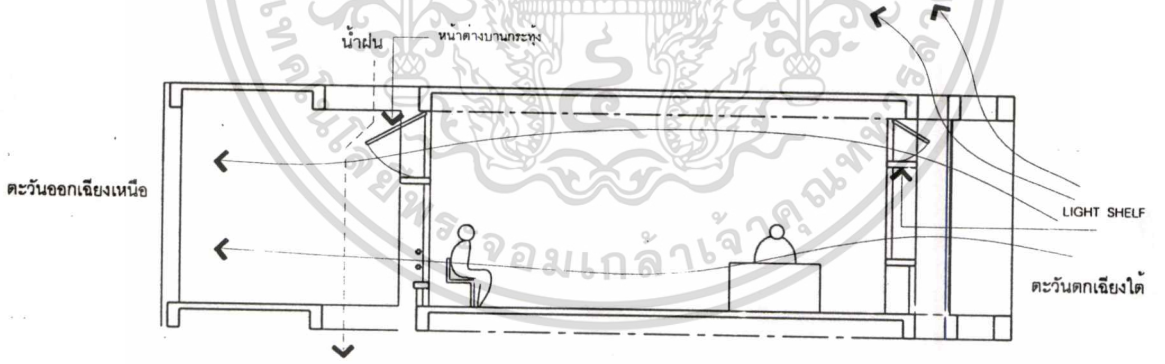
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

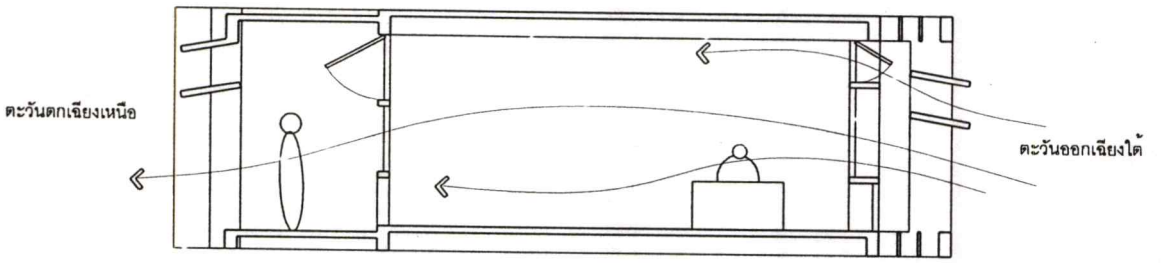


ผนังด้านที่ติดทางเดิน บริเวณชั้น 2 – 5 ด้าน SE,NW
พื้นที่บานเลื่อน 4.62 m^2 คิดเป็น 45% = 2.079 m^2
พื้นที่บานกระทุ่ง 4.62 m^2 คิดเป็น 75% = 3.465 m^2
รวมพื้นที่ช่องอากาศทั้งหมด = 5.544 m^2
คิดเป็น 34.2% ของพื้นที่ผนัง



ผนังด้านนอกอาคารทุกชั้น
พื้นที่บานเปิด 6.3 m^2 คิดเป็น 90% = 5.67 m^2
พื้นที่บานกระทุ้ง 2.94 m^2 คิดเป็น 75% = 2.205 m^2
รวมพื้นที่ช่องอากาศทั้งหมด = 7.875 m^2
คิดเป็น 48.6 % ของพื้นที่ผนัง





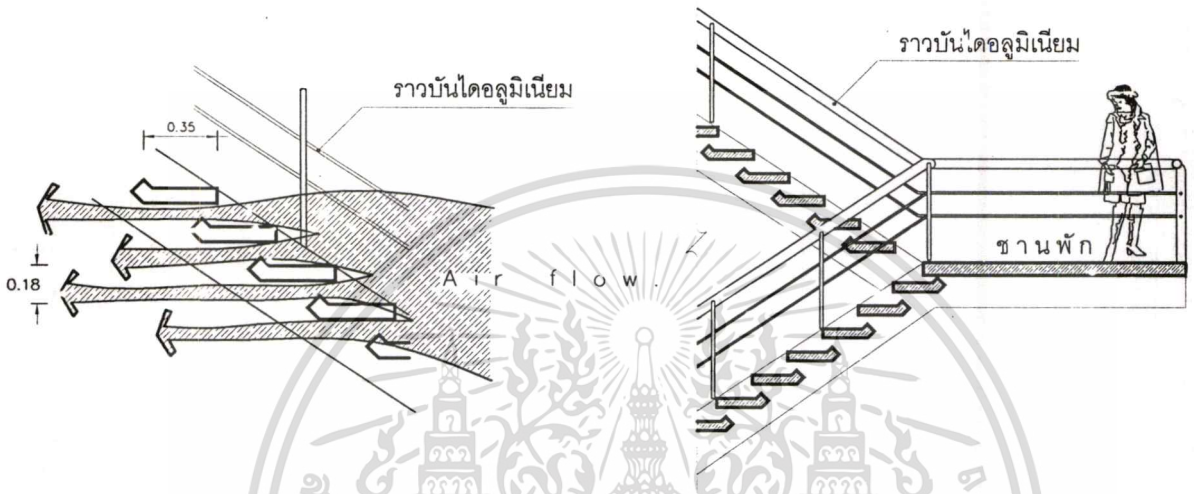
ภาพที่ 4.18 แสดงผลการออกแบบหน้าต่างในด้านต่าง ๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การออกแบบรายละเอียดภายในอาคาร

4.9.1 บันได

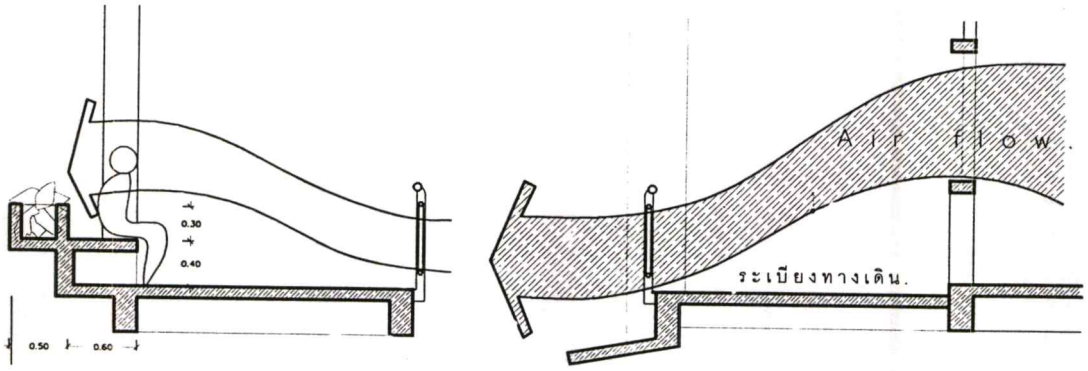
บันไดอาคารทำหน้าที่เป็นแกนสัญจรทางแนวดิ่ง เชื่อพื้นที่ระหว่างชั้น ซึ่งเป็นส่วนที่จะทำให้อากาศเลื่อนไหลถ่ายเทระหว่างชั้นได้ หากแต่มีการออกแบบให้บันไดรวมถึงราวบันไดมีลักษณะโปร่ง ให้กระแสลมสามารถทะลุผ่านไปได้ ทั้งนี้ควรคำนึงถึงการป้องกันมุมมองจากบริเวณใต้บันได และรูปแบบของราวบันไดควรมีความปลอดภัย มีลักษณะโปร่ง ทำความสะอาดได้ง่าย



ภาพที่4.19 แสดงผลการออกแบบบันไดภายในโครงการฯ

4.9.2 ระเบียงทางเดิน

ระเบียงทางเดิน เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สามารถลดความเร็วของกระแสลม ที่พัดมาปะทะอาคาร ดังนั้นควรออกแบบให้ราวระเบียงมีลักษณะโปร่ง ใช้วัสดุที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย พื้นระเบียงเปรียบเสมือนแผงกันแดดทางแนวนอน สามารถบังแดดให้กับผนังอาคารด้านล่างได้ โดยออกแบบให้บริเวณระเบียงทางเดินแยกออกมาจากตัวอาคาร เพื่อลดพื้นที่การนำความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร รวมถึงการปลูกต้นไม้เพื่อลดพื้นที่ที่ถูกความร้อนในส่วนนั่งพักบริเวณระเบียงทางเดิน และยังได้พื้นที่สีเขียวบนอาคาร

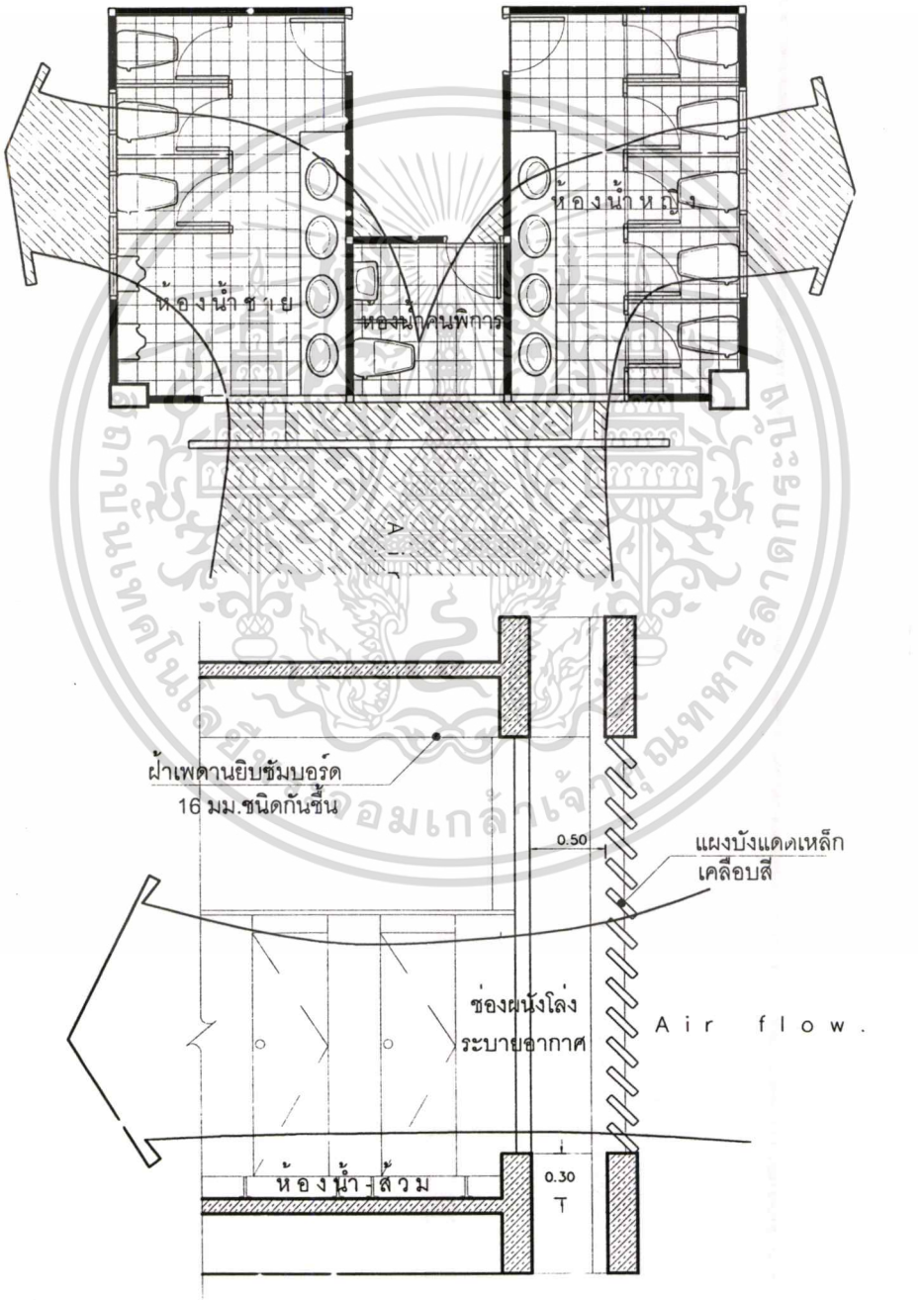


ภาพที่4.20 แสดงผลการออกแบบระเบียงทางเดินภายในโครงการฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.3 **ห้องน้ำ**

ห้องน้ำเป็นบริเวณที่มีความชื้นมากที่สุดในอาคาร ทั้งยังเป็นที่สะสมเชื้อโรคและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ จึงพิจารณากำหนดตำแหน่ง ให้อยู่บริเวณมุมของอาคาร โดยมีหน้าต่างอย่างน้อย 2 ด้าน เสริมด้วยช่องโล่งขนาดใหญ่บริเวณผนัง เพื่อให้สามารถระบายอากาศภายในห้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยออกแบบให้มีแผงบังสายตาชนิดมีเกร็ดระบายอากาศสร้างเสมือนเป็นผนังอีกชั้นหน้าต่างใช้บานกระทุ้งเพื่อป้องกันน้ำฝนสาดเข้าภายในห้อง และไม่มีการป้องกันบริเวณช่องหน้าต่างเพื่อให้แสงแดดส่องเข้ามาภายในเพื่อฆ่าเชื้อโรคและช่วยให้ห้องน้ำแห้งอยู่ตลอดเวลา

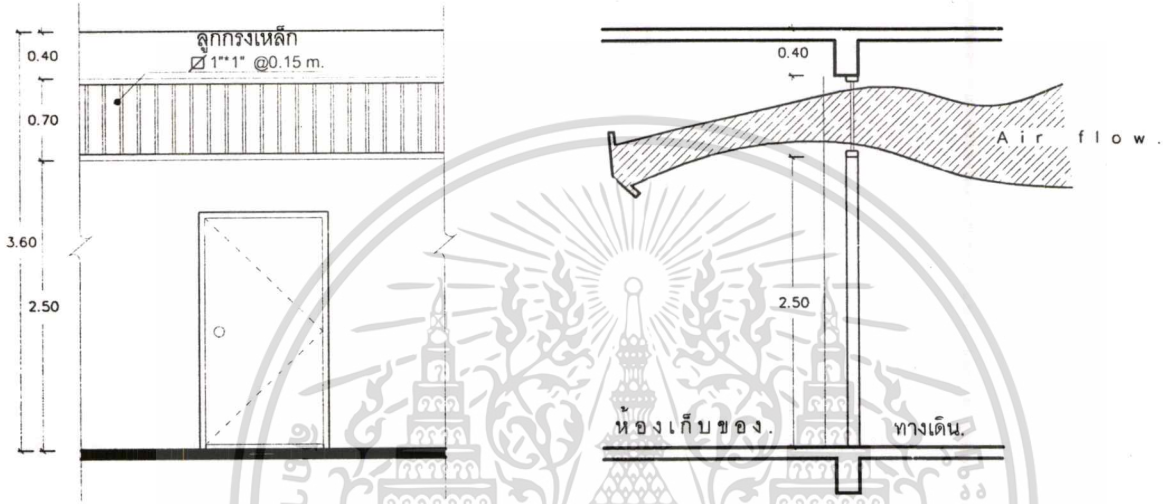


ภาพที่4.21 แสดงผลการออกแบบห้องน้ำภายในโครงการฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.4 ห้องเก็บของ

ในอาคารศาลากลาง องค์ประกอบหนึ่งซึ่งมีความจำเป็นจะต้องมีภายในหน่วยงานต่างๆ คือห้องเก็บของ หรือห้องเก็บเอกสาร เป็นพื้นที่ที่ต้องการการระบายอากาศมาก แต่เนื่องจากการใช้งานเป็นลักษณะชั่วครั้งชั่วคราว อยู่ภายในห้องไม่นาน จึงออกแบบให้อยู่บริเวณมุมอาคารเป็นหลักโดยผนังด้านในสูง 2.50 ม. พื้นที่เหนือระดับ 2.50ม.เป็นลูกกรงเหล็ก ช่วยให้ถายในห้องมีการระบายอากาศที่ดี ทั้งยังมีความปลอดภัยต่อทรัพย์สินของทางราชการ



ภาพที่4.22 แสดงผลการออกแบบห้องเก็บของภายในโครงการฯ

4.10 การออกแบบอุปกรณ์บังแดด

อุปกรณ์บังแดด เป็นส่วนสำคัญในการลดแสงแดด (Sun Light) โดยตรง เป็นการสร้างร่มเงาให้แก่ผนังเปลือกอาคาร การป้องกันมิให้ความร้องจากแสงแดดเพิ่มอุณหภูมิแก่อาคาร การให้ร่มเงาแก่ส่วนที่ได้รับความร้อนจากแสงแดดบริเวณเปลือกอาคารด้วยอุปกรณ์กันแดดทำได้หลายลักษณะ อาจแบ่งได้ 3 ประเภท

1. อุปกรณ์บังแดดทางนอน (Horizontal)เช่น ชายคา แผนทางนอน เกล็ดนอนบังแดด
2. อุปกรณ์บังแดดทางตั้ง (Vertical) เช่น ครีบทางตั้ง, เกล็ดทางตั้งบังแดด
3. อุปกรณ์บังแดดแบบตาราง (Egg Crate) เป็นแบบผสมระหว่างทางตั้งและทางนอน

<u>แนวความคิด</u>

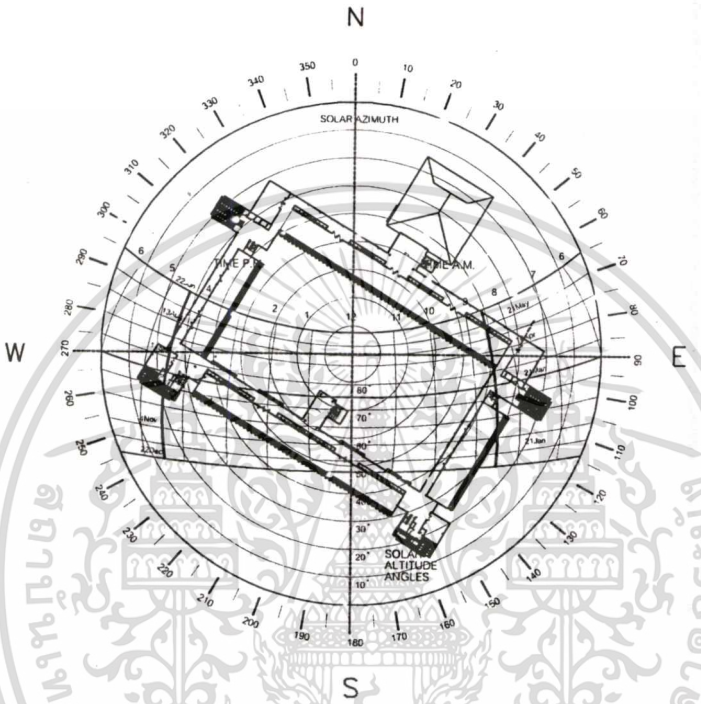
เนื่องจากลักษณะอาคารขนาดใหญ่ จึงควรออกแบบโดยใช้แผงกันแดดทางแนวนอน (Over Hang) เป็นหลัก เพื่อให้อาคารดูต่ำ ดูมีขนาดเล็กลง ทั้งนี้ยังคงคุณสมบัติในการบังแดดในช่วงเวลาใช้งานในอาคารได้ตลอดทั้งวัน , และสามารถสะท้อนแสงสว่างเข้ามาในห้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อประกอบกับ Light Shelf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ

ช่วงเวลาที่ใช้ออกแบบคือ 8.30 – 16.30 น. ส่วน วันที่ใช้ออกแบบคือ วันที่ 21 มิ.ย (Summer Solstice) ซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือมากที่สุด และวันที่ 21 ธ.ค (Winter Solstice) เป็นวันที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้มากที่สุด

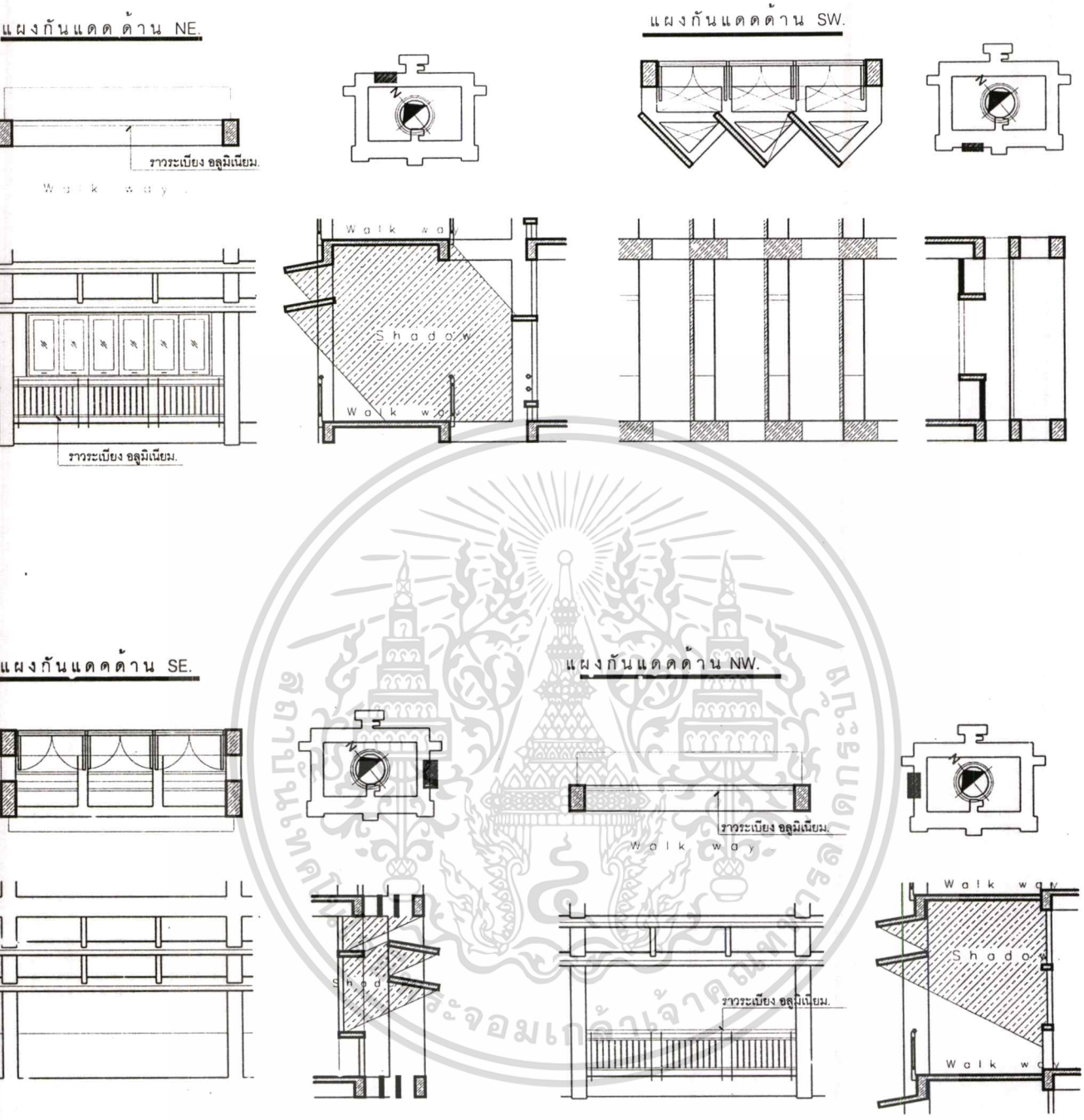
ภาพที่4.23 แสดงตำแหน่งอาคาร ที่กระทำกับ Sun Chart **18° N**



ตารางที่ 4.6 แสดงการคำนวณแผงบังแดด

ด้าน	เดือน	เวลา	
NE.	21 มิ.ย.	8.30	$\theta 1 = 48^\circ$
			$\theta 2 = 72 - 31 = 41^\circ$
SE.	21 มิ.ย.	8.30	$\theta 1 = 51^\circ$
			$\theta 2 = 121 - 72 = 49^\circ$
	21 ธ.ค.		$\theta 1 = 24^\circ$
			$\theta 2 = 127 - 121 = 6^\circ$
SW.	21 ธ.ค.	8.30	$\theta 1 = 75^\circ$
			$\theta 2 = 211 - 127 = 84^\circ$
		16.30	$\theta 1 = 12^\circ$
			$\theta 2 = 240 - 211 = 29^\circ$
	21 มิ.ย.	16.30	$\theta 1 = 64^\circ$
			$\theta 2 = 290 - 211 = 79^\circ$
NW.	21 ธ.ค.	16.30	$\theta 1 = 28^\circ$
			$\theta 2 = 301 - 240 = 61^\circ$
	21 มิ.ย.	16.30	$\theta 1 = 27^\circ$
			$\theta 1 = 301 - 290 = 11^\circ$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



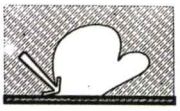
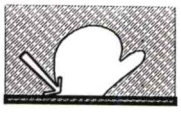
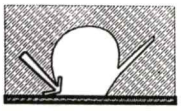
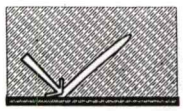
ภาพที่4.24 แสดงแผงกันแดดด้านต่างๆ

ในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุของอุปกรณ์บังแดด มีปัจจัยในการพิจารณา ดังนี้

1. มีค่าสะท้อนแสงสูง มีการสะท้อนรังสีความร้อนต่ำ
2. ทนต่อสภาพอากาศ แข็งแรง มีอายุการใช้งานยาวนาน
3. มีการดูแลรักษาต่ำ ทำความสะอาดง่าย
4. ก่อสร้าง หรือติดตั้งง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประเภทต่าง ๆ ที่ใช้เป็นอุปกรณ์บังแดด

คุณสมบัติ	ไฟเบอร์กล๊าส ทาสีขาว	คอนกรีตทาสีขาว	แผ่นเหล็กพับขึ้นรูปทาสีขาว	แผ่นอลูมิเนียมขึ้นรูปไม่เคลือบสี	แผ่นสเตนเลสขึ้นรูปไม่เคลือบสี
1. ลักษณะการสะท้อนแสง	Diffuse-Spread. 	Diffuse-Spread. 	Diffuse-Spread. 	Spread.	Specular. 
2. ค่าการสะท้อนแสง	75 –90 *	75 – 90 *	75 – 75 *	70 – 80 **	55 – 65 **
3. ค่าการดูดกลืนรังสีความดัน	10 – 30 *	10 – 30 *	10 – 30 *	20 – 30 *	40 – 50 **
4. ความคงทนต่อความร้อนและความชื้น	เมื่อถูกความร้อนอาจบิดงอเสียรูปได้ และทำให้วัสดุมีความเปราะพุพังได้	คงทนต่อสภาพอากาศร้อนและชื้น	อาจเกิดสนิมได้ทำให้สีที่ทาหลุดร่อนได้	จะมีคราบ oxide เกาะติดที่ผิวบ้าง	จะมีคราบ oxide เกาะติดที่ผิวบ้าง
5. การก่อสร้าง , ติดตั้ง	น้ำหนักเบาติดตั้งง่าย	น้ำหนักมากติดตั้งยากและเวลามาก	น้ำหนักเบาติดตั้งง่าย	น้ำหนักเบาติดตั้งง่าย	น้ำหนักเบาติดตั้งง่าย
6. การดูแลรักษา	ต้องระวังสีที่ทาอาจหลุดร่อนได้ทำให้ประสิทธิภาพการสะท้อนแสงลดลง	ต้องระวังสีที่ทาอาจหลุดร่อนได้ทำให้ประสิทธิภาพการสะท้อนแสงลดลง	ต้องระวังสีที่ทาอาจหลุดร่อนได้ทำให้ประสิทธิภาพการสะท้อนแสงลดลง	ดูแลรักษาง่ายแพราะไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการหลุดร่อนของสีเพียงต้องหมั่นทำความสะอาด	ดูแลรักษาง่ายแพราะไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการหลุดร่อนของสีเพียงต้องหมั่นทำความสะอาด
7. ราคา	แพง	ปานกลาง	ถูก	แพง	แพงมาก

* เป็นค่าคุณสมบัติของสีที่ทาเคลือบอยู่ ** เป็นค่าคุณสมบัติของวัสดุ

ในงานวิจัยฉบับนี้เลือกใช้ คอนกรีตทาสีขาว เป็นวัสดุในการทำอุปกรณ์บังแดด เนื่องจากมีค่าสะท้อนแสงสูง ค่าการดูดกลืนรังสีความร้อนต่ำ และยังทนต่อสภาพแวดล้อมภายใต้ภูมิอากาศร้อนชื้นได้ดี มีการดูแลรักษาต่ำ ทั้งนี้ควรก่อสร้างแผงกันแดดในระบบสำเร็จรูป (Prefabrication) เพื่อที่จะสามารถนำมาติดตั้งได้ง่าย และใช้สีที่มีคุณสมบัติในการยึดเกาะพื้นผิวสูงในการหาแผงกันแดด

4.11 การวิเคราะห์ระบบการก่อสร้าง

แนวความคิดในการเลือกใช้ระบบการก่อสร้าง

1. สอดคล้องกับความสามารถของช่าง , แรงงานในพื้นที่
2. มีเทคโนโลยีไม่ซับซ้อนใช้เครื่องมือหนักที่หาได้ในพื้นที่เขตภาคเหนือ
3. สามารถก่อสร้างได้รวดเร็ว ควบคุมคุณภาพได้และราคาไม่แพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการก่อสร้างที่นำมาพิจารณา

ในประเทศไทยมีเทคโนโลยีการก่อสร้างหลัก ๆ 3 ประเภทคือ

1. ระบบหล่อกับที่

จุดเด่น - มีความแข็งแรงไร้รอยต่อ ทำให้ไม่เกิดรอยรั่ว น้ำไม่ซึมผ่าน
- เป็นระบบการก่อสร้างแบบพื้นฐาน สอดคล้องกับความชำนาญของคนในพื้นที่
- ไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการก่อสร้าง

จุดด้อย - ก่อสร้างได้ช้า ใช้แรงงานมาก และเสียไม้แบบมาก
- ไม่เหมาะกับอาคารที่มีช่วงเสา (span) ยาวมาก
- ควบคุมคุณภาพยาก

2. ระบบสำเร็จรูป (Prefabrication)

จุดเด่น - แข็งแรง ก่อสร้างได้รวดเร็ว สามารถควบคุมคุณภาพได้
- ใช้แรงงานน้อย กว่าระบบหล่อกับที่
- ไม่เหลือเศษวัสดุทำให้บริเวณก่อสร้างสะอาด เรียบร้อย

จุดด้อย - มีข้อจำกัดด้านความยาวของวัสดุ
- ต้องใช้เครื่องจักรในการติดตั้ง

3. ระบบลวดแรงดึง (Post — Tension)

จุดเด่น - ไม่มีคาน ทำให้สามารถลดความสูงของอาคารได้
- ก่อสร้างได้รวดเร็ว

จุดด้อย - ราคาแพง
- ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ พิเศษในการก่อสร้าง เช่น ลวดแรงดึงไฮโดรลิค ฯลฯ
- ต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญในการก่อสร้าง และควบคุมคุณภาพ

จากการวิเคราะห์ดังกล่าว งานวิจัยฉบับนี้จึงเลือกใช้ระบบ สำเร็จรูปร่วมกับระบบหล่อกับที่ในการก่อสร้าง เนื่องจากเป็นระบบที่สอดคล้องกับแนวความคิดข้างต้นที่สุด และโครงการอาคารศาลากลางจังหวัดน่าน , ไม่มีปัญหาเรื่องความสูงของอาคาร ซึ่งการก่อสร้างระบบ Post - Tension จะต้องนำวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ จากส่วนกลาง ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการขนส่ง ,ทั้งยังมีข้อจำกัดที่ต้องใช้ผู้ชำนาญการในการก่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 การพิจารณาวัสดุ

การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ เป็นส่วนช่วยในการลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ภายในอาคารได้มาก สภาพอากาศแบบร้อนชื้นอย่างใน จ.น่าน มีฝนตกฉุกและอุณหภูมิค่อนข้างสูงเกือบตลอดทั้งปี มีความจำเป็นต้องลดปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารทำให้ผิวของวัสดุส่วนประกอบภายในควรมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในอกจะช่วยให้ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกเย็นกว่าอุณหภูมิของอากาศเนื่องจากเกิดการสูญเสียความร้อนของผู้ใช้อาคารให้กับวัสดุส่วนประกอบภายในอาคาร ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุ คืออาคารนั้นมีการติดตั้งระบบปรับอากาศหรือไม่

อาคารที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ คืออาคารที่ใช้เฉพาะระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเป็นหลัก ในกรณีที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศถ้าเลือกใช้วัสดุที่มีช่วงเวลาหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) นาน ซึ่งวัสดุจะเริ่มคายความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารในเวลาหัวค่ำ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้อาคาร

การพิจารณาเปลือกอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานเพื่อใช้ในการประกอบการออกแบบงานวิจัยสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 4 ประเภท

1. ผนัง
2. ช่องเปิด
3. หลังคา

4.12.1 ผนัง

ผนังทึบเป็นพื้นที่ที่สามารถนำ และแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าสู่ภายในอาคารได้หากไม่มีการป้องกัน ดังนั้นการลดความร้อนที่จะผ่านผนังเข้าสู่ภายในอาคารจึงต้องเลือกผนังที่มีคุณสมบัติกันความร้อนได้ดีหรือมีคุณสมบัติเป็นฉนวน ซึ่งไม่ยอมให้ปริมาณความร้อนผ่านได้โดยง่ายกับคุณสมบัติในการเป็นตัวหน่วงความร้อน ยอมให้ความร้อนผ่านได้โดยทิ้งช่วงเวลาหนึ่งก่อนที่จะทะลุผ่านเราเรียกว่า ค่าการหน่วงเวลา (Time Lag) ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดการเลือกใช้มีข้อพิจารณาดังนี้

1. คุณสมบัติทางด้านการกันความร้อนและความชื้น
   - มีความสามารถในการต้านทานความร้อน (Thermal Resistance) สูง
   - มีความสามารถในการส่งผ่านความร้อน (U-Value) ต่ำ
   - ไม่สะสมความร้อนหรือมีความจุความร้อน (Thermal Capacity0 ต่ำ
   - มีช่วงเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้น (Time Lag) ที่เหมาะสม
   - มีความทนทานต่อการขยายตัวและหดตัวได้ดี เพื่อลดปัญหาการแตกร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

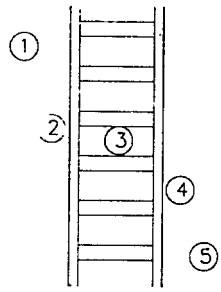
- มีความทนทานต่อการขยายตัวและหดตัวได้ดี เพื่อลดปัญหาการแตกร้าว
- ไม่ดูดหรืออมความร้อน
- กันน้ำและกันการรั่วซึมของอากาศได้ดี

2. คุณสมบัติในการก่อสร้างและระบบเศรษฐกิจ
   - มีน้ำหนักเบา
   - มีการก่อสร้างและติดตั้งที่ไม่ยุ่งยาก
   - มีความสามารถต้านทานแรงลมและการสั่นสะเทือนที่ดี
   - หาได้ง่าย ราคาไม่สูงจนเกินไป
   - ค่าบำรุงรักษาต่ำและมีความทนทานสูง
3. คุณสมบัติที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม
   - ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสภาพแวดล้อม
   - มีความสามารถในการกันไฟสูง
   - มีความสวยงาม

ชนิดของผนังที่นำมาพิจารณามีดังนี้

1. ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน
2. ผนังก่ออิฐโปร่งกว้าง 8 ซม.ฉาบปูนเรียบทั้ง 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. ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี
8. ผนังก่อคอนกรีตบล็อกภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี
9. ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ภายในบุยิบซั่มบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี
10. ผนังก่ออิฐบล็อก ภายในบุยิบซั่มบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

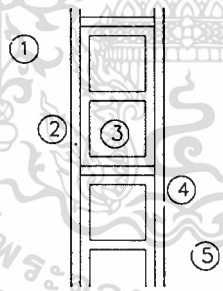


ตารางที่4.8 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

1. ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
3.	อิฐก่อครึ่งแผ่น	80	1.154	0.069
4.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
5	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.26 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 0.67 (w / m^2 x °c)



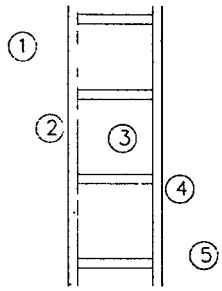
ตารางที่4.9 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่ออิฐโปร่งกว้าง8 ซม.ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

2. ผนังก่ออิฐโปร่งกว้าง 8 ซม.ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
3.	อิฐโปร่ง	80	0.350	0.257
4.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
5.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.44 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 2.26 (w / m^2 x °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

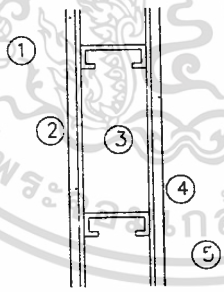


ตารางที่4.10 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมอิฐโฟมคอนกรีตฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

3. อิฐโฟมคอนกรีตฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
3.	อิฐโฟมคอนกรีต	80	0.220	0.363
4.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
5.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.55 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 1.82 (w / m^2 x °c)



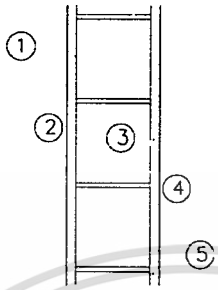
ตารางที่4.11 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังเบาของ C-PAC(มีช่องอากาศ) ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

4. ผนังเบาของ C-PAC (มีช่องอากาศ) ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
3.	ผนังเบา C-PAC	85	0.213	0.399
4.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
5.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.59 ($m^2 \times {}^\circ c / w$)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 1.70 ($w / m^2 \times {}^\circ c$)

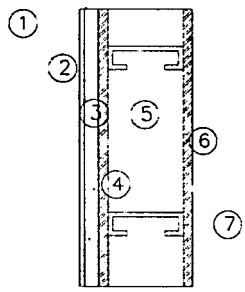


ตารางที่4.12 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

5. ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K ($w / m \times {}^\circ c$)	R ($m^2 \times {}^\circ c / w$)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
3.	ผนังคอนกรีตมวลเบา	75	0.130	0.577
4.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
5.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.76 ($m^2 \times {}^\circ c / w$)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 1.31 ($w / m^2 \times {}^\circ c$)



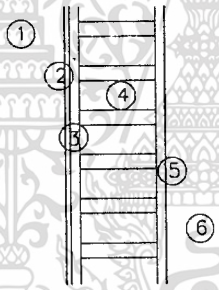
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.13 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนัง EIFS

6. ผนัง EIFS Exterior Insulation and Finish Systems				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x°c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	สีทาเคลือบผิว	04	0.0089	0.449
3.	แผ่นโฟมโพลีสไตรีน	25	0.035	0.714
4.	ยิบซั่มบอร์ด	12	0.191	0.063
5.	ช่องว่างอากาศ	100	-	0.160
6.	ยิบซั่มบอร์ด	12	0.173	0.069
7.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 1.62 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 0.62 (w / m^2 x °c)



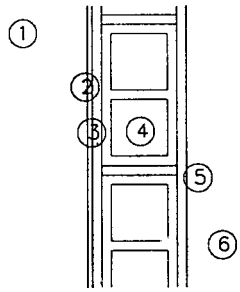
ตารางที่4.14 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี

7. ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x°c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	กระเบื้องโมเสก	05	1.731	0.003
3.	ปูนทราย	20	0.533	0.036
4.	อิฐมอญก่อครึ่งแผ่น	80	1.154	0.069
5.	ปูนฉาบ	20	0.879	0.021
6.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.29 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 3.41 (w / m^2 x °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

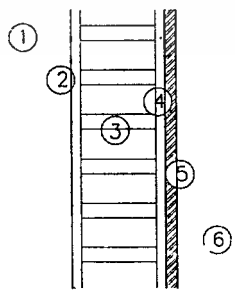


ตารางที่4.15 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่อคอนกรีตบล็อกภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี

8. ผนังก่อคอนกรีตบล็อกภายในบุกระเบื้อง ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x°c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	กระเบื้องโมเสก	05	1.731	0.003
3.	ปูนทราย	20	0.533	0.036
4.	คอนกรีตบล็อก	80	0.346	0.231
5.	ปูนฉาบ	20	0.879	0.023
6.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.46 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 2.19 (w / m^2 x °c)



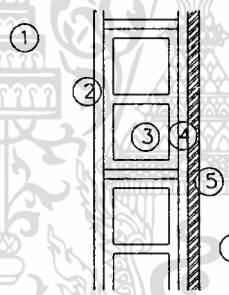
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.16 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ภายในบุยิบซั่มบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี

9. ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ภายในบุยิบซั่มบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	ฉาบปูนเรียบทาสี	20	0.879	0.021
3.	อิฐมอญก่อครึ่งแผ่น	80	1.154	0.069
4.	ปูนฉาบ	10	0.879	0.011
5.	ยิบซั่มบอร์ด	12	0.191	0.063
6.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.33 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 3.05 (w / m^2 x °c)



ตารางที่4.17 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังก่อคอนกรีตบล็อก ภายในบุยิบซั่มบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี

10. ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ภายในบุยิบซั่มบอร์ด ภายนอกฉาบปูนเรียบทาสี				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	ฉาบปูนเรียบทาสี	20	0.879	0.021
3.	คอนกรีตบล็อก	80	0.346	0.231
4.	ช่องว่างอากาศ	20	-	0.044
5.	ยิบซั่มบอร์ด	12	0.191	0.063
6.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.52 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 1.9 (w / m^2 x °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.18 แสดงช่วงเวลาที่ความร้อนผ่านผิววัสดุ (Time Lag) สำหรับส่วนประกอบอาคาร

ส่วนของอาคาร	วัสดุ	ค่าการหน่วงความร้อน (Time Lag) ช.ม.
หลังคา	แผ่นโลหะ ไม่มีวัสดุกันความร้อน	0
	ไม้เคลือบน้ำมันยางกันความร้อน	0.5 – 1.0
	กระเบื้องมีฝ้าเพดานและวัสดุกันความร้อน	1.5 – 2.5
	คอนกรีตมีฝ้าเพดาน	2.5 – 6.0
ผนัง	ไม้ชั้นเดียวไม่มีวัสดุกันความร้อน	0.5 – 1.0
	ไม้มีวัสดุกันความร้อน (ผนัง 2 ชั้น)	1.5 – 3.0
	อิฐ หิน หรือ คอนกรีต	
	หนา 10 cm.	2.3 – 2.6
	หนา 20 cm.	5.0 – 6.0
	หนา 30 cm.	7.0 – 8.0
ช่องแสงและประตูหน้าต่าง	กระจกชั้นเดียว	0
	กระจก 2 ชั้น	0.0 – 0.5
	ผนังโปร่งแสง (Glass block)	1.0 – 2.1

จากการวิเคราะห์วัสดุผนังจึงเลือกใช้ผนังอิฐโปร่งหนา 8 ซม. ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน บริเวณผนังที่ถูกแสงแดดเช่นบริเวณใต้หน้าต่างด้าน SE และ NW เนื่องจากเป็นด้านที่รับแดดทางทิศตะวันออก-ตก แผงบังแดดทางตั้ง(Fin)ด้าน SW ซึ่งได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์จากทิศใต้ตลอดทั้งวัน รวมถึงผนังด้านในของอาคาร และผนังกรอบอาคารส่วนที่ไม่มีแผงบังแดด ส่วนบริเวณห้องน้ำใช้ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบภายในกรุกระเบื้อง เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการรั่วซึมของน้ำและการสะสมความชื้นในบริเวณผนัง

4.12.2 ช่องเปิด

ช่องเปิด มีผลโดยตรงต่อการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติ ในการออกแบบควรจะพิจารณาถึงวัสดุของช่องเปิดต่าง ๆ ความสว่างภายในอาคาร ทัศนวิสัย มุมมอง และค่าความร้อนที่เข้ามาในอาคาร กระจกเป็นวัสดุที่ช่วยให้แสงสว่างภายในอาคารดีขึ้นเนื่องจากแสงธรรมชาติมีคุณสมบัติให้แสงสว่างที่สบายตา กระจกแผ่นที่ใช้กับอาคารโดยทั่วๆ ไปมีดังนี้

- กระจกใส (Clear Glass)
- กระจกสีตัดแสง(Heat Absorbing Glass)
- กระจกสะท้อนแสง (Heat Reflective Glass)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.19 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก

ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w/mx°c)	R ($m^2x°c/w$)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	กระจก	6	1.053	0.006
3.	กระจก	12	1.053	0.011
4.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) กระจก 3 มม. = 0.167 ($m^2 c^\circ / W$) (1+2+5)

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) กระจก 6 มม. = 0.170 ($m^2 c^\circ / W$) (1+3+5)

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) กระจก 12 มม. = 0.175 ($m^2 c^\circ / W$) (1+4+5)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) กระจก 3 มม. = 5.99 ($w / m^2 c^\circ$)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) กระจก 6 มม. = 5.88 ($w / m^2 c^\circ$)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)กระจก 12 มม. = 5.71 ($w / m^2 c^\circ$)

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของกระจกชนิดต่างๆ มีค่าแตกต่างกันไป ซึ่งค่าการถ่ายเทความร้อนของกระจกดูได้จากค่า SC1 (Shading Coefficient) ของกระจก หากมีค่าน้อยจะมีการถ่ายเทความร้อนน้อยด้วยดังนั้น

- เลือกกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC1) ยิ่งมีค่าน้อยกว่า 1 จะมีคุณสมบัติของกระจกในการบังรังสีจากดวงอาทิตย์
- ควรมีการออกแบบอุปกรณ์บังแดดให้กับกระจก (SC2) ซึ่งแต่ละทิศการออกแบบอุปกรณ์บังแดดก็ต่างกัน ซึ่งยิ่งมีค่า (SC2) น้อย แสดงว่าอุปกรณ์บังแดดสามารถป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.20 แสดงข้อเปรียบเทียบระหว่างกระจกใสกับกระจกสีตัดแสงและกระจกสะท้อนแสง

กระจกใส	กระจกสะท้อนแสงและกระจกสีตัดแสง
ข้อดี - มองเห็นทัศนียภาพได้ดี - ราคาถูก นิยมใช้กันทั่วไป - ให้แสงสว่างได้ดี	**ข้อดี** - ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้น้อยลง - ลดปริมาณแสงจากดวงอาทิตย์ทำให้แสงสว่างไม่มาก เกินไป - สร้างสภาวะความเป็นส่วนตัวในเวลากลางวัน ซึ่ง - เกิดภาพสะท้อนเมื่อผู้ที่อยู่ด้านนอกจะมองเข้าไปในอาคาร - มีสีให้เลือกหลายสี
ข้อเสีย - ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้สูง - ปริมาณแสงส่องจงมามากทำให้แสงอาจเข้าตาหรือสว่างมากเกินไป	**ข้อเสีย** - มองเห็นทัศนียภาพได้ไม่ชัดเจน - ความร้อนส่วนหนึ่งถูกสะสมในผิวกระจกทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผู้ใช้อาคารที่อยู่ใกล้ผิวกระจก - ควรทำความสะอาดผิวกระจกทุก 2 เดือนเพื่อให้การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์มีคุณภาพดี ความร้อนจะถ่ายเทเข้าสู่อาคารน้อย - อาจทำให้แสงเข้าตากับอาคารข้างเคียง - ราคาสูงกว่ากระจกใส

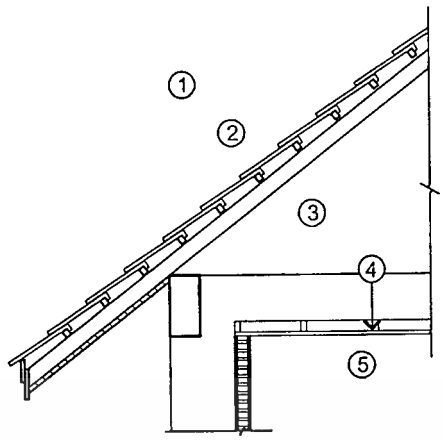
ในการออกแบบอาคารศาลากลาง ต้องการคุณภาพของแสงสว่างภายในห้อง และเมื่อมีการป้องกันช่องเปิดที่ดี จึงสามารถเลือกใช้กระจกใสหนา 6 มม.บริเวณช่องเปิดในโครงการฯได้ เนื่องจากมีราคาประหยัดกว่ากระจกชนิดอื่นๆ ทั้งให้ภาพและสีสันที่เป็นจริงของวัตถุ

4.12.3 หลังคา

หลังคาเป็นส่วนระนาบเหนือศีรษะ ช่วยป้องกันแสงแดด ลม ฝน และเป็นส่วนที่รับความร้อนจากรังสีดวงทิตย์มากที่สุด ฉะนั้นการออกแบบและเลือกวัสดุหลังคาจึงควรพิจารณาให้สามารถป้องกันความร้อนจากดวงทิตย์ไม่ให้รังสีความร้อนที่สะสมบริเวณหลังคา แผ่ความร้อนทำให้อุณหภูมิภายในอาคารเพิ่มขึ้น การ ซึ่งในการวิเคาระห์นี้จะวิเคราะห์นี้จะวิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ใช้ประกอบหลังคาโดยทั่วไป คือ

1. หลังคากระเบื้องคอนกรีต ฝ้าเพดานบุยิบซัมบอร์ด
2. หลังคากระเบื้องคอนกรีต ฝ้าเพดานบุอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด
3. หลังคาเหล็กเคลือบอลูมิเนียม ฝ้าเพดานบุยิบซัมบอร์ด
4. หลังคาเหล็กเคลือบอลูมิเนียม ฝ้าเพดานบุอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

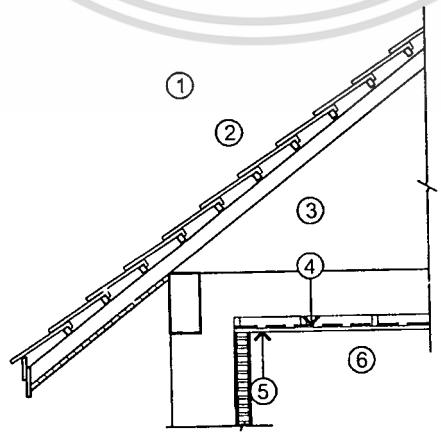


ตารางที่4:21 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา กระเบื้องคอนกรีต ฝ้าเพดานบุยิบซัมบอร์ด

1.หลังคากระเบื้องคอนกรีตฝ้าเพดานบุยิบซัมบอร์ด				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	กระเบื้องคอนกรีต (C - Pac)	20	0.836	0.024
3.	ช่องอากาศใต้หลังคา	-	-	0.158
4.	ยิบซัมบอร์ด	12	0.191	0.063
5.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.41 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 2.44 (w / m^2 x °c)



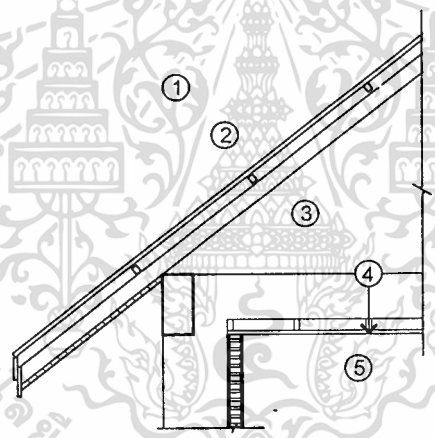
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.22 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา กระเบื้องคอนกรีต ฝ้าเพดานบุอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด

2.หลังคากระเบื้องคอนกรีตฝ้าเพดานบุอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044
2.	กระเบื้องคอนกรีต (C - Pac)	20	0.836	0.024
3.	อลูมินั่มฟอยล์	5	0.038	1.315
4.	ช่องอากาศใต้หลังคา	-	-	0.158
5.	ยิบซัมบอร์ด	12	0.191	0.063
6.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 1.72 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 0.58 (w / m^2 x °c)



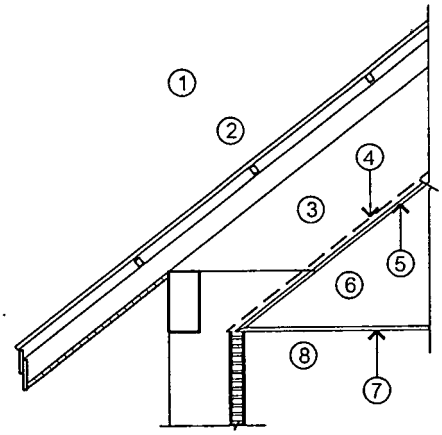
ตารางที่4.23 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาเหล็กเคลือบอลูมิเนียม ฝ้าเพดานบุยิบซัมบอร์ด

3.หลังคาเหล็กเคลือบอลูมิเนียม ฝ้าเพดานบุยิบซัมบอร์ด				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (rn^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.055
2.	เหล็กเคลือบอลูมิเนียม	5 3	221	0.000025
3.	ช่องอากาศใต้หลังคา	-	-	0.158
4.	ยิบซัมบอร์ด	12	0.191	0.063
5.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 0.40 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 0.025 (w / m^2 x °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่4.24 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของ หลังคาเหล็กเคลือบอลูมิเนียม ฝ้าเพดานบุอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด

4.หลังคาเหล็กเคลือบอลูมิเนียม ฝ้าเพดานบุอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด				
ลำดับ	รายการวัสดุ	ความหนา (mm.)	K (w / m x °c)	R (m^2x °c / w)
1.	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.055
2.	เหล็กเคลือบอลูมิเนียม	5.3	221	0.000025
3.	ช่องอากาศใต้หลังคา	-	-	0.158
4.	อลูมินั่มฟอยล์	5	0.038	1.315
5.	ยิบซัมบอร์ด	12	0.191	0.063
6.	ช่องอากาศใต้หลังคา	-	-	0.158
7.	ยิบซัมบอร์ด	12	0.191	0.063
8.	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120

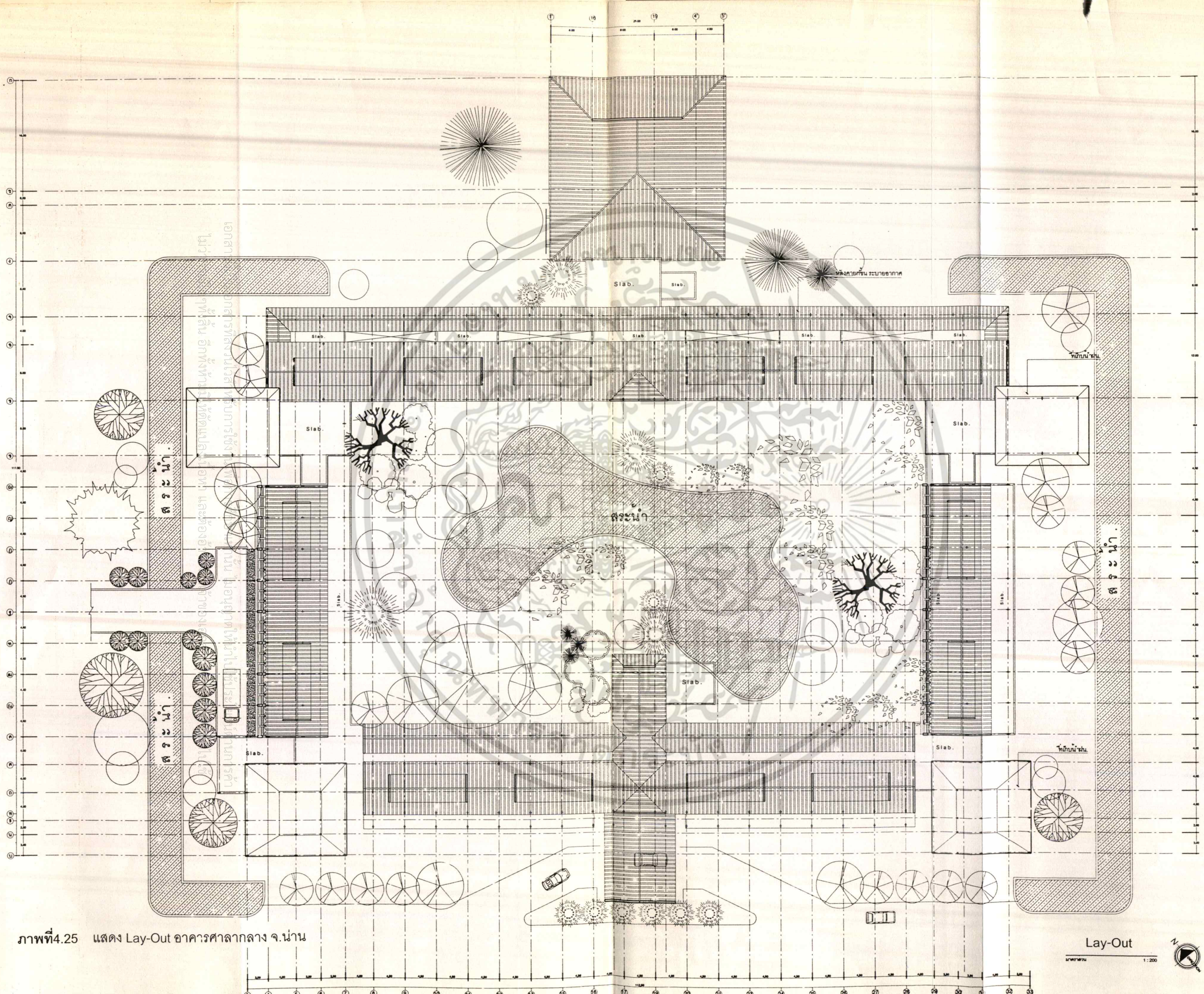
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_t) = 1.93 (m^2 x °c / w)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) = 0.52 (w / m^2 x °c)

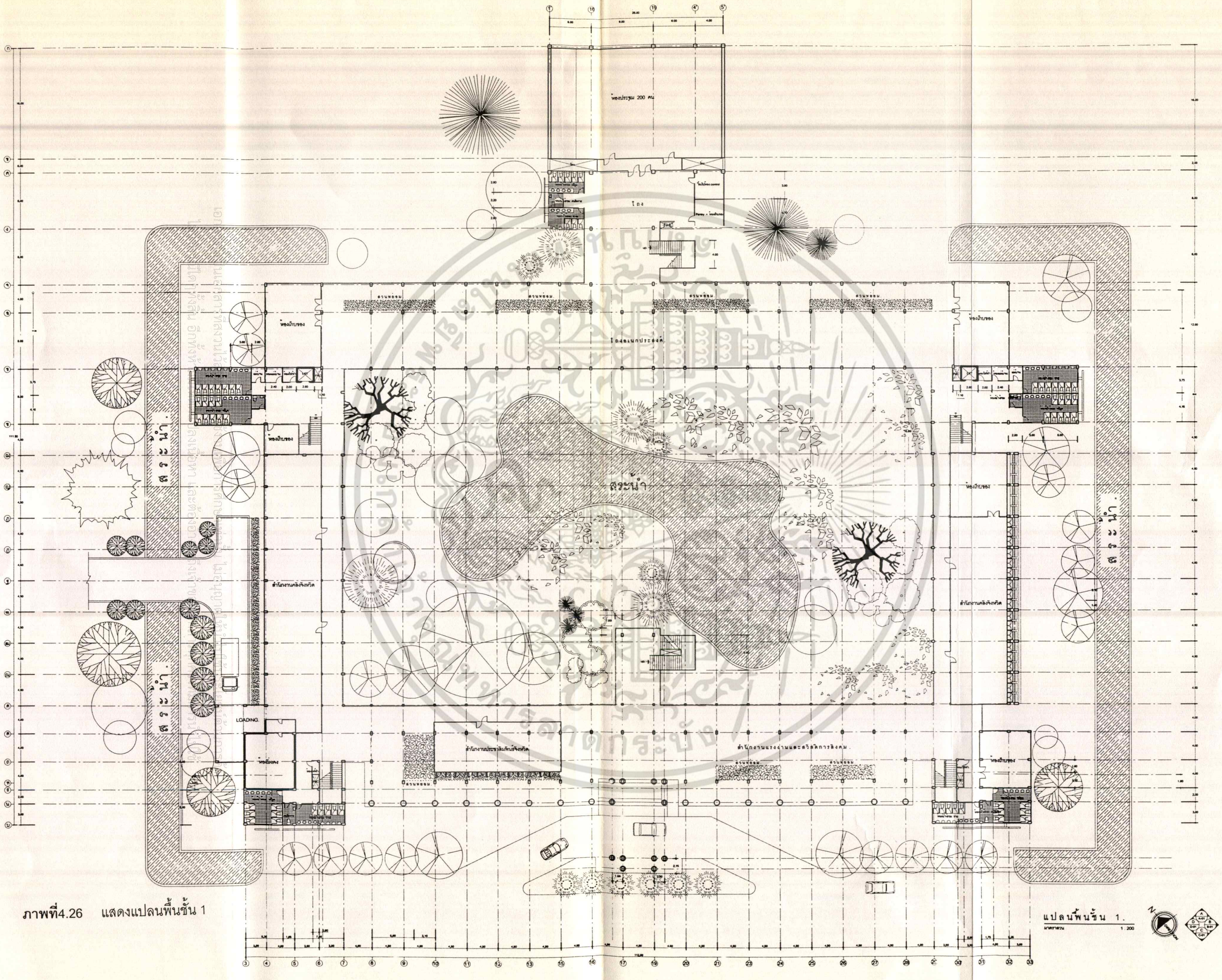
เลือกใช้หลังคาเหล็กเคลือบอลูมิเนียม ฝ้าเพดานบุอลูมินั่มฟอยล์กับยิบซัมบอร์ด เนื่องจากเหล็กจะสะสมและคายความร้อนได้ในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นในเวลากลางวันหลังคาจะเป็นพื้นที่ที่สะสมความร้อน ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศบริเวณช่องว่างใต้ผืนหลังคาออกสู่ภายนอกบริเวณหลังคาที่ยกชั้นขึ้น และการออกแบบเป็นทรงจั่ว พร้อมทั้งติดตั้งฉนวนอลูมินั่มฟอยล์บนยิบซัมบอร์ดเอียงตามระนาบของจันทัน ทำให้ความร้อนทะลุผ่านฝ้าเพดานเข้าสู่ภายในห้องได้น้อยมาก เนื่องจากมีค่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมเพียง 0.52 วัตต์/ตารางเมตร ส่วนในเวลากลางคืนหลังคาเหล็กก็จะคายความร้อนคืนสู่ท้องฟ้า และหลังคาเหล็กยังมีคุณสมบัติที่ดีคือมีรอยต่อน้อย ติดตั้งได้รวดเร็ว และน้ำหนักเบา

4.13 ผลงานการออกแบบอาคารศาลากลาง จ.น่าน เพื่อการประหยัดพลังงาน

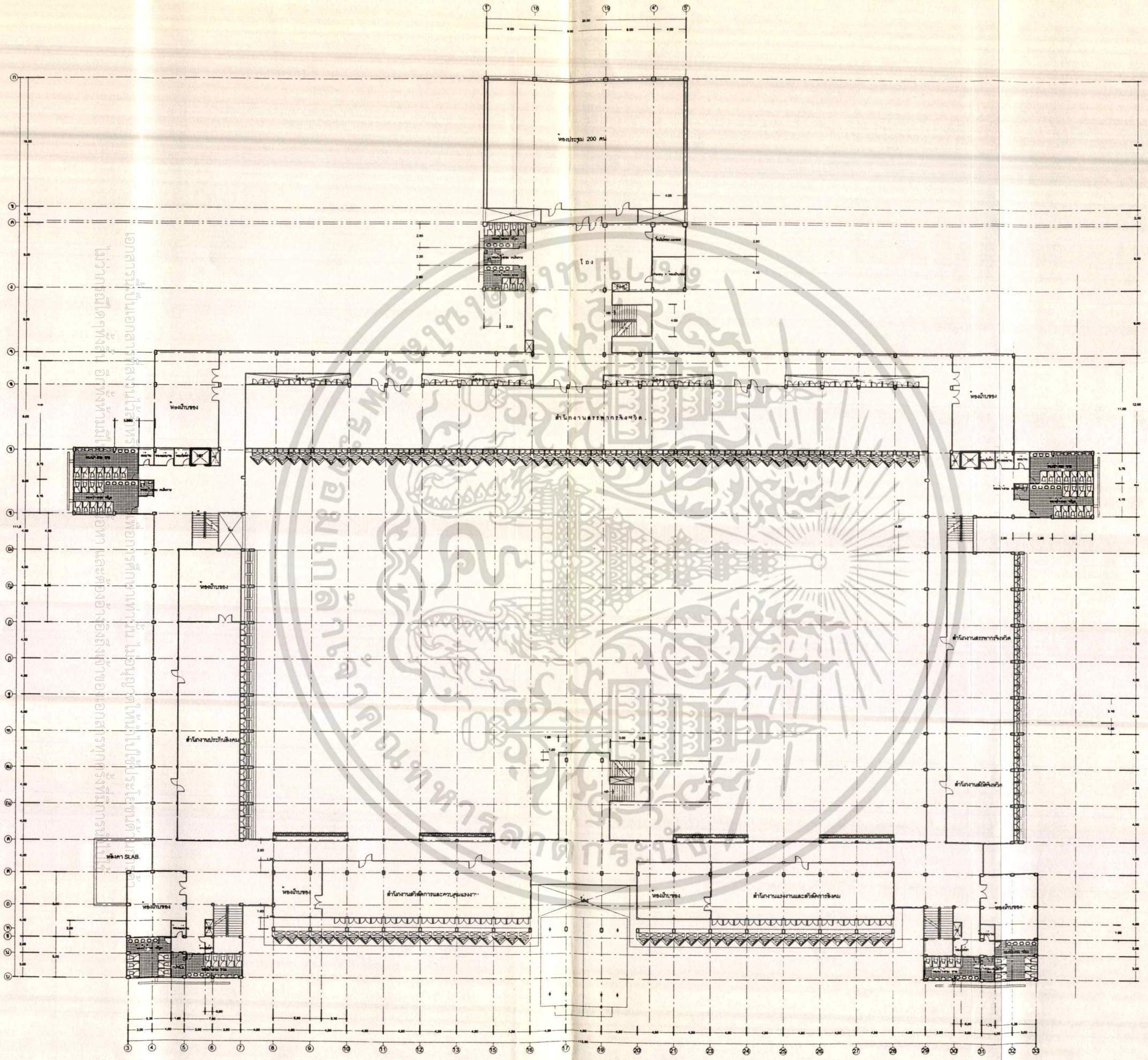
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



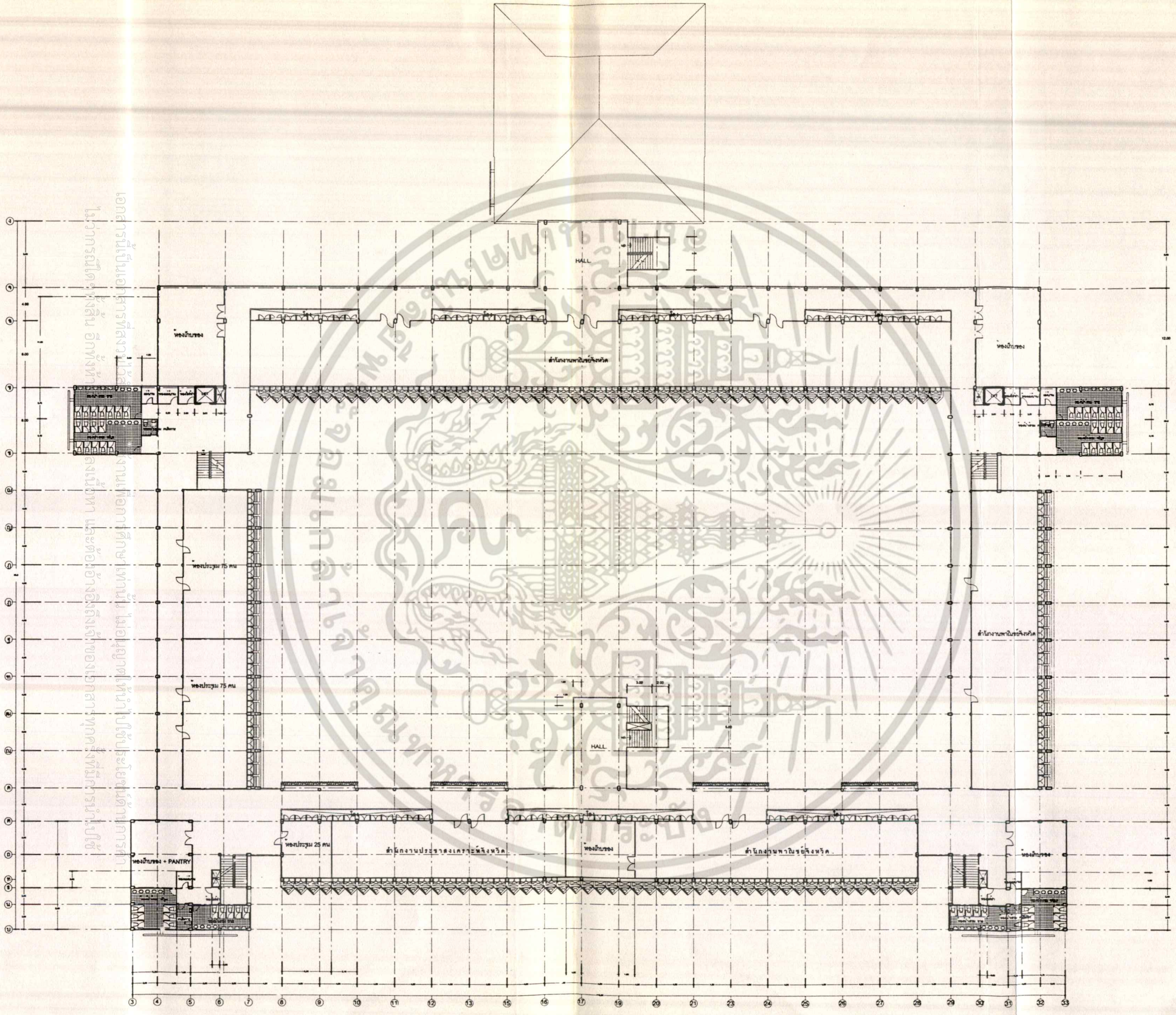
ภาพที่4.25 แสดง Lay-Out อาคารศาลากลาง จ.น่าน



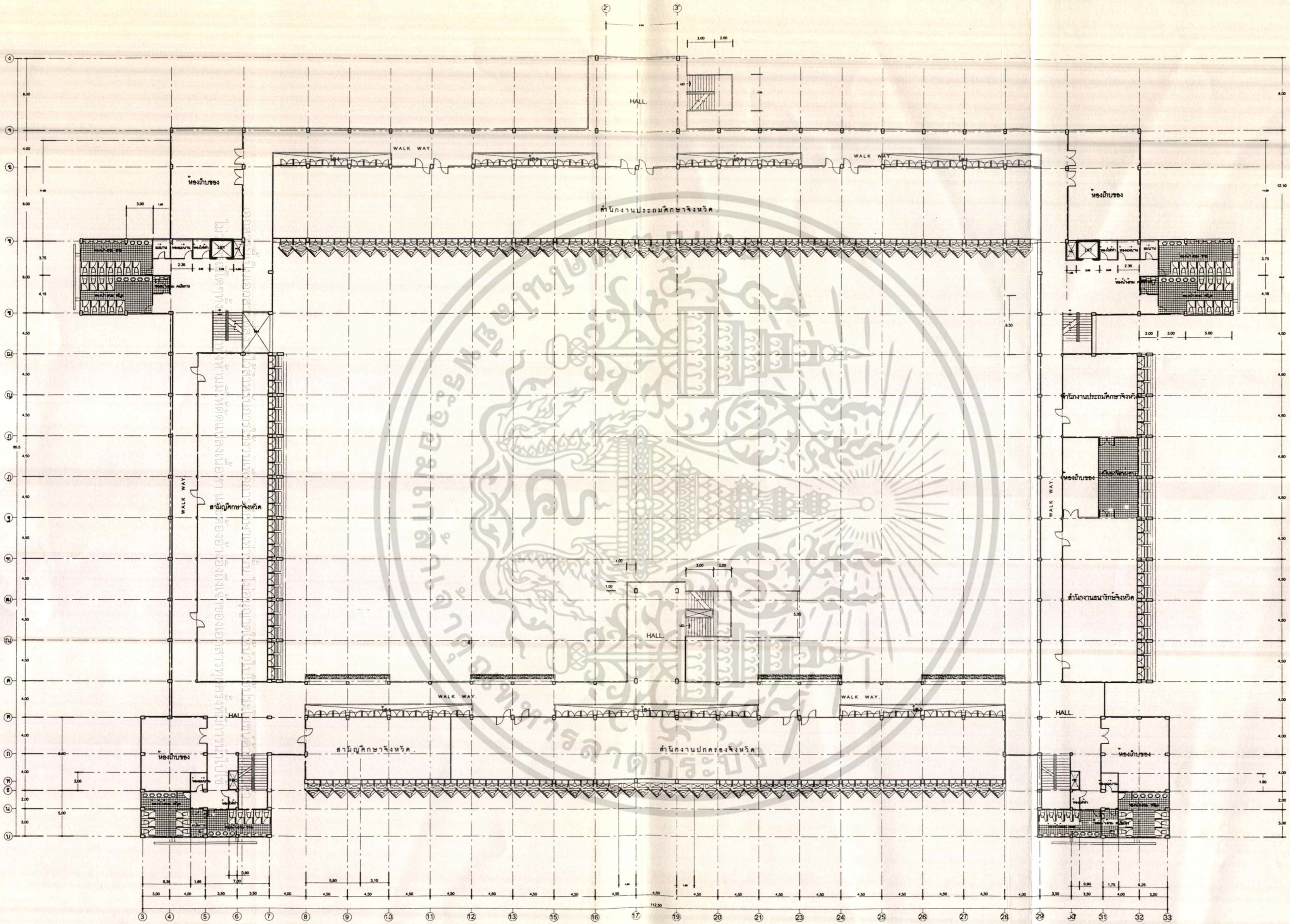
ภาพที่4.26 แสดงแปลนพื้นชั้น 1



ภาพที่4.27 แสดงแปลนพื้นชั้น 2

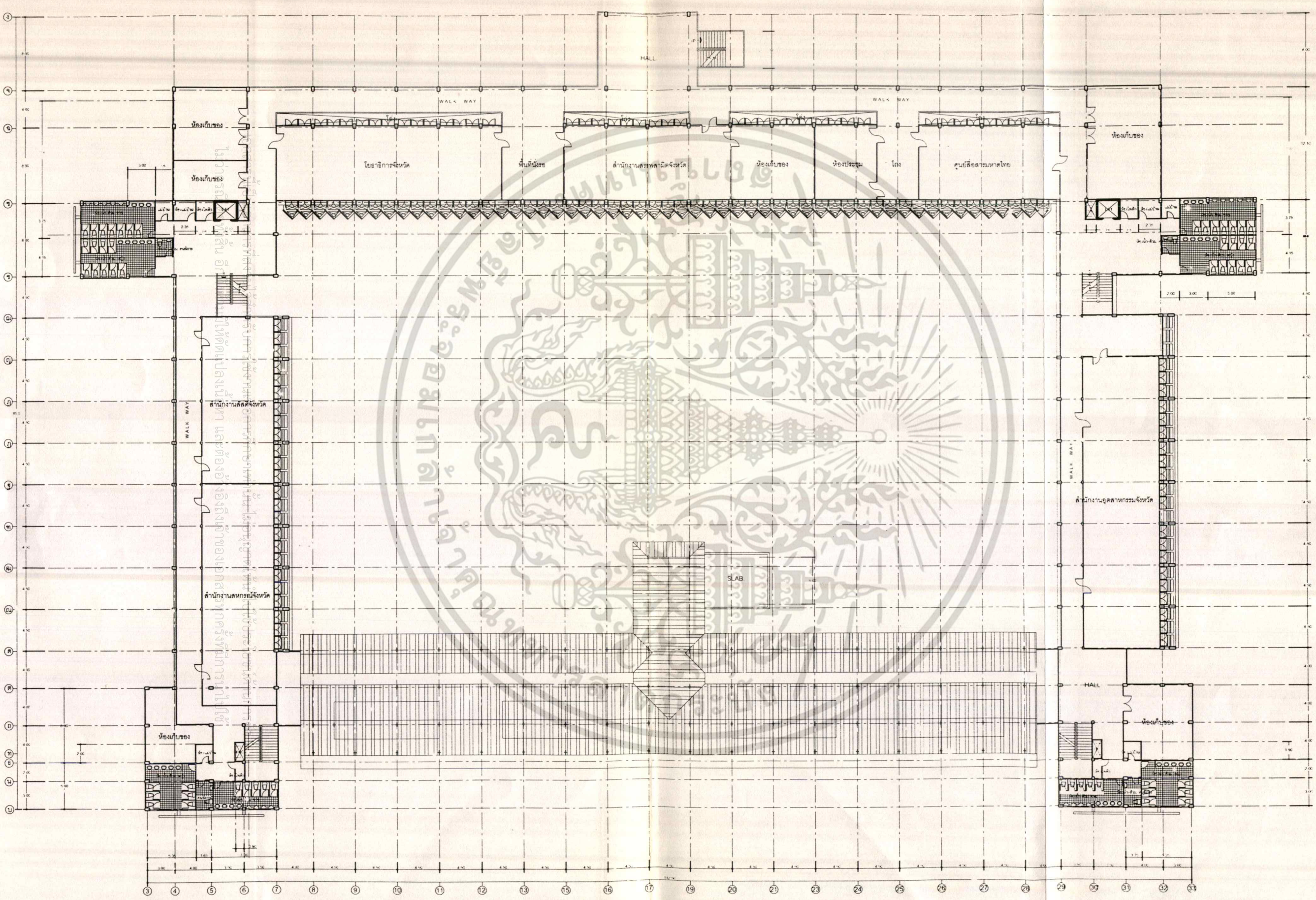


ภาพที่4.28 แสดงแปลนพื้นชั้น 3



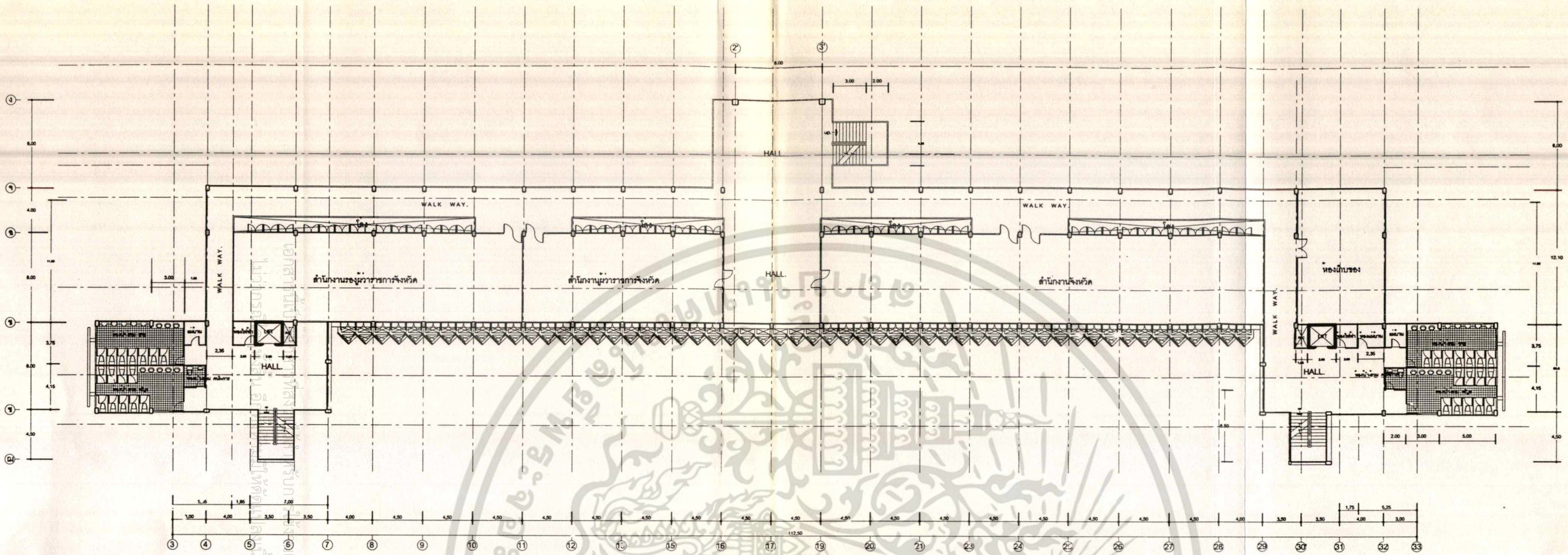
ภาพที่4.29 แสดงแปลนพื้นชั้น 4

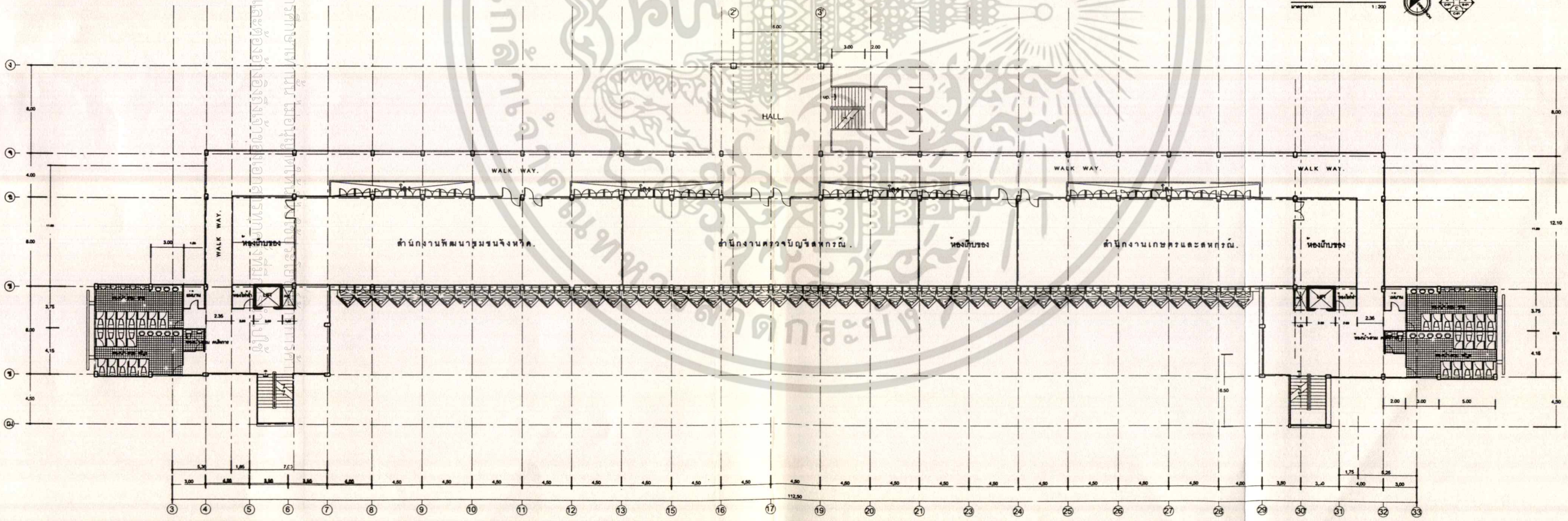
แปลนพื้นชั้น 4.
1 : 200



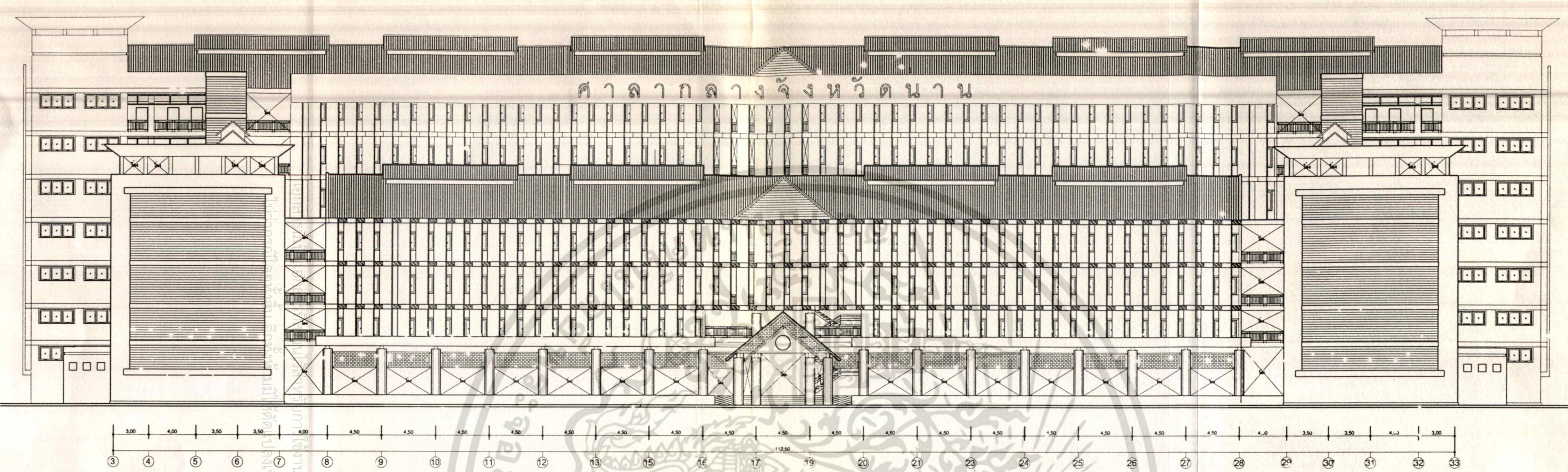
ภาพที่4.30 แสดงแปลนพื้นชั้น 5

แปลนพื้นชั้น 5.

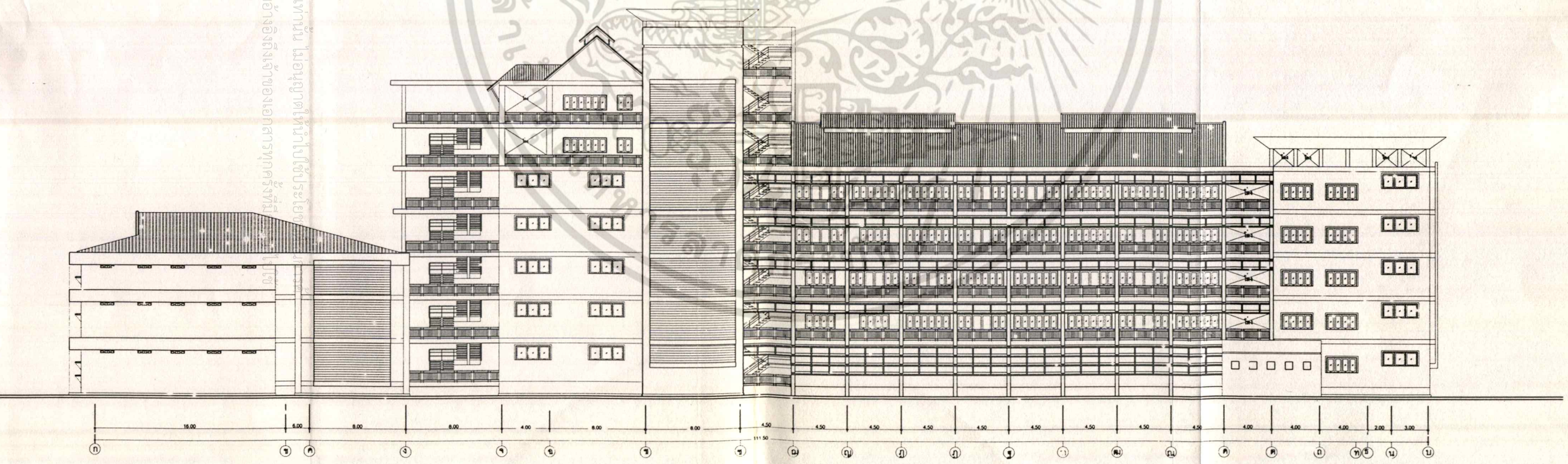




ภาพที่4.31 แสดงแปลนพื้นชั้น 6 - 7

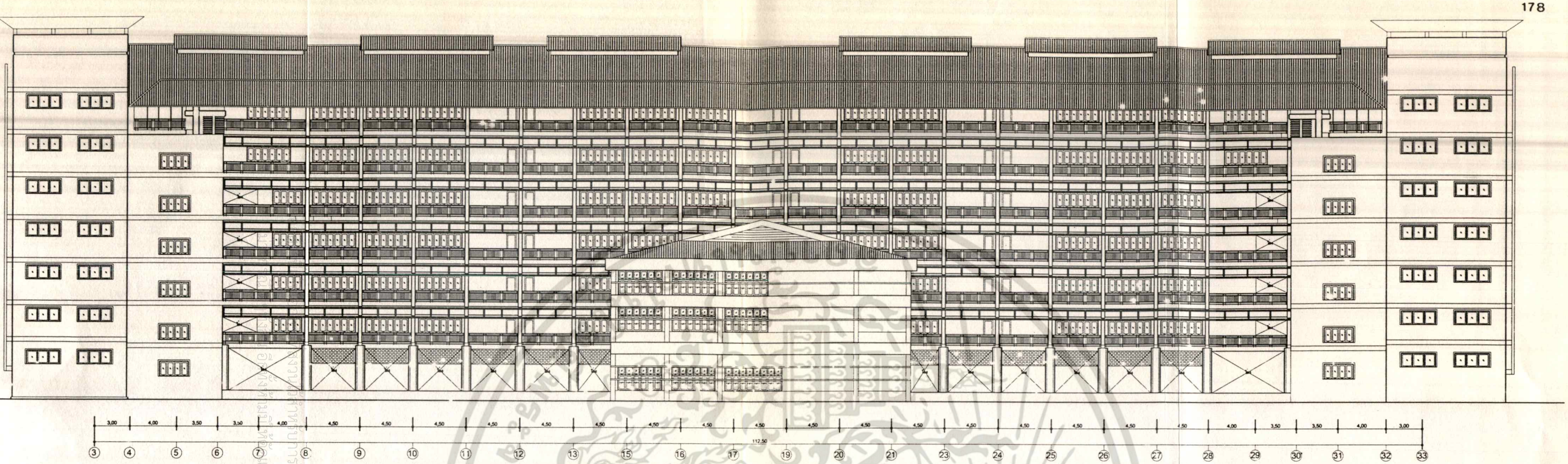


รูปด้าน A.
มาตราส่วน 1 : 400

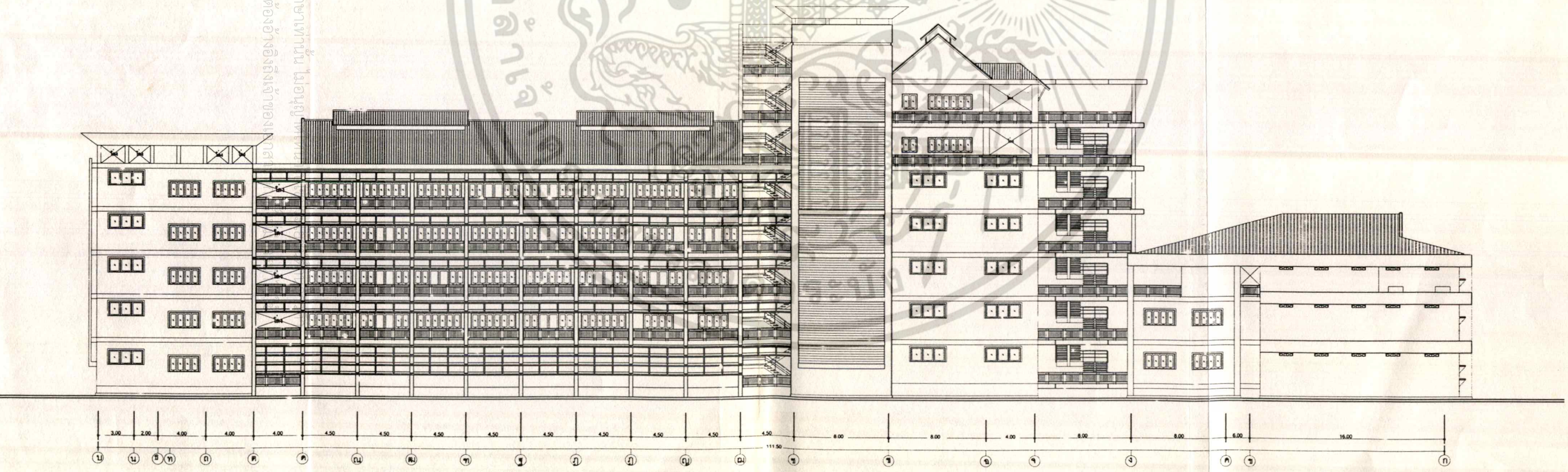


รูปด้าน B.
มาตราส่วน 1 : 400

ภาพที่4.32 แสดงรูปด้าน A , B

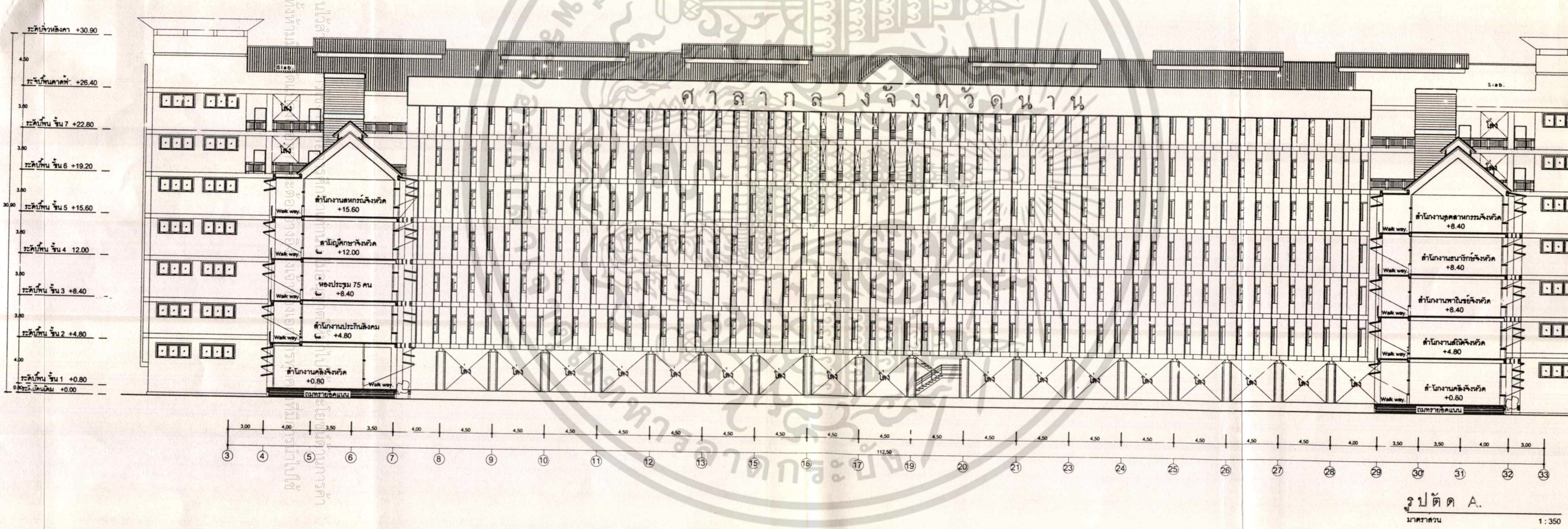


รูปด้าน C.
มาตราส่วน 1 : 400



ภาพที่4.33 แสดงรูปด้าน C , D

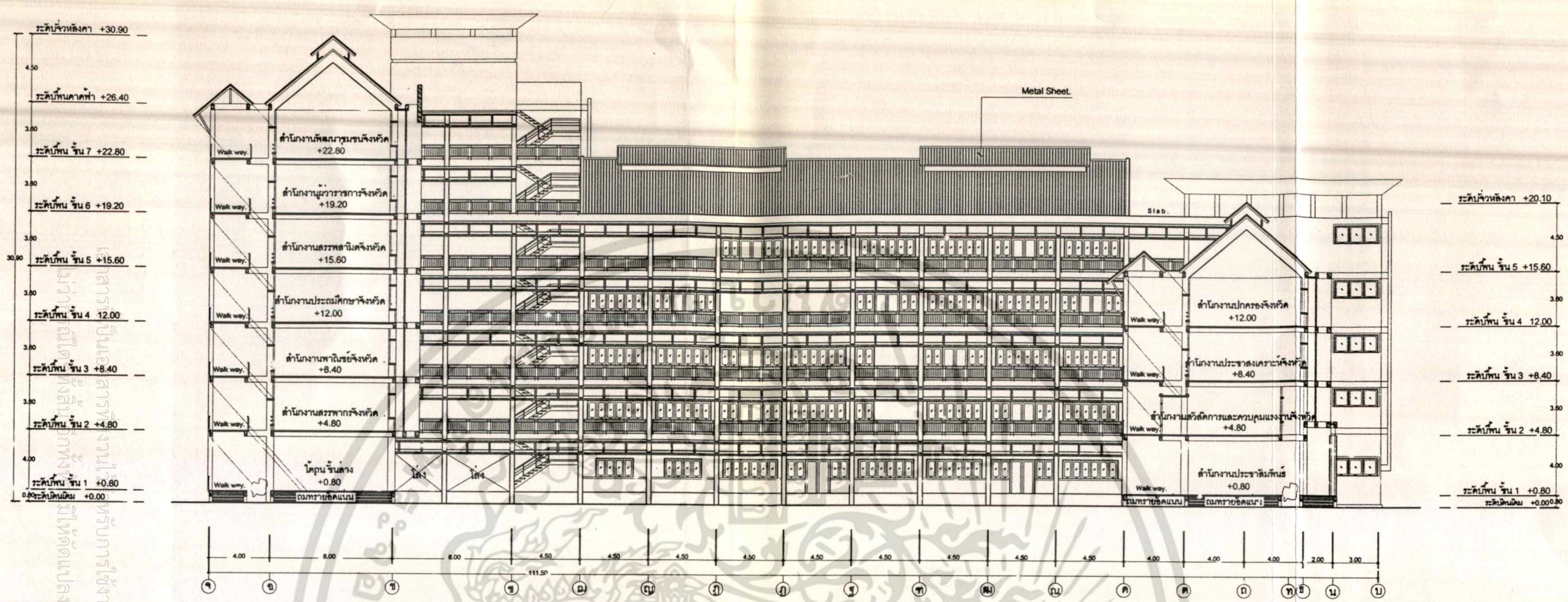
รูปด้าน D.
มาตราส่วน 1 : 400



รูปตัด A.

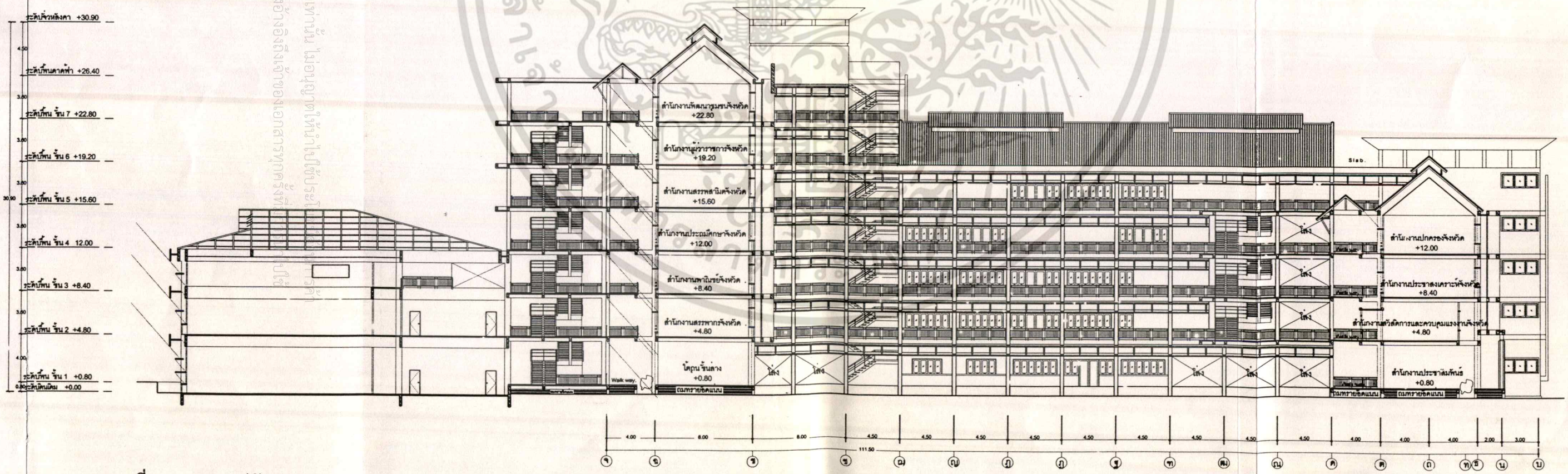
มาตราส่วน 1 : 350

ภาพที่4.34 แสดงรูปตัด A



รูปตัด B.

มาตราส่วน 1 : 350



รูปตัด C.

มาตราส่วน 1 : 350

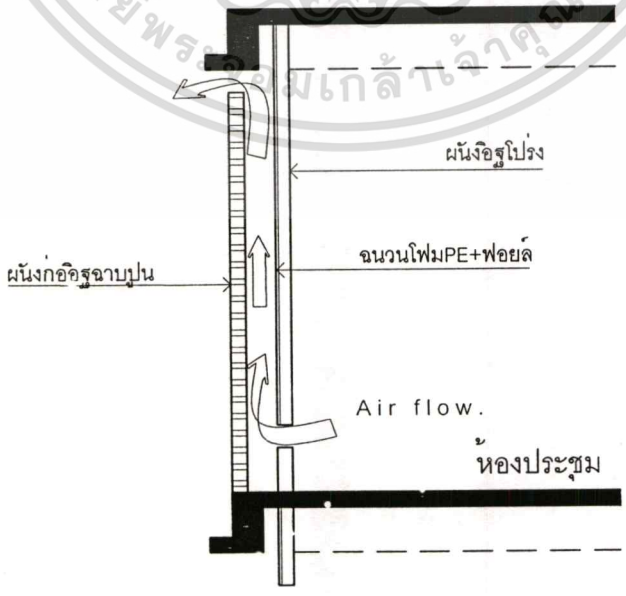
ภาพที่4.35 แสดงรูปตัด B , C

4.14 การวิเคราะห์กรณีที่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศ

จากการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศในบทที่ 3 พบว่า การใช้วิธีระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสามารถช่วยในการปรับสภาพภูมิอากาศให้อยู่ในเกณฑ์สบายมากขึ้น แต่ยังมีในบางช่วงไม่สามารถปรับสภาพภูมิอากาศให้อยู่ในเกณฑ์สบายได้ บางกรณีจึงจำต้องใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อช่วยสร้างภาวะน่าสบาย เช่นในส่วนห้องประชุม และด้วยลักษณะการบริหารงานในอาคารศาลากลาง ระบบปรับอากาศที่ใช้จึงเป็นระบบ Split Type โดยคำนึงถึง ตำแหน่งที่ตั้งและการเดินระบบของเครื่องปรับอากาศ, การป้องกันความชื้นเข้าสู่อาคาร, การป้องกันลมร้อนจากเครื่องเข้าสู่อาคาร

การก่อสร้างที่สามารป้องกันความชื้นเข้าสู่ภายในอาคารได้ดี จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศเป็นอย่างมาก ควรตั้งเครื่องทำความเย็น(Condensing Unit)อยู่ปลายลมพื่อให้ลมพัดพาความร้อนและเสียงที่เกิดจากตัวเครื่องพัดออกสู่ภายนอกอาคาร และควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการซ่อมแซมได้ง่าย และควรติดตั้ง Condensing Unit และเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กัน นอกจากจะเป็นการประหยัดวัสดุในการเดินท่อแล้ว ยังช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าในการปรับอากาศ เพราะถ้ามีการเดินท่อที่ยาวจะทำให้เกิดการสูญเสียความเย็นจากระยะทางการเดินทางของลมเย็นมาสู่ Fan Coil Unit นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นยังควรคำนึงถึงเรื่องการรักษาทัศนียภาพของอาคารอีกด้วย

การออกแบบผนังเพื่อลดการสะสมความร้อนภายในห้อง ทำได้โดยใช้หลักการเคลื่อนที่ของอากาศ ออกแบบเป็นผนัง Tromb wall มีช่องว่างอากาศด้านในและมีช่องให้อากาศสามารถพัดทะลุผ่านสู่ด้านนอกได้

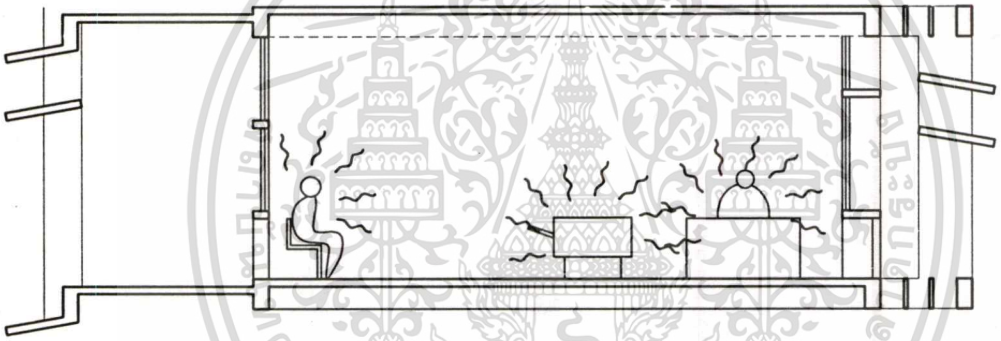


ภาพที่4.36 แสดงรายละเอียดผนังห้องประชุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผนังด้านนอกมีความร้อนกว่าผนังด้านใน จะเหนี่ยวนำให้เกิดการไหลของอากาศซึ่งอากาศเย็นจะเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่ร้อนกว่า ทำให้ภายในห้องมีการระบายอากาศอยู่ตลอดเวลาแม้ในขณะที่ปิดหน้าต่าง

ช่วงเช้าของฤดูหนาว เป็นช่วงที่มีอากาศเย็นต้องการความร้อนภายในอาคารเพื่อสร้างความอบอุ่นให้แก่ผู้ใช้ แต่เนื่องจากต้องการลดการสะสมความร้อนโดยการนำไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคารจึงใช้วิธี ปิดช่องเปิดทั้งหมดเพื่อสะสมความร้อนที่เกิดขึ้นภายในห้องซึ่งมีแหล่งที่มาจาก ตัวผู้ใช้ เครื่องใช้สำนักงาน และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ภายในห้องอบอุ่นขึ้นได้



ภาพที่4.37 แสดง Mode การแก้ปัญหาอุณหภูมิในฤดูหนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การตรวจสอบผลการออกแบบ

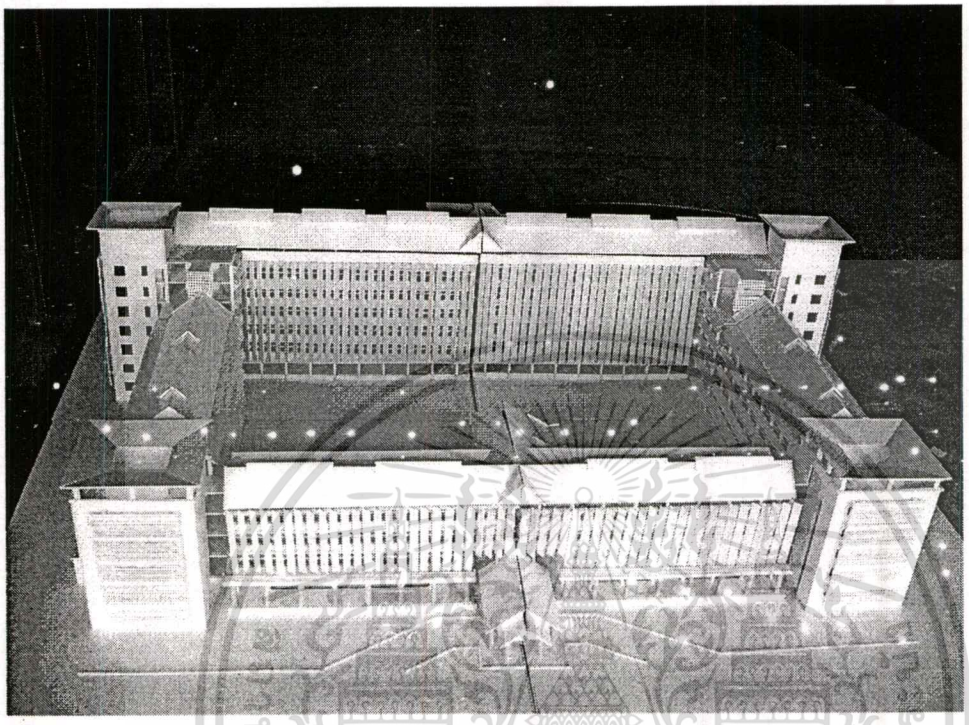
5.1 การตรวจสอบการระบายอากาศภายในอาคาร

ตรวจสอบผลการออกแบบช่องเปิดเพื่อประสิทธิภาพของการระบายอากาศภายในห้อง โดยใช้หุ่นจำลองขนาด 1: 20 และ 1: 100 ที่มีแผงบังแดดตามแบบทดสอบตามแบบในอุโมงลม (Wind tunnel) พร้อมกับอุปกรณ์วัดความเร็วลม (Air flow meter) ซึ่งมีรายละเอียดตรวจสอบดังนี้

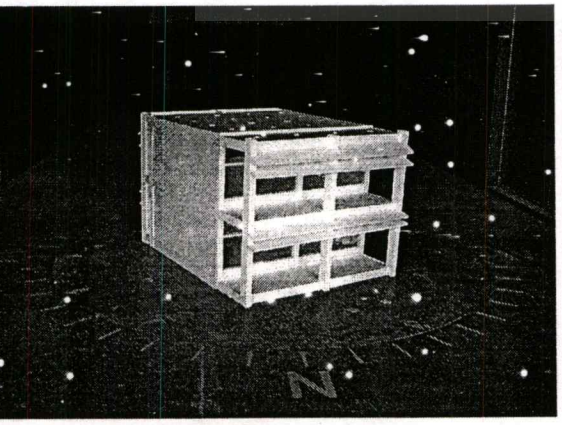
1. ตรวจสอบทิศทางการพัดของลมใน จ. น่าน จากตารางที่ 3.5 จังหวัดน่านมีการเคลื่อนไหวของอากาศในรอบปีข้อนเข้างน้อยมีความเร็วลมอยู่ระหว่าง 0.05-0.26 m/s มีค่าเฉลี่ยของทิศทางคือทิศใต้ ช่วงเวลาที่เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศคือช่วงสาย - หัวค่ำ คือประมาณ 9.00 น. - 23.00 น. ซึ่งครอบคลุมช่วงเวลาที่มีการใช้งานอาคารดังนั้นในการตรวจสอบกำหนดให้ทิศทางหลักของลมในการพัดปะทะหุ่นจำลองคือทิศใต้ ส่วนลมที่พัดจากช่วงเหนือในเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม จะไม่ทำการตรวจวัดเพราะเป็นกระแสลมที่ไม่พึงปรารถนา
2. ทำการตรวจวัดโดยติดตั้งหุ่นจำลองขนาด 1: 100 ตามทิศทางที่กระทำตามแนวเหนือ - ใต้ ตามแบบ จากนั้นจึงทำการตรวจวัดความเร็วลมภายในอุโมงค์ ซึ่งจำลองความเร็วลมภายนอกอาคาร จากนั้นนำ Air flow meter เข้าวัดบริเวณหน้าช่องเปิด ของทุกด้านทุกชั้น จากนั้นจึงนำมาเทียบเปอร์เซนต์กับความเร็วลมภายนอก
3. จากนั้นทำการตรวจวัดและทำการติดตั้งหุ่นจำลองในทิศทางที่กระทำตามแนวเหนือ - ใต้ ตามแบบ จากนั้นจึงทำการตรวจวัดความเร็วลมภายในอุโมงค์ ซึ่งจำลองความเร็วลมภายนอกอาคาร จากนั้นทำการตรวจวัดความเร็วลมภายในหุ่นจำลอง 20 จุด (รวมทางเดิน) กระจายทั่วห้อง วัดที่ระดับความสูง 0.75 เมตรซึ่งเป็นระดับที่กระแสลมพัดผ่านผู้ที่นั่งทำงานอยู่ภายในห้องนำผลการวัดจากภายในห้องมาเปรียบเทียบกับกระแสลมภายนอกแล้วคิดเป็นเปอร์เซนต์
4. นำค่าความเร็วลมที่ปะทะบริเวณช่องเปิดในข้อ 2เข้าแทนค่าลมจากภายนอก ในข้อ 3 จะได้ค่าลมเฉลี่ยภายในอาคารในแต่ละด้านทุกชั้น และทราบถึงอิทธิพลของแผงบังแดดที่ทำให้ทิศทางของลมเปลี่ยนไปซึ่งออกแบบให้เป็นอุปกรณ์หนึ่งในการบังคับทิศทางของลมให้เข้าไปภายในอารลึกขึ้น
5. ตรวจสอบความเร็วลมที่เกิดขึ้นจริงในระดับความสูงต่างๆ โดยใช้สมการ ' Power Law ' ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ทราบถึงค่าของความเร็วลมภายนอกที่ระดับความสูงแต่ละ

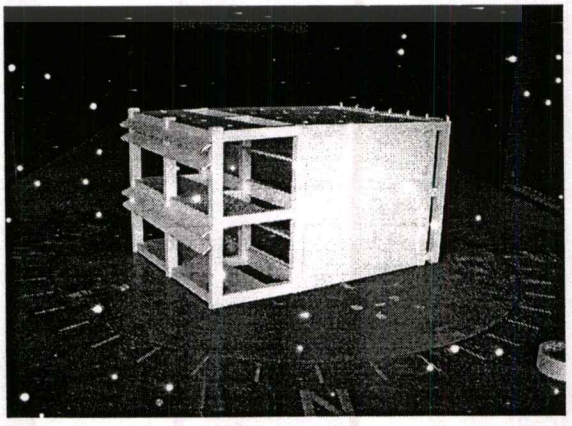
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้น จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องให้สภาพที่ใกล้เคียงกับการสร้างจริงมากที่สุด



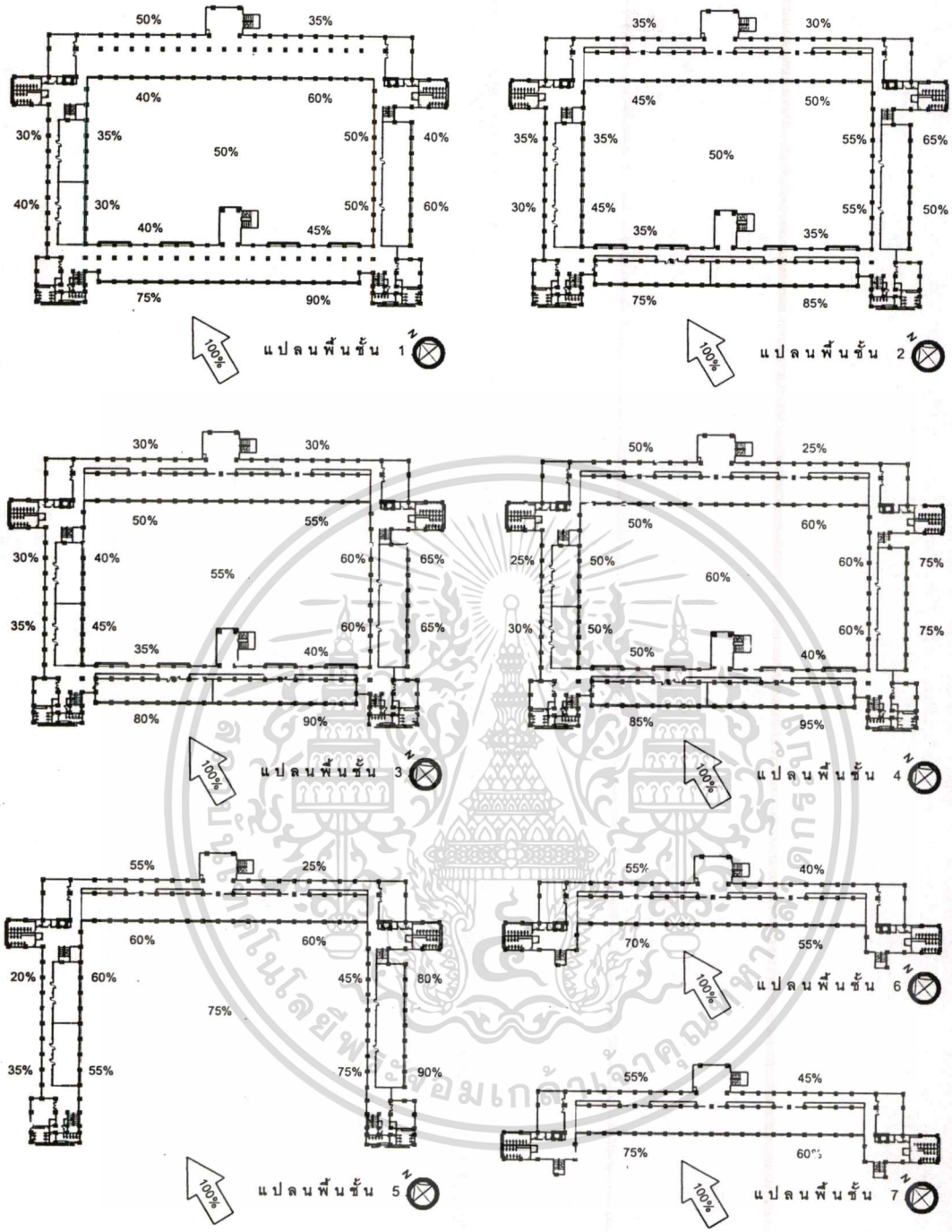
ภาพที่5.1 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1 : 100 ที่ใช้ในการตรวจสอบ





ภาพที่5.2 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1 : 20 ที่ใช้ในการตรวจสอบโดยหันทิศทางตามแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



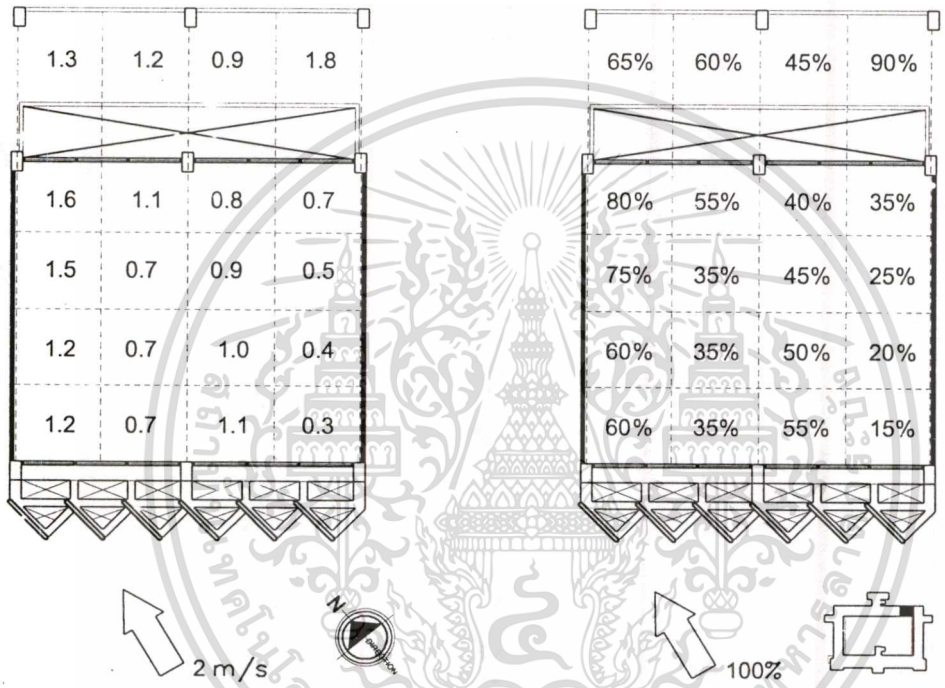
ภาพที่5.3 แสดงผลการตรวจสอบความเร็วลมที่ปะทะอาคารในตำแหน่งต่างๆ ทดสอบด้วยแบบจำลองขนาด 1: 100 โดยหันทิศทางตามแบบ

พบว่าอาคาร ด้านหลัง ชั้นล่างได้รับลมที่มีสัดส่วนค่อนข้างสูงคือ 40% ของความเร็วลมจากภายนอกอาคาร ส่วนด้านบนได้รับลมถึง 75%ของความเร็วลมจากภายนอกอาคาร ส่วนพื้นที่ที่ได้รับลมน้อย คือห้องเก็บของ ระเบียงทางเดินด้านหลัง และห้องน้ำด้านNW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการตรวจสอบอาคารด้านยาว

ความเร็วลมภายนอก	=	2 m / s
ทิศทางลม	=	S
ค่าเฉลี่ยกระแสลมภายในห้อง	=	14.4/16
	=	0.9 m / s
สัดส่วนของกระแสลมที่พัดเข้าห้อง	=	0.9 / 2 x100
	=	45 %

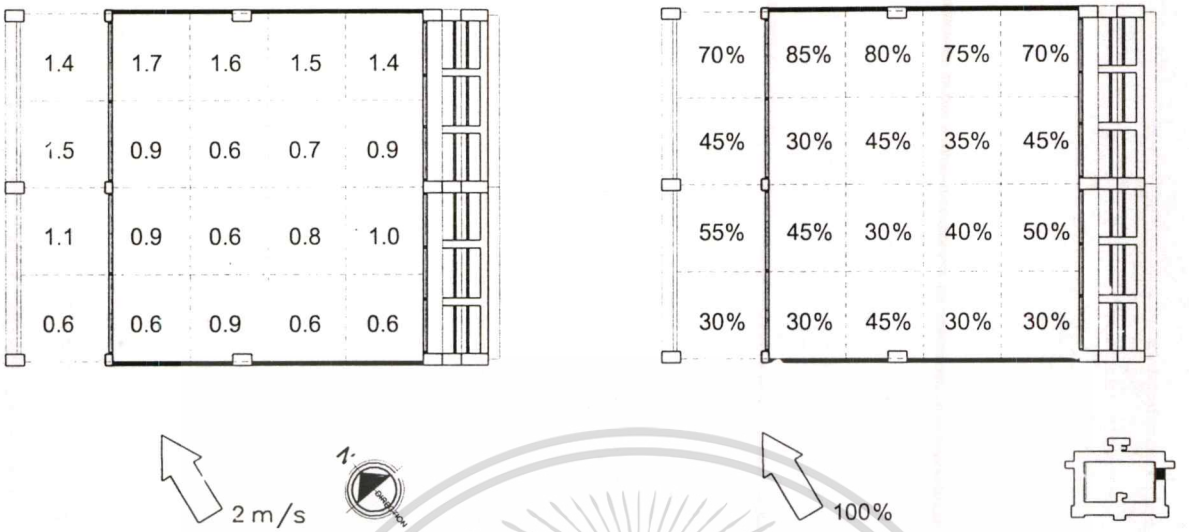


ภาพที่5.4 แสดงค่าความเร็วลมภายในห้อง และอัตราส่วนของกระแสลมภายในห้องของอาคารด้านยาว (NE)

ผลการตรวจสอบอาคารด้านแคบ

ความเร็วลมภายนอก	=	2 m / s
ทิศทางลม	=	S
ค่าเฉลี่ยกระแสลมภายในห้อง	=	19.9/16
	=	1.24 m / s
สัดส่วนของกระแสลมที่พัดเข้าห้อง	=	1.24 / 2 x100
	=	62 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่5.5 แสดงค่าความเร็วลมภายในห้อง และอัตราส่วนของกระแสลมภายในห้องของอาคารด้านแคบ (SE)

คำนวณหาค่าความเร็วลมที่ปะทะตามตำแหน่งต่างๆภายนอกอาคาร จากสมการ Power Law

$$V_z = V_G (Z / Z_G)^{\alpha}$$

V_z = ความเร็วลมตามระดับความสูงที่ต้องการทราบ (กม./ชม.)

V_G = ความเร็วลมที่ระดับที่อ้างอิง (กม./ชม.)

Z = ความสูงของจุดที่ต้องการทราบความเร็วลม (ม.)

Z_G = ความสูงของความเร็วลมระดับ (ม.)

α = ดัชนีค่าแรงเสียดทานของพื้นผิว

หาความเร็วลมปะทะหน้าต่าง บริเวณชั้น1

เมื่อ V_G = 0.3 knots หรือ 0.15 m/s หรือ0.56 กม./ชม ที่ระดับความสูง 18.76 ม.จากระดับพื้น ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความเร็วลม ตลอดทั้งปี จากค่าสถิติ 10 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z = ระดับความสูงอาคารในชั้นนั้นๆ + ความสูงที่ต้องการให้ลมผ่าน

= 0.80 + 0.75 = 1.55 m

V_z = $0.56 \times (1.55/18.76)^{0.16}$

= 0.38 km / h

= 0.022 m / s

หาความเร็วลมปะทะหน้าต่าง บริเวณชั้น2

Z = 4.40 + 0.75 = 5.15 m

V_z = $0.56 \times (5.15/18.76)^{0.16}$

= 0.46 km / h

= 0.027 m / s

หาความเร็วลมปะทะหน้าต่าง บริเวณชั้น3

Z = 8 + 0.75 = 8.75 m

V_z = $0.56 \times (8.75/18.76)^{0.16}$

= 0.49 km / h

= 0.029 m / s

หาความเร็วลมปะทะหน้าต่าง บริเวณชั้น4

Z = 11.6 + 0.75 = 12.35 m

V_z = $0.56 \times (12.35/18.76)^{0.16}$

= 0.52 km / h

= 0.031 m / s

หาความเร็วลมปะทะหน้าต่าง บริเวณชั้น5

Z = 15.2 + 0.75 = 15.95 m

V_z = $0.56 \times (15.95/18.76)^{0.16}$

= 0.55 km / h

= 0.033 m / s

หาความเร็วลมปะทะหน้าต่าง บริเวณชั้น6

Z = 18.8 + 0.75 = 19.55 m

V_z = $0.56 \times (19.55/18.76)^{0.16}$

= 0.56 km / h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \quad 0.034 \text{ m / s}$$

หาความเร็วลมปะทะหน้าต่าง บริเวณชั้น7

$$Z = 18.8 + 0.75 = 22.4 \text{ m}$$

$$V_z = 0.56 \times (22.4/18.76)^{0.16}$$

$$= 0.58 \text{ km / h}$$

$$= 0.035 \text{ m / s}$$

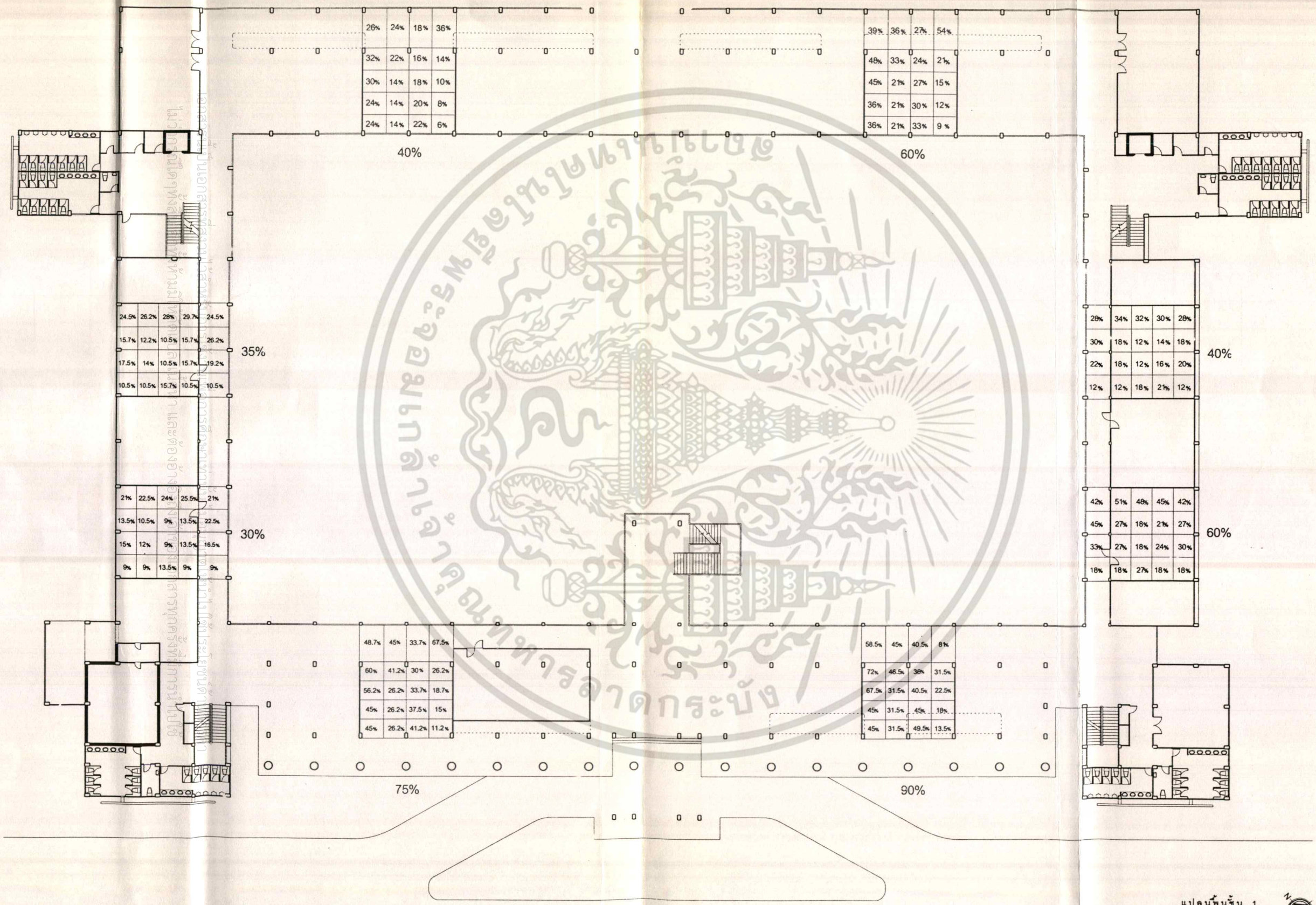
เมื่อใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยความเร็วลมทุกเดือน ในรอบ10ปีเข้าแทนค่า พบว่าลมที่พัดผ่านเข้าสู่ภายในห้องยังมีความเร็วต่ำ จนแทบไม่รู้สึกว่ามีกระแสลมพัดผ่าน ดังนั้นการระบายอากาศตามธรรมชาติในเขตจังหวัดน่านจึงไม่เพียงพอที่จะสร้างภาวะสบาย ในช่วงเวลาใช้งานตลอดทั้งปีได้ ดังนั้นจึงต้องแก้ปัญหาด้วยการนำระบบเครื่องกล(Mechanical Cooling Design)เข้ามาเสริมโดยมีข้อพิจารณาดังนี้

ตารางที่5.1 การวิเคราะห์เลือกใช้ระบบเครื่องกลเพื่อเสริมภาวะน่าสบายภายในห้อง

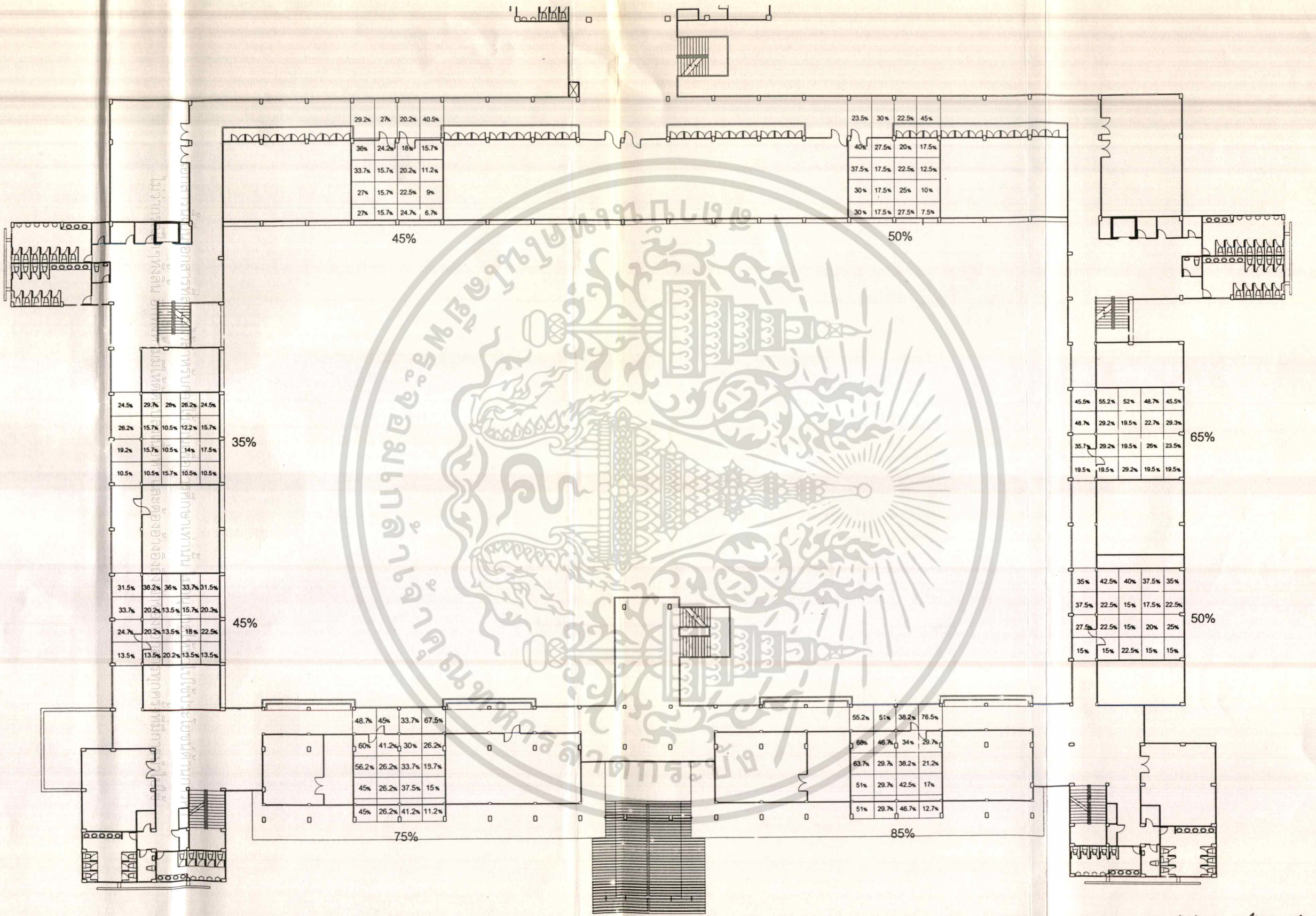
	เครื่องปรับอากาศ (Air Condition)	พัดลมติดเพดาน (Ciling Fan)	พัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan)
ข้อดี	- สามารถควบคุมอุณหภูมิ, ความชื้นให้อยู่ภายใต้ภาวะสบายได้ตลอดเวลา	-ราคาถูก -บริโภคพลังงานไฟฟ้าน้อย	-ราคาถูก -บริโภคพลังงานไฟฟ้าน้อย -ช่วยค่อยๆปรับสภาพอากาศทำให้ร่างกายปรับสมดุลอย่างค่อยเป็นค่อยไป
ข้อด้อย	-ราคาแพง -บริโภคพลังงานไฟฟ้ามาก -ความร้อนจาก Compresser ทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกร้อนขึ้น	-รบกวนการทำงาน อาจทำให้เอกสารปลิว	-ทำให้เสียพื้นที่ช่องเปิดเหนือหน้าต่าง และอาจส่งผลต่อความงามของอาคาร

จากตารางที่5.1 จึงเลือกใช้พัดลมดูดอากาศเพื่อเสริมภาวะน่าสบายภายในห้อง โดยใช้พัดลมดูดอากาศขนาด 8 " 30วัตต์/เครื่อง ติดตั้งบริเวณช่องแสงเหนือหน้าต่าง จะช่วยพัดพา Heat Gainที่สะสมอยู่ภายในห้องออกไปภายนอกและนำ Fresh Air ที่อยู่ในด้านตรงข้ามเข้ามาแทนที่ หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศควรปิดหน้าต่างชุดที่อยู่ด้านเดียวกับพัดลมดูดอากาศ

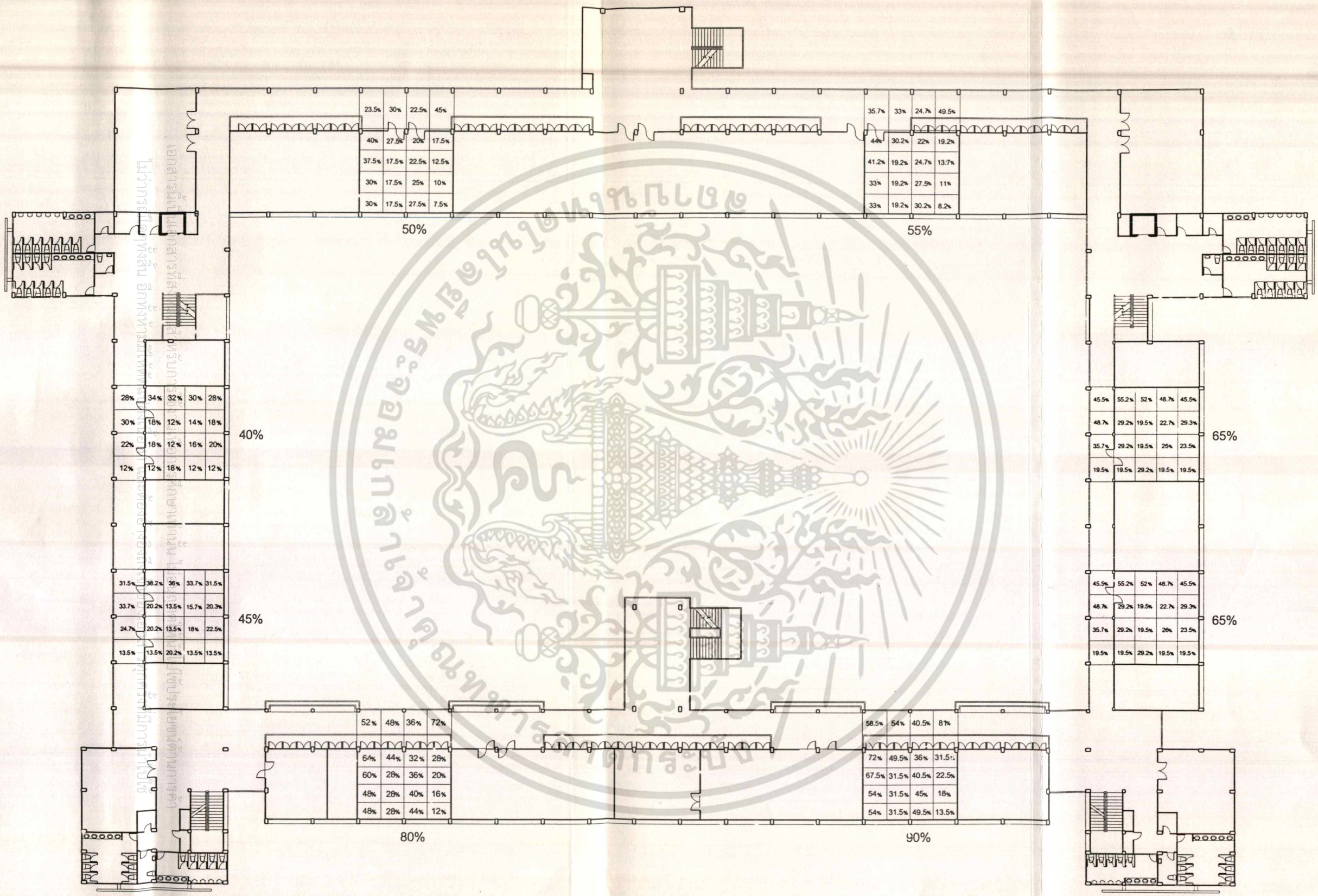
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



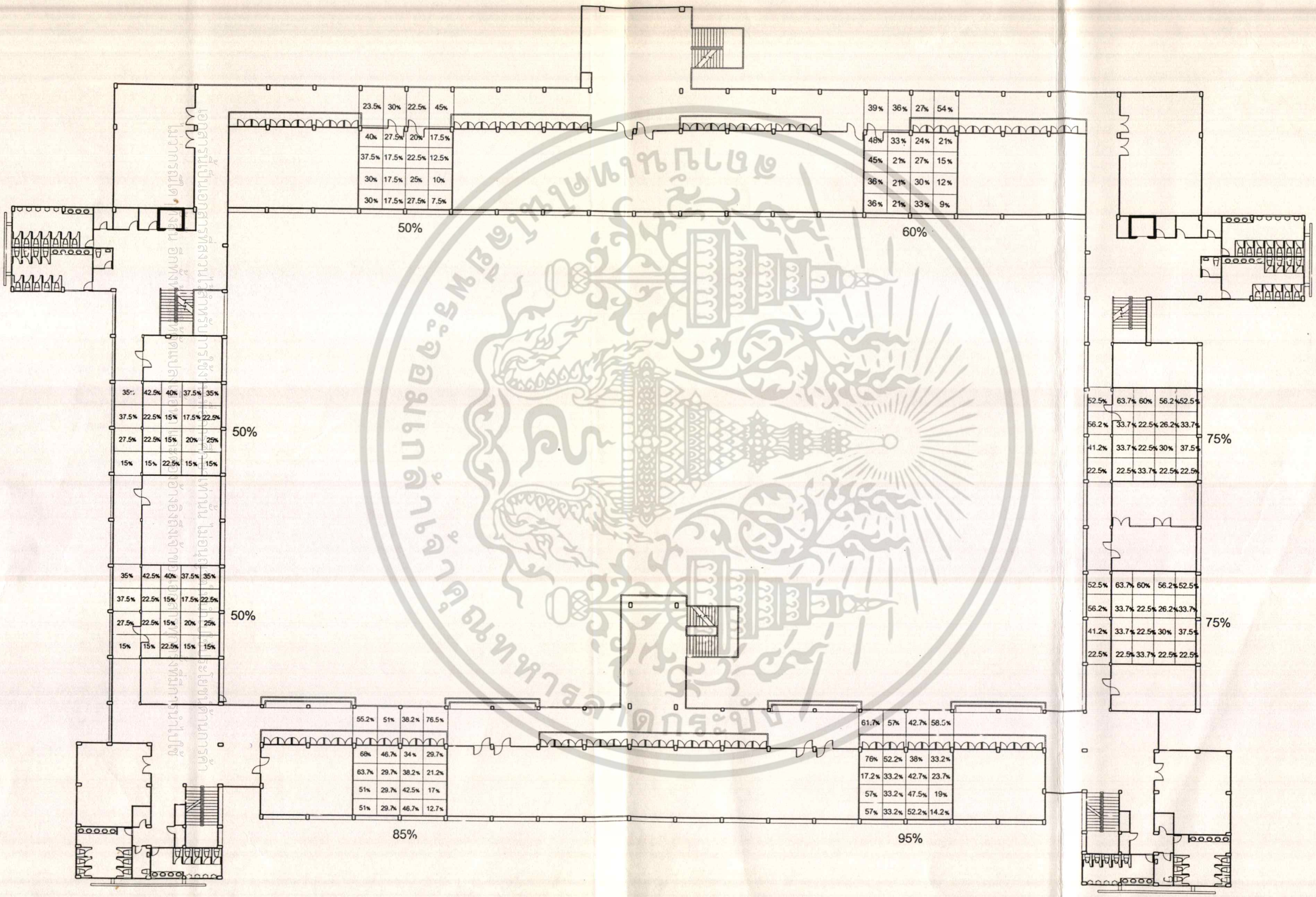
ภาพที่5.6 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนค่าความเร็วลมภายในอาคารบริเวณชั้นล่าง ต่อความเร็วลมภายนอก



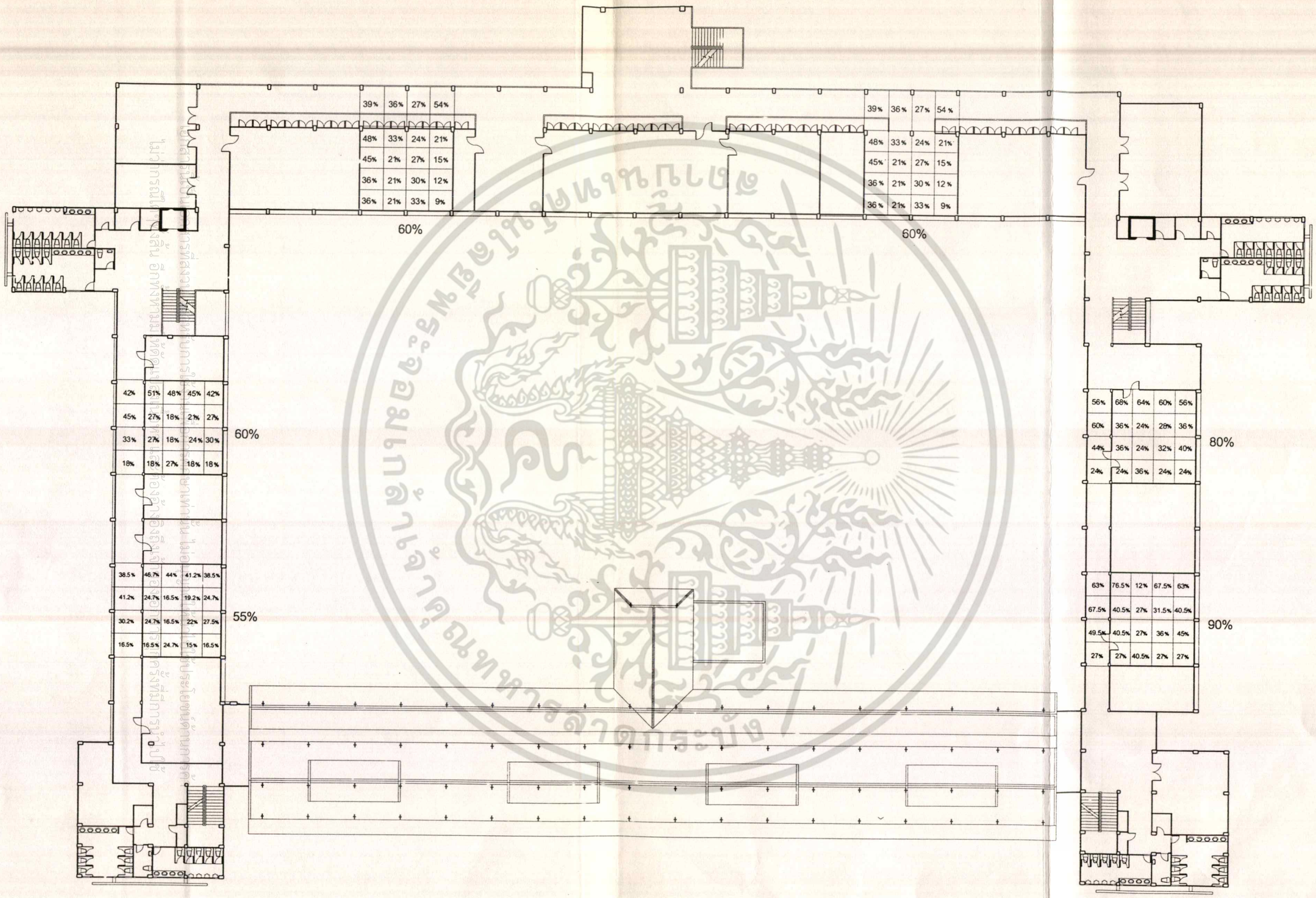
ภาพที่5.7 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนค่าความเร็วลมภายในอาคารบริเวณ2 ต่อความเร็วลมภายนอก



ภาพที่5.8 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนค่าความเร็วลมภายในอาคารบริเวณชั้น3 ต่อความเร็วลมภายนอก

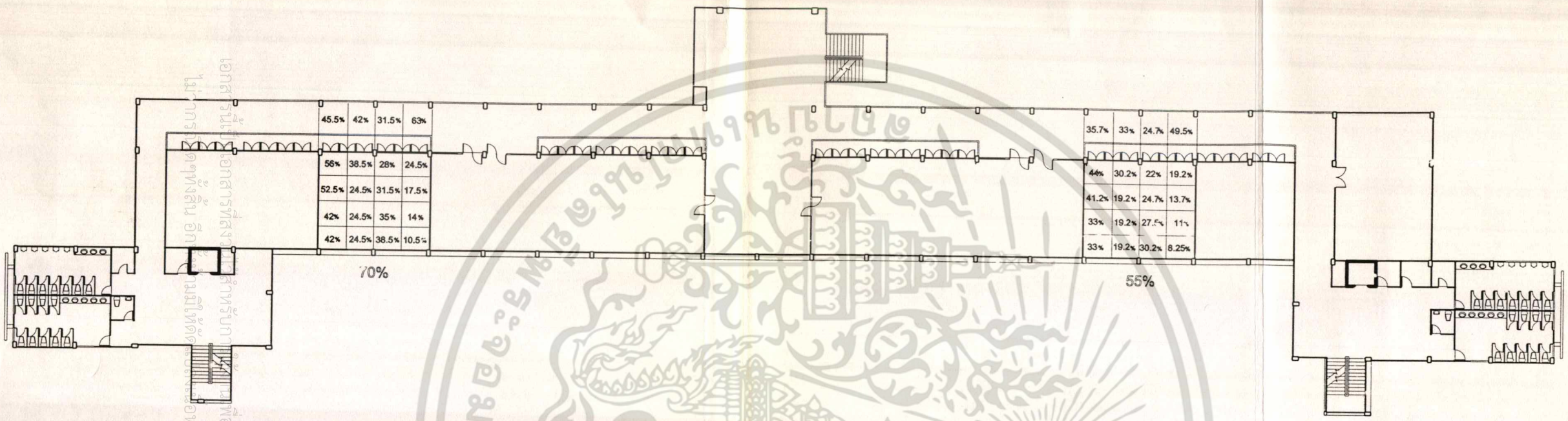


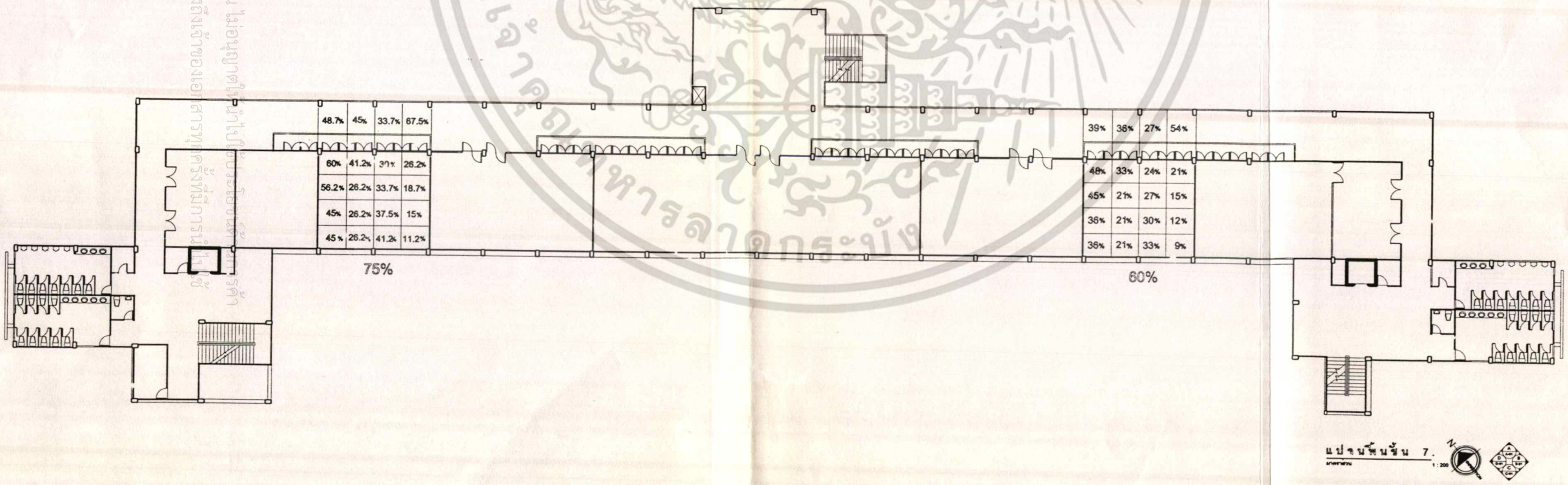
ภาพที่5.9 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนค่าความเร็วลมภายในอาคารบริเวณชั้น4 ต่อความเร็วลมภายนอก



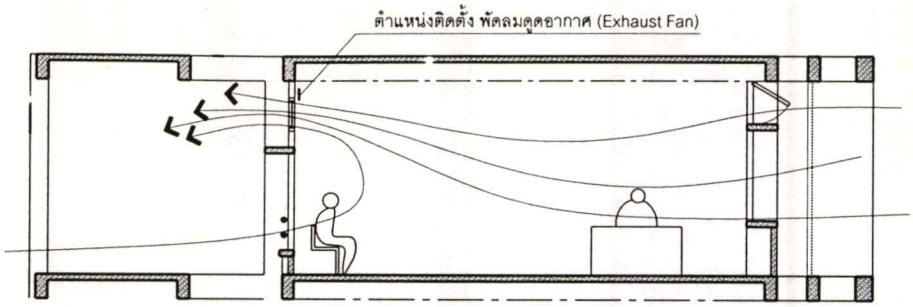
ภาพที่5.10 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนค่าความเร็วลมภายในอาคารบริเวณชั้น5 ต่อความเร็วลมภายนอ

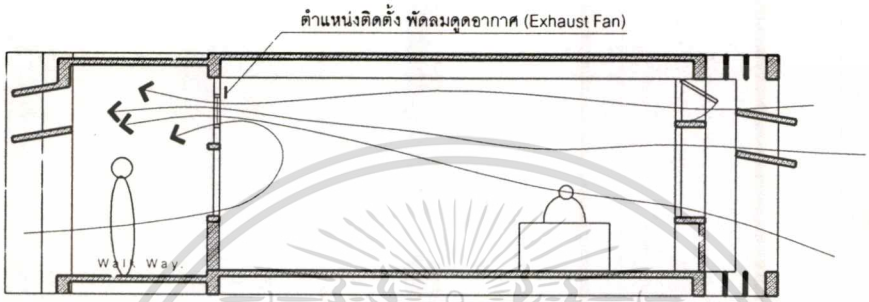
แปลนพื้นชั้น 5.
1 : 200





ภาพที่5.11 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนค่าความเร็วลมภายในอาคารบริเวณชั้น6-7 ต่อความเร็วลมภายนอก





ภาพที่5.12 แสดงตำแหน่งพัดลมดูดอากาศภายในห้อง

สามารถคำนวณการใช้พัดลมดูดอากาศ ต่อพื้นที่ 2 ช่วงเสา 72 ตร.ม.(8.00 x 9.00 ม.) ได้ดังนี้

อัตราการระบายอากาศ / คน = 15 cfm

หาจำนวนคนเฉลี่ยต่อพื้นที่ห้อง

ขนาดพื้นที่ห้องทำงาน = 6,305 ตร.ม.

จำนวนผู้ใช้ประจำ = 1,193 คน

ผู้มาติดต่อคิดเป็น 40% ของผู้ใช้ประจำ = 477 คน

จึงมีจำนวนคน / พื้นที่ = 1,670 / 6,305 = 0.265 / ตร.ม.

เมื่อคิดจากขนาดพื้นที่ 72 ตร.ม. จะมีปริมาณคนในห้อง = 0.265 x 72

= 20 คน

ดังนั้นจึงต้องการการระบายอากาศ = 20 x 15 = 300 cfm

พัดลมดูดอากาศขนาด 8" มีปริมาณลม 0.29 ลบ.ม./นาที/วัตต์ หรือ 307.26 cfm/ตัว

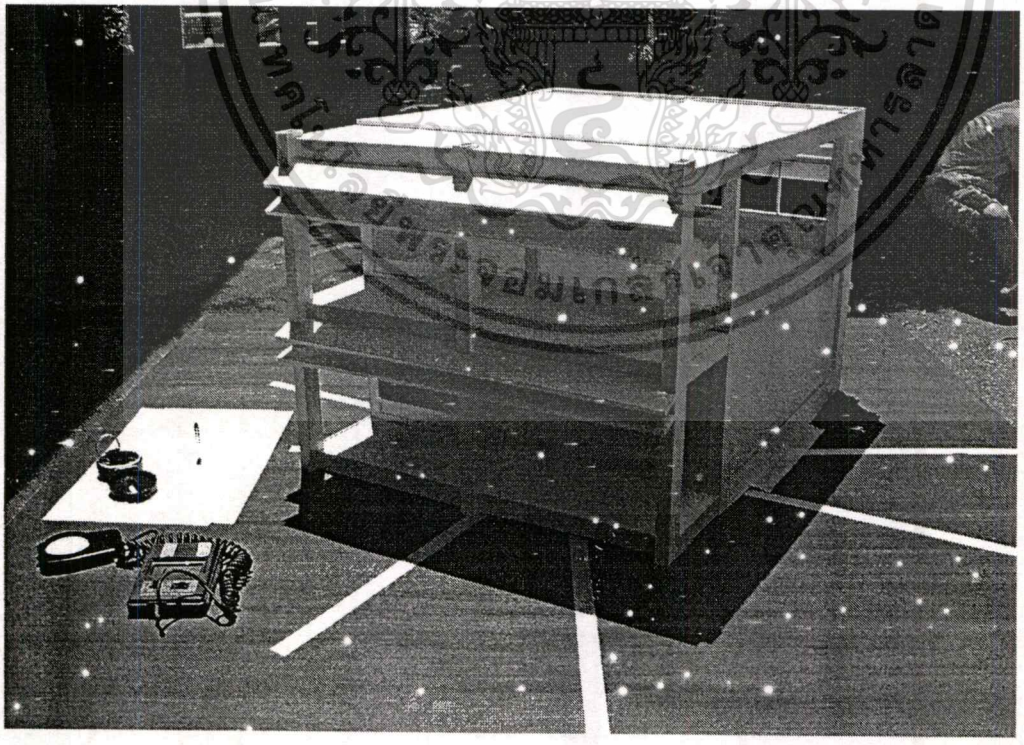
ดังนั้น จะใช้พัดลมดูดอากาศ 1 ตัว / พื้นที่ 2 ช่วงเสาหรือ 72 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในอาคาร

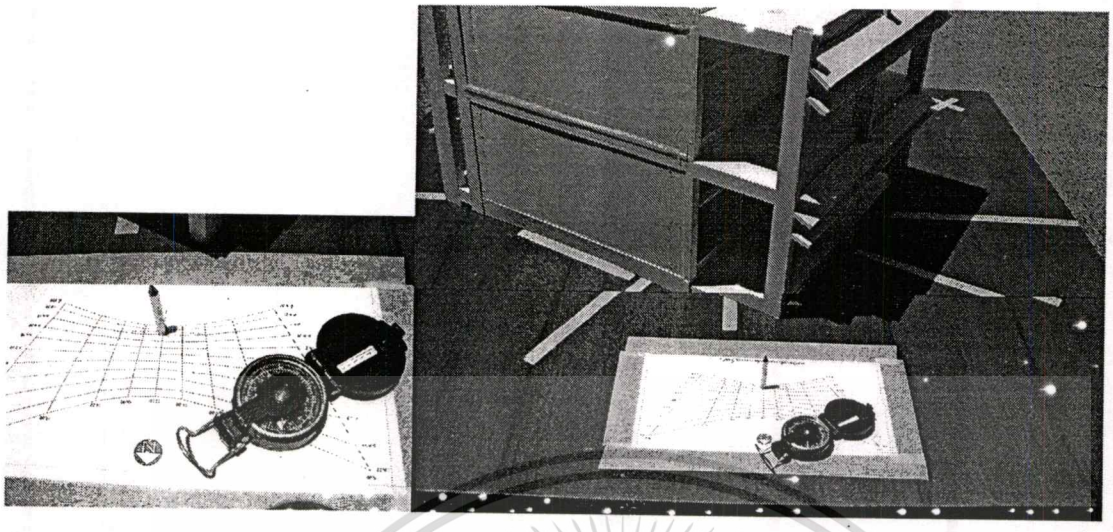
ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพแสงสว่างภายในห้องทำงานโดยตรวจสอบ กับหุ่นจำลองขนาด 1 : 20 พร้อมใช้อุปกรณ์วัดแสง Lux Meter วัดระดับแสงสว่างภายในห้องที่ระดับ Working Plane โดยใช้วิธี Grid Method มีรายละเอียดดังนี้

1. ทำการตรวจสอบ วันที่ 20 พฤษภาคม 2545 เวลา 11.30 น.ณ.คณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ สภาพท้องฟ้ามีเมฆกระจาย แดดแรง
2. วางหุ่นจำลองให้ช่องเปิดหลักหันไปในทิศทางเดียวกันกับที่กำหนดไว้ในแบบ
3. ทำการบันทึกค่าแสงสว่างภายในห้องที่ระดับระดับ Working Plane ที่ 0.75 เมตร โดยใช้วิธี Grid Method กระจายทั่วทั้งห้อง ทำการวัดค่าสภาพแสงจากภายนอกก่อนทำการวัดค่าแสงภายในห้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับแก้
4. นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า Day light Factor (DF) จะทำให้ทราบระดับความสว่างภายในห้อง จากนั้นนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับมาตรฐานความสว่าง IES สำหรับอาคารสำนักงาน



ภาพที่5.13 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

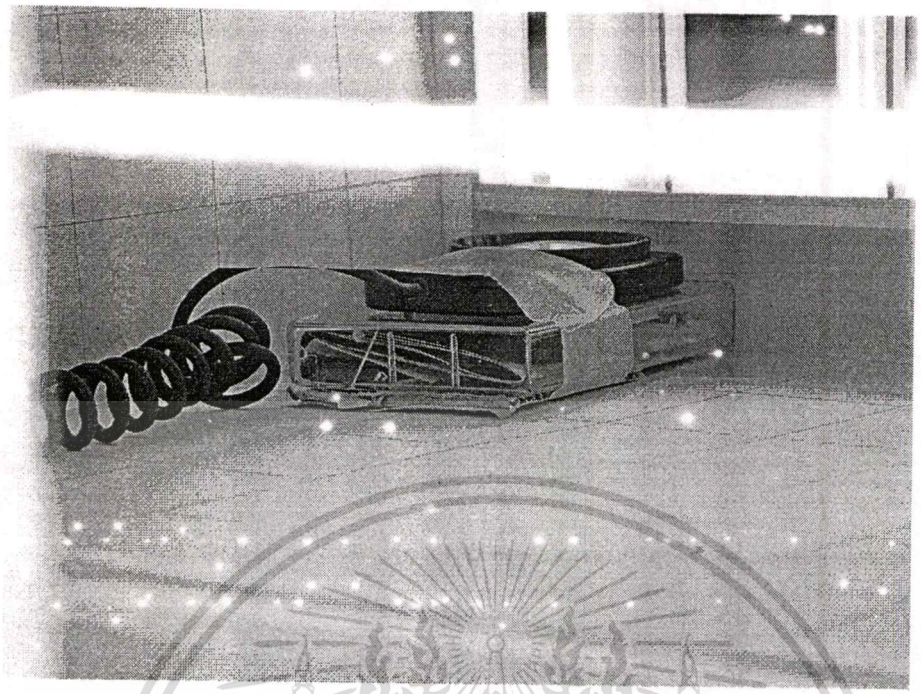
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



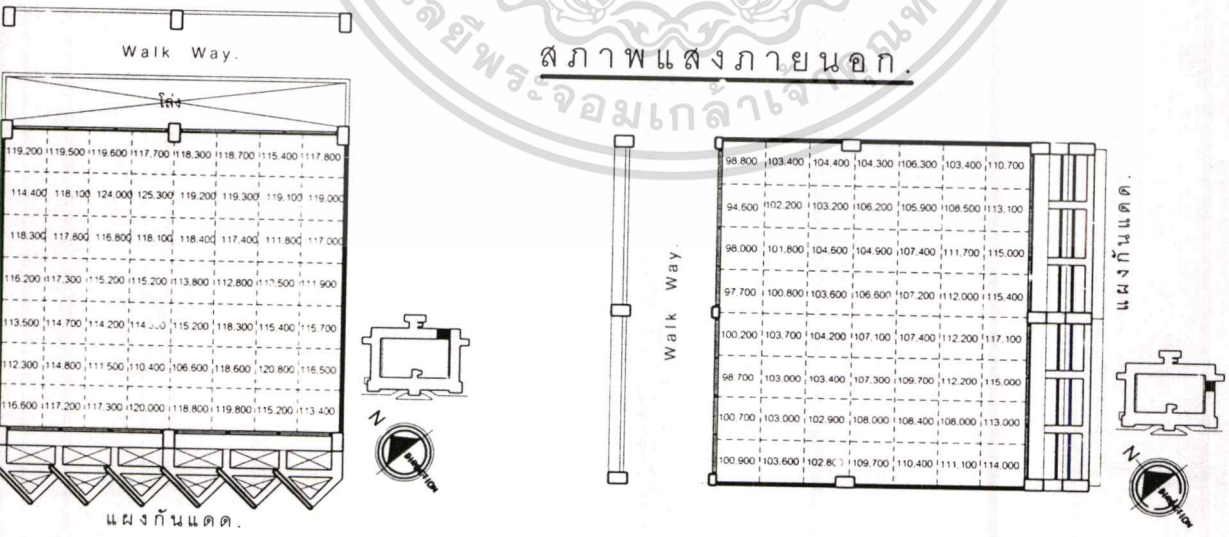
ภาพที่5.14 แสดงการตรวจสอบการวางทิศทางของช่องเปิด ให้ตรงกับที่กำหนดไว้ในแบบ

ภาพที่5.15 แสดงความสูงของระดับที่ใช้วัด คือ 0.75 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



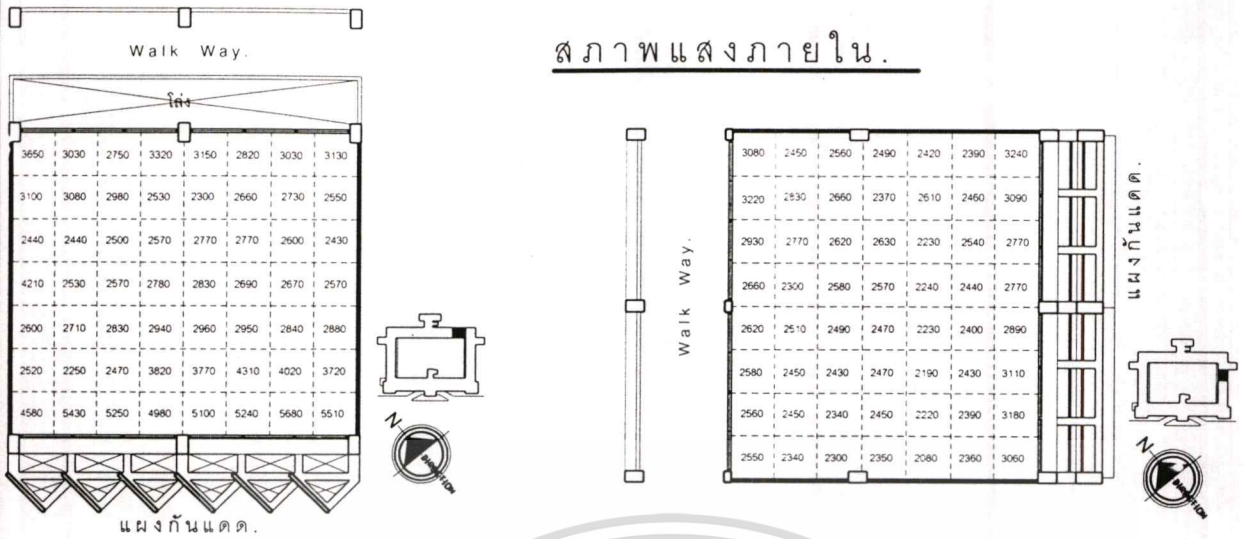
ภาพที่5.16 แสดงการตรวจสอบภายในแบบจำลอง



ภาพที่5.17 แสดงค่าแสงสว่างภายนอกของอาคารทั้ง 2 ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแสงภายใน.



ภาพที่5.18 แสดงค่าแสงสว่างภายในอาคารทั้ง 2 ด้าน

ปรับแก้โดยกำหนดให้แสงสว่างจากภายนอกมีค่าเท่ากัน คือค่าเฉลี่ย

Mean = ผลรวมของค่าความสว่างทั้งห้อง / จำนวนช่อง

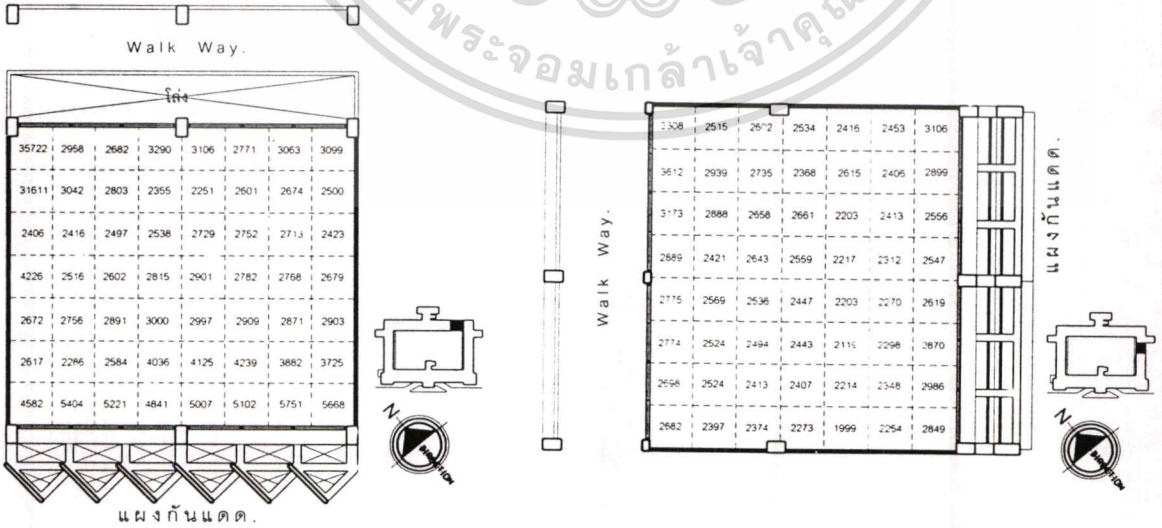
อาคารด้านยาวจะมีค่าแสงภายนอก = 6,532,100 / 56

= 116,644 lux

อาคารด้านสั้นจะมีค่าแสงภายนอก = 5,942,900 / 56

= 106,123 lux

จากนั้นนำค่าเฉลี่ยแสงจากภายนอกที่ได้มาปรับแก้จะได้ค่าแสงภายในห้องดังนี้



ภาพที่5.19 แสดงค่าแสงสว่างภายในอาคารทั้ง 2 ด้าน เมื่อปรับแก้ค่าแสงจากภายนอกแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาค่า Daylighting Factor ภายในห้องด้วยสมการ

$$DF. = \frac{\text{Interior Illumination} \times 100}{\text{Exterior Illumination}}$$

Dirt Factor = 0.8 – 0.9

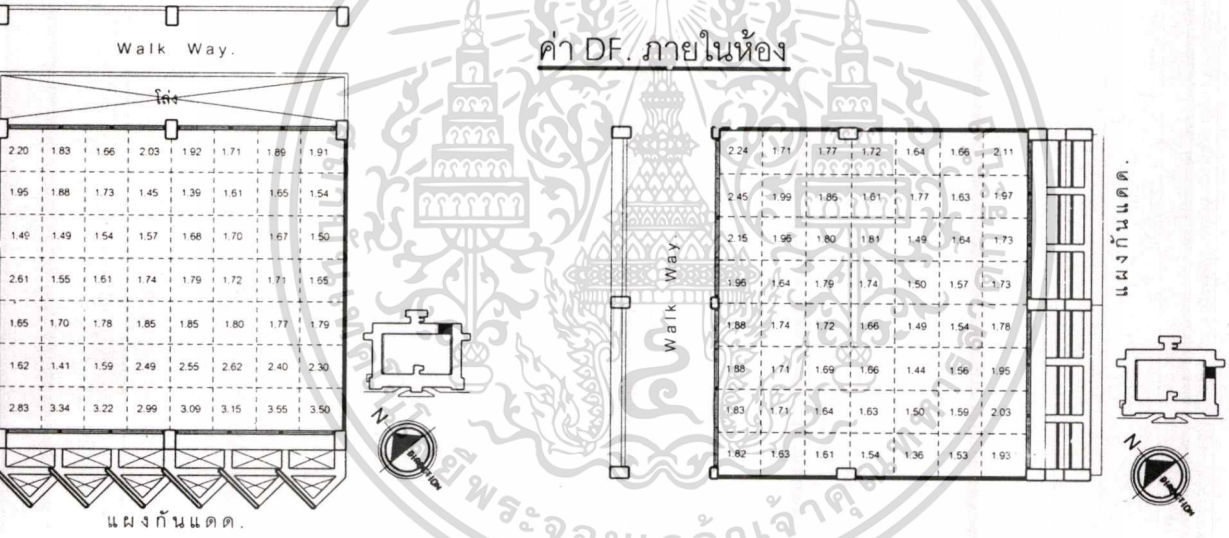
Daylight Transmission for Clear Glass = 90% (0.9)

ดังนั้นแทนค่า DF.อาคารด้านยาว

$$DF. = \frac{\text{Interior Illumination(จากภาพที่5.21)} \times 0.8 \times 0.9 \times 100}{116{,}644}$$

ดังนั้นแทนค่า DF.อาคารด้านสั้น

$$DF. = \frac{\text{Interior Illumination(จากภาพที่5.21)} \times 0.8 \times 0.9 \times 100}{106{,}123}$$



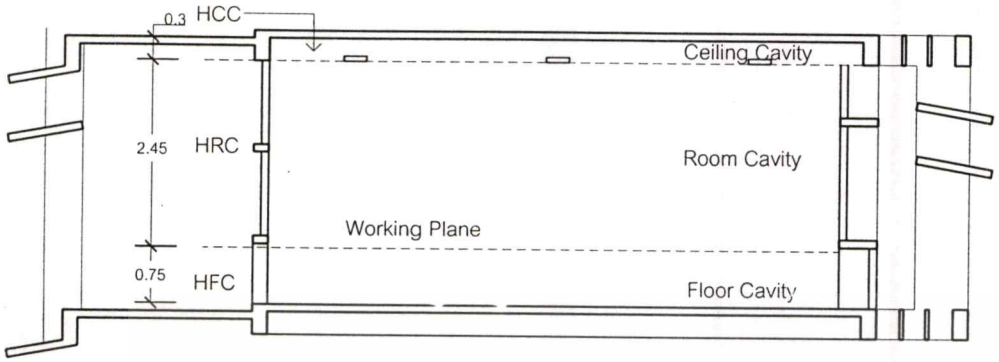
ภาพที่5.20 แสดงค่า DF.ภายในอาคารทั้ง 2 ด้าน

ค่า DF.ภายในอาคารทั้ง 2 ด้าน มีค่าเกินกว่าค่าความสว่างที่แนะนำสำหรับอาคารสำนักงานอยู่มาก ดังนั้นแสดงว่าระดับแสงสว่างเพียงพอแก่การใช้งานโดยไม่มีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างช่วย แต่ผลที่ได้เกิดจากการตรวจสอบ ณ.ช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น

จากการตรวจสอบด้วยแบบจำลองพบว่า ในวันที่มีแสงแดดจ้า หรือในเวลากลางวัน แสงสว่างภายในห้องมีประสิทธิภาพดี สามารถให้ความสว่างได้มากกว่าที่กำหนดไว้ คือเกินกว่า 500 Luxซึ่งแสงที่ให้ความสว่างภายในห้องเกิดจากแสงสะท้อน(Indirect Light)ทำให้ไม่ต้องใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง แต่เนื่องจากมีบางเวลาที่ปริมาณแสงจากภายนอกมีปริมาณต่ำเช่น ช่วงที่ท้องฟ้ามืดครึ้ม หรือมีการทำงานในช่วงเวลากลางคืน ทำให้ต้องมีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สว่าง(Artificial Lighting)ภายในอาคาร โดยใช้วิธี Zonal Cavity Method ในการออกแบบ และต้องทำการออกแบบFull Load ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่5.21 แสดงสัดส่วนห้องและตำแหน่งของค่าต่างๆ

ขนาดห้อง 2 ช่วงเสา 8.00x9.00x3.50 = 72 ตร.ม.

ความสูงของพื้นงาน = 0.75 ม.

ค่าสะท้อนแสงของเพดาน (p_c) = 80 %

ค่าสะท้อนแสงของตัวห้อง (p_w) = 50 %

ค่าสะท้อนแสงของตัวห้อง (p_f) = 30 %

ส่วนโพรงเพดาน (H_{cc}) = 0.30 ม.

ส่วนตัวห้อง (H_{rc}) = 2.45 ม.

ส่วนใต้พื้นงาน (H_{fc}) = 0.75 ม.

<u>ขั้นตอนที่1</u>

หาอัตราส่วนโพรงเพดาน CCR

*กรณีที่ดวงโคมฝังไว้ในเพดานค่า CCR จะมีค่า = 0

หาอัตราส่วนตัวห้อง RCR

$$\frac{5\,H_{cc}(W+L)}{W \times L} = \frac{5 \times 2.45\,(8+9)}{8 \times 9} = 2.89$$

หาอัตราส่วนใต้พื้นงาน FCR

*กรณีที่ค่า CCR จะมีค่าเป็น 0 ทำให้ค่า FCR มีค่า = 0

<u>ขั้นตอนที่2</u>

หาประสิทธิภาพการสะท้อนแสงส่วนโพรงเพดาน

CCR = 0 ,p_c = 80% ,p_w = 50% ฉะนั้น PCC = 0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาประสิทธิภาพการสะท้อนแสงใต้พื้นงาน

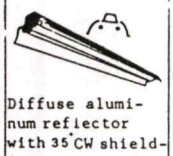
CCR = 0 ,p_c = 30% ,p_w = 50% ฉะนั้น PFC = 0 %

ขั้นตอนที่3

หาประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโคม (CU)

RCR = 2.89 ,PCC = 0% ,p_w = 50%

ตารางที่5.2 แสดงชนิดของโคมที่เลือกใช้และค่า Coefficient of Ultralizations

Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens		ρ_{CC} →	80			70			50			30			10			0	WDRC
			ρ_W →	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0	
	Maint. Cat.	SC	RCR ↓	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ_{FC} = 20)																
26  Diffuse aluminum reflector with 35°CW shielding	II	1.5/1.3	0	.95	.95	.95	.91	.91	.91	.83	.83	.83	.76	.76	.76	.69	.69	.69	.66	-
			1	.85	.82	.80	.82	.79	.77	.75	.73	.72	.69	.68	.66	.64	.63	.62	.59	.180
			2	.76	.72	.68	.74	.70	.66	.68	.65	.62	.63	.61	.58	.58	.56	.55	.52	.174
			3	.69	.63	.59	.66	.61	.57	.62	.58	.54	.57	.54	.51	.53	.51	.48	.46	.166
			4	.62	.56	.51	.60	.54	.50	.56	.51	.47	.52	.48	.45	.48	.45	.43	.41	.159
			5	.55	.49	.44	.53	.48	.43	.50	.45	.41	.47	.43	.39	.44	.40	.38	.36	.153
			6	.50	.43	.39	.48	.42	.38	.45	.40	.36	.42	.38	.35	.40	.36	.33	.31	.145
			7	.45	.38	.34	.43	.37	.33	.41	.36	.32	.38	.34	.30	.36	.32	.29	.27	.138
			8	.40	.34	.29	.39	.33	.29	.37	.31	.28	.34	.30	.26	.32	.28	.25	.24	.133
			9	.36	.30	.25	.35	.29	.25	.33	.28	.24	.31	.26	.23	.29	.25	.22	.20	.127
			10	.33	.26	.22	.32	.26	.22	.30	.25	.21	.28	.23	.20	.26	.22	.19	.18	.121

CU = 0.46

ขั้นตอนที่4

หาจำนวนหลอดไฟฟ้า หาได้จากสูตร

$$N = \frac{E \times A}{(\text{จำนวนหลอด/โคม}) \times \text{Lumen} \times CU \times LLD}$$

เมื่อ N = จำนวนโคม

E = ปริมาณแสงสว่างที่ต้องการ (lux)

A = พื้นที่ที่ต้องการแสงสว่าง (ตร.ม.)

CU = สัมประสิทธิการใช้ประโยชน์ของดวงโคม

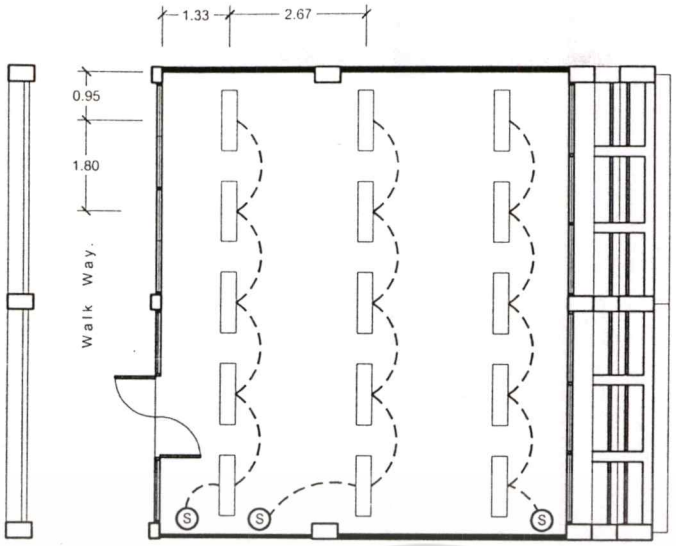
LLD = ค่าเสื่อมของหลอดไฟฟ้า

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนส์ 36 วัตต์ = 3250 lm.

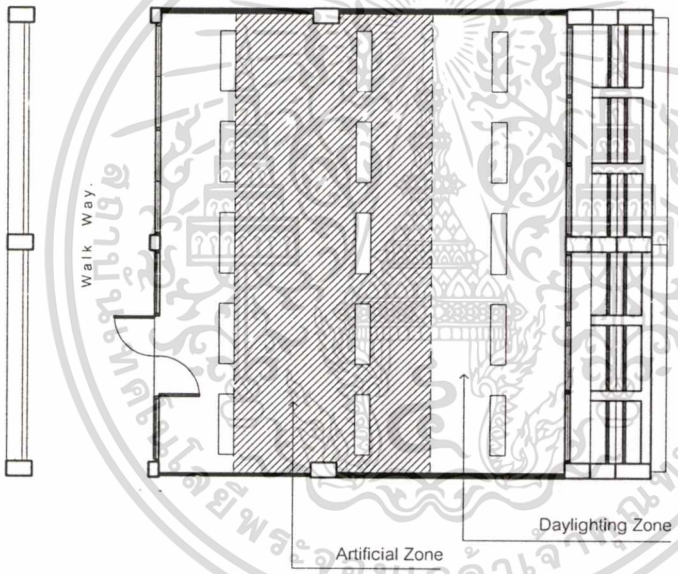
$$E = \frac{500 \times 72}{2 \times 3250 \times 0.46 \times 0.8}$$

= 15 ชุด(30หลอด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่5.22 แสดงระยะของดวงโคมและการแบ่งชุดสวิทซ์สำหรับควบคุม



ภาพที่5.23 แสดงตำแหน่ง Daylighting Zone และ Artificial Zone

ออกแบบจัดวางผังดวงโคม โดยมี Daylighting Zone อยู่บริเวณกลางห้อง โดยติดตั้งสวิทซ์ควบคุมการเปิด-ปิดชุด(Circuit)ละ 5 โคม ดังนั้นในเวลาที่สภาพท้องฟ้าหลัว เช่นช่วงเช้าในฤดูหนาว อาจเพิ่มความสว่างให้กับห้องโดยการเปิดไฟชุดกลางห้อง(Artificial Zone) แต่หากท้องฟ้ามีสภาพมืดครึ้ม มีแสงสว่างไม่เพียงพอต่อภาวะน่าสบายทางสายตาสำหรับพื้นที่ทำงาน คือน้อยกว่า 500 lux จึงเปิดไฟแสงสว่างทั้งหมด(Full Load) อนึ่ง การใช้อุปกรณ์ประกอบ เช่น บัลลาสต์ควรใช้บัลลาสต์อีเล็กโทรนิค เพื่อช่วยประหยัดพลังงานในระยะยาว ทั้งยังมีความร้อนน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

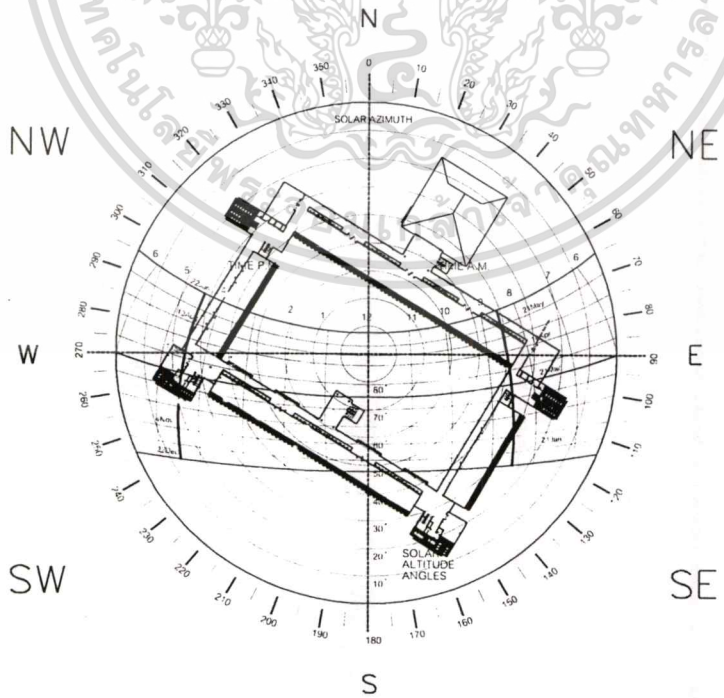
5.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพการบังแดดแผงบังแดด

ตรวจสอบผลการออกแบบแผงบังแดด ทั้ง 4 ด้านใน วัน เวลาที่ได้ออกแบบคือ 8.30 – 16.30 น. แต่เนื่องจากแผ่นนาฬิกาแดด สามารถตรวจสอบได้ตั้งแต่เวลา 8.00 – 16.00 น. ดังนั้นจึงใช้เวลา 8.30 – 16.00 น. ในการตรวจสอบ และใช้วันที่ใช้วันที่ 21 มิ.ย (Summer Solstice) ซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือมากที่สุด และวันที่ 21 ธ.ค (Winter Solstice) เป็นวันที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้มากที่สุด ในการตรวจสอบ

ทำการตรวจสอบวันที่ 21 - 22 พฤษภาคม 2545 ณ.คณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ บนโต๊ะทดสอบเงาแดดที่สร้างตามแบบ ผลงานทางวิชาการ ร.ศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ ใช้แผ่นนาฬิกาแดดที่ 18 องศาเหนือ ซึ่งเป็นละติจูดของจังหวัดน่าน

5.3.1 วิธีการตรวจสอบ

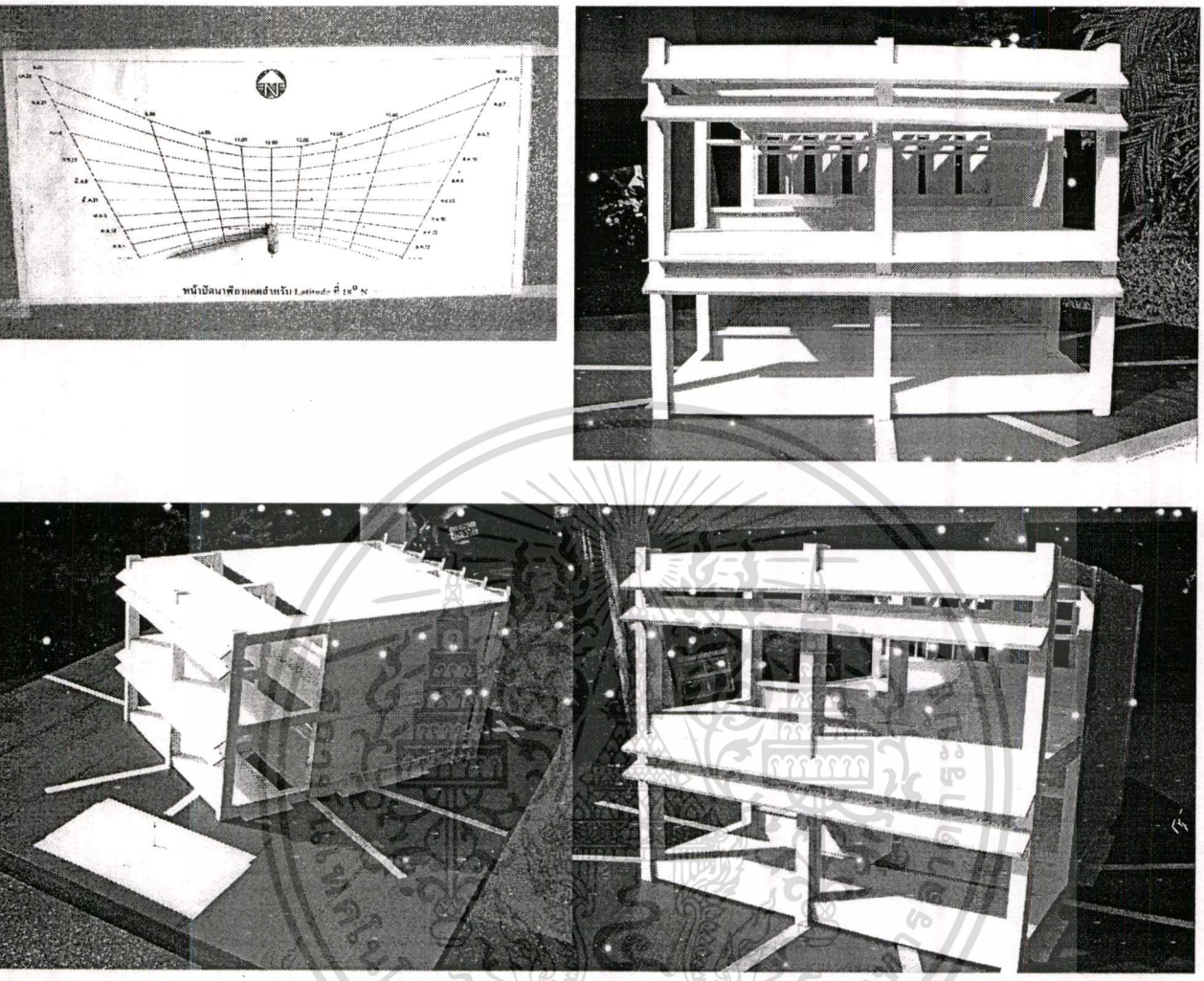
1. จัดทำหุ่นจำลองอาคาร ระยะ 2 ช่วงเสาขนาด 1: 20 จำนวน 2 ชั้น
2. ติดตั้งหุ่นจำลองในทิศทาง ที่ได้ออกแบบไว้โดยอ้างอิงกับทิศเหนือ
3. ตรวจสอบโดยปรับมุมโต๊ะหาเงาแดด ให้เงาปลายเข็มของนาฬิกาแดดตกลงในตำแหน่ง วัน และเวลาที่ต้องการตรวจสอบ



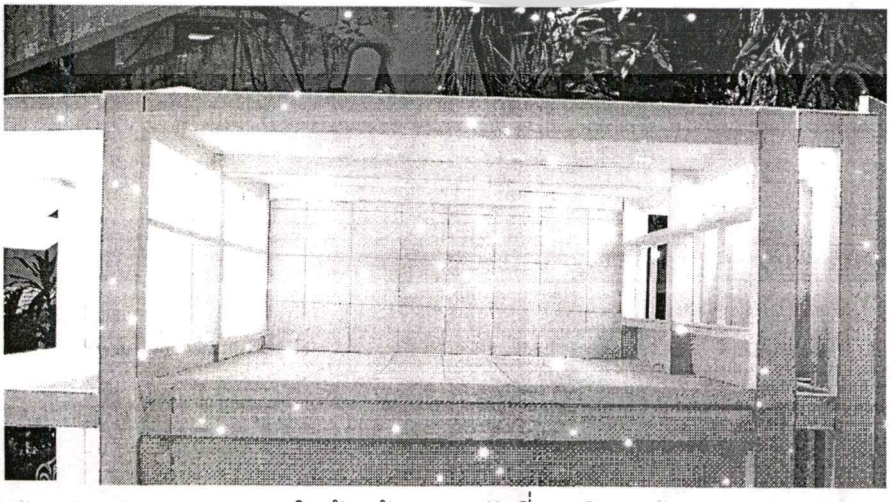
ภาพที่5.24 แสดงการวางอาคารที่สัมพันธ์กับทิศทางต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงบังแดดด้าน SE วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 8.30 น.



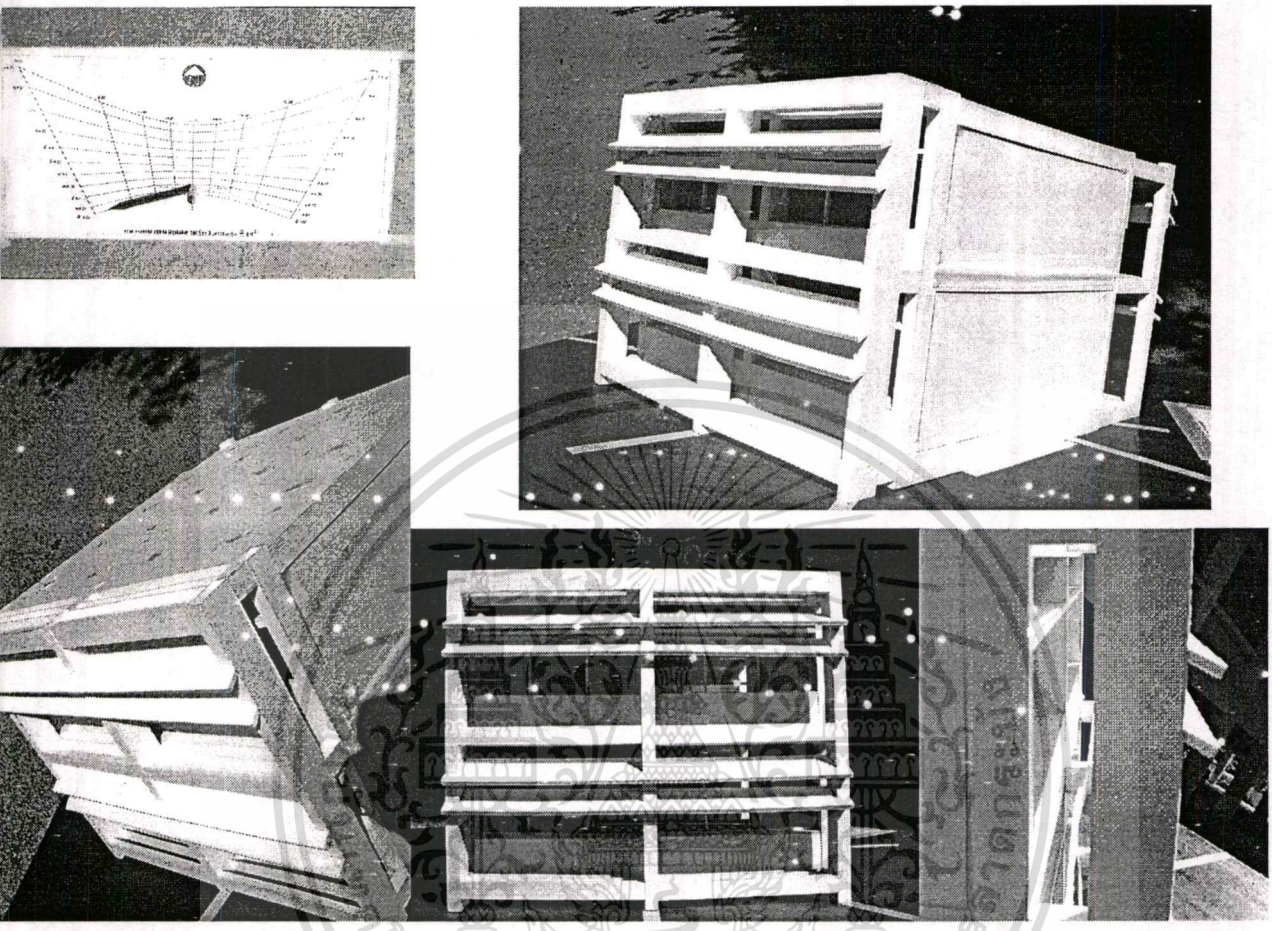
ภาพที่5.25 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SE วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 8.30 น



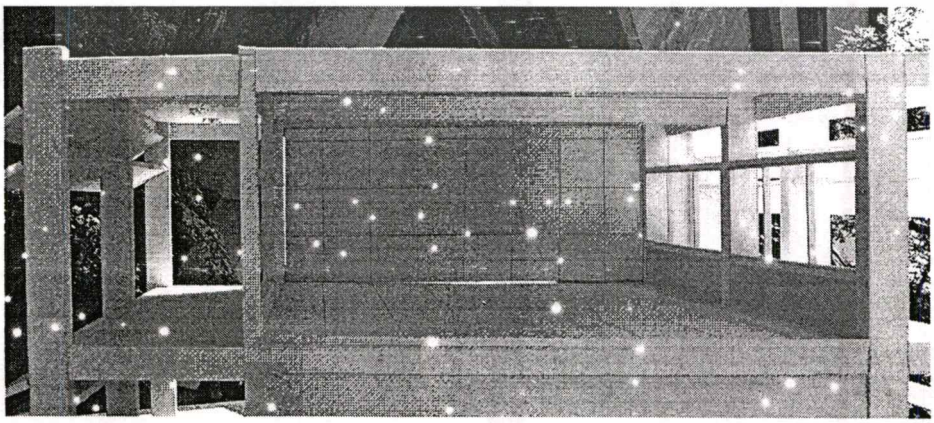
ภาพที่5.26 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SE วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 8.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงบังแดดด้าน SE วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 8.30 น.



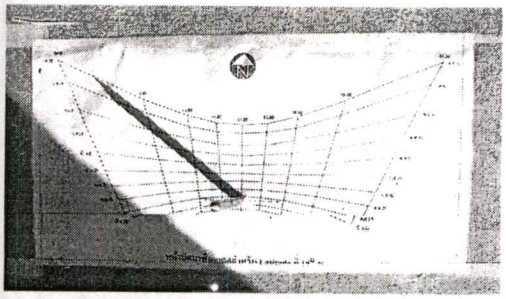
ภาพที่5.27 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SE วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 8.30 น

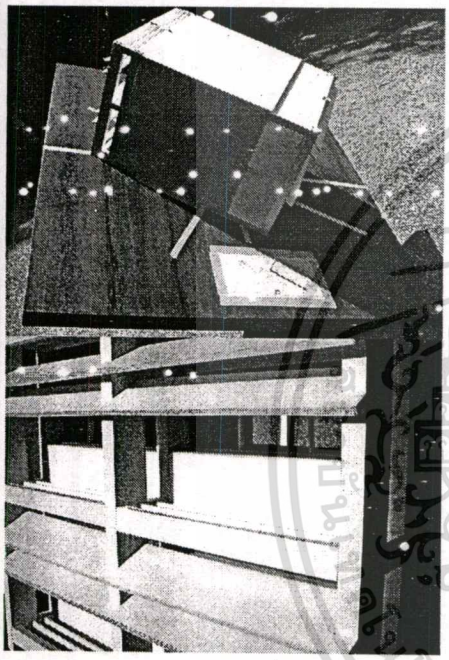


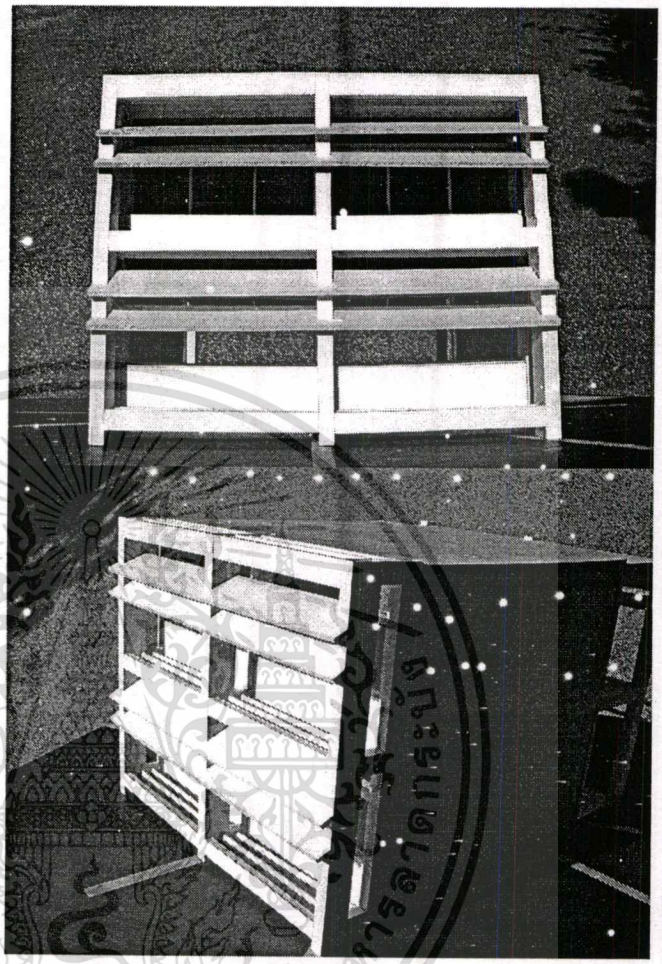
ภาพที่5.28 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SE วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 8.30 น.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

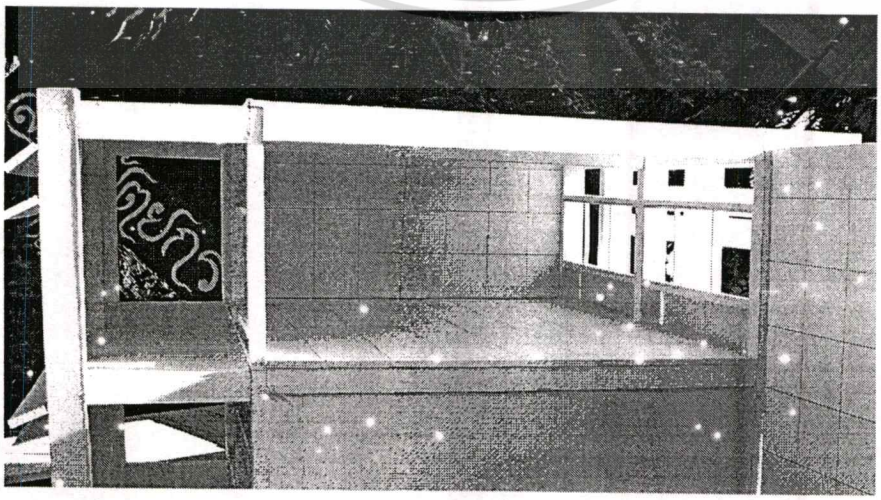
แผงบังแดดด้าน SE วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 8.30 น.







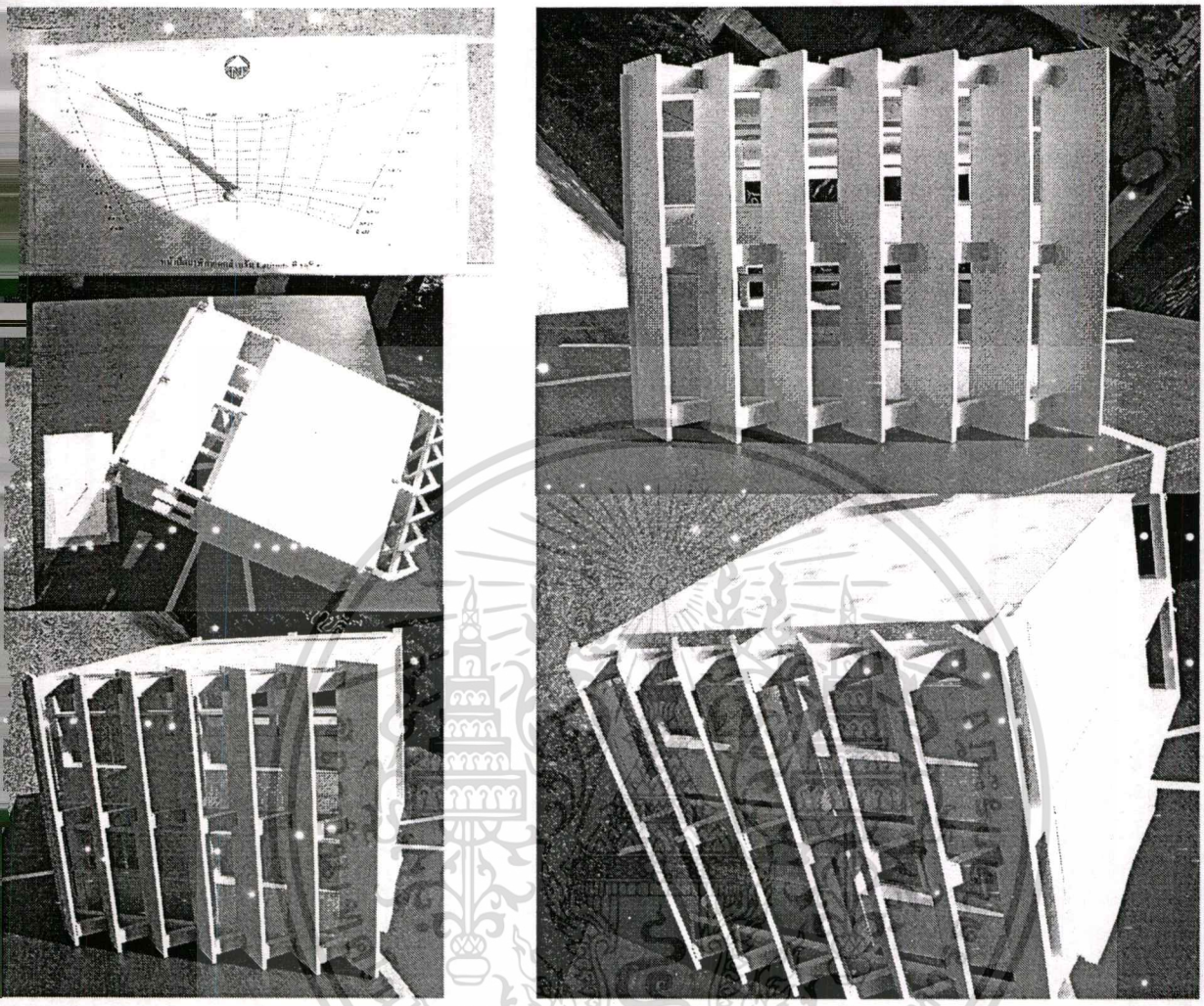
ภาพที่5.29 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SE วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 8.30 น



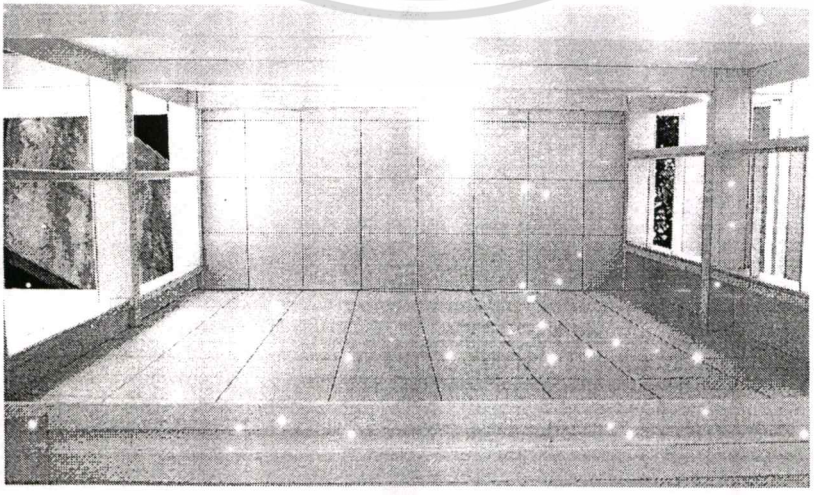
ภาพที่5.30 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SE วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 8.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงบังแดดด้าน SW วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 8.30 น.



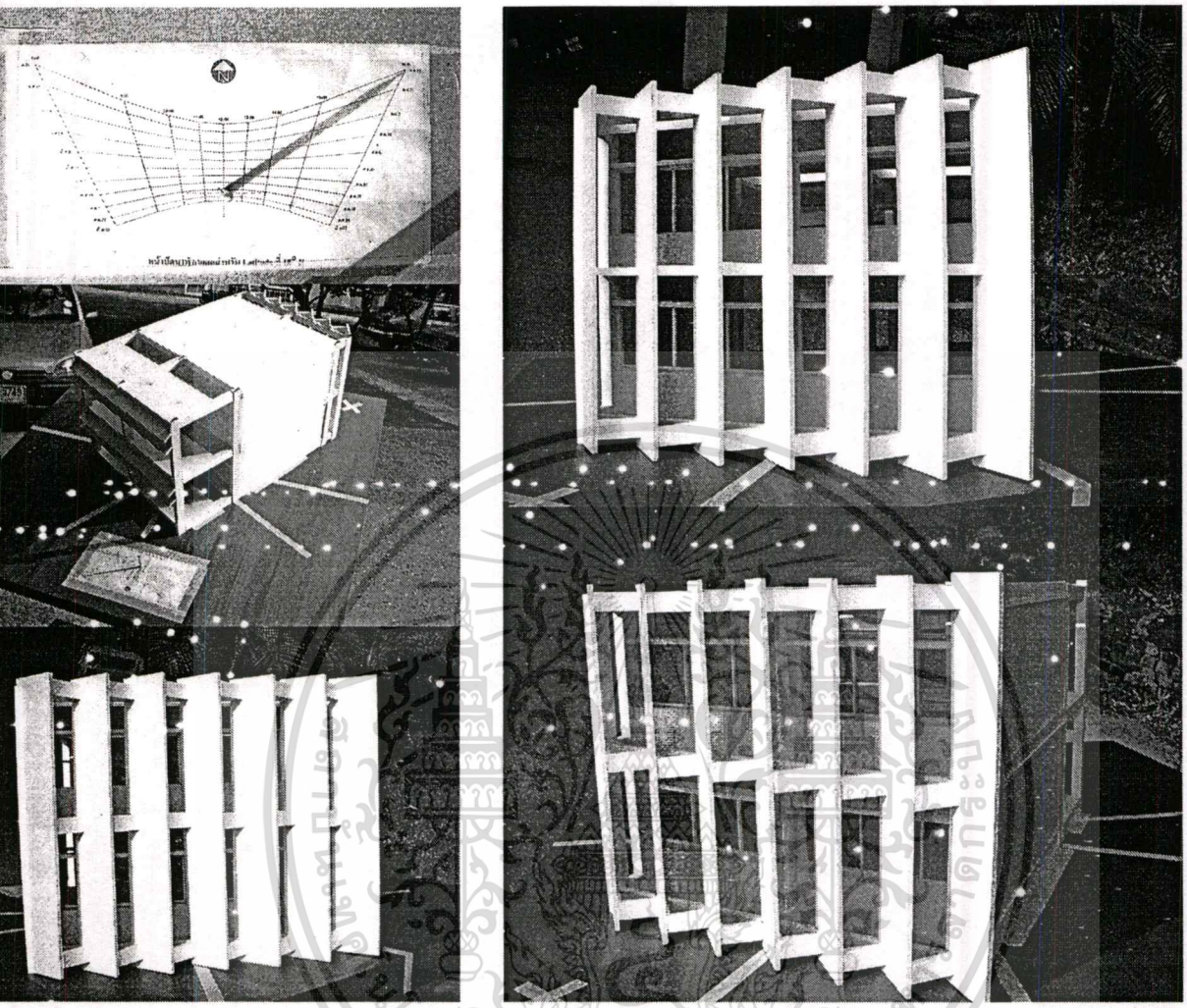
ภาพที่5.31 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SW วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 8.30 น.



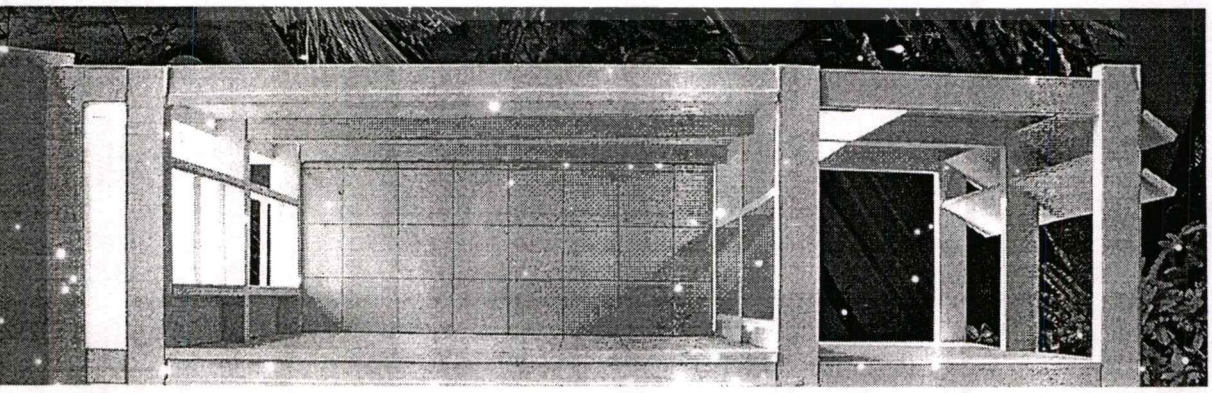
ภาพที่5.32 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SW วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 8.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงบังแดดด้าน SW วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 16.30 น.



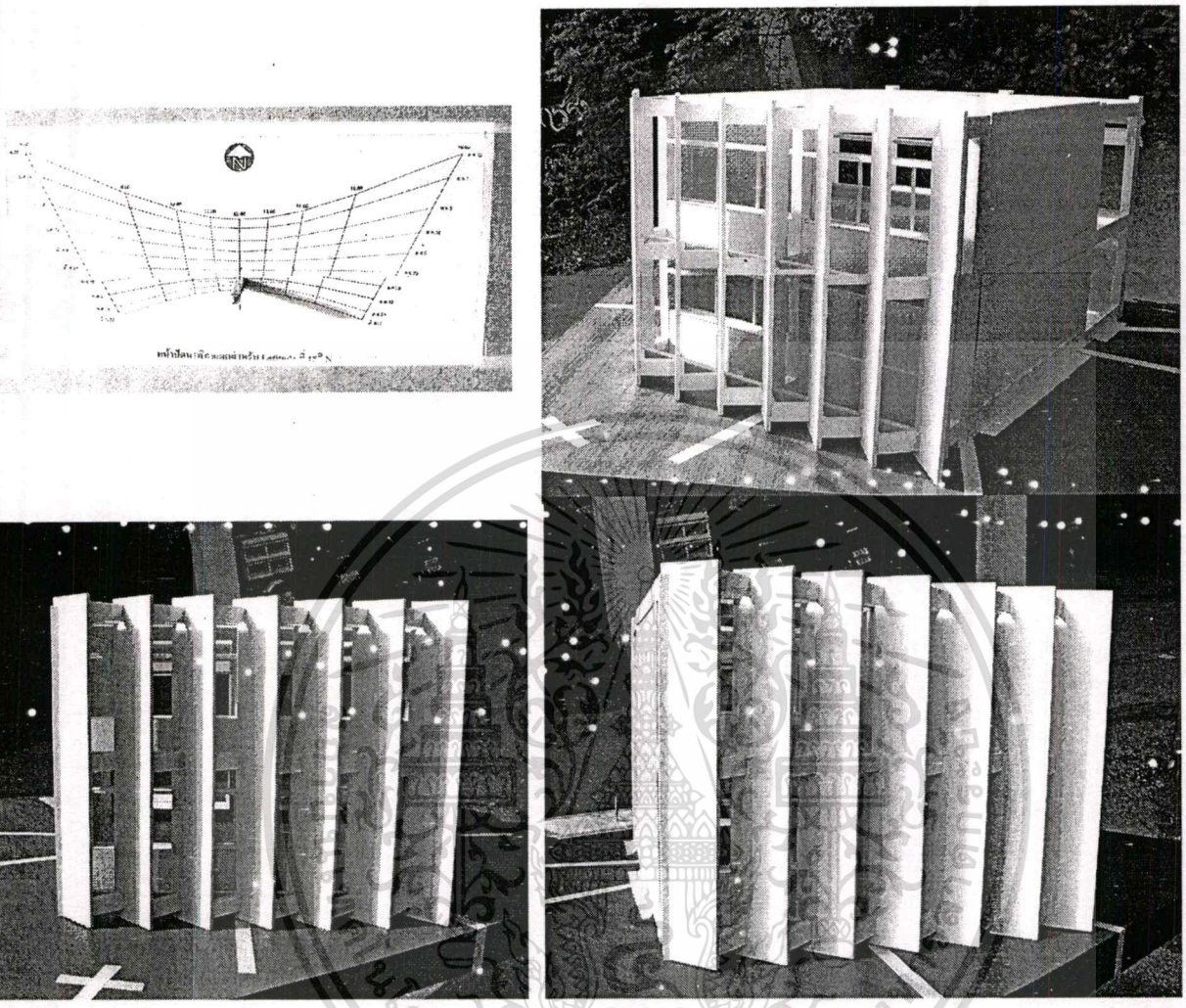
ภาพที่5.33 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SW วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 16.30 น



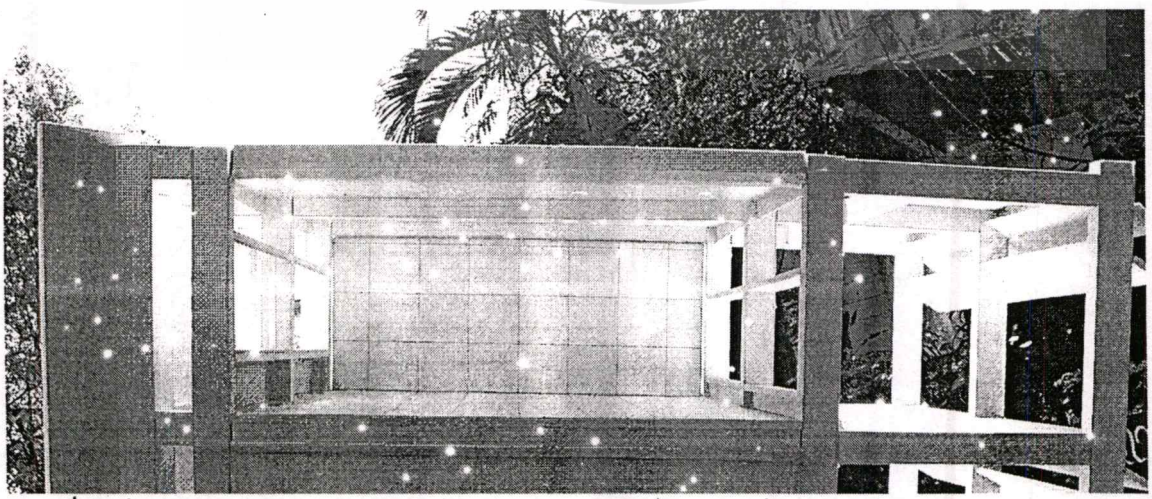
ภาพที่5.34 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SW วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 16.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงบังแดดด้าน SW วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 16.30 น.



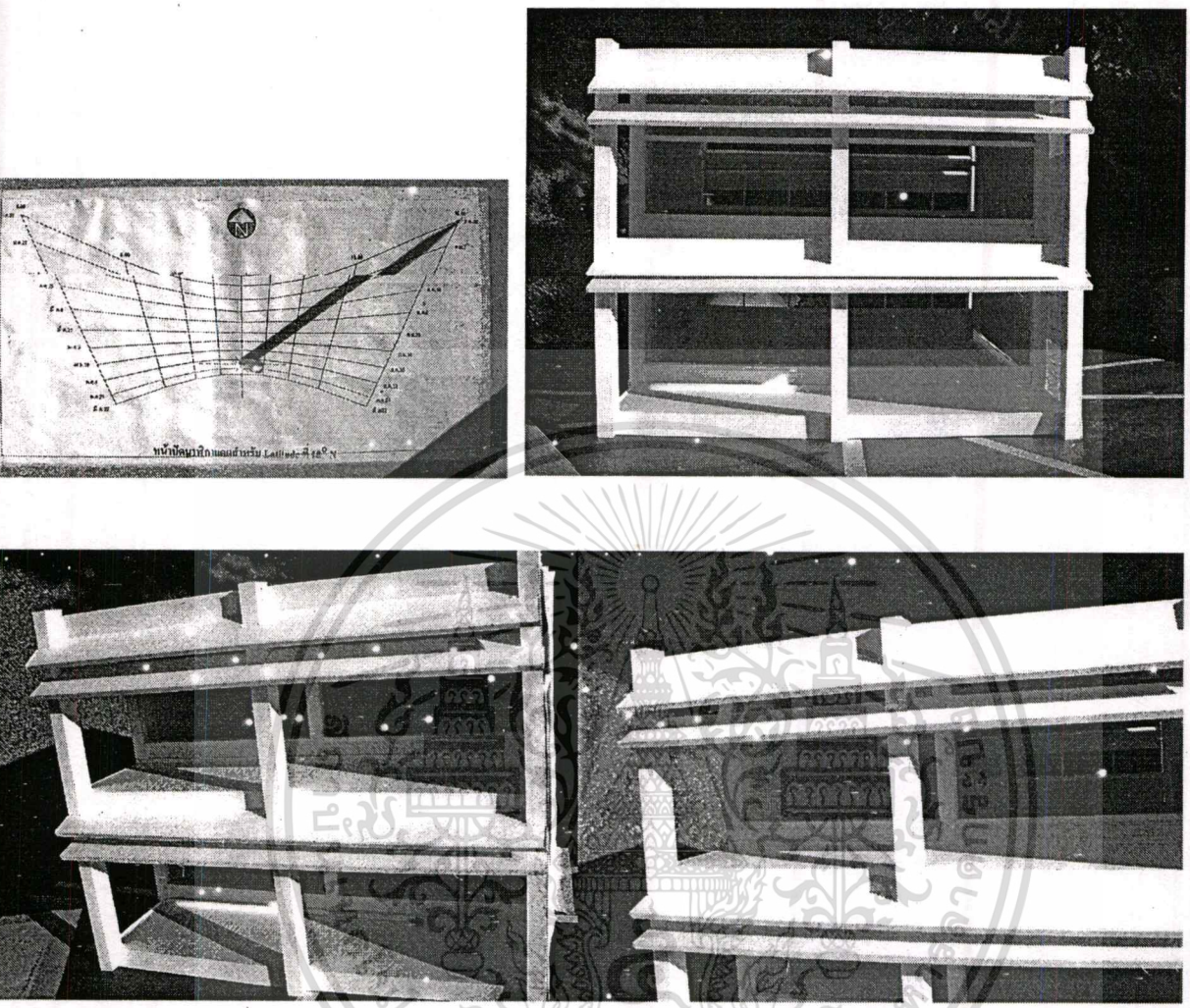
ภาพที่5.35 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน SW วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 16.30 น.



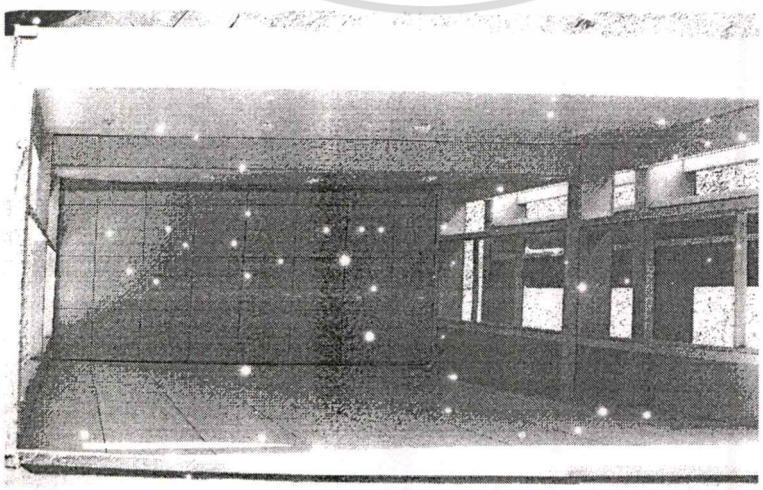
ภาพที่5.36 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน SW วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 16.30 น.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงบังแดดด้าน NW วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 16.30 น.



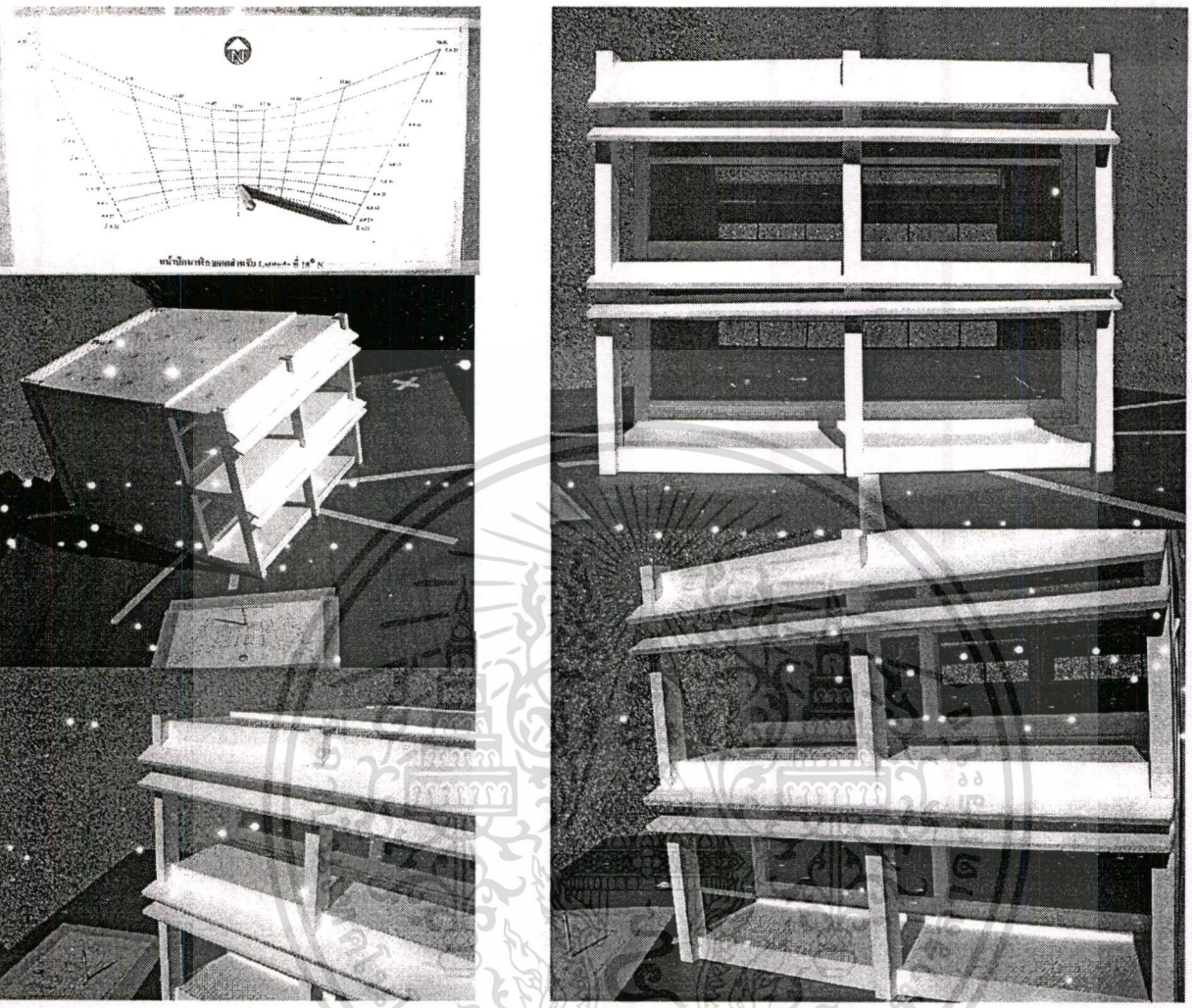
ภาพที่5.37 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน NW วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 16.30 น.



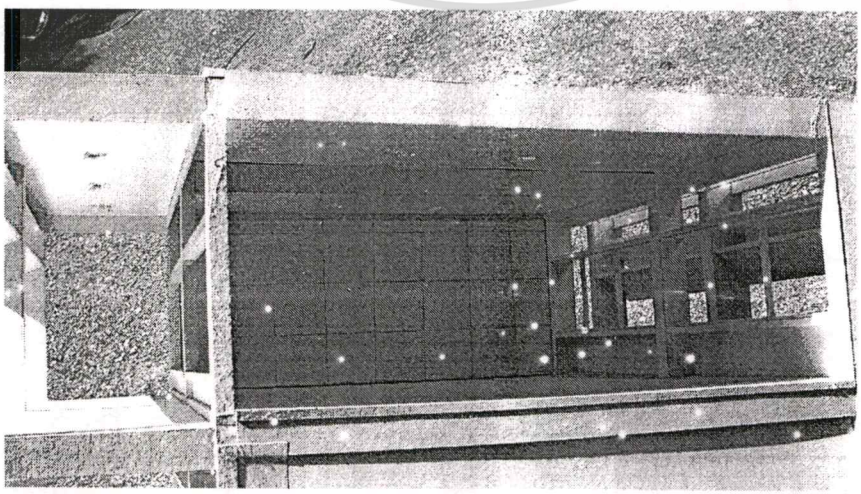
ภาพที่5.38 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน NW วันที่ 21 ธันวาคม เวลา 16.30 น.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงบังแดดด้าน NW วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 16.30 น.



ภาพที่5.39 แสดงการตรวจสอบแผงบังแดดด้าน NW วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 16.30 น.



ภาพที่5.40 แสดงสภาพแสงภายในห้องด้าน NW วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 16.30 น.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การตรวจสอบผลการออกแบบ

6.1 บทสรุปท้ายการวิจัย

อาคารศาลากลาง ประกอบไปด้วยหลายหน่วยงาน ตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกันในลักษณะ One Stop Service ส่วนใหญ่ใช้แบบมาตรฐาน (Proto Type) ในการก่อสร้าง ทำให้เกิดปัญหาความไม่สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่น (Micro Climate) ทำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศ , ไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อช่วยสร้างภาวะน่าสบายให้แก่ผู้ใช้อาคารส่งผลให้เกิดการบริโภคพลังงานเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาข้อมูล รวมถึงตัวแปรต่างๆเพื่อนำมาออกแบบอาคาร ที่ผู้ใช้อยู่ภายใต้ภาวะน่าสบายทั้งด้านอุณหภูมิและการมองเห็น ทั้งยังสามารถประหยัดพลังงานในอาคาร พบว่าควรปรับปรุงสภาพแวดล้อมโดยเลือกใช้ทั้งไม้พุ่มและไม้ยืนต้น รวมถึงการนำน้ำเข้ามาใช้ภายในลานโล่งกลางอาคาร จะสามารถลดอุณหภูมิในบริเวณได้ 3-4°C แต่ต้องระวังความชื้นที่จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นหากมีกระแสลมจะช่วยทำให้สภาวะอากาศภายในอาคารอยู่ภายใต้ภาวะน่าสบายได้

จากข้อกำหนดในการออกแบบ ให้อาคารศาลากลางเป็นประธานของผังและเน้นให้มีความสง่างาม ส่งผลให้ด้านหน้าของอาคารควรจะขนานกับถนนหลักด้านหน้า ไม่สามารถวางอาคารตามหลัก Sol-Air Temperature ได้ ดังนั้นจึงต้องจัดวางอาคารให้มีพื้นที่ถูกแสงแดดด้านทิศตะวันออกและตะวันตกให้น้อยที่สุด จากนั้นจึงกำหนดองค์ประกอบให้สำนักงานที่ประชาชนติดต่อเป็นประจำ อยู่บริเวณที่เข้าถึงได้ง่ายอยู่ในระยะที่พอจะเดินได้ ซึ่งในโครงการฯกำหนดให้อยู่บริเวณชั้น 1-3 ทำให้ช่วยลดภาระการทำงานของลิฟท์ได้ และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศภายในอาคาร ควรออกแบบให้อาคารมีลักษณะเป็น Single Loaded Corridor เปิด Court กลาง ออกแบบให้มีใต้ถุนโล่ง มีระยะห่างระหว่างอาคารไม่น้อยกว่า 3 เท่าของความสูงของอาคารด้านหน้า การระบายอากาศภายในห้องควรมีลักษณะ Cross Ventilation โดยมีทิศทางลมที่กระทำกับช่องเปิดในแนวทะแยง เลือกใช้หน้าต่างบานเปิด รวมถึงการออกแบบ แผงบังแดดที่ช่วยดักลม จะส่งผลให้อาคารด้านยาวมีความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้อง 45% ของความเร็วลมภายนอก และอาคารด้านแคบมีความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องถึง 62% ของความเร็วลมภายนอก

สัดส่วนของห้องที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างจากธรรมชาติ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งยังประหยัดในการก่อสร้างคือ กว้าง 8.00 เมตร สูง 3.60 เมตร ส่วนความยาวมีระยะระหว่างช่วงเสา(Span)4.50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบแผงบังแดด ต้องสามารถบังแดด(Direct Sun)ได้ทั้งหมด และสามารถสะท้อนแสงร่วมกับหิ้งสะท้อนแสง ให้แสงสว่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ลึกขึ้น ดูแลรักษาที่ง่ายจึงเลือกออกแบบเป็นแผงบังแดดแบบตายตัว คอนกรีตเสริมเหล็กทาสีขาว ส่วนภายในห้องเลือกใช้สี และวัสดุที่มีการสะท้อนแสงสูงในส่วนเพดาน พื้น ผนัง เช่นสีขาว หรือสีโทนสว่าง ส่วนหลังคาออกแบบให้มีลักษณะ Roof Collector ทรงจั่วมุงด้วยแผ่นเหล็กเคลือบอลูมิเนียม มีช่องว่างอากาศ 14 ซม. ปิดทับด้วยอลูมินั่มฟอยล์และยิบซัมบอร์ดหนา 12 มิลลิเมตรยึดติดกับจันทันเพื่อให้มีการสะสมความร้อนบริเวณหลังคา จะเกิดการเคลื่อนที่ของอากาศบริเวณช่องว่างออกสู่ภายนอกบริเวณหลังคาที่ยกชั้นขึ้น

เนื่องจากบริเวณชั้น 4 ขึ้นไปได้รับอิทธิพลความเย็นจาก Micro Climate ค่อนข้างน้อย จึงต้องติดตั้งพัดลมดูดอากาศขนาด 8" ต่อระยะ 2 ช่วงเสา(8.00x9.00 ม.)ซึ่งจะช่วยเร่งการระบายอากาศและลด Heat Gain ภายในห้องได้ ส่วนในฤดูหนาว ช่วงเช้าอากาศเย็นเกินกว่าภาวะน่าสบายจึงควรเพิ่มความอบอุ่นภายในอาคารด้วยการปิดหน้าต่าง เพื่อเพิ่ม Inner Heating อันเกิดจากความร้อนจากคน เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องใช้ไฟฟ้า

จากการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบ อาคารศาลากลางจังหวัดน่าน เพื่อการประหยัดพลังงาน พบว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการออกแบบคือ

1. ลักษณะทางภูมิศาสตร์ กายภาพ และปริมาณแสงแดด ในพื้นที่ เมื่อนำมาวิเคราะห์จะทำให้ทราบว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีปัญหาต่อภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคาร จากนั้นจึงหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

2. ลักษณะเฉพาะของอาคาร อาคารแต่ละประเภทมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากออกแบบจัดองค์ประกอบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานโดยคำนึงถึง การใช้พลังงานภายในอาคารเป็นหลัก จะทำให้มีการบริโภคพลังงานภายในอาคารลดลง

3. ข้อกำหนด หรือข้อจำกัดต่าง ที่ส่งผลให้ไม่สามารถเลือกใช้ แนวทางที่ดีที่สุดในการออกแบบได้

การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานเป็นเพียงส่วนหนึ่งในการใช้จัดการการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพที่สุด โดยคำนึงถึงการใช้พลังงานในอาคารเป็นหลัก ผลสัมฤทธิ์ของการออกแบบยังขึ้นอยู่กับปัจจัยประกอบอื่นๆ เช่นนโยบายของหน่วยงาน การบริหารงานภายในอาคาร รวมถึงจิตสำนึกของผู้ใช้อาคาร ฯลฯ ดังนั้นชาติจะสามารถลดการสิ้นเปลืองในการใช้พลังงานได้ ต้องอาศัยความร่วมมือของคนทุกคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อเสนอแนะ

การการศึกษานำปัจจัยทางธรรมชาติ มาปรับปรุงสภาพแวดล้อมรวมถึงนำมาใช้ในการออกแบบเพื่อให้เกิดภาวะน่าสบายภายในอาคาร และปัจจุบันมีเทคโนโลยีและวัสดุที่สร้างมาเพื่อช่วยให้สามารถประหยัดพลังงานในอาคารได้ดียิ่งขึ้น พบว่ายังมีประเด็นที่น่าสนใจในการนำมาศึกษาวิจัยต่อไปได้ดังนี้

- คุณสมบัติในการลดอุณหภูมิอากาศภายใต้ต้นไม้ใหญ่แต่ละชนิด
- เทคนิคการนำน้ำเข้ามาใช้เพื่อลดความร้อนภายในอาคารและการจัดการเรื่องความชื้นที่เกิดขึ้น
- สัดส่วน ระยะที่เหมาะสมระหว่างแสง และความร้อนจากตัววัสดุสะท้อนแสงที่จะแผ่เข้ามาทางช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกชา ธีระโกเมน, **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิศวกรรมงานระบบ.** กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ตรึงใจ บูรณสมภพ, 2521. **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พระนคร.

ธนิต จินดาวณิค, **เอกสารประกอบการสอนวิชาพลังงาน กับการออกแบบสถาปัตยกรรม (ภาคต้น).** กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชญา รังสิรักษ์, **แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ประทีป มาลากุล, รศ.มล.และคณะ. 2526. **รายงานการผลการวิจัยโครงการการประหยัดพลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม.** กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพศาล จันเตยูร, ผศ. 2539. CLIMATIC DESIGN IN TROPICAL HOUSING & BUILDING. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิเชียร สุวรรณรัตน์, 2537. **ภูมิอากาศวิทยาและการออกแบบสถาปัตยกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วินัย หมั่นคติธรรม, 2543. " **การออกแบบอาคารเรียนให้มีประสิทธิภาพโดยเน้นถึงการใช้คุณสมบัติของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ กรณีศึกษา : โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดสมุทรปราการ.**" วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศุลี บรรจงจิตร, 2544. **วิศวกรรมการส่องสว่าง.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น

สมสิทธิ์ นิตยะ, รองศาสตราจารย์. 2541. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ. 2542. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ และธนิต จินดาวณิค, 2536. **การวิเคราะห์ภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัย.

อรศิริ ปาณินท์. **การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ**. รายงานวิจัย, กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เอื้อมพร วีสมหมายและคณะ, 2542. **พรรณไม้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด.

Abrams, W. Donald. 1986. **Low Energy Cooling : A Gride to the Practical Application of Passive Cooling and Cooling Energy Conservation Measures.** New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc.

American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Condition Engineers , Inc., 1989. **Ashrae Hand Book of Fundamentals.** Tullie Circie NE, McGraw-Hill.

Bradshaw, Vaugnn, P.E. 1993. **Building Control Systems.** Second Edition. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Egan, M. David. 1983. **Concepts in Architectural Lighting.** New York : McGraw-Hill, Inc.

Fanger,o.p. 1967 . **Thermal Comfort.** New York : McGraw-Hill.

Fuller Moore. 1993. **Environmental Control Systems : Heating Cooling Lighting.** New York : McGraw-Hill.

Gary R. Steffy, 1990. **Architecture Lighting Design** . New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc.

Givoni, B. 1976. **Man, Climate and Architecture.** United States of America : Applied Science Publishers, Ltd.

John E. Flynn, AIA. and Arthu W. Segil. 1970. **Architectural Interior Systems Lighting, Air Conditioning, Acoustics.** United States of America : Litton Education Publishing, Inc.

MARKUS,T.A. and MORRIS, E.N.1980.**Buildings , Climate and Energy.** London : Pitman Publishing Limeted.

MARTIN EVANS.1980.**Housing, Climate and Comfort.** London : The Architectural Press Limited

Olgyay V. 1992. **Design With Climate.** New York : Van Nostrand Reinhold.

Thai Gypsom Products Public Co.Ltd.,1995 . **Energy Efficient Design of Building in Thailand.** Bangkok

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

- เอกสารประกาศผลการพิจารณาหัวข้อ และเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- เอกสารขอความอนุเคราะห์ข้อมูล และขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูล
- เอกสารข้อกำหนดในการจัดตั้งศูนย์ราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 8 กันยายน 2542

1. นายธีรัตน์ ฝั้นแก้ว ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การออกแบบอาคารราชการเพื่อการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา : อาคารศาลากลาง จ.น่าน (ENERGY CONSERVATION DESIGN FOR GOVERNMENT OFFICIAL BUILDING CASE STUDY : CITYHALL NAN PROVINCE)" โดยมี รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ.2542

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1503.6/316

บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 ตุลาคม 2542

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ขอข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายออกแบบ กรมโยธา

ด้วย นายธีรัตน์ ฝั้นแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอแบบศาลากลางจังหวัด(รูปแบบเก่า) แบบศาลากลางจังหวัดแบบมาตรฐาน(รูปแบบใหม่) และผังบริเวณศูนย์ราชการจังหวัดน่าน ขนาด A3 เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การออกแบบอาคารราชการเพื่อการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา : อาคารศาลากลาง จ.น่าน"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์แก่นักศึกษาที่มาติดต่อขอข้อมูลดังกล่าว และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย อนึ่งคณะฯ ขอรับรองว่าข้อมูลที่ท่านให้มาครั้งนี้จักนำมาใช้เพื่อประกอบการศึกษาเท่านั้น

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล สหชัยเสรี)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
โทร. 326-6100 ต่อ 2355

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1503.6/ ๖๖๑

บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

16 พฤศจิกายน 2542

เรื่อง ขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูล

เรียน ผู้ว่าราชการจังหวัดลำปาง

ด้วย นายธีรัตน์ ผั้นแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร-มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูลสภาพแสงสว่างภายในอาคารศาลากลาง บริเวณชั้น 1 ห้องสรรพากรจังหวัด, ราชพัสดุ และส่วนประชาสัมพันธ์ บริเวณชั้น 4 ห้องปกครองจังหวัด, ปฏิรูปที่ดินจังหวัด และสำนักงานจังหวัด รวมถึงรายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้า และการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารศาลากลางจังหวัดลำปาง เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การออกแบบอาคารราชการเพื่อการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา : ศาลากลางจังหวัดน่าน"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์แก่นักศึกษาที่มาติดต่อขอข้อมูลดังกล่าว และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย อนึ่งคณะฯ ขอรับรองว่าข้อมูลที่ท่านให้มาครั้งนี้จักนำมาใช้เพื่อประกอบการศึกษาเท่านั้น

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล สหชัยเสรี)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
โทร. 326-6100 ต่อ 2286

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ลป 0017.3/ว 37543

ศาลากลางจังหวัดลำปาง
กม.5 ถนนลำปาง-เด่นชัย
ตำบลพระบาท ลป 52000

19 พฤศจิกายน 2542

เรื่อง ขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูล

เรียน ปลัดจังหวัดลำปาง สรรพากรจังหวัดลำปาง ธนารักษ์จังหวัดลำปาง ประชาสัมพันธ์จังหวัดลำปาง ปฏิรูปที่ดินจังหวัดลำปาง และหัวหน้าสำนักงานจังหวัดลำปาง

ด้วยได้รับแจ้งจากฝ่ายบัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังว่า นายธีรัตน์ ฝั้นแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตกรรมเขตร้อน มีความประสงค์จะขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูลสภาพแสงสว่างภายในอาคารศาลากลางจังหวัดลำปาง ห้องสำนักงานสรรพากรจังหวัด ธนารักษ์จังหวัด ประชาสัมพันธ์จังหวัด ที่ทำการปกครองจังหวัด ปฏิรูปที่ดินจังหวัด และสำนักงานจังหวัด รวมทั้งข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า และการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารเพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบอาคารราชการเพื่อการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษาศาลากลางจังหวัดน่าน"

จึงเรียนมาเพื่อขอให้อำนวยความสะดวกและอนุเคราะห์ข้อมูลแก่นักศึกษาดังกล่าวตามสมควรต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสวัสดิ์ ศรีสุวรรณดี)
รองผู้ว่าราชการจังหวัด ปฏิบัติราชการแทน
ผู้ว่าราชการจังหวัดลำปาง

สำนักงานจังหวัด
ฝ่ายอำนวยการ
โทร/โทรสาร (054) 265070
N3:BT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อกำหนดในการจัดตั้งศูนย์ราชการ

1. สำรวจสภาพอาคารศาลากลางปัจจุบัน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1.1 สภาพอาคารศาลากลางปัจจุบันสามารถใช้การได้

1.2 บริเวณพื้นที่โดยรอบศาลากลาง สามารถขยายตัวได้และมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 30 ไร่ โดยศาลากลางใดที่มีคุณสมบัติดังกล่าวต้องจัดหาที่ดินแปลงใหม่ รวมทั้งจังหวัดที่ตั้งใหม่และจังหวัดที่มีที่ดินอยู่ในบริเวณอนุรักษ์โบราณสถาน

2. หลักเกณฑ์ในการเลือกพื้นที่ที่ตั้งศูนย์ราชการระดับจังหวัดในพื้นที่ที่ก่อสร้างใหม่

2.1 ศูนย์ราชการ (อาคารศาลางกลาง)

2.1.1 ศูนย์ราชการ ควรอยู่ในบริเวณศูนย์กลางการคมนาคมของจังหวัดไม่ควรอยู่ค่อนติดกับเขตจังหวัดอื่นเพื่อให้เป็นศูนย์กลางการบริหารทางราชการ ทำให้ประชาชนมีความสะดวกในการติดต่อราชการทั้งการเดินทางและการสื่อสาร

2.1.2 ศูนย์ราชการต้องอยู่ในเขตอำเภอและเขตเทศบาล เพื่อให้เป็นไปตามกฎหมาย และระเบียบที่เกี่ยวข้องในการประสานงานระหว่างราชการส่วนภูมิภาคและราชการส่วนท้องถิ่น

2.1.3 ศูนย์ราชการต้องอยู่บนถนนสายประธานของเมือง หรือต้องอยู่ห่างจากเส้นทางคมนาคมสายหลักของจังหวัดไม่เกิน 500 เมตร และต้องเชื่อมต่อกับเส้นทางคมนาคมหลักนั้นได้โดยสะดวก เพื่อให้มีทางเข้า-ออกศูนย์ราชการเป็นไปอย่างสะดวก เหมาะสม และถูกต้องตามหลักวิชาการประกอบกับเพื่อให้อาคารศูนย์ราชการซึ่งมีเอกลักษณ์ทางศิลปะและสถาปัตยกรรมประจำท้องถิ่นมีความเด่นสง่างาม

2.1.4 ที่ตั้งศูนย์ราชการควรอยู่ห่างจากศาลากลางเดิม ไม่เกิน 10 กิโลเมตร หรืออยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมมีความสง่างามเป็นพิเศษ โดยพิจารณาจากหลักการในข้อ 1.1 และ 1.2

2.1.5 ที่ตั้งของศูนย์ราชการต้องอยู่ในเขตผังเมืองรวม ตามประกาศของกรมการผังเมือง เพื่อสะดวกในการควบคุม การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณศูนย์ราชการและพื้นที่ข้างเคียงได้อย่างเหมาะสม

2.2 รูปร่างและขนาดของที่ดิน

2.2.1 ขนาดของที่ดินต้องเป็นแปลงที่ดินที่ติดต่อกันขนาดใหญ่พอสมควร อยู่ในเขตพื้นที่ 70 ไร่ และ 160 ไร่ โดยให้ถือรายละเอียดขององค์ประกอบของศูนย์ราชการตามเกณฑ์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ขนาดที่ดิน 70 ไร่ ประกอบด้วย อาคารศาลากลาง (เป็นอาคารที่สามารถขยายตัวในแนวตั้งได้) หอประชุม ที่จอดรถ อาคารประกอบเช่นอาคารพัสดุ และระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการ

ข. ขนาดที่ดิน 160 ไร่ ประกอบด้วย อาคารศาลากลาง หอประชุม อาคารศาล อาคารอัยการ อาคารประกอบ เช่น อาคารพัสดุ และระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการ

2.2.2 หน้ากว้างที่ดินต้องไม่ต่ำกว่า 300 เมตร เพื่อให้เกิดความสง่างามให้กับศูนย์ราชการ โดยเฉพาะอาคารศาลางกลาง ซึ่งมีเอกลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมท้องถิ่น

2.3 คุณสมบัติของที่ดิน

2.3.1 อยู่ในที่ตั้งซึ่งมีความเป็นไปได้สูง ในการนำที่ดินมาใช้

2.3.2 ไม่เป็นพื้นที่ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบที่สำคัญกว่า การใช้เป็นที่ตั้งของศูนย์ราชการฯ เช่น พื้นที่สงวนไว้เพื่อความมั่นคงของชาติ พื้นที่อนุรักษ์ หรือพื้นที่ใกล้เคียง เป็นต้น

2.3.3 ควรเลือกที่ดินที่มีระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการพร้อม เช่น ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ โดยเฉพาะการมีแหล่งน้ำที่สามารถนำมาทำน้ำประปาได้

2.3.4 ควรอยู่ห่างจากสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดมลภาวะ หรือมีความเสี่ยงสูงในการเกิดอุบัติภัย เช่น สนามบิน สุสาน สวนสัตว์ เรือนจำ โรงงานอุตสาหกรรมหนัก หรือบริเวณสีม่วงเข้มของกรมการผังเมือง

2.3.5 หากเป็นที่ดินที่มีผู้บริจาค จะต้องเป็นที่ดินที่ไม่อยู่ในเงื่อนไขใด ๆ ตามระเบียบกระทรวงการคลัง ว่าด้วยการรับเงินหรือทรัพย์สินที่มีผู้บริจาคให้ทางราชการ พ.ศ. 2526

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

- ตารางประกอบเกี่ยวกับภาวะน่าสบาย
- ตารางประกอบการคำนวณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ ข.1 อัตราความร้อน(ที่เหลือ)จากร่างกายมนุษย์ในอิริยาบทต่าง ๆ

กิจกรรม	วัตต์ (Watts)
นอนหลับ	min - 70
นั่ง หรือทำงานเบาๆ	130 -160
ยืน หรือทำงานนิดหน่อย	160 -190
นั่ง มีการขยับแขนและขา	190 - 230
ยืน ทำงานบ้าง เดินบ้าง	220 - 290
เดิน ยกของ หรือดันเบาๆ	290 - 410
ทำงานแบกหาม ยกของ ขุดดิน	440 - 580
ทำงานแบกลาก ยกของหนัก	580 - 700
ทำงานอย่างหนักติดต่อกันครึ่งชั่วโมง	1100 - max

(ไพศาล,2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 อัตราการแผ่ผลาญพลังงานในร่างกายเมื่อประกอบกิจกรรมต่างๆ

	กิจกรรม	Met.		กิจกรรม	Met.
พักผ่อน	หลับ	0.7	งานช่าง	ซ่อมเก้าอี้	1.1
	เอกเขนก	0.8		ซ่อมไฟ,แพ็คของ	1.2-2.4
	นั่ง,อ่านหนังสือ	0.9		ซ่อมรถและอื่นๆ	2.2-3.0
ทำงาน	เขียนหนังสือ	1.0	เดินทาง	ขับรถ	1.5
	พิมพ์งาน,พูดคุย	1.2-1.4		ขี่จักรยานยนต์	2.0
	จัดเอกสาร	1.2		ขับรถบรรทุกหนัก	3.2
	ยืน,พูดคุย	1.2		ขับเครื่องบิน	1.4
	เขียนแบบ	1.1-1.3		ปฏิบัติการบิน(รบ)	2.4
	ทำงานหลายอย่าง	1.1-1.3	สันธนาการ	ตกปลา	1.2-2.0
	ยืน,จัดเอกสาร	1.4		ตีกอลฟ์,เดิน	1.4-2.6
วิ่ง	2 mph (0.89 m/s)	2.0		เต้นรำ	2.4-4.4
	3 mph (1.34 m/s)	2.6		กายบริหาร	3.0-4.0
	4 mph (1.79 m/s)	3.8		เทนนิส	3.6-4.6
งานบ้าน	ซอปปิ้ง	1.4-1.8		สค็อวท	5.0-7.2
	ทำอาหาร	1.6-2.0		บาสเก็ตบอล	5.0-7.6
	ทำความสะอาด	2.0-3.4		มวยปล้ำ	7.0-8.7
	ซัก-รีดผ้า	2.0-3.6			
งานช่างไม้	ใช้เลื่อยไฟฟ้า	1.8-2.2			
	เลื่อยไม้	4.0-4.8			

(Ashrae,1989)

● met = Metabolic Rate

** 1 met = 18.4 Btuh/ft² = 58.2 W/m² = 50 kcl/m²◦hr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ค่า Clo-value ในเสื้อผ้าประเภทต่างๆ

Men		Women	
Clothing	clo	Clothing	clo
Underwear		**Underwear**	
Sleeveless	0.06	Girdle	0.04
T-shirt	0.09	Bra and panties	0.05
Briefs	0.05	Half slip	0.13
Long underwear	0.10	Full slip	0.19
Shirt		Long underwear	0.10
Light ,short sleeve	0.14	**Blouse**	
long sleeve	0.22	Light ,long sleeve	0.20
Heavy,short sleeve	0.25	Heavy,long sleeve	0.29
long sleeve	0.29	Dress,light	0.22
Vest,light	0.15	Dress,heavy	0.70
Vest,heavy	0.29	Shirt,light	0.10
Sweater,light	0.20	Shirt,heavy	0.22
Sweater,heavy	0.37	**Sweater**	
Jacket,light	0.22	Light,sleeveless	0.17
Jacket,heavy	0.49	Heavy,long sleeve	0.37
Socks		Jacket,light	0.17
Ankle length,thin	0.03	Jacket,heavy	0.37
thick	0.04	**Stockings**	
Knee high	0.10	Any length	0.01
Shoes		Panty hose	0.01
Sandals	0.02	**Shoes**	
Oxfords	0.04	Sandals	0.02
Boots	0.08	Oxford	0.04
Hat & overcoat	2.00	Boots	0.08
		Hat & overcoat	2.00

(Vauhn,1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ข.4 แสดงผลกระทบจากความเร็วลมตามมาตราBeaufort Scale

Beaufort scale	Description	Speed m/sec	3 second gusts m/sec	Effect on man	Effect on buildings, vegetation and ground
0	Calm	0–0.5		None	Smoke rises vertically, water surfaces smooth
1	Light air	0.6–1.5		Movement just perceptible due to cooling effect	Wind direction shown by smoke, but not by wind vanes
2	Light breeze	1.6–3.3	5.7	Cool air felt on the face	Leaves rustle
3	Gentle breeze	3.4–5.4	9.3	Hair is disturbed, light clothing flaps, discomfort starts	Leaves and twigs in motion, light flags extended
4	Moderate breeze	5.5–7.9	13.6	Hair disarranged; fairly uncomfortable	Raises dust and loose paper, sand swept along the ground
5	Fresh breeze	8.0–10.7	18.4	Force of the wind felt on the body, uncomfortable	Trees in leaf begin to sway, sand driven
6	Strong breeze	10.8–13.8	23.7	Wind noise in ears; hair blown straight; difficult to walk steadily	Sand and snow blown above head height; large branches in motion
7	Near gale	13.9–17.1	29.3	Walking against wind equivalent to climbing 1/7 slope	Whole trees in motion
8	Gale	17.2–20.7	35.3	Generally impedes progress, equivalent to climbing 1/5 slope	Twigs broken off trees
9	Strong gale	20.8–24.4	41.8	People blown over by gusts, equivalent to climbing 1/4 slope	Slight structural damage, slates or tiles removed
10	Storm	24.5–28.4	48	Walking against wind equivalent to climbing 1/3 slope, but gusts make movement practically impossible	Seldom experienced inland; trees uprooted; considerable structural damage

Notes:
1 Wind speeds are measured at 10m high in open ground.

2 The muscular energy required to climb a slope can be equated with that required to walk against the wind. The slopes shown in the table relate to the average wind speed. Turbulence will cause fluctuations in the wind speed and make walking more difficult.

References:
Meteorological Office, *Observers' Handbook* (third edition), HMSO, London, 1969
A. D. Penwarden, and A. F. E. Wise, *Wind environment around buildings*, (Building Research Establishment Report), HMSO, London, 1975

ตารางที่ข.5 แสดงรายละเอียดโดยทั่วไปของเครื่องปรับอากาศ

Capacity kilojoules/hr (or BTU*/hr)	Capacity kW	Height mm	Width mm	Depth mm	Weight kg	Air handled m³/min	Moisture removed L/hr
Domestic and small rooms							
5000	1.47	320	485	490	24	4.6	0.6
6500	1.90	360	500	360–500	42–47	5.4	0.7
7200	2.11	360	500	360–500	42–47	5.4	0.8
7600	2.23	379	618	587	57	8.3	0.9
Small shops, small to medium offices, small apartments							
9000	2.64	367–380	618	570	53	8.3	1.1
9300	2.73	367–380	560–620	517–586	47–60	8.0–8.3	0.9–1.2
10500	3.08	367–380	615	570	55	9–10.5	1.5
12000	3.52	380–460	650–677	609–700	65–78	9.5–10.5	1.3–1.5
13600	4.00	380–460	615	570	54–58	10.5	1.9
15000	4.40	380–470	650–677	630–750	73–80	11.7	1.9
16000	4.67	380–470	615	570–700	55–59	11.7	2.4
16500		400–470	660	700	90–92	11.4–11.8	1.6–1.8
Larger offices, large apartments							
17000	5.00	450	600	700–792	90–92	8.7–12.8	1.9–2.3
18000	5.28	380	615	570	69	11	2.7
20000	5.86	535	693	783	108	18.5	2.8
23500	6.89	452	660	792	107	20.0	3.0

Note: *1 BTU = 1.055 kJ; 1 ton of refrigeration = 3.516 kW
Sources: Manufacturers' data.

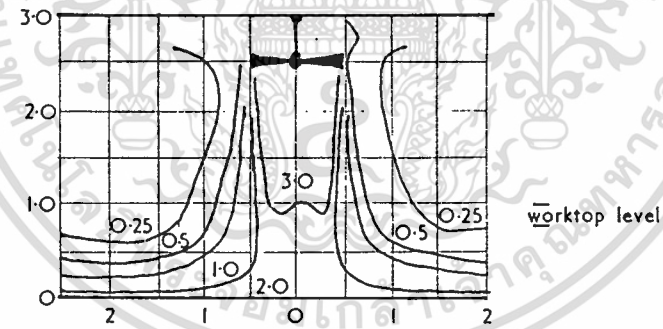
เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ข.6 แสดงความต้องการการระบายอากาศขั้นต่ำ

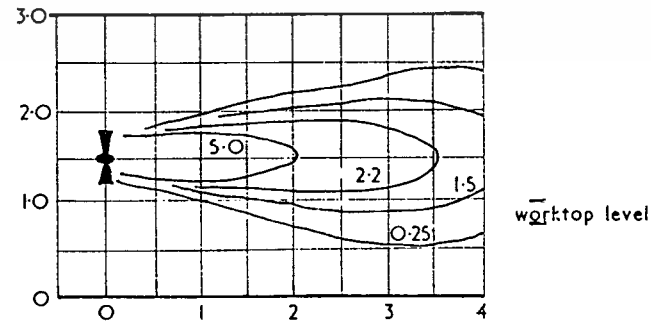
Space and activity	Ventilation rate				
	Litres/second		m^3 per hour		Air changes/h
	Good	Fair	Good	Fair	
Odour removal (per person):					
Occupation density 5m²/person	8	5	29	18	1.2–2.0
10m²/person	5	3	18	11	0.4–0.7
15m²/person	3	1.5	11	5.5	0.1–0.25
Removal of tobacco smoke (per average smoker):	7		25		
Wc (4.5m³)	6*		22*		3
Wc and bathroom (12m³)	12*		44*		1.5
Kitchen (10m²) to prevent condensation:					
Gas cooking, non absorbent surfaces	108		390		13
Electric cooking, ditto	75		270		9
Gas cooking, absorbent surfaces	46		166		5.5
Electric cooking, ditto	22		72		2.7
Control of cooking odours only	33		120		4
Minimum for whole dwelling:†					
Minimum					1
To avoid odours and stuffiness					2
To avoid condensation (but at the expense of increasing heat loss)					4

Notes:
*Intermittent artificial ventilation only.
†Dependent on dwelling size and density of occupation. Proportionally higher rates may be required in smaller and more densely occupied dwellings.

ตารางที่ข.7 แสดงการกระจายตัวของลมเมื่อใช้พัดลมติดเพดาน และพัดลมตั้งพื้น



Section—1m ceiling fan



Section—600mm wall fan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ข.8 แสดงค่า Multiplying Factors for Other Than 20 Precent Effective Floor Cavity Reflectance

% Effective Ceiling Cavity Reflectance, pcc	80				70				50			30			10		
% Wall Reflectance, pw	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
For 30 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (20 Per Cent = 1.00)																	
Room Cavity Ratio																	
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.046	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002
For 10 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (20 Per Cent = 1.00)																	
Room Cavity Ratio																	
	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.943	.948	.956	.960	.963	.973	.976	.979	.989	.991	.993
	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.968	.974	.976	.980	.985	.988	.991	.995
	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.983	.988	.988	.992	.996
4	.944	.958	.969	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.986	.991	.987	.992	.996
5	.949	.964	.976	.983	.95[illegible]	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.987	.992	.997
6	.953	.939	.980	.986	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.989	.995	.987	.993	.997
7	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.987	.993	.998
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.991	.997	.987	.994	.998
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999
10	.965	.980	.989	.995	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999
For 0 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (20 Per Cent = 1.00)																	
Room Cavity Ratio																	
1	.859	.870	.879	.886	.873	.884	.893	.901	.915	.923	.929	.948	.954	.960	.979	.983	.987
2	.871	.887	.903	.919	.886	.902	.916	.928	.926	.938	.949	.954	.963	.971	.978	.983	.991
3	.882	.904	.915	.942	.898	.918	.934	.947	.936	.950	.964	.958	.969	.979	.976	.984	.993
4	.893	.919	.941	.958	.908	.930	.948	.961	.945	.961	.974	.961	.974	.984	.975	.985	.994
5	.903	.931	.951	.969	.914	.939	.958	.970	.951	.967	.980	.964	.977	.988	.975	.985	.995
6	.911	.940	.961	.976	.920	.945	.965	.977	.955	.972	.985	.966	.979	.991	.975	.986	.996
7	.917	.947	.967	.981	.924	.950	.970	.982	.959	.975	.988	.968	.981	.993	.975	.987	.997
8	.922	.953	.971	.985	.929	.955	.975	.986	.963	.978	.991	.970	.983	.995	.976	.986	.009
9	.928	.958	.975	.988	.933	.959	.980	.989	.966	.980	.993	.971	.985	.996	.976	.988	.998
10	.933	.962	.979	.991	.937	.963	.983	.992	.969	.982	.995	.973	.987	.997	.977	.989	.999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ข.9 แสดงค่า Percent Effective Floor Cavity Reflectance

Percent Base* Reflectance	90									80									70									60									50								
Percent Wall Reflectance	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	80	70	60	50	40	30	20	10	0	70	60	50	40	30	20	10	0	60	50	40	30	20	10	0	50	40	30	20	10	0					
Cavity Ratio																																													
02	89	88	86	87	86	85	85	84	84	82	78	78	78	77	77	76	76	75	74	72	70	69	68	68	67	67	66	66	65	64	60	59	59	58	58	57	56	56	55	53	50	50	49	49	48	48	47	46	44
04	88	87	86	85	84	83	81	80	79	76	78	77	76	75	74	73	72	71	70	68	69	68	67	66	65	64	63	62	61	58	60	59	59	58	57	55	54	53	52	50	50	49	48	48	47	46	45	45	44	42
06	87	86	84	82	80	79	77	76	74	73	78	76	75	73	71	70	68	66	65	63	69	67	65	64	63	61	59	58	57	54	60	58	57	56	55	53	51	51	50	46	50	48	47	46	45	44	43	42	41	38
08	87	85	82	80	77	75	73	71	69	67	78	75	73	71	69	67	65	63	61	57	68	66	64	62	60	58	56	55	53	50	59	57	56	55	54	51	48	47	46	43	50	48	47	45	44	42	40	39	38	36
10	86	83	80	77	75	72	69	66	64	62	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55	68	65	62	60	58	55	53	52	50	47	59	57	55	53	51	48	45	44	43	41	50	48	46	44	43	41	38	37	36	34
12	85	82	79	75	72	69	66	63	60	57	76	73	70	67	64	61	58	55	53	51	67	64	61	59	57	54	50	48	46	44	59	56	54	51	49	46	44	42	40	38	50	47	45	43	41	39	36	35	34	29
14	85	80	77	73	69	65	62	59	57	52	76	72	68	65	62	59	55	53	50	48	67	63	60	58	55	51	47	45	44	41	59	56	53	49	47	44	41	39	38	36	50	47	45	42	40	38	35	34	32	27
16	84	79	75	71	67	63	59	56	53	50	75	71	67	63	60	57	53	50	47	44	67	62	59	56	53	47	46	43	41	38	59	55	52	48	45	42	39	37	35	33	50	47	44	41	39	36	33	32	30	26
18	83	78	73	69	64	60	56	53	50	48	75	70	66	62	58	54	50	47	44	41	66	61	58	54	51	46	42	40	38	35	58	55	51	47	44	40	37	35	33	31	50	46	43	40	38	35	31	30	28	25
20	83	77	72	67	62	58	53	50	47	43	74	69	64	60	56	52	48	45	41	38	66	60	56	52	49	45	40	38	35	33	58	54	50	46	43	39	35	33	31	29	50	46	43	40	37	34	30	28	26	24
22	82	76	70	65	59	54	50	47	44	40	74	68	63	58	54	49	45	42	38	35	66	60	55	51	48	43	38	36	34	32	58	53	49	45	42	37	34	31	29	28	50	46	42	38	36	33	29	27	24	22
24	82	75	69	64	58	53	48	45	41	37	73	67	61	56	52	47	43	40	36	33	65	60	54	50	46	41	37	35	32	30	58	53	48	44	41	36	32	30	27	26	50	46	42	37	35	31	27	25	23	21
26	81	74	67	62	56	51	46	42	38	35	73	66	60	55	50	45	41	38	34	31	65	59	54	49	45	40	36	33	30	28	58	53	48	43	39	35	31	28	26	24	50	46	41	37	34	30	26	23	21	20
28	81	73	66	60	54	49	44	40	36	34	72	65	59	53	48	43	39	36	32	28	65	58	53	48	43	39	35	32	28	26	58	53	47	43	38	34	29	27	24	22	50	46	41	36	33	29	25	22	20	19
30	80	72	64	58	52	47	42	38	34	30	72	65	58	52	47	42	37	34	30	27	64	58	52	47	42	37	32	29	27	24	57	52	46	42	37	32	28	25	23	20	50	45	40	36	32	28	24	21	19	17
32	79	71	63	56	50	45	40	36	32	28	72	65	57	51	45	40	35	33	28	25	64	58	51	46	40	36	31	28	25	23	57	51	45	41	36	31	27	23	22	18	50	44	39	35	31	27	23	20	18	16
34	78	70	62	54	48	43	38	34	30	27	71	64	56	49	44	39	34	32	27	24	64	57	50	45	39	35	29	27	24	22	57	51	45	40	35	30	26	23	20	17	50	44	39	35	30	26	22	19	17	15
36	78	69	61	53	47	42	36	32	28	25	71	63	54	48	43	38	32	30	25	23	63	56	49	44	38	33	28	25	22	20	57	50	44	39	34	29	25	22	19	16	50	44	39	34	29	25	21	18	16	14
38	78	68	60	51	45	40	35	31	27	23	70	62	53	47	41	36	31	28	24	22	63	56	48	43	37	32	27	24	21	19	57	50	43	38	33	29	24	21	19	15	50	44	38	34	29	25	21	17	16	13
40	77	68	58	51	44	38	33	29	25	22	70	61	52	46	40	35	30	26	22	20	63	55	48	42	36	31	26	23	20	17	57	49	42	37	32	28	23	20	18	14	50	44	38	33	28	24	20	17	15	12
45	77	67	57	50	43	37	32	28	24	21	69	60	52	45	39	34	29	25	21	18	62	55	47	41	35	30	25	22	19	16	56	49	42	37	32	27	22	19	17	14	50	43	37	32	28	24	20	17	14	12
44	76	67	56	49	42	36	31	27	23	20	69	60	51	44	38	33	28	24	20	17	62	54	46	40	34	29	24	21	18	15	56	48	42	36	31	27	22	19	16	13	50	43	37	32	27	23	19	16	13	11
48	76	66	55	47	40	35	30	26	22	19	69	59	50	43	37	32	27	23	19	16	62	53	45	39	33	28	24	21	17	14	56	49	41	35	30	26	21	18	16	13	50	43	36	31	26	22	18	15	13	10
48	75	65	54	46	38	34	28	25	21	18	68	58	49	42	36	31	26	22	18	14	62	53	45	38	32	27	23	20	16	13	56	48	41	34	29	25	21	18	15	12	50	43	36	31	26	22	18	15	12	09
50	75	64	53	45	38	33	27	24	20	18	68	58	48	41	35	30	25	21	18	14	61	52	44	38	31	26	22	19	16	12	56	48	40	34	28	24	20	17	14	11	50	42	35	30	25	21	17	14	12	09
60	73	61	49	41	34	29	24	20	16	13	66	55	44	38	31	27	22	19	15	12	60	51	41	35	28	24	19	16	13	09	55	45	37	31	25	21	17	14	11	07	50	42	34	29	23	19	15	13	10	06
70	70	58	45	38	30	27	21	18	14	08	64	53	41	35	28	24	19	16	12	07	58	48	38	32	26	22	17	14	11	06	54	43	35	30	24	20	15	12	09	05	49	41	32	27	21	18	14	11	08	05
80	68	55	42	35	27	23	18	15	12	06	62	50	38	32	25	21	17	14	11	05	57	46	35	29	23	19	15	13	10	05	53	42	33	28	22	18	14	11	08	04	49	40	30	25	19	16	12	10	07	03
90	66	52	38	31	25	21	16	14	11	05	61	49	36	30	23	19	15	13	10	04	56	45	33	27	21	18	14	12	09	04	52	40	31	26	20	16	12	10	07	03	48	39	29	24	18	15	11	09	07	03
100	65	51	36	29	22	19	15	11	09	04	59	46	33	27	21	18	14	11	08	03	55	43	31	25	19	18	12	10	08	03	51	38	28	24	18	15	11	09	07	02	47	37	27	22	17	14	10	08	06	02

Percent Base* Reflectance	40									30									20									10									0								
Percent Wall Reflectance	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Cavity Ratio																																															
02	40	40	39	39	39	38	38	37	36	36	31	31	30	30	29	29	29	28	28	27	21	20	20	20	20	20	19	19	19	17	11	11	11	10	10	10	10	09	09	09	02	02	02	01	01	01	01	00	00	0
04	41	40	39	39	38	37	36	35	34	34	31	31	30	30	29	28	28	27	26	25	22	21	20	20	20	19	19	18	18	16	12	11	11	11	11	10	10	09	09	08	04	03	03	02	02	02	01	01	00	0
06	41	40	39	38	37	36	34	33	32	32	32	31	30	29	28	27	26	26	25	23	23	21	21	20	19	19	18	18	17	15	13	13	12	11	11	10	10	09	08	08	05	05	04	03	03	02	02	01	01	0
08	41	40	38	37	36	35	33	32	31	29	32	31	30	29	28	26	25	24	23	22	24	22	21	20	19	19	18	17	16	14	15	14	13	12	11	11	10	10	09	08	07	07	06	05	04	04	03	02	02	01
10	42	40	38	37	35	33	32	31	29	27	33	32	30	28	27	25	24	23	22	20	25	23	22	20	19	18	17	16	15	13	16	14	13	12	12	11	10	09	08	07	08	07	06	05	04	03	02	02	01	0
12	42	40	38	36	34	32	30	29	27	25	33	32	30	28	27	25	23	22	21	19	25	23	22	20	19	17	17	16	14	12	17	15	14	13	12	11	10	09	07	06	10	08	07	06	05	04	03	02	01	0
14	42	39	37	35	33	31	29	27	25	23	34	32	30	28	26	24	22	21	19	18	26	24	22	20	18	17	16	15	13	12	18	16	14	13	12	11	10	09	07	06	11	09	08	07	06	04	03	02	01	0
16	42	39	37	35	32	30	27	25	23	22	34	33	29	27	25	23	22	20	18	17	26	24	22	20	18	17	16	15	13	11	19	17	15	14	12	11	09	08	07	06	12	10	09	07	06	05	03	02	01	0
18	42	39	36	34	31	28	26	24	22	21	35	33	29	27	25	23	21	19	17	16	27	25	23	20	18	17	15	14	12	10	19	17	15	14	13	11	09	08	08	05	13	11	09	08	07	05	04	03	01	0
20	42	39	36	34	31	28	25	23	21	19	35	33	29	26	24	22	20	18	16	14	28	25	23	20	18	16	15	13	11	09	20	18	16	14	13	11	09	08	08	05	14	12	10	09	07	05	04	03	01	0
22	42	39	36	33	30	27	24	22	19	18	36	32	29	26	24	22	19	17	15	13	28	25	23	20	18	16	14	12	10	09	21	19	16	14	13	11	09	07	06	05	15	13	11	09	07	06	04	03	01	0
24	43	39	35	33	29	27	24	21	18	17	36	32	29	26	24	22	19	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	12	10	08	22	19	17	15	13	11	09	07	06	05	16	13	11	09	08	06	04	03	01	0
26	43	39	35	32	29	26	23	20	17	15	36	32	29	25	23	21	18	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	11	09	08	23	20	17	15	13	11	09	07	06	04	17	14	12	10	08	06	05	03	02	0
28	43	39	35	32	28	25	22	19	16	14	37	33	29	25	23	21	17	15	13	11	30	27	23	20	18	15	13	11	09	07	23	20	18	16	13	11	09	07	05	03	17	15	13	10	08	07	05	03	02	0
30	43	38	35	31	27	24	21	18	16	13	37	33	29	25	22	20	17	15	12	10	30	27	23	20	17	15	13	11	09	07	24	21	18	16	13	11	09	07	05	03	18	16	13	11	09	07	05	03	02	0
32	43	39	35	31	27	23	20	17	15	13	37	33	29	25	22	19	16	14	12	10	31	27	23	20	17	15	12	11	09	06	25	21	18	16	13	11	09	07	05	03	19	16	14	11	09	07	05	03	02	0
34	43	39	34	30	26	23	20	17	14	12	37	33	29	25	22	19	16	14	11	09	31	27	23	20	17	15	12	10	08	06	26	22	19	16	13	11	09	07	05	03	20	17	14	12	09	07	05	03	02	0
36	44	39	34	30	26	22	19	16	14	11	38	33	29	24	21	18	15	13	10	09	32	27	23	20	17	15	12	10	08	05	26	22	19	16	13	11	09	06	04	03	20	17	15	12	10	08	05	04	02	0
38	44	38	33	29	25	22	18	16	13	10	38	33	28	24	21	18	15	13	10	08	32	28	23	20	17	15	12	10	07	05	27	23	19	17	14	11	09	06	04	02	21	18	15	12	10	08	05	04	02	0
40	44	38	33	29	25	21	18	15	12	10	38	33	28	24	21	18	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	05	27	23	20	17	14	11	09	06	04	02	22	19	15	13	10	08	05	04	02	0
42	44	38	33	29	24	21	17	15	12	10	38	33	28	24	20	17	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	09	06	04	02	22	19	16	13	10	08	06	04	02	0
44	44	38	33	28	24	20	17	14	11	09	39	33	28	24	20	17	14	11	09	06	34	28	24	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	08	06	04	02	23	19	16	13	10	08	06	04	02	0
46	44	38	32	28	23	19	16	14	11	08	39	33	28	24	20	17	13	10	08	06	34	29	24	20	17	14	11	09	07	04	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	23	20	17	12	11	08	06	04	02	0
48	44	38	32	27	22	19	16	13	10	08	39	33	28	24	20	17	13	10	08	05	35	29	24	20	17	13	10	08	06	04	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	24	20	17	14	11	08	06	04	02	0
50	45	38	31	27	22	19	15	13	10	07	39	33	28	24	19	16	13	10	08	05	35	29	24	20	16	13	10	08	06	04	30	25	20	17	14	11	08	06	04	02	25	21	17	14	11	08	06	04	02	0
60	44	37	30	25	20	17	13	11	08	05	39	33	27	23	18	15	11	09	6	04	36	29	24	20	16	13	10	08	05	02	31	26	21	18	14	11	08	06	03	01	27	23	18	15	12	09	06	04	02	0
70	44	36	29	24	19	16	12	10	07	04	40	33	26	22	17	14	10	08	05	03	36	30	24	20	15	12	09	07	04	02	32	27	21	17	13	11	08	06	03	01	28	24	19	15	12	09	06	04	02	0
80	44	35	28	23	18	15	11	09	06	03	40	33	26	21	16	13	09	07	04	02	37	30	23	19	15	12	08	06	03	01	33	27	21	17	13	10	07	05	03	01	30	25	20	15	12	09	06	04	02	0
90	44	35	28	21	16	13	10	08	05	02	40	33	25	20	[illegible]	[illegible]	04	02			37	29	23	19	14	11	08	06	03	01	34	28	21	17	13	10	07	05	03	01	31	26	20	15	12	09	06	04	02	0
100	43	34	28	20	15	12	08	07	05	02	40	32	24	19	[illegible]	[illegible]	09	06	03	01	37	29	22	18	13	10	07	05	03	01	34	28	21	17	12	10	07	05	02	01	31	25	20	15	12	09	06	04	02	0

*Ceiling, floor or floor of Cavity

ตารางที่ข.10 แสดงค่า Floor Multipling Factors

Multiplying Factors for Other than 20 Percent Effective Floor Cavity Reflectance

%Effective Ceiling Cavity Reflectance, ρ_{CC}	70				70				50			30			10		
%Wall Reflectance, ρ_W	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
For 30 Percent Effective Floor Cavity Reflectance(20% = 1.00)																	
Room Cavity Ratio																	
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002
For 10 Percent Effective Floor Cavity Reflectance(20% = 1.00)																	
Room Cavity Ratio																	
1	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.943	.948	.956	.960	.963	.973	.976	.979	.989	.991	.993
2	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.968	.974	.976	.980	.985	.988	.991	.995
3	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.983	.988	.988	.992	.996
4	.944	.958	.969	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.986	.991	.987	.992	.996
5	.949	.964	.976	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.987	.992	.997
6	.953	.969	.980	.986	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.989	.995	.987	.993	.997
7	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.987	.993	.998
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.991	.997	.987	.994	.998
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999
10	.965	.980	.989	.995	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999
For 10 Percent Effective Floor Cavity Reflectance(20% = 1.00)																	
Romm cavity Ratio																	
1	.859	.870	.879	.886	.873	.884	.893	.901	.916	.923	.929	.948	.954	.960	.979	.983	.987
2	.871	.887	.903	.919	.886	.902	.916	.928	.926	.938	.949	.954	.963	.971	.978	.983	.991
3	.882	.904	.916	.942	.898	.918	.934	.947	.936	.950	.964	.958	.969	.979	.976	.984	.993
4	.893	.919	.941	.958	.908	.930	.948	.961	.945	.961	.974	.961	.974	.984	.975	.985	.994
5	.903	.931	.953	.969	.914	.939	.958	.970	.951	.967	.980	.964	.977	.988	.975	.985	.995
6	.911	.940	.961	.976	.920	.945	.965	.977	.955	.972	.985	.966	.979	.991	.975	.986	.996
7	.917	.947	.967	.981	.924	.950	.970	.982	.959	.975	.988	.968	.981	.993	.975	.987	.997
8	.922	.953	.971	.985	.929	.955	.975	.986	.963	.978	.991	.970	.983	.995	.976	.988	.998
9	.928	.958	.975	.988	.933	.959	.980	.989	.966	.980	.993	.971	.985	.996	.976	.988	.998
10	.933	.962	.979	.991	.937	.963	.983	.992	.969	.982	.995	.973	.987	.997	.977	.989	.999

ประวัติผู้เขียน

นายธีรัตน์ ฝั้นแก้ว เกิดเมื่อวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ.2516 ณ. จังหวัดลำปาง จบการศึกษาระดับ ประกาศนียบัติวิชาชีพ (ปวช.) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จาก สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ เมื่อปีการศึกษา 2535 ระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2537 ระดับปริญญาโทสาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2544

พ.ศ. 2541 - 2542 เป็นสถาปนิก บริษัทไทยฟา กรุ๊ป จำกัด

พ.ศ. 2543 - ปัจจุบันเป็นอาจารย์สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้