การออกแบบอาคารเรียนให้มีประสิทธิภาพ โดยเน้นถึงการใช้คุณสมบัติของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ กรณีศึกษา : โรงเรียนมัธยมศึกษา ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ

EFFECTIVE DESIGNING OF A SCHOOL BUILDING EMPHASIZING ON THE USING OF THE ADVANTAGE OF NATURAL ENVIRONMENT CASE STUDY : SECONDARY SCHOOL IN SAMUTTPRAKARN PROVINCE

วินัย หมั่นคติธรรม
WINAI MANKHATITHAM

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ISBN 974-622-926-5

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบอาคารเรียนให้มีประสิทธิภาพ โดยเน้นถึงการใช้คุณสมบัติของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ กรณีศึกษา : โรงเรียนมัธยมศึกษา ในเขตจังหวัด สมุทรปราการ

EFFECTIVE DESIGNING OF A SCHOOL BUILDING EMPHASIZING ON THE USING OF THE ADVANTAGE OF NATURAL ENVIRONMENT CASE STUDY : SECONDARY SCHOOL IN SAMUTTPRAKARN PROVINCE

T038040

วินัย หมั่นคติธรรม

WINAI MANKHATITHAM

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่
เลขทะเบียน 38040
วัน, เดือน, ปี 20 พ.ย. 2543

พ.ศ. 2543

ISBN 974-622-926-5

EFFECTIVE DESIGNING OF A SCHOOL BUILDING EMPHASIZING ON THE USING OF THE ADVANTAGE OF NATURAL ENVIRONMENT CASE STUDY : SECONDARY SCHOOL IN SAMUTTPRAKARN PROVINCE

WINAI MANKHATITHAM

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
2000

ISBN 974-622-926-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2000

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบอาคารเรียนให้มีประสิทธิภาพ โดยเน้นถึงการใช้คุณสมบัติของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ กรณีศึกษา : โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดสมุทรปราการ

EFFECTIVE DESIGNING OF A SCHOOL BUILDING EMPHASIZING ON THE USING OF THE ADVANTAGE OF NATURAL ENVIRONMENT CASE STUDY : SECONDARY SCHOOL IN SAMUTTPRAKARN PROVINCE

ชื่อนักศึกษา นายวินัย หมั่นคติธรรม

รหัสประจำตัว 38062111

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ธีรมน	ไวโรจนกิจ	
อาจารย์ชัยยุทธ	ศรีเผด็จ	
รศ.อนุสรณ์	จ๋วงพานิช	
ผศ.สุภาวดี	รัตนมาศ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 26 กรกฎาคม 2543 **เวลา** 10.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ อาคารเรียนรวม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ชั้น 3

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญสม เกียรติขจร)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ๑๐ **เดือน** กันยายน **พ.ศ.** ๒๕๔๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบอาคารเรียนให้มีประสิทธิภาพ โดยเน้นถึงการใช้คุณสมบัติของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ กรณีศึกษา : โรงเรียนมัธยมศึกษา ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ
นักศึกษา	นาย วินัย หมั่นคติธรรม
รหัสประจำตัว	38026111
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2543
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	อ. ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จาก ตัวแปรของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่สำคัญ ๆ และมีผลต่อการออกแบบอาคารเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งตัวแปร ฯ เหล่านั้นล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบาย ของเด็กนักเรียนทั้งสิ้น ซึ่งโดยทั่วไปอาคารเรียนมักจะไม่ให้ความสำคัญของตัวแปร ฯ เหล่านั้นมากนัก เมื่อมีปัญหาในเรื่องสภาวะน่าสบาย ไม่ว่าจะเป็นเรื่องแสงสว่างหรืออุณหภูมิ ก็จะใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ต่าง ๆ เข้าแก้ไข โดยมิได้คำนึงถึงปัญหาเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่จะตามมาภายหลัง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะชี้ให้เห็นถึงประโยชน์และวิธีการออกแบบ เพื่อนำเอาศักยภาพของตัวแปร ฯ เหล่านั้นมาใช้งานภายในห้องเรียนเป็นอันดับแรก จากนั้นถ้ายังไม่สามารถตอบสนองเรื่องสภาวะน่าสบายได้เพียงพออีก จึงจะใช้ระบบเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้าช่วยแก้ปัญหาอีกขั้นหนึ่ง

สำหรับงานวิจัยนี้ต้องการความถูกต้องของข้อมูลให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด จึงได้ทำการศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษา ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ 2 แห่ง ทั้งนี้เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ และความรู้สึกของนักเรียนที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายภายในห้องเรียน โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งการตรวจวัดจริงจากเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และการส่งแบบสอบถาม จากนั้นจึงนำผลทั้ง 2 ส่วนมาทำการศึกษาและเปรียบเทียบ ผลสรุปของข้อมูลที่ได้นับว่ามีประโยชน์มาก ทำให้เห็นปัญหาและแนวทางการแก้ไขเฉพาะพื้นที่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากการศึกษาและวิเคราะห์ทำให้สามารถสรุปผลการออกแบบอาคารเรียน ฯ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โรงเรียนควรตั้งอยู่ในทำเลที่ดีและเป็นสถานที่ที่ไม่มีมลภาวะจากสภาพแวดล้อม

2. การจัด Lay out ควรมีการแบ่ง zoning ออกเป็น 3 zone ได้แก่ Public zone, Semi-Private zone และ Private zone เพื่อป้องกันเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอก

3. อาคารเรียนควรเป็น Singled Load Corridor และจัดวางทิศทางของอาคารให้สัมพันธ์กับทิศทางของลมและแสงแดดในท้องถิ่นนั้น ๆ

4. ห้องเรียนควรมีขนาด 8.00 x 9.00 x 3.50 m. กับจำนวนนักเรียน 40 คน/ห้อง

5. ช่องเปิดทางลมเข้าและออกควรมีขนาดใหญ่และมีพื้นที่ใกล้เคียงกัน โดยออกแบบให้ช่องทางลมเข้า 14.238 m^2 และช่องทางลมออก 11.54 m^2 ส่วนประเภทของหน้าต่างเลือกใช้หน้าต่างแบบบานเปิดและช่องแสงบนและล่างใช้แบบบานเกล็ดติดตาย

6. อุปกรณ์บังแดดจะต้องป้องกันแดดได้ดี (Overhang with Fin) มีการใช้อุปกรณ์สะท้อนแสงเป็นอลูมิเนียมไม่เคลือบสี ปรับองศาได้เพื่อผลทางด้านการบังแดดและสะท้อนแสงสว่าง

7. สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนควรมีค่าการสะท้อนแสงที่สูง จึงกำหนดให้ เพดานใช้สีขาว , ผนังภายในเลือกใช้สีฟ้าหรือเหลืองออกน้ำตาลหรือเทาก็ได้ , พื้นหินขัดสีเทา

8. วัสดุผนังภายนอกด้านทิศเหนือและใต้ ใช้อิฐโปร่ง ขนาด 8 x 12 x 25 cm. ส่วนด้านทิศตะวันออกและตะวันตก ใช้อิฐโปร่ง ขนาด 12 x 20 x 25 cm. ส่วนผนังกั้นห้องใช้คอนกรีตบล็อกขนาด 7 x 19 x 39 cm.

9. หลังคาทรงปั้นหยา มีเกล็ดระบายอากาศ วัสดุใช้กระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก + Aluminum Foil + แผ่นยิบซั่มบอร์ด หนา 12 mm.

สำหรับผลการตรวจสอบพบว่าการระบายอากาศโดยกระแสลมธรรมชาตินั้น ห้องเรียนที่ชั้น 4 และมีการเปิดประตูห้องเรียนไว้ จะมีกระแสลมพัดเข้าห้องได้สูงสุด 0.29 m/s แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะสร้างสภาวะน่าสบายได้จึงจะต้องใช้ระบบ Mechanical เข้าช่วยเหลือโดยใช้พัดลมดูดอากาศขนาด 8" จำนวน 2 เครื่อง/ห้อง ซึ่งจะเป็นการช่วยเร่งการระบายอากาศและ Heat Gain ภายในห้องให้ออกไปภายนอก ส่วนในด้านแสงสว่างพบว่าเมื่อมีการใช้แผ่นอลูมิเนียม ช่วยสะท้อนแสงจากภายนอกเข้ามา สภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนดีขึ้นเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะพื้นที่ลึก ๆ ซึ่งจะเป็นผลทำให้ในยามที่สภาพท้องฟ้าภายนอกปกติ ภายในห้องเรียนไม่มีความจำเป็นต้องเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างช่วยเลย สำหรับวิธีประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง จะใช้วิธีการแบ่งสวิทช์ควบคุมการทำงานของหลอดไฟฟ้าเป็นชุด ๆ ละ 4 หลอด ตามแนวขนานกับหน้าต่างซึ่งเป็นวิธีควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effective Designing of a School Building Emphasizing on the using of the Advantage of Natural Environment Case Study : Secondary School in Samuttprakarn Province
Student	Mr. Winai Mankhatitham
Student ID.	38062111
Degree	Master of Architecture
Programme	Tropical Architecture
Year	2000
Thesis Adviser	Assoc. Prof. Teeramon Wairojanakij
Thesis Co-Adviser	Mr. Chaiyoot Sripadet

ABSTRACT

This project places emphasis on advantages and effects of essential natural environmental variables on designing buildings in secondary school in Samuttprakarn area. All variables have an impact on student's comfort in many way. Generally , school building will not take into account the important of environmental variable. Anytime , the problems arise such as Illumination and temperature , modern technologies will be used to solve them without regarding to the subsequently using electrical energies. So , this project will present about the advantages and methods of designs in bringing competent environmental variables to be used in classroom. Then , if those variables are not good enough , various technological system will be used to help.

This project need the closest accurate information to the reality ; there for it studies 2 samples of secondary schools in Samuttprakarn area. In studying various physical and sensitivity of students that affects thermal comfort in the room , the project has collected data from using scientific equipment and questionnaires. Then , bring those results to study and compare the conclusion is advantageous , paving the way to know how to solve the problem in the specific area more obviously

From the study , Building designing could be concluded as follow :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Schools should be located in good area , non-pollution.
2. The lay out should be separated into three zone by Public zone , Semi Private zone and Private zone for the season of protection against noise from environment.
3. School building should be Singled Load Corridor ; Natural wind and sun should be considered in orientating the building.
4. Classroom should be 8.00 x 9.00 x 3.50 m. per 40 students.
5. Air inlet and outlet should be large and nearly the same size by having air inlet 14.238 sq. m. and air outlet 11.540 sq. m. with casement window and fix louver on the upper and lower parts of the wall.
6. Shading divide should be protection against direct sunlight (Overhang with Fin type) and have adjustable lightshelf non-coating processed aluminum will all so be used to shad and reflect the sunlight.
7. In the classroom should be high reflectance by using white ceiling , sky-blue or brown-yellow or gray walls and gray terrazzo floor.
8. External walls in the North and South use hollow bricks size 8 x 12 x 25 cm. And size 12 x 20 x25 cm. For East and West sides and concrete blocks size 7 x 19 x39 cm. are use for classroom partition.
9. Hip roof with louver are designing for season of good ventilation under the roof area. The roof use asbestos cement tile and aluminum foil and 12 mm. gypsum board.

From inspection of ventilating by natural wind , classroom on the fourth floor which have the doors opened will allow air enter to the room at the maximum of 0.29 m/s., but it is not enough to create comfort zone , so mechanical system will be used to help. Using 2 of 8 inches exhaust fans per room , which allow the air to flow in and out more quickly. Inner parts of the room , processed aluminum is used to reflect the sunlight. Brightness condition in the rooms is much better, especially in the very deep corner , where no artificial light are needed (for the clear sky). To save electrical energy for lighting in the room , control switches are used to control light bulbs by dividing each into a set of four and placed parallel to the windows which is the good method in controlling brightness in the room effectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยให้คำปรึกษาและข้อแนะนำอันเป็นประโยชน์ ซึ่งช่วยให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานวิจัยได้จนสำเร็จ นอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก อ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม , รศ.อนุสรณ์ จ้วงพานิช และ ผศ.สุภาวดี รัตนมาศ ซึ่งเป็นคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ อีกทั้งยังช่วยให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้ง อ.สมศักดิ์ ธรรมเวชวิถี ซึ่งได้ให้คำแนะนำในการทำแบบสอบถามและการประมวลผลทางด้านสถิติ จึงขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้กล่าวนามข้างต้นไว้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการ สุขุมาลย์ เชาวน์ทวี รร.วิสุทธิ์กษัตรี และท่านผู้ช่วยผู้อำนวยการ วิเศษ แสวงสินกสิกิจ รร.ราชประชา สมาสัย ฯ ที่ช่วยเอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บข้อมูล รวมทั้งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องและนักเรียนระดับ ม.1 - ม.6 ทุก ๆ ท่าน ที่ช่วยตอบแบบสอบถามครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมอนุรักษ์พลังงาน ที่ช่วยให้คำแนะนำและเอกสารในการทำการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงเรียน รวมทั้งบัณฑิตวิทยาลัยที่มอบทุนอุดหนุนในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้ทำการวิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เกื้อกูลและส่งเสริมการศึกษามาโดยตลอด รวมทั้งสมาชิกทุกคนภายในครอบครัวที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจ คุณค่าและประโยชน์อันใดที่เกิดจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

วินัย หมั่นคติธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญรูป.....XIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....1

1.2 ความสำคัญของปัญหา.....2

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....3

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....5

1.5 ขั้นตอนในงานวิจัย.....6

1.6 ข้อจำกัดในงานวิจัย.....7

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....7

1.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....8

บทที่ 2 ศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง.....13

2.1 สภาวะความสบาย.....13

2.1.1 การถ่ายเทความร้อนระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม.....13

2.1.2 สภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort).....13

2.1.3 ช่วงสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ.....14

2.1.4 สภาวะความสบายทางด้านสายตา (Visual Comfort).....15

2.1.5 ระดับความสบายทางด้านแสงสว่าง.....16

2.1.6 สภาวะความสบายทางด้านเสียง (Sound Comfort).....17

2.1.7 ระดับความสบายทางด้านเสียง.....17

2.2 รังสีดวงอาทิตย์.....18

2.2.1 การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์.....18

2.2.2 ลักษณะการแผ่รังสีดวงอาทิตย์.....18

2.2.3 พิกัดระบุตำแหน่งดวงอาทิตย์.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

2.3 แสงสว่าง.....21

2.3.1 ธรรมชาติของแสงและการมองเห็น.....21

2.3.2 พฤติกรรมของแสง.....21

2.3.3 การวัดค่าความสว่างของแสง.....22

2.3.4 ความสัมพันธ์ของแสงและการเห็น 25

2.3.5 ความจ้าและการส่องสว่าง.....25

2.3.6 แสงสว่างที่นำมาใช้ในอาคาร.....26

2.3.7 ลักษณะการเปิดช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร.....31

2.4 กระแสลมและการระบายอากาศ.....32

2.4.1 การระบายอากาศภายในอาคาร.....32

2.4.2 การเคลื่อนที่ของอากาศที่มีผลกับความกดอากาศ.....32

2.4.3 การจัดวางผังและรูปทรงอาคารที่มีผลกับกระแสลมภายนอก.....34

2.4.4 การออกแบบช่องเปิดที่มีผลกับการระบายอากาศภายในห้อง.....42

2.5 เสียงรบกวนและการควบคุม.....46

2.5.1 หลักเบื้องต้นเรื่องเสียง.....46

2.5.2 การลดเสียงรบกวนภายในอาคาร.....49

2.5.3 การควบคุมเสียงและป้องกันเสียงรบกวน.....50

บทที่ 3 ศึกษาสภาพภูมิอากาศและสภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ 52

3.1 สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปในเขตจังหวัดสมุทรปราการ.....52

3.2 Psychometric Chart.....64

3.3 สภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา ของอากาศในเขตจังหวัด สมุทรปราการ.....69

บทที่ 4 กรณีศึกษาตัวอย่างอาคารประเภทเดียวกัน.....80

4.1 เก็บข้อมูลทางกายภาพ (Physical).....80

4.1.1 โรงเรียนวิสุทธิ์กษัตรี 81

4.1.2 โรงเรียน ราชประชาสมาสัย ฝ่ายมัธยมรัชดาภิเษกในพระบรมราชูปถัมภ์ 113

4.2 เก็บข้อมูลทางแบบสอบถาม (QUESTIONNAIRE).....134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีการทางสถิติ พร้อมทั้งวิเคราะห์สาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร.....135
4.3 เปรียบเทียบผลระหว่างข้อมูลทางกายภาพและทางแบบสอบถาม.....148
บทที่ 5 การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบอาคารที่เหมาะสม.....151
5.1 แนวทางในการพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งโครงการ.....151
5.2 แนวทางในการพิจารณาเลือกรูปร่างที่ดิน.....152
5.3 แนวทางในการพิจารณาการจัดวางตำแหน่งและทิศทางอาคาร.....153
5.4 วิเคราะห์การจัดกลุ่มห้องเรียน.....155
5.5 วิเคราะห์สัดส่วนห้องเรียน.....158
5.6 วิเคราะห์ช่องเปิดเพื่อประสิทธิภาพการระบายอากาศ.....161
5.7 วิเคราะห์ช่องเปิดเพื่อประสิทธิภาพของแสงสว่าง.....165
5.8 วิเคราะห์ช่วงเวลาที่ต้องบังแดดและการเลือกใช้วัสดุของอุปกรณ์บังแดด.....166
5.9 วิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมสภาพแสงสว่าง.....168
5.10 วิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุที่มีผลกับปริมาณความร้อน.....169
บทที่ 6 รายละเอียดทางด้านสถาปัตยกรรมและการตรวจสอบผลการออกแบบ.....173
6.1 ศึกษาองค์ประกอบ , พื้นที่ใช้สอยและความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ.....173
6.2 วิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปของพื้นที่ที่กำหนดเป็นสถานที่ตั้งโครงการ....175
6.3 รูปแบบของอาคารเรียนและอาคารประกอบอื่น ๆ ที่นำเสนอภายในโครงการ.....175
6.4 การตรวจสอบการระบายอากาศภายในห้องเรียน.....188
6.5 การตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในห้องเรียน.....200
บทที่ 7 จุดคุ้มทุนของระบบที่เพิ่มขึ้นและบทสรุป.....216
7.1 จุดคุ้มทุนของระบบที่เพิ่มขึ้น.....216
7.2 บทสรุปท้ายการวิจัย. 221
7.3 ข้อเสนอแนะ.....224
เอกสารอ้างอิง.....225
ภาคผนวก ก.....226
ภาคผนวก ข.....241
ภาคผนวก ค.....244
ประวัติผู้เขียน.....248

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าแยกตามกิจกรรม....2

2.1 ตารางระดับตามสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ตามมาตรฐาน IES....16

2.2 ค่ามาตรฐานระดับเสียงรบกวน ตามแต่ละประเภทของอาคาร ตามมาตรฐาน A.S....17

2.3 ค่าความจ้าสำหรับลักษณะของการเห็นในระดับต่าง ๆ....26

2.4 ความถี่ของสภาพท้องฟ้าแบบต่าง ๆ ของกรุงเทพฯ....27

2.5 ค่า D.F. และ A_w / A_f ที่ต้องการภายในอาคารแต่ละประเภท....28

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงอาคารและ Wind Shadow ของอาคารแต่ละประเภท....37

2.7 ค่าดัชนีเสียดทานที่ผิวพื้น....40

2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดช่องเปิดและทิศทางการพัดของกระแสลม....41

3.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในเขต กทม. และพื้นที่ใกล้เคียง ปี 2531-2540 (10 ปี)....52

3.2 แสดงระยะของเขตความสบาย (Comfort Zone Range)....70

3.3 แสดงข้อมูลค่า MAX. ET และ MIN. ET ในกรณีความเร็วลมแตกต่างกัน....75

3.4 ค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 1.0 m/s)....76

3.5 ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 1.0 m/s)....76

3.6 ขอบเขตอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 1.0 m/s)....76

3.7 ขอบเขตอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 1.5 m/s)....77

3.8 ขอบเขตอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 2.5 m/s)....77

3.9 ขอบเขตอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 3.5 m/s)....77

4.1 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องผังบริเวณ....82

4.2 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องระยะอาคาร....84

4.3 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องลักษณะอาคาร....88

4.4 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดภายนอก กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี....92

4.5 ค่าความสว่างในแนวตั้งฉาก ภายในห้องตัวแทนชั้น 4 ของอาคารเรียนทั้ง 3 หลัง กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี....95

4.6 แสดงประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่างธรรมชาติ อุปกรณ์บังแดดต่าง ๆ กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี....95

4.7 ผลการตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอกอาคาร กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี....101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.8 แสดงระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างจุดกำเนิดเสียงรบกวนภายนอกกับอาคารเรียน กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....101

4.9 ระดับความดังของเสียงภายในห้องเรียนตัวแทนทั้ง 6 ห้อง กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....102

4.10 ค่า U. Value ของผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ฉาบผิวเรียบ.....104

4.11 ค่า U. Value ของผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ไม่ฉาบผิว.....105

4.12 ค่า U. Value ของกระจกใสหนา 6 mm.....106

4.13 ค่า U. Value ของ หลังคากระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก.....106

4.14 แสดงค่า Time Lag ของ ผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ไม่ฉาบผิว.....108

4.15 ค่า Time Lag ของ ผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ฉาบเรียบ.....108

4.16 ค่า Time Lag ของ หลังคากระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก.....109

4.17 ค่า Q ของผนังและหลังคาของอาคารเรียน กรณี โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....110

4.18 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องผังบริเวณ.....114

4.19 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องระยะอาคาร.....116

4.20 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องลักษณะอาคาร.....117

4.21 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดภายนอก กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ...124

4.22 ค่าความสว่างในแนวตั้งฉาก ภายในห้องตัวแทนชั้น 4 ของอาคารเรียนทั้ง 3 หลังโรงเรียน ราชประชาฯ.....125

4.23 แสดงประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่างธรรมชาติ ของอุปกรณ์บังแดดต่าง ๆ กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ.....125

4.24 ผลการตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอกอาคาร กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ.....130

4.25 แสดงระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างจุดกำเนิดเสียงรบกวนภายนอกกับอาคารเรียน กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ.....131

4.26 ระดับความดังของเสียงภายในห้องเรียนตัวแทนทั้ง 6 ห้อง กรณี โรงเรียน ราชประชา ฯ....131

4.27 ค่า Q ของผนังและหลังคาของอาคารเรียน กรณี โรงเรียน ราชประชา ฯ.....132

4.28 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....136

4.29 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.30 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร
กรณี อาคาร.1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....137

4.31 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....138

4.32 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....138

4.33 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร
กรณี อาคาร.2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....139

4.34 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....140

4.35 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....140

4.36 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร
กรณี อาคาร.3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....141

4.37 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 2 โรงเรียน ราชประชา ฯ.....142

4.38 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 2 โรงเรียน ราชประชา ฯ.....142

4.39 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร
กรณี อาคาร.2 โรงเรียน ราชประชา ฯ 143

4.40 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 3 โรงเรียน ราชประชา ฯ.....144

4.41 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 3 โรงเรียน ราชประชา ฯ 144

4.42 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร
กรณี อาคาร.2 โรงเรียน ราชประชา ฯ 145

4.43 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 4 โรงเรียน ราชประชา ฯ.....146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.44 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร 4 โรงเรียน ราชประชา ฯ.....146

4.45 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร
กรณี อาคาร.4 โรงเรียน ราชประชา ฯ 147

4.46 สรุปท้ายบท.....148

5.1 แสดงค่ามุมแดดในช่วงเวลาต่าง ๆ ทางช่องเปิดทางด้านทิศใต้.....166

5.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประเภทต่าง ๆ ที่ใช้เป็นอุปกรณ์บังแดด.....167

5.3 แสดงค่าตัวประกอบการสะท้อนแสงที่แนะนำให้ใช้กับห้องเรียน.....168

5.4 ค่าการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ.....168

5.5 เปรียบเทียบวัสดุผนังภายนอกประเภทต่าง ๆ 170

5.6 เปรียบเทียบวัสดุหลังคาประเภทต่าง ๆ.....172

6.1 ความเร็วของกระแสลมที่พัดเข้าภายในห้องเรียน ชั้น 1.....195

6.2 ความเร็วของกระแสลมที่พัดเข้าภายในห้องเรียน ชั้น 2 195

6.3 ความเร็วของกระแสลมที่พัดเข้าภายในห้องเรียน ชั้น 3.....196

6.4 ความเร็วของกระแสลมที่พัดเข้าภายในห้องเรียน ชั้น 4.....196

6.5 ค่าความสว่างภายนอกและภายในหุ่นจำลองที่ทำการตรวจวัด.....200

6.6 ค่า DF. ภายในห้องเรียนทั้ง 2 กรณี.....204

6.7 ค่าแจกแจงความถี่ของระดับความสว่างในแนวระนาบ (lux)
ภายนอกจากการกระจายรังสี สำหรับกรุงเทพฯ.....206

6.8 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการแบ่งการควบคุมหลอดไฟฟ้าแบบขนานกับ
แนวหน้าต่างและจากการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติ.....214

7.1 แสดงระยะเวลาคุ้มทุน ของค่าใช้จ่ายที่ต้องเพิ่มขึ้นในส่วนของ
การปรับปรุงระบบแสงสว่าง.....219

7.2 สรุปแนวทางการออกแบบ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการระบายอากาศ ,
แสงสว่าง , อุณหภูมิ และเสียงรบกวน.....221

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสถานศึกษา.....3

1.2 เนื้อหาและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....11

1.3 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....12

2.1 ตำแหน่งของโลกสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เวลาในรอบปี.....18

2.2 พลังงานแสงอาทิตย์จับบนบรรยากาศนอกโลกและบนพื้นโลก.....18

2.3 การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางวัน.....19

2.4 การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางคืน.....20

2.5 พิกัดระบุตำแหน่งของดวงอาทิตย์.....20

2.8 Spectrum ของแสงในช่วง Visible Light.....21

2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างฟุตแคนเดิลกับลักซ์.....23

2.10 การกระจายตัวของฟลักซ์จะลดลงโดยแปรผันกับระยะทางยกกำลังสอง.....24

2.11 ความแตกต่างระหว่างการส่องสว่างกับความจ้า.....24

2.12 ความเร็วในการเห็นเมื่อเทียบกับระดับแสงสว่าง.....25

2.13 การแบ่งห้องออกเป็นส่วน ๆ.....29

2.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของห้องและความสูงของช่องเปิด.....31

2.15 แสดงการเคลื่อนตัวของกระแสลมเมื่อพัดผ่านตัวอาคาร.....32

2.16 แสดงระดับ Stagnant Point บนผนังอาคาร.....33

2.17 การเคลื่อนที่ของลมผ่านการวางผังอาคารแบบเรียงแถว.....34

2.18 การเคลื่อนที่ของลมผ่านการวางผังอาคารแบบสลับแถวขึ้นและลง.....35

2.19 รูปทรงของอาคารประเภทต่าง ๆ ที่มีผลกับกระแสลม.....35

2.20 การเปิดใต้ฤนโล่งจะทำให้เกิด การเคลื่อนตัวของกระแสลม
จากด้านเหนือลมไปด้านใต้ลมอย่างรวดเร็ว จะทำให้บริเวณนั้นมีลมแรง.....36

2.21 การยื่นส่วนฐานของอาคาร(Podium) จะช่วยป้องกันและลดความรุนแรง
ของกระแสลมที่เคลื่อนตัวลงมา อย่างรวดเร็ว.....36

2.22 อาคารที่มีหลังคาเป็นดาดฟ้าเรียบและมีความสูงของตัวอาคารมาก ระยะของ
Wind Shadow ก็จะยาวมากตามความสูงของอาคารอีกทั้งระยะของ Wind Shadow
ก็จะยาวมากกว่ากว่าอาคารที่ความสูงน้อยกว่าด้วย.....38

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ... อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.23 อาคารที่มีหลังคาเป็นมุมสูงชัน ความชันขององศาหลังคายิ่งมาก ก็จะเป็นผลทำให้ระยะของ Wind Shadow ก็จะเพิ่มตามด้วยเช่นกัน 38

2.24 ความยาวของตัวอาคารก็มีผลกับ Wind Shadow ด้วยเช่นกัน อาคารที่มีความยาวยิ่งมาก ระยะของ Wind Shadow ก็จะกว้างมาก.....39

2.25 ความกว้างของอาคารก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มีผลกับ Wind Shadow อาคารที่มีลักษณะบาง จะมีระยะ Wind Shadow มากกว่าอาคารที่มีลักษณะหนา และการเรียงตัวอาคารให้ติดๆกันก็จะสามารถลดระยะของ Wind Shadow ได้เช่นกัน.....39

2.26 แสดงความเร็วลม Gradient High ของแต่ละพื้นที่.....40

2.27 การที่ไม่มีช่องทางลมออก จะทำให้ไม่สามารถระบายอากาศภายในห้องได้.....42

2.28 ตำแหน่งของช่องเปิดทางลมเข้าและออกแบบต่าง ๆ ที่มีผลกับการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้อง.....43

2.29 อิทธิพลของตำแหน่งช่องเปิดและฉากกั้นห้อง ที่มีผลกับการเคลื่อนที่ของกระแสลม.....43

2.30 สัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิดของหน้าต่างแบบต่าง ๆ.....44

2.31 ขนาดของช่องทางลมเข้าและช่องทางลมออก ที่มีผลกับอัตราการไหลของกระแสลมภายในห้อง.....45

2.32 ผลกระทบของลมต่อความเร็วเสียง.....47

2.33 ผลกระทบของอุณหภูมิต่อเสียงในเวลากลางวัน.....48

2.34 ผลกระทบของอุณหภูมิต่อเสียงในเวลากลางคืน.....48

2.35 เสียงจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น.....51

2.36 การใช้กำแพงกันเสียง เช่น รั้ว หรือต้นไม้ สามารถช่วยลดเสียงรบกวนได้.....51

3.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540.....53

3.2 ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Diurnal Temperature) รายชั่วโมงในช่วง 1 วัน เฉลี่ยต่อปี ปี 2531.....53

3.3 ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Diurnal Temperature) รายชั่วโมงในช่วง 1 วัน เฉลี่ยต่อปี ปี 2535.....54

3.4 ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Diurnal Temperature) รายชั่วโมงในช่วง 1 วัน เฉลี่ยต่อปี ปี 2540.....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.5 ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Diurnal Temperature) ในช่วง 1 วัน เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531 – 2540.....55

3.6 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531 – 2540.....55

3.7 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ยรายชั่วโมง ในช่วง 1 วัน ของแต่ละเดือน เฉลี่ยต่อปี ปี 2531.....56

3.8 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ยรายชั่วโมง ในช่วง 1 วัน ของแต่ละเดือน เฉลี่ยต่อปี ปี 2535.....56

3.9 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ยรายชั่วโมง ในช่วง 1 วัน ของแต่ละเดือน เฉลี่ยต่อปี ปี 2540.....57

3.10 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ยรายชั่วโมง ในช่วง 1 วัน ของแต่ละเดือน เฉลี่ยรวม 10 ปี ปี 2531 – 2540.....57

3.11 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) แต่ละประเภทในแต่ละเดือน ปี 2528.....58

3.12 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) เฉลี่ยรายชั่วโมงในแต่ละเดือน ปี 2528.....58

3.13 ช่วงเวลาที่มีแสงแดด (Duration of Sunshine) ของแต่ละเดือน เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540.....59

3.14 ความเร็วลม (Wind speed) ในแต่ละช่วงเวลา ของแต่ละเดือน เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540...59

3.15 ความเร็วลมและทิศทาง (Wind speed $ Direction) ของแต่ละเดือน เฉลี่ย 10 ปีปี 2531-2540.....60

3.16 ความถี่ในการกระจายตัวของลม ในแต่ละความเร็วและทิศทาง (Frequency Distribution of Wind in each Speed and Direction ; Wind Rose) เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540.....61

3.17 Psychrometric Chart.....65

3.18 แสดงช่วง Comfort Zone และแนวทางการออกแบบอาคารในระบบทำความร้อน และระบบทำความเย็นภายใน Psychrometric Chart.....66

3.19 แสดงการตรวจสอบค่าอุณหภูมิในช่วง 6 เดือนแรกในรอบ 10 ปี ปี 2531 – 2540 67

3.20 แสดงการตรวจสอบค่าอุณหภูมิในช่วง 6 เดือนหลังในรอบ 10 ปี ปี 2531 – 2540 68

3.21 แสดงการหาค่า WBT (Wet Bulb Temperature) ใน Psychrometric Chart.....72

3.22 แสดงการหาค่า ET.Max และ Min จาก Corrective Effective Temperature.....73

3.23 แสดงการหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยราย 2 ชั่วโมงจาก Hourly Temperature Calculation 74

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อนุญาตให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

4.1 แสดงปัญหาที่ได้รับจากสภาพแวดล้อม กรณี โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....81

4.2 แสดงวางตำแหน่งตัวอาคาร กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....83

4.3 แสดงลักษณะทางกายภาพของอาคารเรียน 1 โรงเรียนวิสุทธิ์กษัตรี.....85

4.4 แสดงลักษณะทางกายภาพของอาคารเรียน 2 โรงเรียนวิสุทธิ์กษัตรี.....86

4.5 แสดงลักษณะทางกายภาพของอาคารเรียน 3 โรงเรียนวิสุทธิ์กษัตรี.....87

4.6 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 1.....89

4.7 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 2.....90

4.8 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 3.....91

4.9 แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าของห้องตัวแทน ที่ทำการตรวจวัด ฯ.....93

4.10 แสดงระยะและตำแหน่งของห้องตัวแทน ที่ทำการตรวจวัด ฯ แบบ Grid Method 94

4.11 แสดงประเภทของสภาพท้องฟ้า ในเขตกรุงเทพ ฯ เฉลี่ย 10 ปี.....94

4.12 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร1.....96

4.13 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร2.....97

4.14 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร3.....98

4.15 แสดงจุดตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอกอาคาร กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....100

4.16 แสดงจุดตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายในห้องเรียน กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี.....102

4.17 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในโรงเรียนวิสุทธิ์กษัตรี.....112

4.18 แสดงปัญหาที่ได้รับจากสภาพแวดล้อม กรณี โรงเรียน ราชประชา ฯ.....113

4.19 แสดงวางตำแหน่งตัวอาคาร กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ.....115

4.20 แสดงลักษณะทางกายภาพของอาคารเรียน 2 โรงเรียนราชประชา ฯ.....118

4.21 แสดงลักษณะทางกายภาพของอาคารเรียน 3 โรงเรียนราชประชา ฯ.....119

4.22 แสดงลักษณะทางกายภาพของอาคารเรียน 4 โรงเรียนราชประชา ฯ.....120

4.23 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 2 121

4.24 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 3 122

4.25 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 4.....123

4.26 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร 2.....126

4.27 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร 3 127

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

4.28 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร 4.....128

4.29 แสดงจุดตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอกอาคาร กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ.....130

4.30 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในโรงเรียน ราชประชา ฯ.....134

5.1 ปัญหาที่อาจจะได้รับจากชุมชน.....151

5.2 หลีกเลี่ยงบริเวณที่มีอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่ล้อมรอบ.....151

5.3 แนวที่ดินด้านที่ติดกับบริเวณที่มีเสียงดัง ควรจะแคบกว่าด้านอื่น ๆ.....152

5.4 แนวที่ดินด้านที่อยู่ในแนวการพัดของทิศทางลมควรจะกว้างกว่าด้านอื่น ๆ.....152

5.5 ถ้าด้านกว้างของที่ดินเป็นด้านที่มีเสียงดัง จะต้องมีแนวกันเสียง เช่น รั้วทึบ หรือต้นไม้.....153

5.6 ควรเตรียมพื้นที่ว่างมากกว่า 50 % สำหรับจัด Micro Climate.....153

5.7 Sol-Air Orientation ที่สัมพันธ์กับ Bearing Angle ที่มีการแกว่ง 5 $^{\circ}$W และ 15°E.....153

5.8 หลีกเลี่ยงการวางอาคารขนานหรือซ้อนกัน.....154

5.9 ควรมีแนวกันเสียงให้กับอาคารเรียน.....154

5.10 ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบ Single Loaded Corridor.....155

5.11 ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบ Double Loaded Corridor.....156

5.12 ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบ Inner Vestibule.....157

5.13 ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบ Outer Vestibule.....157

5.14 องศามุมมองภายในห้องเรียน ขนาด 7.00 X 9.00 m.....158

5.15 องศามุมมองภายในห้องเรียน ขนาด 8.00 X 8.00 m.....159

5.16 ลักษณะการจัดโต๊ะเรียน แบบที่ 1 และ 2 ของห้องเรียนขนาด 8.00 X 9.00 m.
โดยมีระยะห่างจากกระดานดำ 2.50 m. 160

5.17 ลักษณะการจัดโต๊ะเรียน แบบที่ 3 และ 4 ของห้องเรียนขนาด 8.00 X 9.00 m.
โดยมีระยะห่างจากกระดานดำ 3.00 m.....160

5.18 ขนาดหน้าต่างที่มีผลกับค่าเฉลี่ยของกระแสลมที่สามารถพัดเข้ามาภายในห้อง.....161

5.19 ประเภทหน้าต่างที่แนะนำให้ใช้.....162

5.20 ขนาดของช่องเปิดผนังด้านนอกอาคาร.....163

5.21 ขนาดของช่องเปิดผนังด้านติด Corridor.....163

5.22 ลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องเรียน ในกรณีต่าง ๆ.....164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

5.23 ให้แสงสว่างจากภายนอกเข้าได้ทั้ง 2 ด้าน (BILATERAL) และการใช้ LIGHT SHELF ช่วยเพิ่มความสว่างภายในห้อง....165

5.24 องศาการบังแดดจะต้องไม่ต่ำเกินไป....165

5.25 สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนที่เหมาะแก่การเรียนการสอน....169

6.1 แสดงสภาพแวดล้อมโดยรอบที่ตั้งโครงการ....175

6.2 การวิเคราะห์ LOCATION , ZONING , FUNCTION DIAGRAM , ACESS & VIEW....176

6.3 การจัดผังบริเวณภายในโรงเรียน....177

6.4 รูปด้านหน้าและด้านหลัง....178

6.5 รูปด้านซ้ายและด้านขวา....179

6.6 แบบอาคาร CLASSROOM....180

6.7 แบบอาคาร ADMINISTRATION และ CANTEEN....181

6.8 แบบอาคาร LIBRARY....182

6.9 แบบอาคาร GUMNASIUM & MULTI PURPOSE....183

6.10 แบบอาคาร WORKSHOP 1 , 2 และ 3....184

6.11 การตรวจสอบมุมแดดและช่วงเวลาการบังเงาให้แก่อาคารเรียนทางช่องเปิดด้านทิศใต้....185

6.12 แบบรูปตัดและช่วงเวลาการบังแดด รวมทั้งแสดงการทำงานของระบบช่วยเสริมต่าง ๆ....186

6.13 แบบขยายอุปกรณ์บังแดดและการควบคุมการใช้งานของอุปกรณ์สะท้อนแสง....187

6.14 การตรวจสอบปริมาณกระแสลมที่พัดเข้าห้องเรียนภายในอุโมงค์ลม กรณีที่กระแสลมพัดมาทางทิศใต้....189

6.15 การตรวจสอบปริมาณกระแสลมที่พัดเข้าห้องเรียนภายในอุโมงค์ลม กรณีที่กระแสลมพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้....189

6.16 การใช้ Air Flow Meter ตรวจวัดปริมาณกระแสลม ในตำแหน่งต่าง ๆ ภายในหุ่นจำลอง....190

6.17 รูปแบบช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ (ช่องทางลมออก)....190

6.18 ค่าความเร็วของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่ 1....191

6.19 อัตราส่วนการกระจายตัวของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่ 1....191

6.20 ค่าความเร็วของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่ 2....192

6.21 อัตราส่วนการกระจายตัวของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่ 2....192

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ... ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

6.22 ค่าความเร็วของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่ 3.....193

6.23 อัตราส่วนการกระจายตัวของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่ 3.....193

6.24 ค่าความเร็วของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่ 4.....194

6.25 อัตราส่วนการกระจายตัวของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่ 4.....194

6.26 การเคลื่อนที่ของอากาศภายในห้องเรียน กรณีติดพัดลมดูดอากาศบริเวณ
ช่องแสงที่อยู่ด้านเหนือประตู.....197

6.27 การเคลื่อนที่ของอากาศภายในห้องเรียน กรณีติดพัดลมดูดอากาศบริเวณ
ช่องแสงที่อยู่ด้านเหนือหน้าต่าง.....198

6.28 ตำแหน่งการติดตั้งและทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้อง
โดยผ่านการดูด ของพัดลมดูดอากาศ.....198

6.29 การตรวจสอบการวางทิศทางของช่องเปิดของหุ่นจำลอง
ให้ตรงกับทิศทางของช่องเปิดที่กำหนดไว้ในแบบ.....201

6.30 อุปกรณ์ต่าง ๆที่ใช้ในการตรวจสอบ.....201

6.30 รูปแบบลักษณะช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ.....202

6.32 สภาพแวดล้อมภายในหุ่นจำลองกำหนดให้มีสภาพใกล้เคียงกับอวคารจริงให้มากที่สุด.....202

6.33 การตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในหุ่นจำลอง กรณีที่มีการใช้ประโยชน์
จากการติดตั้งแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง.....203

6.34 การตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในหุ่นจำลอง
กรณีที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง.....203

6.35 เปรียบเทียบค่า DF. ภายในหุ่นจำลอง ทั้ง 2 กรณี.....204

6.36 ระดับความสว่าง (lux) ภายในหุ่นจำลองที่ใช้แผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง.....205

6.37 ค่าประมาณการของระดับความสว่างภายในห้อง
ในกรณีที่สภาพแสงสว่างภายนอกเปลี่ยนแปลง.....207

6.38 สัดส่วนของห้องเรียน.....207

6.39 การจัดวางตำแหน่งโคมไฟ.....209

6.40 สวิทช์ควบคุมหลอดไฟฟ้าภายในห้องเรียน.....210

6.41 ผังการทำงานของระบบใน MODE.1 (ไม่เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ).....211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

6.42 ระดับ ILLUMINATION GRADIENT ภายในห้องเรียน MODE.1 (ไม่เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ)....211

6.43 ผังการทำงานของระบบใน MODE.2 212

6.44 ระดับ ILLUMINATION GRADIENT ภายในห้องเรียน MODE.2 213

6.45 ผังการทำงานของระบบใน MODE.3 213

6.46 ระดับ ILLUMINATION GRADIENT ภายในห้องเรียน MODE.3....214

7.1 การจัดตำแหน่งดวงโคมของห้องเรียนแบบเดิม ขนาด 7.00 x 9.00 m....216

7.2 การจัดตำแหน่งดวงโคมของห้องเรียนแบบปรับปรุง ขนาด 8.00 x 9.00 m....217

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

การศึกษาเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและสำคัญต่อสังคมและพลเมืองของประเทศ การศึกษาจะช่วยให้เยาวชนมีความรู้ มีความคิด มีสติปัญญา สามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปพัฒนาประเทศได้ การให้การศึกษาแก่เยาวชนภายในชาตินั้น นอกจากจะต้องพัฒนาในด้านหลักสูตรการศึกษาให้ทันสมัยและเหมาะสมกับวัยของเด็กแล้ว ยังจะต้องสร้างและพัฒนาสถานที่เรียน ให้มีประสิทธิภาพของการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

แต่จากการเจริญเติบโตของเมืองและการเพิ่มจำนวนเด็กในวัยเรียนอย่างรวดเร็ว ทำให้โรงเรียนบางแห่งถูกบีบบังคับด้วยปัจจัยต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องงบประมาณ , สถานที่ตั้ง , การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมรอบ ๆ โรงเรียน เป็นต้น เป็นผลทำให้อาคารเรียนภายในโรงเรียนหลาย ๆ แห่งประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่นเรื่องแสงสว่างภายในห้องเรียน , การระบายอากาศ , อุณหภูมิที่สูง , ความหนาแน่นของนักเรียนต่อห้อง , กลิ่นเหม็นจากภายนอก ฯลฯ ซึ่งปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ย่อมจะส่งผลกระทบกับนักเรียนโดยตรง

คุณลักษณะของห้องเรียนที่เหมาะสมกับการเรียนการสอน ควรมีลักษณะดังนี้

1.1.1 ขนาดของห้องเรียนควรเหมาะสมกับจำนวนนักเรียน เพราะจะมีผลกับการกระจายเสียงภายในห้องเรียน , การมองเห็น , ความหนาแน่นของนักเรียนต่อห้อง เป็นต้น

1.1.2 สภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนควรอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน เพราะช่วยในการมองกระดานดำและการอ่านหนังสือของนักเรียน รวมทั้งยังเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างอีกด้วย

1.1.3 การระบายอากาศภายในห้อง อากาศภายในห้องเรียนควรมีการหมุนเวียน ถ่ายเทอยู่เสมอ เพื่อช่วยลดความร้อน ความชื้น กลิ่นอับตลอดจน ก๊าซเสียต่าง ๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ,และเชื้อโรคต่าง ๆ

1.1.4 การป้องกันความร้อนและแสงแดด ตัวอาคารควรตั้งอยู่ในทิศทางที่เหมาะสมกับทิศทางลมและแดด รวมถึงการยื่นชายคาและการใช้อุปกรณ์บังแดด จะช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารลงได้

1.1.5 ระดับเสียงรบกวนจากภายนอกและภายใน จะต้องไม่ดังเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพราะจะเป็นอันตรายแก่ประสาทหูและ ยังรบกวนสมาธิการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และยังรวมถึงคุณภาพของอาคาร, การบำรุงรักษา, การประหยัดพลังงานตลอดจนเอกลักษณ์ต่าง ๆ ทางด้านสถาปัตยกรรม แต่จากสภาพของอาคารเรียนในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังขาดคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้น

ด้วยเหตุนี้จึงเล็งเห็นว่าน่าที่จะทำการศึกษาและวิจัยถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในลักษณะต่างๆ รวมถึงการเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาในหลายๆด้าน เพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลในการออกแบบและพัฒนารูปแบบของอาคารเรียน ที่เหมาะสมกับความต้องการทางการศึกษาและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน

1.2 ความสำคัญของปัญหา

ในงานวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาการออกแบบอาคารเรียน โดยเล็งเห็นว่าอาคารเรียนเป็นอาคารที่มีเด็กนักเรียนใช้งานจำนวนมาก ตัวอาคารจึงควรที่สามารถตอบสนองพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้อาคารและสามารถตอบสนองสภาวะความสบายทั้งด้านอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่างและเสียงรบกวนได้ อาคารเรียนส่วนใหญ่จึงจำเป็นต้องใช้ระบบไฟฟ้าและเครื่องกล เพื่อสร้างสภาวะความสบายดังกล่าว ทำให้ตัวอาคารมีการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น จากรายงานการศึกษาของ USAID เรื่อง Energy Conservation in Commercial Building ได้ทำการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารประเภทต่างๆ โดยแยกตามประเภทกิจกรรม ซึ่งคิดเป็นร้อยละของการใช้งานดังนี้

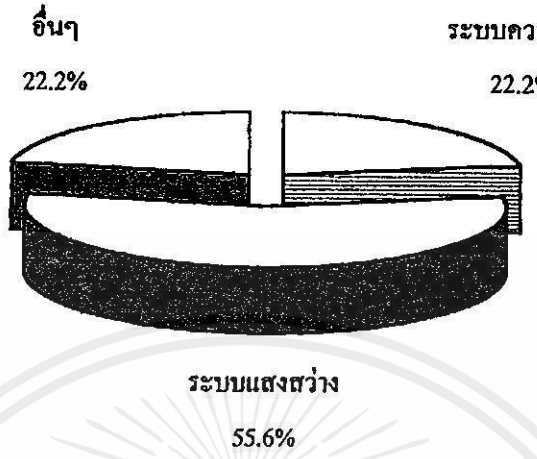
ตารางที่ 1.1 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าแยกตามกิจกรรม

ประเภทอาคาร	ระบบความเย็น %	ระบบแสงสว่าง %	อื่นๆ* %	รวม %
สำนักงาน	50.0	25.0	25.0	100
โรงแรม	61.0	15.3	23.7	100
ศูนย์การค้า	60.0	25.0	15.0	100
สถานศึกษา	22.2	55.8	22.2	100
โรงพยาบาล	77.5	14.7	7.8	100
ภัตตาคาร	27.8	45.0	27.5	100

*อื่นๆ หมายถึง ระบบความร้อนและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆที่ใช้ไฟฟ้า

ที่มา : ผศ.ธนิต จินดาวนิด , เอกสารประกอบการสอนเรื่องพลังงานกับการออกแบบสถาปัตยกรรม , คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสถานศึกษา

จากรูปที่1.1 จะพบว่าอาคารประเภทสถานศึกษาจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างมากสุดถึง 55.6% ตามด้วยระบบความเย็น และอื่นๆอย่างละเท่าๆกันคือ 22.2% แสดงให้เห็นว่าการควบคุมการใช้พลังงานของอาคารประเภทนี้ควรพิจารณาที่ระบบแสงสว่างเป็นสำคัญ ดังนั้นถ้าเราสามารถควบคุมการใช้พลังงานในส่วนให้ลดลงได้ก็จะเป็นการช่วยลดภาระการใช้ไฟฟ้าของอาคารรวมทั้งยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย

อย่างไรก็ดีจากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าไม่ได้มี การแยกการใช้ไฟฟ้าตามระดับของสถานศึกษาไว้ จึงเห็นว่าน่าจะเป็นการดีถ้าได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานโดยแยกตามระดับของสถานศึกษา เพื่อที่จะได้เห็นการใช้พลังงานของแต่ระดับการศึกษาภายในสถานศึกษาอย่างละเอียด (ในที่นี้จะศึกษาเฉพาะระดับมัธยมศึกษา ที่เกี่ยวเนื่องกับงานวิจัยนี้เท่านั้น) ซึ่งผลที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมการใช้พลังงานในแต่ละส่วนอาคารและ ทำให้การใช้พลังงานภายในอาคารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ลักษณะของอาคารเรียนที่ดีนั้นใช่ว่าจะพิจารณาเพียงแค่การใช้พลังงานเท่านั้น ตัวอาคารควรที่จะมีลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างสภาวะความสบายของผู้ใช้อาคารด้วย ซึ่งจากสภาพของอาคารเรียนส่วนใหญ่ยังมีสภาพที่ไม่เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดปัญหาหลายด้านๆ จึงพอที่จะสรุปประเด็นปัญหาได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.1 ปัญหาเรื่องปริมาณแสงสว่างภายในห้องเรียน

ควรอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่มากหรือน้อยเกินไป ส่วนใหญ่ห้องเรียนในสถานศึกษาจะมีการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารค่อนข้างมาก เป็นผลทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นตามไปด้วย แต่ถ้าสามารถนำเอาแสงสว่างจากธรรมชาติมาช่วยเพิ่มความสว่างภายในห้องเรียน ก็สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้แต่จะต้องคำนึงถึงการป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่จะนำพาความร้อนเข้ามาในอาคารด้วย

1.2.2 ปัญหาเรื่องการระบายอากาศภายในห้องเรียน

โดยปกติอากาศที่อยู่ภายในห้องเรียน ควรมีการหมุนเวียน และถ่ายเทตลอดเวลา เพื่อจะได้ขจัดอากาศเสียภายในห้องออกไป แล้วนำเอาอากาศที่ดีเข้ามา ซึ่งถ้าอาคารเรียนตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับทิศทางลมประจำถิ่นแล้ว กระแสลมธรรมชาติก็สามารถช่วยระบายอากาศ ได้อย่างเป็นอย่างดี แต่ถ้าการระบายอากาศภายในห้องเรียน มีประสิทธิภาพไม่ดีพอ อากาศไม่มีการหมุนเวียน อากาศเสียที่เกิดภายในห้องก็จะเกิดการสะสมมากขึ้น ประมาณออกซิเจนจะลดน้อยลง นักเรียนก็จะรู้สึกอึดอัด ไม่มีสมาธิในการเรียน ดังนั้นห้องเรียนที่พบปัญหาดังกล่าว จึงต้องใช้ระบบเครื่องกลมาช่วยแก้ปัญหา ซึ่งอุปกรณ์เหล่านั้นจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำงาน และถ้าอุปกรณ์เหล่านั้นมีจำนวนมากขึ้น การบริโภคพลังงานก็จะมากขึ้นเป็นเงาตามตัว

1.2.3 ปัญหาเรื่องอุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียน

ที่เกิดจากการถ่ายรังสีความร้อน จากสภาพแวดล้อมเข้าสู่ตัวอาคารทาง ช่องเปิด ผนังและหลังคาและจากการที่นักเรียนอยู่รวมกันจำนวนมากรวมถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นร่างกายจะผลิตความร้อนโดยกระบวนการ Metabolism แล้วถ่ายเทสู่สภาพแวดล้อมภายในห้อง เป็นผลทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในอาคารจึงทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้อง (ΔT) สูงขึ้น และยังส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวภายในห้อง (Mean Radiant Temperature) สูงขึ้นตามไปด้วยและยังเกี่ยวเนื่องกับเสื้อผ้าที่นักเรียนสวมใส่,ความชื้นสัมพันธ์และความเร็วลมด้วย

1.2.4 ปัญหาเรื่องเสียงรบกวน

เสียงรบกวนที่มาจากภายนอก เช่น ถนน, ยานพาหนะ, ตลาด ฯลฯ ส่วนเสียงรบกวนที่มาจากภายในจะเป็นการรบกวนกันเองระหว่างห้องเรียนต่างๆ ซึ่งเสียงเหล่านี้ล้วนแต่เป็นปัญหาต่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น การลดและป้องกันมลภาวะทางเสียงเหล่านี้จะต้องพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดจากสภาพแวดล้อมทั้งภายนอกและภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อหาแนวทางและวิธีการออกแบบสถาปัตยกรรมเกี่ยวกับอาคารทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพซึ่งในโครงการนี้เป็นการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา โดยการที่หาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการออกแบบอาคารเรียน โดยคำนึงถึงการอาศัยประโยชน์จากแสงสว่างและการระบายอากาศทางธรรมชาติมาใช้ภายในอาคาร เพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายและช่วยลดการใช้พลังงานในอาคาร โดยมีรายละเอียดของวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1.3.1 เสนอแนะการจัดวางตำแหน่งของอาคารและองค์ประกอบอื่นๆ โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมท้องถิ่น(micro climate) เพื่อประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และลมประจำท้องถิ่นมาใช้ รวมถึงการกำหนดรูปแบบของกรอบอาคาร เพื่อประสิทธิภาพในการป้องกันแดด ฝนของตัวอาคาร

1.3.2 นำเสนอขนาดและสัดส่วนของห้องเรียนและช่องเปิดที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางด้านอุณหภูมิ แสงสว่างและการระบายอากาศ โดยสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร

1.3.3 ศึกษาแนวทางการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ภายในอาคาร เพื่อลดภาระการส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

1.3.4 ศึกษาแนวทางการใช้วิธีการระบายอากาศภายในอาคาร โดยใช้กระแสลมจากธรรมชาติ เพื่อลดภาระการทำความเย็นจากอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.3.5 ศึกษาแนวทางการป้องกันและลดเสียงรบกวน ทั้งจากภายนอกและภายในอาคาร เป็นการลดการรบกวนจากมลภาวะทางด้านเสียง

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาศักยภาพการใช้แสงสว่างและการระบายอากาศโดยธรรมชาติภายใน อาคารเรียน โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาอาคารเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา ขนาดกลาง จำนวนนักเรียน 500-1,499 คน ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ

1.4.2 ศึกษาและกำหนดการจัดวางตำแหน่งอาคารและพื้นที่ใช้สอย โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับพฤติกรรมและประโยชน์ใช้สอยรวมถึงความสบายของผู้ใช้อาคาร

1.4.3 ศึกษาและกำหนดขนาดของพื้นที่ห้องเรียนและขนาดช่องเปิด ให้สอดคล้องกับความสบายทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนในการวิจัย

เพื่อให้การออกแบบเป็นไปอย่างถูกต้องและได้ผลสรุปตรงกับความต้องการที่แท้จริง จึงต้องมีวิธีการศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

1.5.1 การสำรวจและศึกษาปัญหาเบื้องต้น

เริ่มจากค้นคว้าและศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในภาคเอกสาร โดยศึกษาจากรายงานและการวิจัยต่างๆ, บทความทางวิชาการ เพื่อที่จะมองประเด็นของปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น และมุ่งประเด็นในข้อปัญหาเพื่อที่จะนำมาแก้ไข ภายใต้ขอบเขตที่สามารถจะดำเนินงานวิจัยต่อไปได้

1.5.2 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิจัย

ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเรื่องมาตรฐานที่จะใช้กำหนดในงานวิจัย ทั้งเรื่องอุณหภูมิ, ความชื้น, แสงสว่าง, การระบายอากาศและเสียงรบกวน ศึกษาถึงต้นเหตุและตัวแปรที่เกี่ยวเนื่องกับสภาวะสบาย โดยอาศัยข้อมูลทางสถิติที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลสถิติของสภาพอากาศ, ข้อมูลสถิติทางด้านแสงสว่าง ฯลฯ เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

1.5.3 การศึกษาอาคารตัวอย่างและวิเคราะห์ปัญหา

เป็นการเก็บข้อมูลของปัญหาที่เกิดขึ้นจริงกับสถานศึกษาประเภทเดียวกัน ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ โดยทำการตรวจสอบทางด้าน

ก. อุณหภูมิ ความชื้น

ข. ปริมาณแสงสว่าง

ค. ความเร็วลม

ง. ความดังของเสียงรบกวน

จ. ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของอาคาร

เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปัญหาและตัวแปรที่มีผลกับสภาวะความสบายของผู้ใช้อาคาร และจากผลการวิเคราะห์จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของตัวอาคารทางด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้า, การป้องกันความร้อน, การใช้ระบบแสงสว่าง ฯลฯ ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเพียงใด เพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาให้ตรงประเด็นต่อไป

1.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและแนวทางที่เกี่ยวข้อง

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในเบื้องต้น มาวิเคราะห์เพื่อหาผลสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการและเทคนิคต่างๆ โดยนำหลักเกณฑ์การออกแบบทางสถาปัตยกรรมต่างๆมาพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.5 การดำเนินงานออกแบบ

นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาประกอบการออกแบบ พร้อมทั้งกำหนดส่วนต่างๆของอาคาร ที่นำมาใช้แก้ปัญหา โดยนำเสนอการออกแบบในลักษณะรูปแบบที่สมบูรณ์ ที่สามารถแก้ปัญหาในกรณีต่างๆได้

1.5.6 การตรวจสอบผลงานออกแบบ

ตรวจสอบผลงานที่นำเสนอ ด้วยการทดสอบและเปรียบเทียบด้วยวิธีการต่างๆ รายละเอียดการตรวจสอบจะทำการตรวจสอบทางด้านอุณหภูมิ, ทางด้านแสงสว่าง, ทางด้านการระบายอากาศ, ทางด้านเสียง ด้วยการทำแบบจำลอง (model) ทดสอบและการคำนวณ รวมทั้งทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร ผลต่างของการใช้ไฟฟ้าก็คือค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้

1.5.7 การสรุปผลการศึกษา

หลังจากทำการทดสอบผลงานการออกแบบด้วยวิธีการต่างๆแล้ว นำผลที่ได้มาสรุปและเสนอแนะข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อเป็นประโยชน์ในการวิจัยต่อไป

1.6 ข้อจำกัดในการวิจัย

1.6.1 เนื่องจากเป็นโครงการที่สมมุติขึ้น ดังนั้นการตรวจสอบจึงจำเป็นต้องทำการทดสอบด้วยแบบจำลอง (model) และการคำนวณ เพื่อแสดงให้เห็นว่ารูปแบบที่นำเสนอสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ดีการจะนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบจะต้องพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมและตัวแปรของแต่ละท้องถิ่นประกอบด้วย

1.6.2 เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลา ทำให้การตรวจสอบอาคารตัวอย่างทางด้านกายภาพไม่สามารถเก็บข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ตลอดทั้งปีได้

1.6.3 เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์เครื่องมือ ทำให้การตรวจสอบผลการออกแบบไม่สามารถตรวจสอบขั้นละเอียดได้ แต่ผลการตรวจสอบที่ได้นั้นก็สามารถยืนยันความถูกต้องของข้อมูลได้สูงพอสมควร เพราะในระหว่างการตรวจสอบพยายามควบคุมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ถูกต้องและใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.7.1 ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการใช้แสงสว่าง และการระบายอากาศธรรมชาติภายในอาคาร โดยที่สามารถช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างและการปรับอากาศของอาคารลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.2 นำเสนอรูปแบบและขนาดของช่องเปิดที่เหมาะสม ที่ทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางด้านอุณหภูมิ ความชื้นและแสงสว่าง โดยจะแสดงผลให้เห็นด้วยหลักทฤษฎีทางวิชาการและการทดสอบ

1.7.3 เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารเรียนในอนาคตโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติให้มากที่สุด เป็นการช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าให้กับประเทศ

1.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.8.1 Dr.Surapong Chirarattannanon : ได้ทำการศึกษาเรื่อง A Daylight Design Methodology For Thailand : Use Of Computed Daylight Factor Curves โดยเริ่มให้ความสนใจมากในต่างประเทศโดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา ในการออกแบบการใช้แสงธรรมชาติ โดยได้มีการพิสูจน์แล้วว่าการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติสามารถชดเชยการใช้พลังงานในอาคาร งานวิจัยนี้ได้เสนอหลักการออกแบบการใช้แสงธรรมชาติโดยอยู่บนพื้นฐานของค่า Daylight Factor Curves ซึ่งได้มาจากการใช้โปรแกรม DOE.2 โดย Daylight Factor Curves แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของห้องและค่าที่มีผลต่อค่า Daylight Factor Curves เช่นค่า window-to wall , กำหนดทิศทาง , การเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ซึ่งค่าดังกล่าวเหล่านี้ ทำให้ค่าของการให้แสงสว่างในแต่ละเวลาเป็นค่าที่แตกต่างกัน ฉะนั้นจึงเป็นบรรทัดฐานของการออกแบบ

1.8.2 Dr.Surapong Chirarattannanon : ได้ทำการศึกษาเรื่อง Daylight For Energy Efficient Lighting :The Case Of Thailand ศึกษาถึงการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติเพื่อพิจารณาการออกแบบการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ โดยทั่วไปการออกแบบอาคารสมัยใหม่ได้มองข้ามถึงการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ งานวิจัยชิ้นนี้เป็นตัวอย่างของแนวคิดและผลประโยชน์ของการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติและนำเสนอการออกแบบหลักการใช้แสงธรรมชาติในการใช้งานจริง โดยตั้งอยู่บนหลักของ Daylight Factor สำหรับประเทศไทย

1.8.3 John F.Busch, Peter Du Point and Surapong Chirarattannanon : ได้ทำการวิจัยเรื่อง Energy-Efficient in Thai Commercial Building โดยสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงาน , การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสำนักงาน , โรงแรม , ศูนย์การค้า โดยวัดปริมาณโดยตรงและการลด cooling load ในอาคารที่สามารถประหยัดค่าใช้จ่าย 30-50% ของทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีก ... ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ... เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8.4 P J Littlefair, M E Aizlewood and A B Birtles : วิจัยเรื่อง The Performance of Innovative Daylighting Systems โดยทำการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของการนำแสง

จากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ มี 4 ข้อคือ เพื่อเพิ่มปริมาณแสงธรรมชาติที่ระยะห่างจากหน้าต่างภายในห้อง , เพื่อปรับปรุงการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร , เพื่อควบคุมรังสีตรงจากดวงอาทิตย์และเพื่อลดแสงจ้าภายในอาคาร โดยทำการวิจัยที่อาคาร The Building Research Establishment (BRE) ที่มีการติดตั้ง Prismatic Glass , Prismatic Film และกระจกที่มีช่องระบายอากาศ ได้ใช้วิธีการออกแบบอุปกรณ์บังแดดเพื่อเพิ่มปริมาณแสงธรรมชาติและใช้มู่ลี่ที่ปรับได้เพื่อควบคุมแสง

1.8.5 Rit Jittasatra : วิจัยเรื่อง The Potential of using Daylighting for Building -Case study : School of Energy and Materials Building, KMITT ได้ทำการวิเคราะห์การนำเอาแสงธรรมชาติมาช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคาร โดยประเมินค่าความสว่างของแสงธรรมชาติภายในอาคารในแต่ละเดือน รวมถึงค่ารายชั่งโมงของรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยรายเดือน ผลที่ได้นำไปหาค่าความสว่างภายในที่ต้องการจากหลอดไฟ ตามมาตรฐาน CIE แล้วจึงคำนวนหาหลอดไฟฟ้า โดยวิธี zonal cavity ผลต่างของไฟฟ้าที่ได้เมื่อเทียบกับจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งจริงคือค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้

1.8.6 H B Awbi : ศึกษาเรื่อง Design Considerations for Naturally Ventilated Building ศึกษาถึงการพิจารณาการออกแบบระบบระบายอากาศตามธรรมชาติภายในอาคารแทนระบบเครื่องกลที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า ในรายงานได้แสดงถึงวิธีการระบายอากาศแบบต่างๆ ผลกระทบของความกดอากาศและแรงลอยตัวที่มีผลกับการระบายอากาศ พร้อมเสนอแนะหลักการและวิธีการเลือกใช้ระบบอากาศแบบต่างๆ

1.8.7 ดร.สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวนิค : วิจัยเรื่อง การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับอาคารสถาปัตยกรรม งานวิจัยศึกษาถึงตัวแปรสำคัญๆที่เป็นปัจจัยในการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้อยู่อาศัย โดยวิธีธรรมชาติ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายในอาคารซึ่ง ได้แก่ สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร, มวลอาคารและการดูดความร้อน, อุณหภูมิที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนความร้อน, รังสีดวงอาทิตย์, ลม และได้สรุปเป็นแผนภูมิขั้นตอนในการออกแบบอาคาร

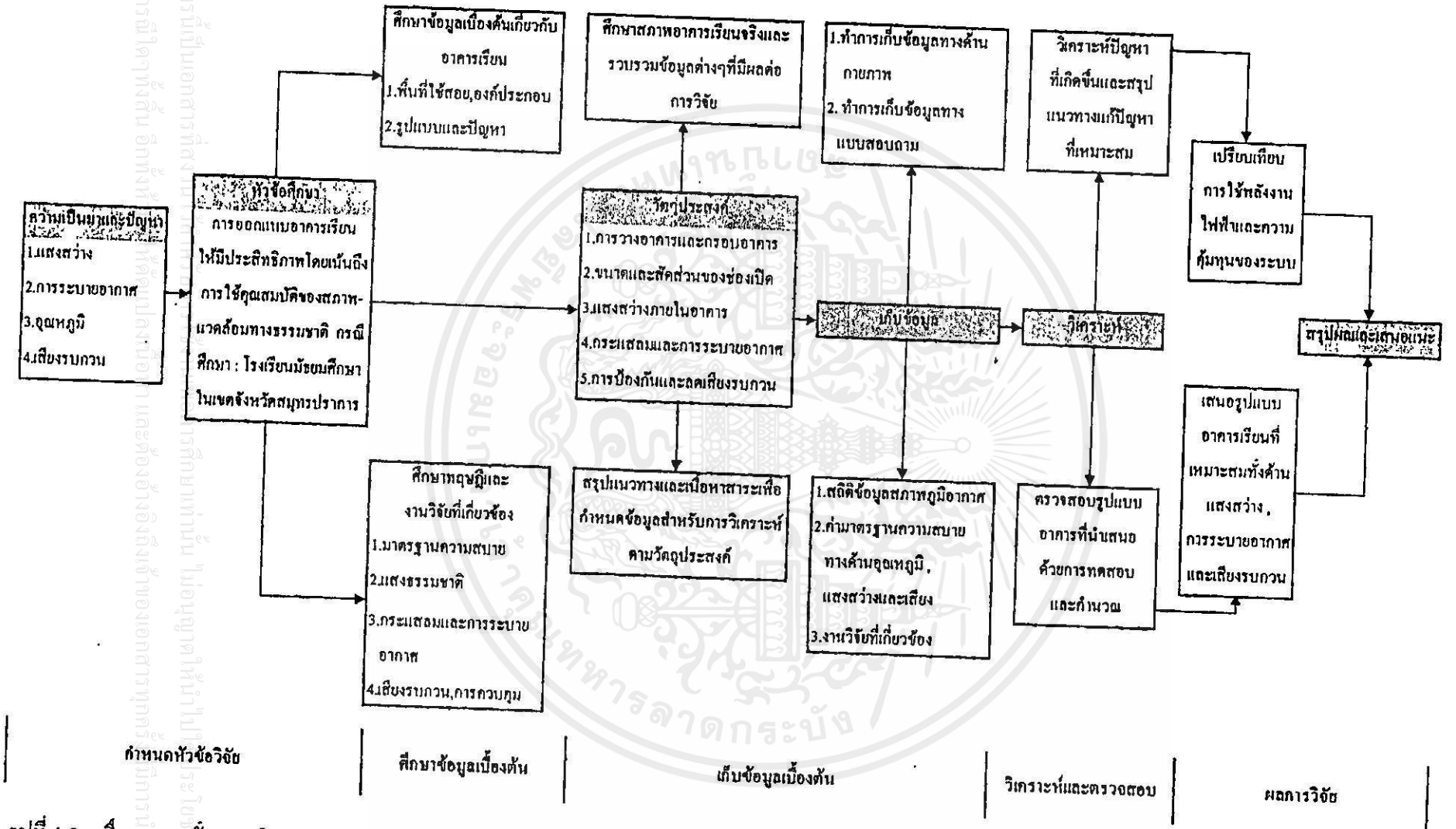
1.8.8 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ : วิจัยเรื่อง การศึกษาวิจัยเรื่องโรงเรียนเพื่อปรับปรุงรูปแบบโรงเรียนประชาบาล โดยวิเคราะห์ถึงปัญหาและมาตรฐานด้านต่างๆ เช่นมาตรฐานห้อง , ระดับเสียง , แสงสว่าง ฯลฯ เพื่อปรับปรุงรูปแบบของโรงเรียนประชาบาลให้เหมาะสมกับความต้องการทางด้านการศึกษาและสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดความมุ่งหมายให้เป็นอาคารต้นแบบที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม และเหมาะกับงบประมาณที่จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปฝากขาย

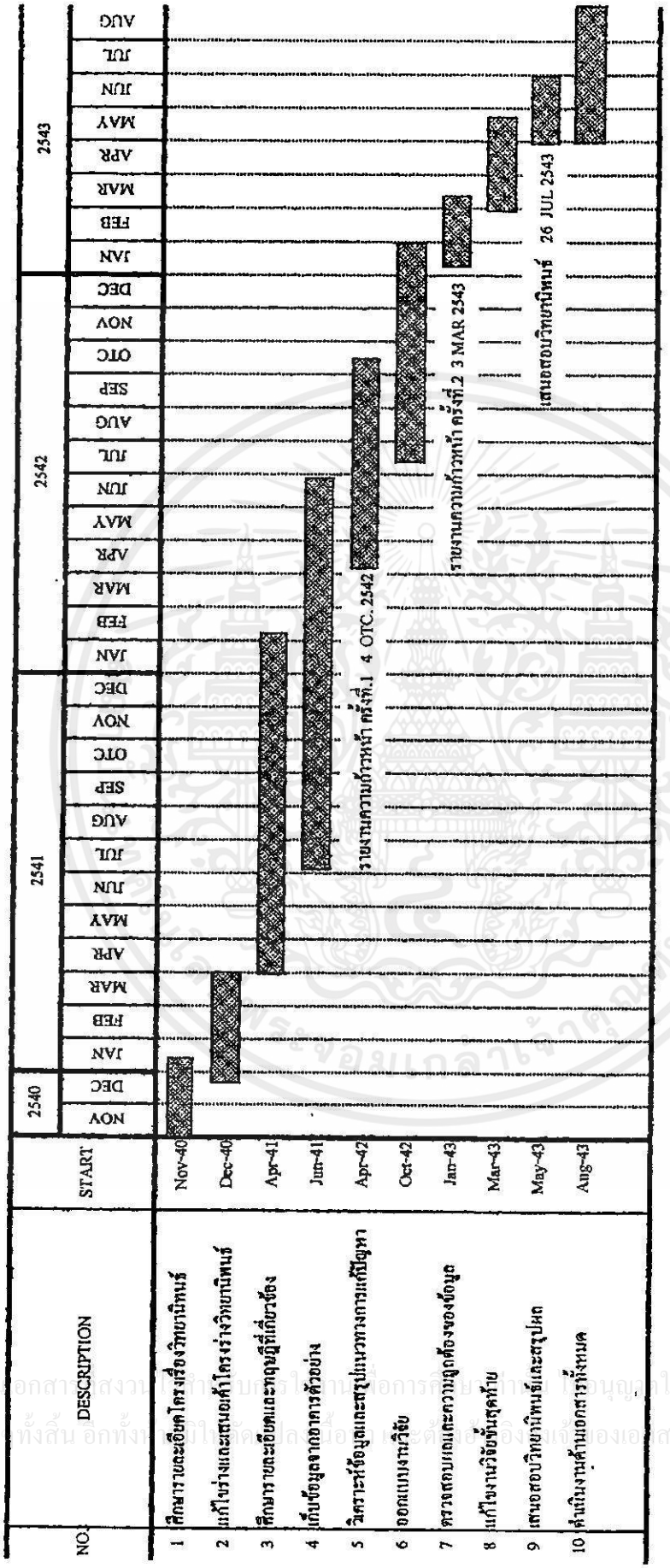
1.8.9 Jinda Kaewkiew : วิจัยเรื่อง Performance of Lighting System and Lighting Potential Assessment ในการสัมมนาเชิงวิชาการเรื่อง การอนุรักษ์พลังงานในอาคารและในอุตสาหกรรม (เฉพาะภาคอาคาร) เป็นการศึกษาทฤษฎีเรื่อง การออกแบบแสงสว่างธรรมชาติ เพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

1.8.10 Jinda Kaewkiew : วิจัยเรื่อง Daylight Availability Assessment and Daylighting Factor ในการสัมมนาเชิงวิชาการเรื่อง การอนุรักษ์พลังงานในอาคารและในอุตสาหกรรม (เฉพาะภาคอาคาร) เป็นการศึกษาและวิจัย ในเรื่อง Daylighting Factor เพื่อนำมาใช้ภายในอาคาร สำหรับอาคารในประเทศไทย โดยทำการตรวจสอบกับอาคารตัวอย่าง 2 อาคาร ได้แก่อาคารอื้อจื้อเหลียงและอาคาร สยามกลการ ใช้วิธีพิจารณาค่า Luminance ของหน้าต่างเป็น Point Source แล้วเปรียบเทียบผลการคำนวณกับค่าที่ได้จากการวัดจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 เนื้อหาและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 1.3 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1 สภาวะความสบาย

2.2.1 การถ่ายเทความร้อนระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

โดยปกติร่างกายของมนุษย์จะมีการถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่ที่ 37 $^{\circ}$ C (98.6 $^{\circ}$ F) การผลิตพลังงานความร้อนของร่างกายมนุษย์เกิดมาจากขบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) พลังงานนี้ประมาณ 20% เท่านั้นที่ถูกนำมาใช้งาน ที่เหลือจะถ่ายเทให้กับสิ่งแวดล้อมด้วย การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ประมาณ 45% , การพาความร้อน (Convection) ประมาณ 30% , การระเหยของเหงื่อ (Evaporation) ประมาณ 25% ส่วนการนำความร้อน (Conduction) มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตร " ความสมดุลย์ความร้อนของร่างกาย " (The Body ' s Heat Balance) ได้ดังนี้

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

เมื่อ M = ความร้อนที่ผลิตได้จากขบวนการ Metabolism

C_r = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการนำ

C_v = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการเผา

R = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการแผ่รังสี

E = การระบายความร้อนโดยการระเหย

2.1.2 ภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ

แม้ว่ามนุษย์เราทั่ว ๆ ไป จะมีชีวิตอยู่ได้ไม่ว่าสภาพภูมิอากาศจะเลวร้ายอย่างไรก็ตาม แต่ร่างกายจะรู้สึกสบายที่สุดเพียงช่วงในอุณหภูมิแคบ ๆ เท่านั้น B.Stein [1] จึงได้ให้นิยามไว้ว่า " สภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ " (Thermal Comfort) หมายถึง การที่ตัวเราไม่รู้สึกอยู่ในสภาวะไม่น่าสบาย หรือไม่รู้สึกตัวเองว่าเราได้สูญเสียความร้อนหรือได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากการศึกษาวิจัยของ P.O.Fanger [2] ในเรื่องตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อ Thermal Comfort มีด้วยกัน 6 ตัวแปร แบ่งออกเป็นดังนี้

ก. ตัวแปรทางด้านบุคคล 2 ตัวแปร ได้แก่ อัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) และผลกระทบของเสื้อผ้า (Clothing Effect)

ข. ตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม 4 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature) , ความชื้นสัมพันธ์ (Relative Humidity) , อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) และ ความเร็วลม (Wind Speed)

2.1.3 ช่วงสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ

ในช่วงที่อยู่ในสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort) นั้นเรียกว่า " เขตสภาวะสบาย " (Comfort Zone) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิอากาศกับตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม ทั้ง 3 คือ อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (MRT) , ความชื้นสัมพันธ์ และความเร็วลม

สำหรับค่าอุณหภูมิที่บ่งบอกถึงช่วงสภาวะสบายของประเทศไทยนั้น เราสามารถคำนวนหาค่าสภาวะความสบาย (Comfort Zone) ได้ ซึ่งช่วงอุณหภูมิสบายจะอยู่ที่ประมาณ 22.7 –25.7 ET°C และเมื่อนำไปเทียบกับค่าอุณหภูมิสบายที่ได้ทำการทดลองโดย F.P. Ellis [3] ณ.ประเทศสิงค์โปร์ จะอยู่ที่ประมาณ 22.7 - 25.5 ET°C จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้มาจากทั้งสองวิธีมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ ในการกำหนดเขตสภาวะความสบายได้ อย่างไรก็ดีค่าอุณหภูมิความสบายนี้ ไม่ใช่ค่ามาตรฐานตายตัว เพียงแต่เป็นค่าที่สามารถใช้ประเมินผลและนำไปสู่วิธีการออกแบบแก้ไขเพื่อให้สภาพแวดล้อมภายให้อยู่สบาย โดยตัวแปรที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิความสบายจะขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัย เช่น ความชอบและความคุ้นเคยของบุคคล , ลักษณะทางกายภาพและจิตใจ , ระดับกิจกรรมที่ทำอยู่ , เสื้อผ้าที่สวมใส่ เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้จะยึดค่าอุณหภูมิตามสบายนี้เป็นมาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิ โดยจะยึดค่าสูงสุดและต่ำสุดเป็นเกณฑ์ ในการศึกษาขั้นต่อ ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ภาวะความสบายทางด้านสายตา (Visual Comfort)

โดยปกติตาของมนุษย์สามารถจะปรับระดับของแสงได้ในระดับหนึ่ง แต่ถ้าแสงสว่างมากเกินไปจะทำให้รู้สึกว่าแสงจ้า (Glare) หากมืดเกินไปก็จะทำให้มองเห็นไม่ชัด เกิดปัญหาในการมอง ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาวะความสบายทางสายตา ได้แก่

ก. ปัจจัยทางด้านตัวบุคคล ได้แก่ สภาพของสายตาซึ่งเกี่ยวพันไปถึงอายุด้วย

ข. ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา ได้แก่ สีของแสง , ลักษณะการใช้แสง ฯลฯ

ค. ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ ขนาดของวัตถุ , ความเข้มของแสงที่ส่องไปยังวัตถุ , ความเข้มของแสงที่เทียบกับฉากอ้างอิง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความรวดเร็วในการมองอีกด้วย

ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมดังกล่าว หากมีความเหมาะสมจะทำให้มนุษย์เกิดความสบายทางสายตา (Visual Comfort) โดยทั่วไปมาตรฐานวัดความสบายทางด้านสายตานั้น จะกำหนดไว้ที่ค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่วัตถุ เนื่องจากตัวแปรทางด้านขนาดของวัตถุและความเข้มของแสงเทียบกับความเข้มของฉากอ้างอิงนั้น จะแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะทั่วไปของแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้น

2.1.5 ระดับความสบายทางด้านแสงสว่าง

สำหรับการวิจัยนี้ จะอ้างอิงมาตรฐานความสว่างจาก " สมาคมวิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกา " (Illumnition Engineering Society : IES) มาเป็นเกณฑ์ในการวัดค่าความสบายทางด้านแสงสว่าง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงขอบเขตของระดับความสว่างของแต่ละพื้นที่ ที่มีกิจกรรมแตกต่างกัน ค่าระดับความสว่างที่กำหนดจะเป็นผลสู่แนวทางในการออกแบบและแก้ปัญหา ในขั้นต่อไป

จากมาตรฐานความสว่างของ สมาคมวิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกา (IES) ได้กำหนดระดับความสว่างไว้เป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำสุด , พอดี และ สูงสุด ตามแต่กิจกรรมของอาคารประเภทต่าง ๆ ไว้หลายประเภท แต่ในที่นี้จะแสดงค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ตามมาตรฐาน IES

ประเภทของอาคารและกิจกรรม		ระดับค่าความสว่าง (Lux)		
		ต่ำสุด	พอดี	สูงสุด
-สำนักงาน	ห้องคอมพิวเตอร์	300	500	750
	ห้องทำงานทั่วๆ ไป	300	500	750
	ห้องประชุม	300	500	750
-โรงเรียน	ห้องเรียนทั่วไป	300	500	750
	กระดานดำ	300	500	750
	ห้องเขียนแบบ	500	750	1,000
	ห้องทดลองวิทยาศาสตร์	300	500	750
	ห้องศิลปะ	300	500	750
	โรงฝึกงาน	300	500	750
-ห้องสมุด	ชั้นวางหนังสือ	150	200	300
	โต๊ะอ่านหนังสือ	300	500	750
	เคาน์เตอร์ยืม-คืน	200	300	500
	ถ่ายเอกสาร	200	300	500
-พื้นที่ทั่วๆ ไป	ทางเดิน	50	100	150
	บันได , ลิฟท์	100	150	200

2.1.6 ภาวะความสบายทางด้านเสียง (Sound comfort)

หูของมนุษย์ปกติสามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ตั้งแต่ 16 Hz จนถึง 20,000 Hz แต่ความสามารถในการได้ยินนั้นจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของแต่ละบุคคล โดยปกติวัยเด็กจะเป็นวัยที่สามารถได้ยินความถี่สูงได้ดีที่สุดและจะค่อยลดลงตามจำนวนอายุที่เพิ่มขึ้น ระดับความดังของเสียงก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อภาวะความสบายทางด้านเสียง การอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีเสียงดังจนเกินไปเป็นเวลานาน ก็จะทำให้เป็นอันตรายต่อประสาทหู ทำให้หูเกิดพิการและสูญเสียการได้ยิน อีกทั้งยังเป็นการรบกวนสมาธิและอารมณ์ของผู้ฟังด้วย ดังนั้นจึงพอที่จะแบ่งประเภทของตัวแปรที่มีผลกับภาวะความสบายทางด้านเสียง ได้ 3 ปัจจัยได้แก่

ก. ปัจจัยทางด้านบุคคล ได้แก่ อายุและสภาพของประสาทหู

ข. ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา ได้แก่ ความดังและความถี่ของเสียง , ความดันของเสียง

ค. ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ แหล่งกำเนิดเสียง , ระยะห่าง , ส่วนประกอบอาคาร , สิ่งก่อสร้าง , พืชพันธุ์ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.1.7 ระดับความสบายทางด้านเสียง

ค่ามาตรฐานของระดับความสบายทางด้านเสียงนั้น เป็นค่าที่กำหนดขอบเขตของระดับความดังของเสียงรบกวนที่มีผลกับอาคารประเภทต่าง ๆ โดยจะแบ่งแยกตามแต่ประเภทของ กิจกรรม ดังนั้น ระดับเสียงที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดของอาคารประเภทต่าง ๆ จึงถือว่าเป็นระดับความสบายทางด้านเสียงของประเภทกิจกรรมนั้น ๆ

มาตรฐานระดับเสียงรบกวนนั้นได้มีหน่วยงานต่าง ๆ ได้กำหนดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นOSHA , BSI , AS ล้วนแล้วแต่มีมาตรฐานของระดับเสียงรบกวนใกล้เคียงกันทั้งสิ้น

ในงานวิจัยนี้จะถือค่ามาตรฐานของ Australia Standards : AS. เป็นเกณฑ์วัดความสบายทางด้านเสียง เนื่องจาก มาตรฐานของ AS กำหนดระดับความดังของเสียงที่มีผลตามอาคารประเภทต่าง ๆ ไว้ค่อนข้างละเอียด และในที่นี้จะแสดงค่ามาตรฐาน ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้เท่านั้น

ตารางที่ 2.2 ค่ามาตรฐานระดับเสียงรบกวน ตามแต่ละประเภทของอาคาร ตามมาตรฐาน A.S

ประเภทอาคาร		dB (A)
- สถานศึกษา	ห้องเรียน	35-40
	ห้องเรียนรวม (ไม่เกิน 250 ที่นั่ง)	30-35
	ห้องทดลองวิทยาศาสตร์และวิจัย	40-50
	โถงประชุม (มากกว่า 250 ที่นั่ง)	25-30
	ห้องดนตรีและห้องแสดงละคร	30-35
	ห้องสมุดและบริเวณอ่านหนังสือ	40-45

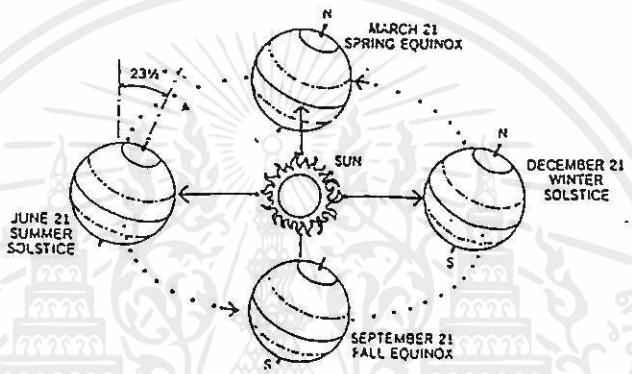
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

38040

2.2 รังสีดวงอาทิตย์

2.2.1 การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์

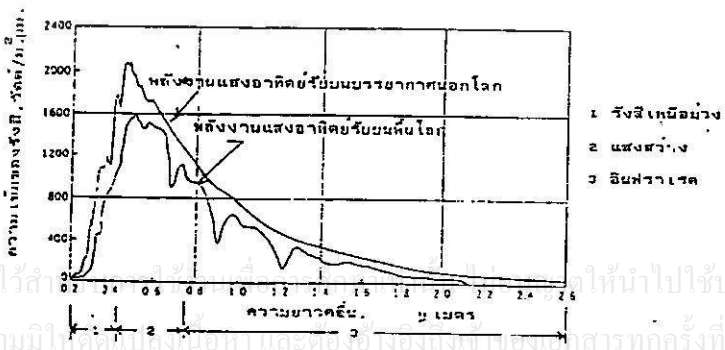
โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะแกนมุมของโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา กับแนวดิ่ง ตำแหน่งของโลกที่เวลาต่าง ๆ ในรอบปีมีลักษณะที่แสดงใน รูปที่. 2.1 วงโคจรของโลกเป็นวงรี ซึ่งมีระยะห่างระหว่างโลกและดวงอาทิตย์มากที่สุด ที่ 21 มิถุนายน อัตราพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งตกบนบรรยากาศของโลกผันแปรในช่วง ± 3% โดยเฉลี่ยอัตราพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งตกลงบรรยากาศของโลกเท่ากับ 1,353 วัตต์/ตารางเมตร



รูปที่ 2.1 ตำแหน่งของโลกสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เวลาในรอบปี

2.2.2 ลักษณะการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นผิวโลกนั้น จะมีความรุนแรงของรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่าบริเวณบรรยากาศนอกโลก เพราะโลกเรามีบรรยากาศห่อหุ้มอยู่ซึ่งจะดูดเอารังสีบางชนิดไว้ ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกลงพื้นโลกลดลงตามรูปที่. 2.2

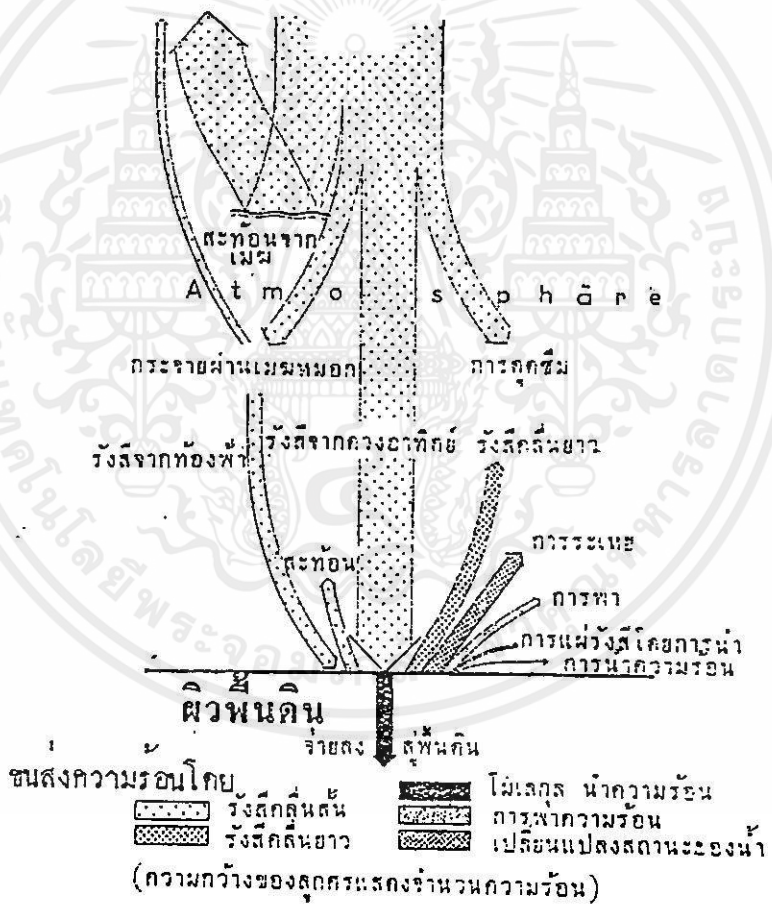


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 พลังงานแสงอาทิตย์จับบนบรรยากาศนอกโลกและบนพื้นโลก

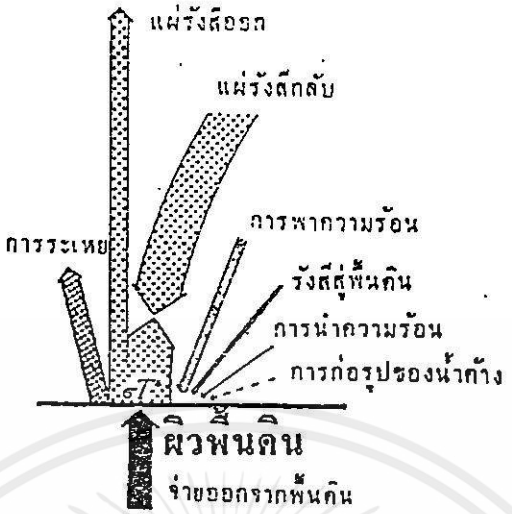
พลังงานแสงอาทิตย์นั้นประกอบด้วย พลังงานแสงอาทิตย์แบบรังสีตรงและแบบรังสีกระจาย พลังงานแสงอาทิตย์แบบรังสีตรงมีทิศทางแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ เมื่อตกบนวัตถุสะท้อนแสง เช่น กระจกจะสะท้อนขึ้นและให้ค่ามุมตกเท่ากับมุมสะท้อน ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสจะมีรังสีตรงประมาณ 90% (100 วัตต์/ตารางเมตร) ส่วนพลังงานแบบรังสีกระจายเป็นรังสีดวงอาทิตย์ที่สะท้อนและกระจายโดยก๊าซ ฝุ่นละอองต่าง ๆ เป็นต้น รังสีกระจายจะพบมากในวันที่มีเมฆมาก ซึ่งจะมีรังสีกระจายมากถึง 90% (400 วัตต์/ตารางเมตร)

ประเทศไทยมีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมด ซึ่งเท่ากับ พลังงานแสงอาทิตย์แบบ รังสีตรงบวกกับแบบรังสีกระจายประมาณ 16,000 - 18,000 กิโลจูน/ม^2-วัน [4]



รูปที่ 2.3 การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางวัน

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



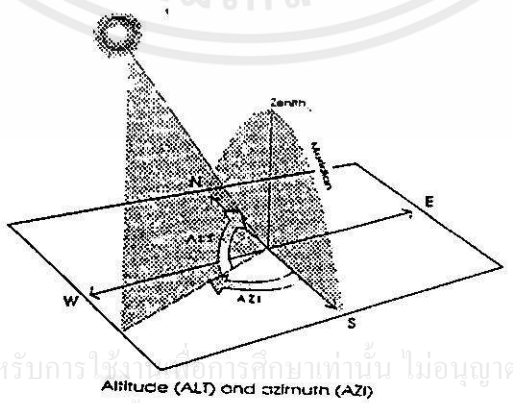
รูปที่. 2.4 การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางคืน

2.23 พิกัดระบุตำแหน่งดวงอาทิตย์

พิกัดที่ใช้ระบุตำแหน่งของดวงอาทิตย์ พิจารณาได้จากมุม 2 มุมได้แก่

ก. มุมอัลติจูด (Altitude Angle , α) คือมุมที่แนวรังสีตรงดวงอาทิตย์กระทำกับแนวระนาบของพื้นโลกเป็นมุมระนาบตั้ง มีค่าอยู่ที่ 0 - 90 องศา

ข. มุมอะซิมุท (Azimuth Angle , γ_s) คือมุมที่ระนาบผ่านดวงอาทิตย์ในแนวดิ่งตั้งฉากกับพื้นโลก กระทำกับแนวทิศใต้ของโลก อะซิมุทของดวงอาทิตย์จะวัดอ้างอิงจากทิศใต้ ถ้าวัดตามเข็มนาฬิกาจะมีค่าเป็นบวก และวัดทวนเข็มนาฬิกาจะมีค่าเป็นลบ และจะมีค่าอยู่ระหว่าง -180 ถึง +180 องศา



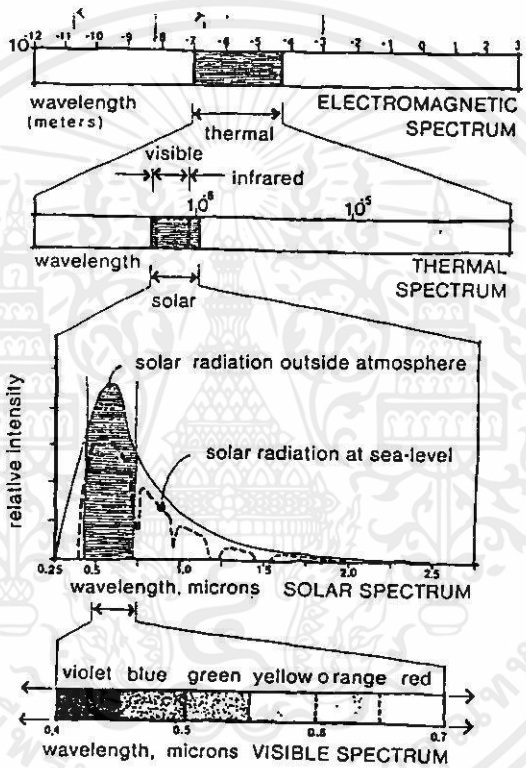
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่. 2.5 พิกัดระบุตำแหน่งของดวงอาทิตย์

2.3 แสงสว่าง

2.3.1 ธรรมชาติของแสงและการมองเห็น

แสงอาทิตย์อยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มี ความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.1 ถึง 1,000 μm. แต่ช่วงความยาวคลื่นที่ใช้ในการมองเห็นหรือ " Visible Light " มีความยาวคลื่น 0.38 ถึง 0.72 μm. หรือประมาณ 42% ของปริมาณแสงทั้งหมด แสงในช่วง Visible Light ตาของมนุษย์ไม่ได้มีการตอบสนองเท่ากันทุกช่วงคลื่น กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ตาของมนุษย์ไม่ได้มองเห็นแสงในช่วง Visible Light ชัดเจนเท่ากันทุกช่วงคลื่น แต่จะตอบสนองแสงในช่วงคลื่น 0.55 μm. มากที่สุด



รูปที่ 2.8 Spectrum ของแสงในช่วง Visible Light

2.3.2 พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิด แสงผ่านออกสู่ตัวกลางชนิดต่าง ๆ นับตั้งแต่ อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง จนกระทั่งถึงวัตถุทึบ มันจะมีพฤติกรรมที่ต่าง ๆ กันออกไป กล่าวคือ ทางเดินของแสงจะถูกเปลี่ยนไปเมื่อกระทบกับตัวกลางเหล่านั้น มันอาจจะหักเหสะท้อนกระจายตัวออกหรือถูกดูดกลืนเข้าไปในตัวกลางนั้นก็ได้

ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ของแสง เป็นเรื่องที่จะต้องคำนึงถึงอย่างรอบคอบ เมื่อถึงขั้นตอนการเลือกใช้ดวงโคม (Light fixtures) , การออกแบบดวงโคม , การเลือกใช้หลอดไฟ (Lamp) ตลอดจนถึงขั้นตอนการออกแบบระบบแสงสว่าง (Lighting System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมแสงที่ตกกระทบบนตัวกลางและสะท้อนตัวออก ถ้าแผ่นตัวกลางดังกล่าวเป็นผิวเรียบขัดมัน การสะท้อนตัวของแสงจะเป็นไปตามที่ว่า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

ข. การหักเห (Refraction) เป็นปรากฏการณ์ที่ลำแสงหักเหออกจากแนวทางเดินของมันเมื่อพุ่งผ่านวัตถุโปร่งแสง

ค. การกระจาย (Diffusion) คือการที่แสงกระจายตัวออกเมื่อกระทบถูกผิวของตัวกลาง เช่น แผ่นพลาสติกในหรือแผ่นผิวหยาบขัดมัน เราใช้ประโยชน์จากการกระจายตัวของลำแสงเมื่อกระทบตัวกลางนี้ เช่น ใช้แผ่นพลาสติกในปิดดวงโคมเพื่อลดความจ้าจากหลอดไฟ

ง. การดูดกลืน (Absorption) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในวัตถุใด ๆ มันจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

จ. การทะลุผ่าน (Transmission) คือ การที่แสงพุ่งชนตัวกลางแล้วทะลุผ่านมันออกไปอีกด้านหนึ่ง

2.3.3 การวัดค่าความสว่างของแสง (Measurement Of Lighting Illumination)

การวัดค่าความสว่างของแสงสามารถวัดได้ในรูปของความเข้มแห่งการส่องสว่าง จำนวนเส้นแรงของปริมาณแสง และในรูปของตารางลูเมนต่อตารางพื้นที่ ดังต่อไปนี้

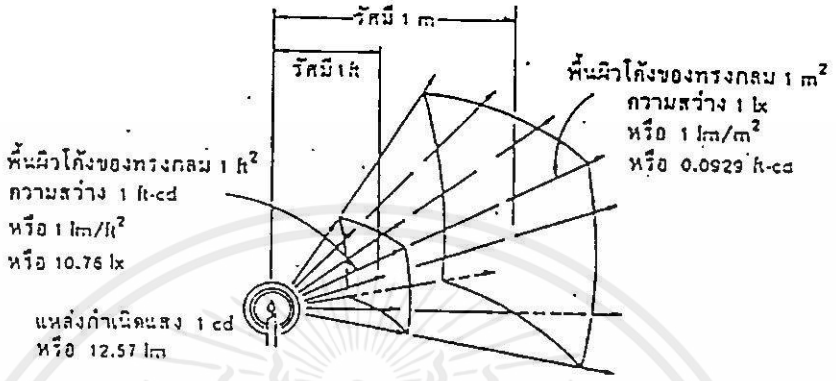
ก. แคนเดลา (Candela) แหล่งกำเนิดแสงก็เช่นเดียวกับแหล่งพลังงานชนิดอื่น ๆ คือสามารถที่จะวัดค่าได้ เราบอกค่าความมากน้อยของพลังงาน หรือ กำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ในรูปของความเข้มข้นแห่งการส่องสว่าง (Candlepower) ซึ่งมีหน่วยเป็น แคนเดลา ความเข้มแห่งการส่องสว่างหรือกำลังส่องสว่าง 1 แคนเดลา มีค่าเท่ากับความเข้มแห่งการส่องสว่างของวัตถุดำ (Blackbody) ที่อุณหภูมิเยือกแข็งของพลาตินัม (Platinum) โดยทั่วไปความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง ๆ มักมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามมุมที่ทำกับแนวแกนของแหล่งกำเนิดแสงนั้นๆ อย่างไรก็ตามมักจะมีค่าเท่ากันและสมมาตรกันระหว่างแนวแกนของแหล่งกำเนิดแสงนั้นด้วย

ข. ลูเมน (Lumen) อีกแนวความคิดหนึ่ง ในการบอกค่าความมากน้อยของพลังงาน หรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ก็คือ การบอกในรูปของจำนวนเส้นแรงของปริมาณแสง (Luminous Flux) ที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆ

เรานำแหล่งกำเนิดแสงหนึ่งซึ่งมีขนาดเล็กมาก ๆ จนเสมือนจุด (Point Source) และมีความเข้มแห่งการส่องสว่างสม่ำเสมอรอบทุกทิศทุกทาง เท่ากับ 1 แคนเดลา มาวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมที่มีรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลงบนทุก ๆ หนึ่งตารางหน่วย พื้นที่บนพื้นผิวของทรงกลมนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน และเนื่องจากพื้นที่รอบผิวทั้งหมดของทรงกลมนี้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน ไม่ว่ากรณีใดๆ ไม่ได้ ใช้ในทางการค้า

ค่าเท่ากับ 12.57 (หรือ 4 π) ตารางหน่วยพื้นที่ ดังนั้นเราจึงสรุปได้ว่า ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงของแสงออกมาได้ 12.57 ลูเมน ดังรูปที่ 2.9



รูปที่. 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างฟุตแคนเดิลกับลักซ์

ค. ฟุตแคนเดิล (Footcandle) จากรูปที่ 2.9 จะเห็นได้ว่าเมื่อเรานำแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กมาก ๆ นี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา ไปวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมที่มีรัศมี 1 ฟุต ปริมาณแสง 1 ลูเมน จะไปตกลงบนทุก ๆ หนึ่งตารางฟุตบนพื้นที่ของทรงกลม ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ฟุตแคนเดิล หรือ 1 ลูเมน ต่อตารางฟุต ในทำนองเดียวกัน ถ้ารัศมีของทรงกลมดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 1 เมตร ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ตารางเมตรบนพื้นที่ทรงกลมจะมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์ (Lux) หรือ 1 ลูเมนต่อตารางเมตร

ข้อสังเกต

ค.1. ปริมาณแห่งการส่องสว่าง 1 ฟุตแคนเดิล จะมีค่าเท่ากับ 10.76 ลักซ์

ค.2. เมื่อเรากล่าวถึงปริมาณของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ในรูปของปริมาณเส้นแรงของแสงที่ไปตกลงบนพื้นที่หนึ่ง ๆ นั้น หรือในรูปของปริมาณ ลูเมนต่อตารางหน่วยพื้นที่นั้น เราไม่คำนึงว่าปริมาณแสง ดังกล่าวจะพุ่งไปอย่างใด ทำมุมกับพื้นระนาบนั้น เหมือนเช่นที่เรากล่าวถึงปริมาณของพลังงานของแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆ ในรูปแคนเดลา

ง. การส่องสว่าง (Illumination) ปริมาณแห่งการส่องสว่างบนพื้นผิวใด ๆ จะแปรตามโดยตรงกับความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Illumination Intensity) ของแหล่งกำเนิดแสงและแปรตามอย่างผกผันกับค่าระยะทางยกกำลัง 2 ระหว่างพื้นผิวนั้นกับแหล่งกำเนิดแสง ดังรูปที่. 2.10 เราเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า " กฎกำลังสองผกผัน " (Inverse Square Law)

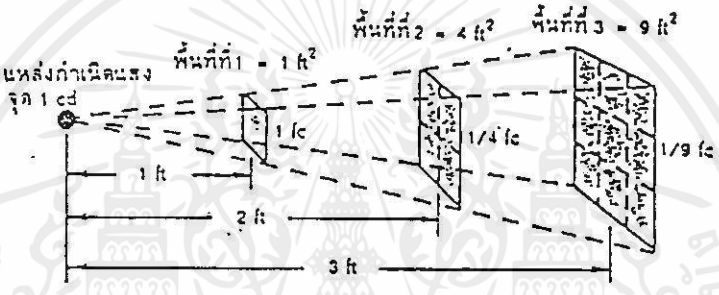
เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการค้า

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

เมื่อ E คือ ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นบนพื้นงาน (fc)

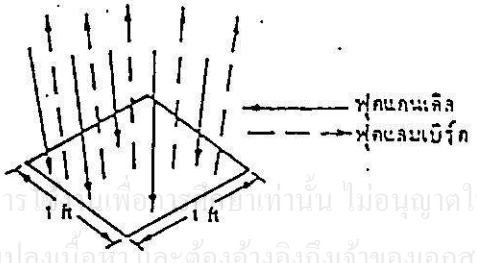
C_d คือ ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดในทิศทางที่พุ่งไปหาจุดที่พิจารณาบนพื้นงาน (C_d = Candela)

D^2 คือ ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับจุดที่ต้องการคำนวณหาค่าปริมาณแห่งการส่องสว่าง (ft)



รูปที่ 2.10 การกระจายตัวของฟลักซ์จะลดลงโดยแปรผันกับระยะทางยกกำลังสอง

จ. ความจ้า (Brightness) ความจ้า เป็นผลที่เกิดจากการที่แสงสะท้อนออกจากผิววัตถุหรือพุ่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่ตา กล่าวคือ เมื่อแสงตกลงพื้นผิวของวัตถุใด ๆ บางส่วนของแสงนั้นจะถูกดูดกลืนเข้าไปในพื้นผิวนั้น แต่บางส่วนของแสงนั้นจะถูกสะท้อนออกมา ถ้าแสงที่สะท้อนออกมามีปริมาณมาก เรากล่าวว่ามันมีความจ้ามาก เราวัดความจ้าของวัตถุใด ๆ ด้วยปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วยและมีหน่วยเป็น ฟุตแลมเบิร์ต (Footlambert) ดังรูปที่. 2.11



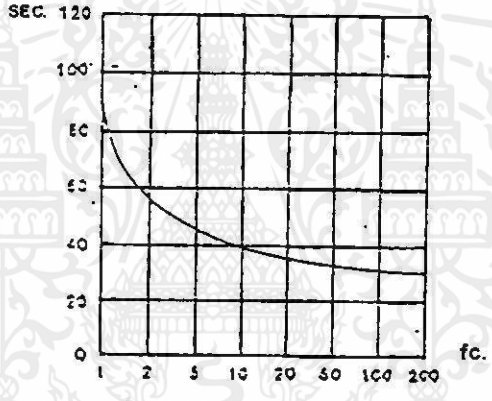
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 ความแตกต่างระหว่างการส่องสว่างกับความจ้า

สิ่งหนึ่งที่ต้องทำความเข้าใจให้ถูกต้อง คือ สิ่งที่ตาเราเห็นคือความจ้า หรือ ฟุตแลม-เบิร์ต มิใช่ความสว่างหรือฟุตแคนเดิล ปริมาณจ้าของวัตถุใด ๆ จะมีความเท่ากับผลคูณของปริมาณแห่งการส่องสว่างกับค่าความสามารถในการสะท้อนของวัตถุนั้น

2.3.4 ความสัมพันธ์ของแสงและการเห็น

ในการออกแบบแสงสว่างที่ดีได้ปริมาณแสงที่เหมาะสมถูกต้องกับการใช้งานจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ มากมาย นับตั้งแต่ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับผู้ปฏิบัติงาน , ขนาดชิ้นงาน , ความแตกต่างของความสามารถในการสะท้อนแสงระหว่างชิ้นงานกับสิ่งแวดล้อมความแตกต่างของความดำและขาว ตลอดจนกระทั่งการเคลื่อนที่และการเคลื่อนไหวของชิ้นงานในที่นี้เราจะพิจารณาถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ที่มีผลกระทบต่อการเห็น



รูปที่. 2.12 ความเร็วในการเห็นเมื่อเทียบกับระดับแสงสว่าง

จากรูปจะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณแสงเพิ่มมากขึ้น เวลาที่ตาต้องการใช้ในการเห็นจะสั้นลง อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณแสงมากขึ้นจนถึงค่าค่าหนึ่ง เวลาที่ตาต้องใช้ในการเห็นจะเริ่มคงเพราะเนื่องจากขีดจำกัดของกล้ามเนื้อตานั่นเอง ผู้ที่ทำงานอยู่ใต้แสงที่มีปริมาณมากเพียงพอ ก็ย่อมสามารถทำงานได้เร็วกว่าและถูกต้องมากกว่า

2.3.5 ความจ้าและการส่องสว่าง

เมื่อปริมาณแสงตกกระทบวัตถุ เราเรียกว่า การส่องสว่างและมีหน่วยวัดเป็นฟุตแคนเดิล แต่สิ่งที่ตาเราเห็นคือ ความจ้าอันเกิดขึ้นจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุเข้าตา และมีหน่วยวัดเป็นฟุตแลมเบิร์ต เมื่อปริมาณแสงมากขึ้น ความจ้าจะมากขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ความจ้าของวัตถุใด ๆ ขึ้นอยู่กับความสามารถของการสะท้อนแสงของวัตถุนั้น ๆ ด้วย ผู้ออกแบบจะต้องรักษาค่าความจ้าที่เกิดขึ้นให้เหมาะสม ดังตารางที่. 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ค่าความจ้าสำหรับลักษณะของการเห็นในระดับต่าง ๆ

ลักษณะของการมองเห็น	ความจ้า (ฟุตแลมเบิร์ต)
ยากมากจริง ๆ	420
ยากมาก	120-420
ยาก	42-120
ธรรมดา	18-42
ง่าย	ต่ำกว่า 18

2.3.6 แสงสว่างที่นำมาใช้ในอาคาร

แหล่งแสงสว่างที่นำมาใช้ในอาคารนั้นมีที่มา 2 แหล่งใหญ่ อันได้แก่

ก. แสงสว่างจากธรรมชาติ (Natural Daylight)

ข. แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าประดิษฐ์ (Artificial Light)

แสงสว่างจากธรรมชาตินั้น ได้แก่ แสงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งแสงที่ได้จากดวงอาทิตย์นี้จะประกอบด้วย แสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Beam Sunlight) และแสงที่จะกระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Light Or Daylight)

" แสงอาทิตย์โดยตรง " (Direct Beam Sunlight) ไม่ควรนำมาใช้ในการให้แสงสว่างโดยตรง เนื่องจากความเข้มของแสงอยู่ในระดับที่สูงมาก โดยทั่วไปจะให้ความส่องสว่างในระนาบนอนเกิน 100,000 ลักซ์ [5] ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาเรื่องแสงที่เข้าตา (Glare) ประกอบกับประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น พลังงานความร้อนที่จะเข้ามาในอาคารพร้อมกับแสงอาทิตย์โดยตรงนี้จะมาก จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

" แสงที่กระจายจากท้องฟ้า " (Diffuse Beam Or Daylight) เป็นแสงธรรมชาติที่เหมาะสมในการให้แสงสว่างในอาคาร แต่การใช้แสงนี้จะต้องศึกษาเกี่ยวกับปริมาณแสง ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์และสภาวะในบรรยากาศ ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามวัน เวลาและฤดูกาล ในการออกแบบโดยใช้แสงนี้จะพิจารณาจากสภาพของท้องฟ้าที่แตกต่างกัน สภาพของท้องฟ้าสามารถแบ่งเป็น สภาพท้องมืดมน (Overcast Sky) , ท้องฟ้าแจ่มใส (Clear Sky) และท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky Or Intermediate Sky) แสงสว่างจากท้องฟ้าและแสงที่ได้รับในแนวราบนั้น จะแตกต่างกันในสภาพท้องฟ้าที่แตกต่างกัน ปริมาณของแสงสว่างที่เข้าสู่หน้าต่างของอาคารขึ้นอยู่กับแสงสว่างที่ได้รับจากสภาพท้องฟ้าแต่ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ความถี่ของสภาพท้องฟ้าแบบต่าง ๆ ของกรุงเทพฯ

Cloudiness Index (CI)	ความถี่ (ทั้งหมด 4,320 ชม)	เปอร์เซ็นต์
(0) Clear Sky	3	0.07
(1-5) Scattered Cloud	88	2.00
(6-9) Broken Cloud	1,619	37.50
(10) Overcast Sky	456	10.40

ที่มา : ดร.สุรพงษ์ จิระรัตนานนท์ , " Daylight Asean-us Project On Energy Conservation In Building ", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , กันยายน 2531

ก. วิธีการออกแบบเพื่อนำเอาแสงสว่างจากธรรมชาติ (Daylighting Design) มาใช้ในอาคารทั่วไป มี 3 วิธี ซึ่งได้แก่

ก.1 Daylight Factor Method

ก.2 CIE Method

ก.3 IES Method

วิธีการออกแบบของ CIE Method นั้น มีข้อจำกัดคือ ท้องฟ้าที่ใช้ในการออกแบบจะต้องเป็นท้องฟ้าแบบมืดมน (Overcast Sky) ไม่มีแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Beam Sunlight) ส่วนวิธีการออกแบบ IES Method มีข้อจำกัดคือ ในการคำนวณจะใช้แสงจากด้านบน (Top Light) และแสงจากการสะท้อนของพื้นเป็นหลัก โดยให้ความสำคัญกับแสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้าโดยตรง (Sky Component) น้อยมาก และจากตารางที่. 2.4 จะเห็นได้ว่าสภาพท้องฟ้าในกรุงเทพฯ ส่วนใหญ่จะพบว่าเป็นท้องฟ้าแบบ Broken Cloud ทำให้การออกแบบด้วย CIE Method และ IES Method นั้นผลที่ได้จะเกิดความคลาดเคลื่อนมาก ดังนั้นจึงเห็นควรว่าควรใช้การออกแบบ Daylight Factor Method จะทำให้ค่า การออกแบบแสงสว่างจากธรรมชาติที่เกิดขึ้นภายในอาคารใกล้เคียงตามจริงมากกว่า

การออกแบบแสงสว่างจากธรรมชาติด้วยวิธีนี้ อาศัยค่าอัตราส่วนของความส่องสว่างที่ได้รับ ณ.จุดใดจุดหนึ่งในอาคารต่อความส่องสว่างทางแนวราบ จากท้องฟ้าที่ไม่มีสิ่งกีดขวางเป็นเปอร์เซ็นต์ (แสงอาทิตย์โดยตรงจะไม่ใช้สำหรับคิดค่าความส่องสว่างทั้งภายในและภายนอกอาคาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Daylight Factor (D.F.)} = \frac{\text{Internal Illumination}}{\text{External Illumination}} \times 100$$

ค่าที่ได้รับจะหมายถึงเปอร์เซ็นต์ความส่องสว่าง ณ.ตำแหน่งที่ต้องการและค่า D.F. นี้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแสง 3 อย่าง ซึ่งกระจายเข้าสู่อาคาร แสงกระจายทั้ง 3 นั้น คือ

1. แสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้าโดยตรง (Sky Component หรือ S.C)

SC = Incident Sky Light - Window Losses

2. แสงที่ได้รับจากการสะท้อนจากพื้นอาคารหรือพื้นผิวอื่น ๆ ภายนอกอาคาร (Externally Reflected Component หรือ ERC)

ERC = Sky Component x RF (of Obstruction)

3. แสงที่ได้รับ ณ.จุดอ้างอิงหลังจากการสะท้อนจากพื้นผิวภายในห้อง (Internally Reflected Component หรือ IRC)

ดังนั้น ในการคำนวณหาค่า D.F จะได้สมการดังนี้

D.F = S.C + ERC + IRC

ตารางที่ 2.5 ค่า D.F. และ A_w / A_f ที่ต้องการภายในอาคารแต่ละประเภท

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

หมายเหตุ : A_w = พื้นที่ช่องเปิด

A_f = พื้นที่พื้น

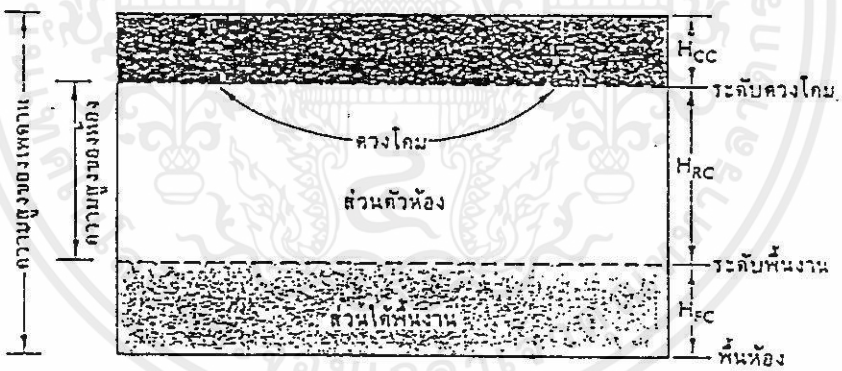
ที่มา : M.D. Egan , Concept in Architectural Lighting , McGraw – Hill Inc , 1983 , p.200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. วิธีการออกแบบแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Artificial Light)

การออกแบบแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Artificial Light) โดยทั่วไปแล้วจะมีอยู่ 2 วิธีใหญ่ด้วยกัน วิธีแรกเรียกว่า Zonal Cavity Method แนวความคิดของวิธีนี้คือ การพิจารณาว่าปริมาณแสงที่ออกมาจากดวงโคมจะกระจัดกระจายลงไปทั่วพื้นห้องหรือพื้นงาน ค่าระดับความสว่างที่คำนวณจะเป็นค่าเฉลี่ย วิธีที่สองเรียกว่า วิธีคำนวณแบบจุดต่อจุด (Point - by - point Method) แนวความคิดของวิธีนี้ จะพิจารณาค่าระดับความสว่างเฉพาะเจาะจงลงไปในที่จุดใดจุดหนึ่ง แทนที่จะเป็นพื้นที่กว้าง ๆ เหมือนกับวิธีแรก การคำนวณหาค่าระดับความสว่างโดยวิธีนี้ จะทำได้โดยใช้กราฟแสดงกระจัดกระจายของกำลังเทียน และกฎกำลังสองผกผันเข้าช่วย สำหรับการวิจัยนี้จึงเลือกใช้ Zonal Cavity Method

Zonal Cavity Method เป็นวิธีการออกแบบระบบแสงสว่าง มาจากความหมายที่ว่า เราจะแบ่งห้องใด ๆ ซึ่งเราต้องการที่จะออกแบบระบบแสงสว่างให้กับมันออกเป็น 3 ส่วน (Zone Cavity) ด้วยกัน



รูปที่ 2.13 การแบ่งห้องออกเป็นส่วน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่หนึ่ง เรียกว่า "ส่วนโพรงเพดาน" (Ceiling Cavity) ส่วนนี้หมายถึง บริเวณนับตั้งแต่เพดานลงมาถึงระดับของดวงโคม (Luminaire Plane) ความสูงของระยะนี้เรียกว่า ความสูงของโพรงเพดาน (Ceiling Cavity) ใช้ตัวอักษรย่อว่า Hcc

$$CCR = 5\,Hcc\,(W + L)$$

ส่วนที่สอง เรียกว่า "ส่วนตัวห้อง" (Room Cavity) ส่วนนี้จะนับจากระดับของดวงโคมลงมาถึงระดับพื้นงาน (Work Plane) เราเรียกความสูงของระยะนี้ว่า ความสูงของห้อง (Room Cavity Height) และใช้ตัวย่อว่า Hrc

$$RCR = 5\,Hrc\,(W + L)$$

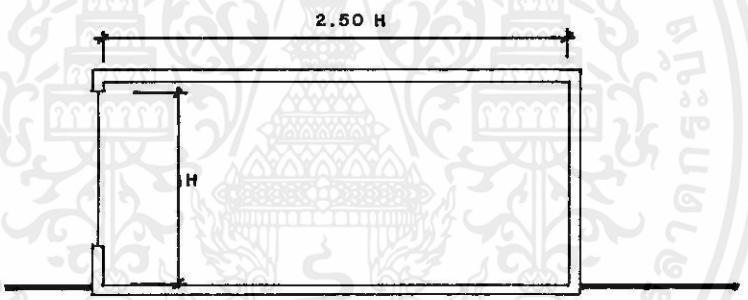
ส่วนสุดท้ายคือส่วนที่เรียกว่า "ส่วนใต้พื้นฐาน" (Floor Cavity) ส่วนนี้จะนับจากระดับพื้นงานลงมาถึงระดับพื้นห้อง เราเรียกความสูงระยะนี้ว่า ความสูงของพื้นงาน (Floor Cavity Height) และใช้ตัวย่อว่า Hfc

$$FCR = 5\,Hfc\,(W + L)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 ลักษณะการเปิดช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร

การกำหนดความกว้างและความสูงของช่องเปิดนั้น จะมีผลกับปริมาณแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในห้อง ถ้าหากช่องเปิดมีความสูงมากก็จะช่วยให้แสงสว่างส่องเข้าไปในพื้นที่ลึก ๆ ได้ ส่วนความกว้างของช่องเปิด ช่องเปิดที่มีความกว้างมากก็จะช่วยให้ห้องได้รับแสงสว่างจากภายนอกได้มากกว่าช่องเปิดที่แคบและเล็ก อย่างไรก็ดีการกำหนดขนาดของช่องเปิดนั้นจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น เรื่องรังสีความร้อน , การระบายอากาศ , ทิศทางผนัง , มุมมอง , เสียงรบกวน เป็นต้น สำหรับความลึกของห้องก็มีผลกับค่าความสว่างเช่นกัน ห้องที่ลึก (กรณีที่มีหน้าต่างด้านเดียว) พื้นที่ด้านในของห้องจะมีค่าความสว่างน้อยลง ตามระยะทางที่อยู่ห่างจากช่องเปิด ดังนั้น การที่จะให้พื้นที่ด้านในสุดได้รับแสงสว่างในระดับพอดี ความลึกของห้องจึงเป็นสัดส่วนแปรผันตามขนาดความสูงของช่องเปิด โดยที่ความลึกของห้องนั้นไม่ควรเกิน 2.50 H เมื่อ H คือ ความสูงของช่องเปิด



รูปที่ 2.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของห้องและความสูงของช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 กระแสลมและการระบายอากาศ

2.4.1 การระบายอากาศภายในอาคาร

การระบายอากาศภายในอาคาร จะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพและสภาวะน่าสบายของผู้อยู่อาศัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยตรงกับร่างกายมนุษย์ เช่น เรื่องคุณภาพของอากาศภายในอาคารและทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศภายในห้อง อีกทั้งยังส่งผลทางอ้อมกับ อุณหภูมิ , ความชื้น และพื้นผิวภายในอาคารด้วย

คุณประโยชน์ของการระบายอากาศพอที่จะจำแนกออกเป็น 3 ข้อใหญ่ ๆ ได้ คือ

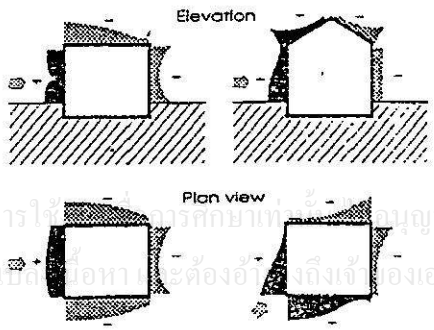
ก. ช่วยให้เกิดการหมุนเวียนและแลกเปลี่ยนอากาศภายในอาคาร และนำอากาศที่บริสุทธิ์เข้าไปแทนที่ อีกทั้งยังเป็นการทำให้คุณภาพของอากาศภายในอาคารดีขึ้น สะอาดปลอดจากเชื้อโรคและกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ

ข. ช่วยส่งเสริมให้เกิดสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ โดยการพัดพาความร้อนที่เกิดจากขบวนการเผาผลาญอาหารจากร่างกาย (Metabolism) และความชื้นที่เกิดจากการระเหยของเหงื่อออกไปภายนอก

ค. ช่วยทำความเย็นให้กับส่วนต่าง ๆ ของอาคาร โดยการพัดพาความร้อนที่สะสมอยู่ที่ผนัง , หลังคา หรือส่วนต่าง ๆ ของอาคารออกไป เป็นการลดพลังงานความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคารอีกทางหนึ่ง

2.4.2 การเคลื่อนที่ของอากาศที่มีผลกับความกดอากาศ

เมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่านตัวอาคาร จะเกิดความแตกต่างของความกดอากาศ ความแตกต่างของความกดอากาศจะมี 2 ประเภท ประเภทแรกเกิดจากแรงลมภายนอกที่กระทำกับอาคาร หรือที่เรียกว่า Wind Force ประเภทที่สองเกิดจาก Temparature Grandient ระหว่างอากาศภายในและอากาศภายนอกอาคารหรือที่เรียกว่า Thermal Force ความแตกต่างความกดอากาศทั้ง 2 ประเภท สามารถเกิดขึ้นได้พร้อมกัน แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างความกดอากาศที่เกิดจากแรงลมมักมีอิทธิพลเหนือกว่า

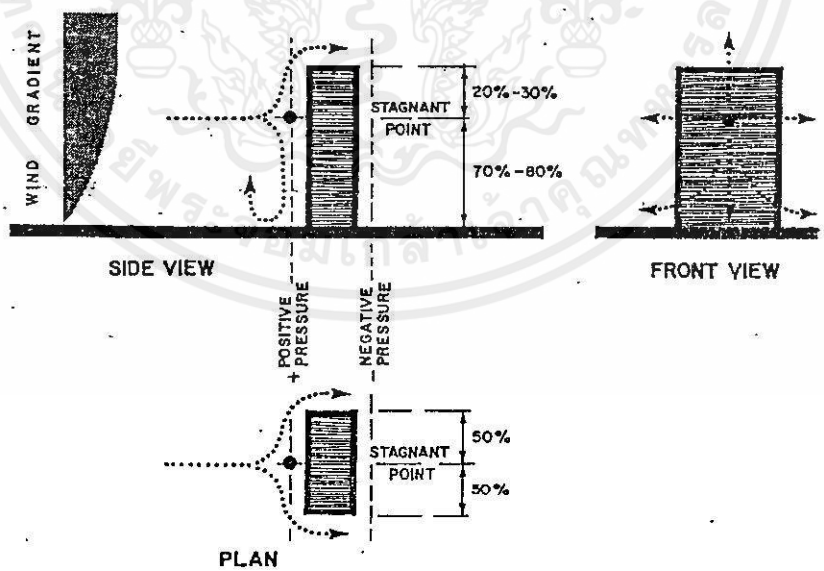


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.15 แสดงการเคลื่อนตัวของกระแสลมเมื่อพัดผ่านตัวอาคาร

ทิศทางกระแสลมที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างความกดอากาศสูง (Positive Pressure) ไปสู่ความกดอากาศต่ำ (Negative Pressure) เมื่อมีกระแสลมภายนอกพัดมาปะทะตัวอาคารในลักษณะตั้งฉากกับอาคาร จะทำให้เกิดการแตกกระจายตัวและเบี่ยงเบนออกไปรอบ ๆ และเหนืออาคาร ผนังด้านที่ปะทะลมจะเกิด Positive Pressure หรือ Pressure Zone ส่วนด้านข้างและด้านหลังจะเกิด Negative Pressure หรือ Suction Zone รวมทั้งบริเวณหลังคาของอาคารก็จะเกิด Negative Pressure ด้วย แต่ถ้ากระแสลมภายนอกพัดปะทะตัวอาคารในลักษณะทะแยงหรือเฉียง ๆ บริเวณที่จะเกิด Positive Pressure จะเคลื่อนที่ไปบริเวณมุมของอาคารและผนังด้านข้าง ๆ แทน ส่วนด้านหลังสองด้านจะเป็น Negative Pressure ซึ่งพื้นที่จะเกิด Suction Zone จะน้อยกว่า และจากรูปที่. 2.15 จะเกิดการม้วนตัวของกระแสลมบริเวณด้านหลังอาคาร ในเขตพื้นที่ของ Suction Zone เราจะเรียกว่า " บริเวณอับลม " (Wind Shadow)

นอกเหนือจากการเกิด Positive Pressure บริเวณผนังด้านที่ปะทะลมแล้ว กระแสลมที่พัดปะทะตัวอาคารยังทำให้เกิด Stagnant Point (S.P.) บนผนังอาคารอีกด้วย บริเวณ S.P. นั้นความเร็วของลมจะเท่ากับศูนย์ และเป็นบริเวณที่ความกดอากาศมีค่าเป็น บวก (Positive) มากที่สุดที่บริเวณผนังอาคาร ส่วนบริเวณที่ความกดอากาศมีค่าเป็น ลบ (Negative) จะมากที่สุดบริเวณที่กระแสลมพัดโอบรอบอาคาร ส่วนความสูงของ Stagnant Point บนผนังอาคารจะอยู่ที่ระดับประมาณ 70%-80% ของความสูงอาคารทั้งหมด ตามรูปที่ 2.16 แต่ระดับของ Stagnant Point อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าเกิดมีอาคารขนาดเล็กตั้งขวางการพัดของกระแสลม



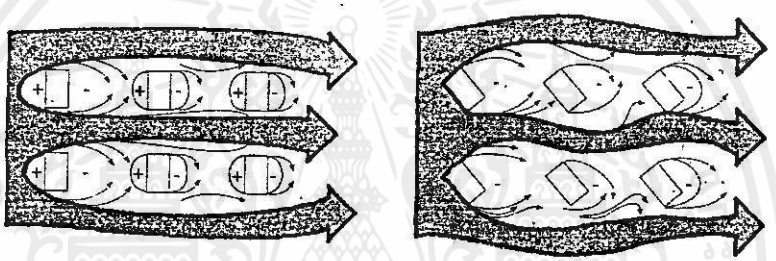
ที่มา : Vladimir Matus , Design For Northern Climates , NewYork ,Van Nortrand Reinhold press

รูปที่ 2.16 แสดงระดับ Stagnant Point บนผนังอาคาร

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณี ... ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การจัดวางและรูปทรงอาคารที่มีผลกับกระแสลม

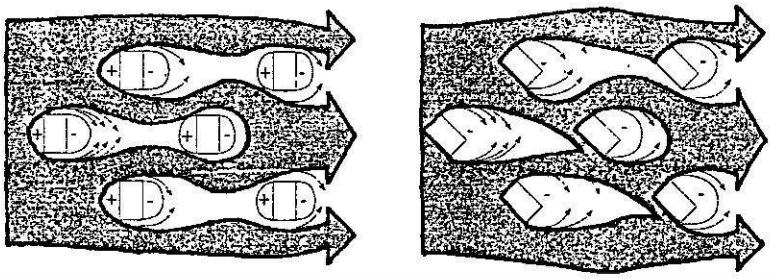
การจัดวางตำแหน่งของอาคารเมื่อมีอาคารหลาย ๆ หลัง ระยะห่างของอาคารแต่ละหลังจะมีผลกับการระบายอากาศภายในอาคาร ถ้าระยะห่างของอาคารน้อยเกินไปก็จะทำให้ Wind Shadow ของอาคารที่อยู่เหนือลม ครอบคลุมอาคารด้านหลัง ทำให้อาคารด้านหลังไม่ได้รับลมธรรมชาติ ส่วนระยะและขอบเขตของ Wind Shadow นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปทรงอาคาร ฉะนั้น V.Olgyay [6] จึงได้ทำการวิจัยและทดลองเกี่ยวกับการจัดวางผังอาคาร ไว้ 2 แบบ แบบแรกจะวางผังอาคารแบบเรียงเป็นแถว ส่วนแบบที่สอง จะวางผังอาคารแบบสลับแถวขึ้นและลง และแต่ละแบบก็จะทดสอบกับลมที่ปะทะตรง ๆ และลมที่ปะทะแบบทะแยงกับอาคาร



รูปที่. 2.17 การเคลื่อนที่ของลมผ่านการวางผังอาคารแบบเรียงแถว

การวางผังอาคารลักษณะนี้ จะวางตำแหน่งตัวอาคารเรียงกันเป็นแถว กระแสลมที่ปะทะตรง ๆ หรือว่าแบบปะทะทะแยงก็ตาม ก็จะถูกอาคารหลังแรกบดบังไว้หมด และ Wind Shadow ของอาคารด้านเหนือลมก็จะคลุมอาคารด้านหลังต่อ ๆ ไปเป็นทอด ๆ ทำให้อาคารด้านหลังจะไม่ได้รับลมเลย สำหรับวิธีการแก้ปัญหาให้อาคารด้านหลังได้รับลมนั้น จะต้องเพิ่มระยะห่างของอาคารให้มากขึ้น เพื่อที่อาคารด้านหลังจะได้ไม่อยู่ในพื้นที่ Wind Shadow ของอาคารด้านเหนือลม

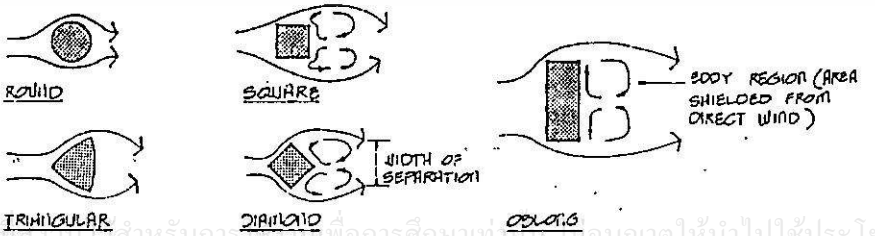
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่. 2.18 การเคลื่อนที่ของลมผ่านการวางผังอาคารแบบสลับแถวขึ้นและลง

การวางผังลักษณะนี้ จะวางตำแหน่งตัวอาคารสลับแถวขึ้นและลง จะทำให้สามารถตัดการต่อเนื่องของระยะ Wind Shadow ลง อีกทั้งสามารถเพิ่มระยะห่างของตัวอาคารให้มากขึ้นด้วย การวางอาคารแบบทะแยงกับกระแสลมจะดีกว่าแบบตั้งฉากกับกระแสลมเล็กน้อย เพราะการวางแบบทะแยงจะทำให้ Wind Shadow ที่เกิดมีลักษณะเรียวปลาย ถ้าระยะห่างของอาคารอยู่ในระยะที่เหมาะสม ก็จะทำให้อาคารด้านหลังได้รับลมธรรมชาติ เช่นกัน

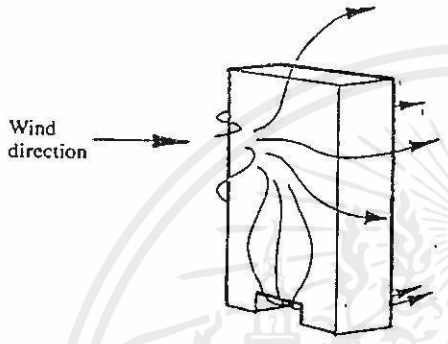
รูปทรงอาคารเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดที่มีผลกับรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลม อาคารที่มีรูปทรงกลม , โค้งหรือวงรี กระแสลมที่พัดปะทะอาคารจะโอบล้อมแล้วเคลื่อนตัวผ่านไป จะมีการแตกกระจายตัวของกระแสลมลงสู่ระดับพื้นแต่ค่อนข้างน้อย ซึ่งจะแตกต่างจากอาคารที่มีรูปทรงเป็นเหลี่ยม มุม เช่น สามเหลี่ยม , สี่เหลี่ยมจตุรัสและผืนผ้า , ตัวแอล เป็นต้น ซึ่งอาคารที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม , มุมเหล่านี้จะทำให้กระแสลมที่ปะทะ เกิดการแตกกระจายตัวหลายทิศทาง อีกทั้งยังก่อให้เกิดกระแสลมแรงบริเวณพื้นด้านปะทะลมและการหมุนวนของกระแสลมบริเวณด้านหลังอาคาร ซึ่งเป็นผลทำให้เกิด Wind Shadow จะเป็นที่สะสมฝุ่นละออง , เศษดินทราย , เศษใบไม้ ฯลฯ ที่มากับกระแสลมด้วย



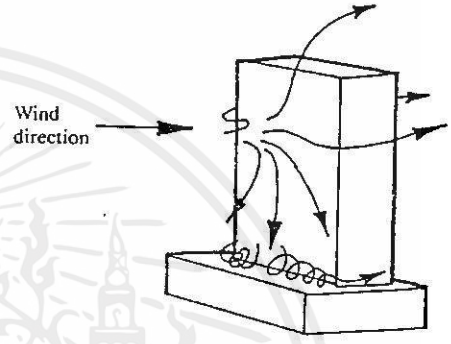
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่. 2.19 รูปทรงของอาคารประเภทต่าง ๆ ที่มีผลกับกระแสลม

ไม่เพียงแต่รูปทรงของอาคารเท่านั้นที่มีผลกระทบกับการเคลื่อนที่ของกระแสลม แม้แต่ส่วนประกอบต่าง ๆ ของอาคารที่ยื่นออกมาก็มีผลกระทบด้วยทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็น ชายคาที่ยื่นยาว , เสา , พื้นระเบียง รวมถึง อุปกรณ์บังแดด ด้วยเป็นต้น



รูปที่ 2.20 การเปิดใต้ถุนโล่งจะทำให้เกิด การเคลื่อนตัวของกระแสลมจากด้านเหนือลมไปด้านใต้ลมอย่างรวดเร็ว จะทำให้บริเวณช่องโล่งนั้นจะมีกระแสลมที่แรง



รูปที่ 2.21 การยื่นส่วนฐานของอาคาร หรือที่เรียกว่า Podium จะช่วยป้องกันและลดความรุนแรงของกระแสลมที่พัดลงมา จากด้านบนอย่างรวดเร็ว

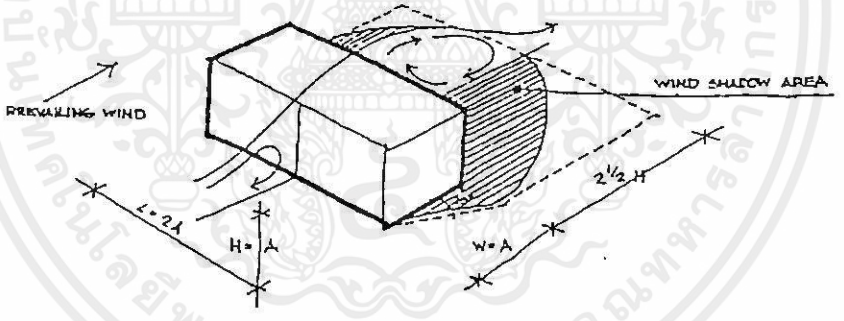
ที่มา : H.J. Cowan , Handbook of Architectural technology , NewYork , Van Norstrand Reinhold Press

สำหรับการศึกษาเรื่อง Wind Shadow ที่เกิดจากรูปทรงของอาคารประเภทต่าง ๆ นั้น M.Evans [7] ได้ทำการวิจัยถึงผลของรูปทรงอาคารที่มีผลกับระยะของ Wind Shadow ไว้ว่า พื้นที่ Wind Shadow จะเกิดบริเวณด้านใต้ลมของอาคารที่ปะทะลม และความเร็วของลมจะไม่มีผลกับการเกิด Wind Shadow ส่วนขอบเขตของ Wind Shadow จะขึ้นอยู่กับขนาดและสัดส่วนของอาคาร ตามตารางที่ 2.6

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

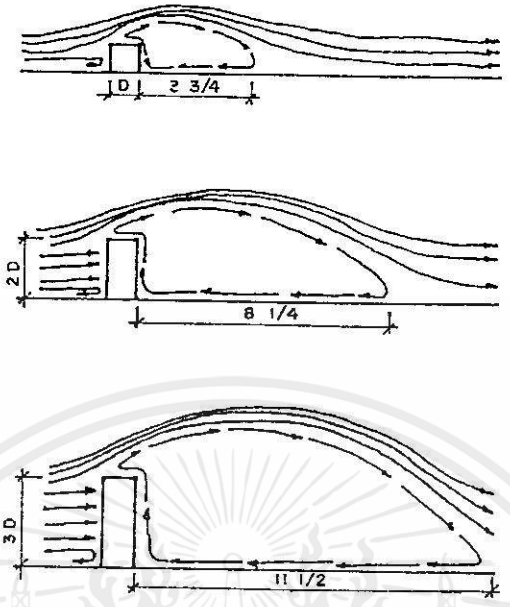
ตารางที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงอาคารและ Wind Shadow ของอาคารแต่ละประเภท

Building form Width (W)	Height (H)	Roof pitch	Wind shadow length (xH) Length of the building (L) 2A	4A	8A	16A	24A	Wind direction
A	A	0°	2½	3½	5½	8	8½	
2A	A	0°	2	2¾	3¾	6	7	
3A	A	0°	2½	3¼	4¼	5¾	5¼	
A	2A	0°	5½	8¼	11¾	16¼	18	
A	3A	0°	6¼	11⅓	16¼	18¾	20¼	
2A	2A	45°	2¾	5½	9½	13¼	15	
2A	1.6A	30°	3	4	6¾	10	13	
2A	1.5A	15°	3	5½	8½	11¼	14¼	
2A	1.5A	15°	2½	4¼	6¼	11	13¼	

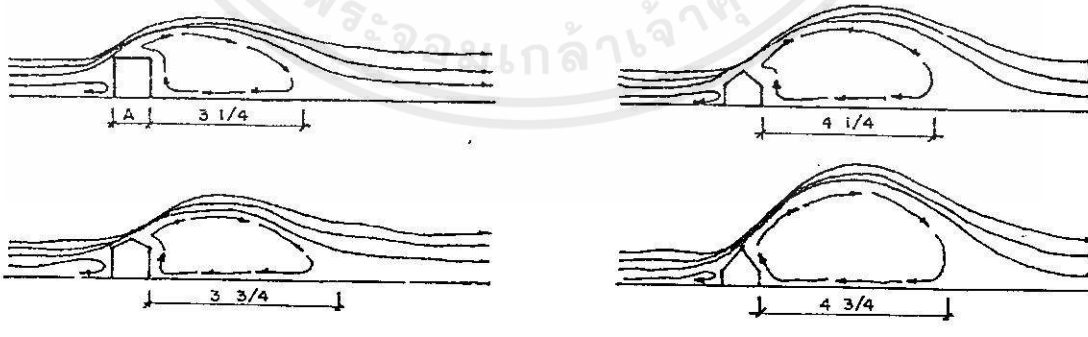


ที่มา : R.H. Evans , Natural Air Flow around Building , Texas , Research Report 59 Texas Engineering Experiment Station , 1957

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

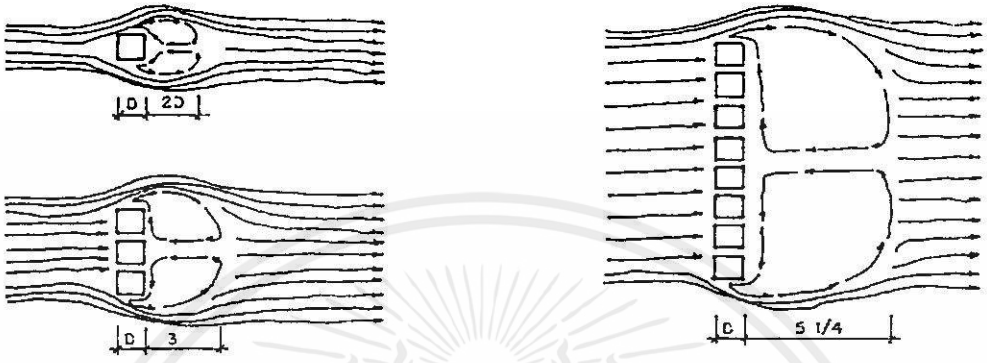


รูปที่ 2.22 อาคารที่มีหลังคาเป็นดาดฟ้าเรียบและมีความสูงของตัวอาคารมาก ระยะของ Wind Shadow ก็จะยาวมากตามความสูงของอาคารอีกทั้งระยะของ Wind Shadow ก็จะยาวมากกว่ากว่าอาคารที่ความสูงน้อยกว่าด้วย

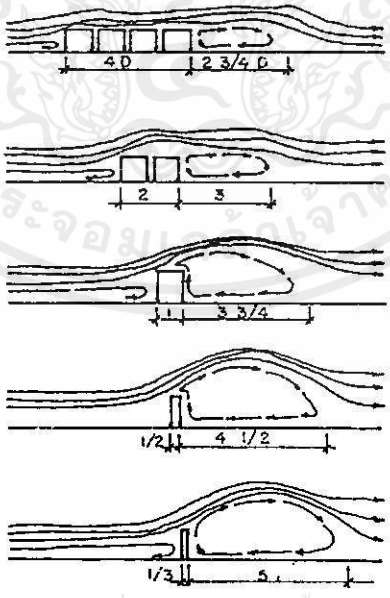


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.23 อาคารที่มีหลังคาเป็นมุมสูงชัน ความชันขององศาหลังคายิ่งมาก ก็จะเป็นผลทำให้ระยะของ Wind Shadow ก็จะเพิ่มตามด้วยเช่นกัน



รูปที่ 2.24 ความยาวของตัวอาคารก็มีผลกับ Wind Shadow ด้วยเช่นกัน อาคารที่มีความยาวยิ่งมาก ระยะของ Wind Shadow ก็จะกว้างมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.25 ความกว้างของอาคารก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มีผลกับ Wind Shadow อาคารที่มีลักษณะบาง จะมีระยะ Wind Shadow มากกว่าอาคารที่มีลักษณะหนา และการเรียงตัวอาคารให้ติดๆกันก็จะสามารถลดระยะของ Wind Shadow ได้เช่นกัน

จากหลักทฤษฎี เราสามารถคำนวณหาค่าความเร็วลมที่ปะทะอาคาร ตามตำแหน่งต่างๆ ของตัวอาคารได้ โดยใช้สมการ Power Law ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง , ความเร็วลม (Gradient High) และค่าสภาพผิวพื้น

$$V_Z = V_G (Z / Z_g)^{\alpha}$$

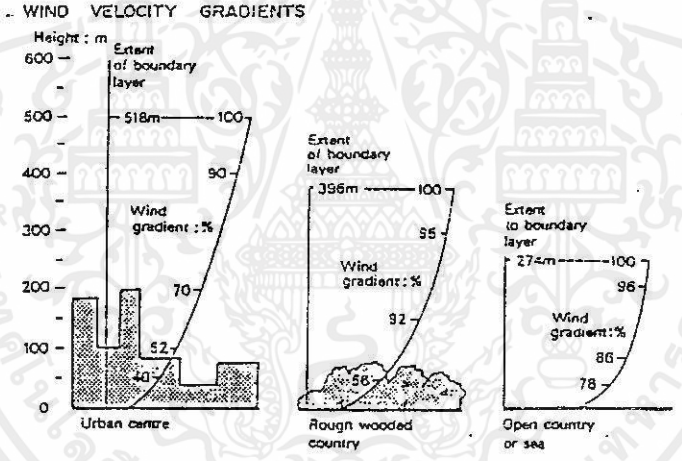
V_G = ความเร็วลมตามระดับ Gradient High , (Km./h)

V_Z = ความเร็วลมตามระดับความสูงที่ต้องการทราบ , (Km./h)

Z = ความสูงของจุดที่ต้องการ , (m.)

Z_g = ความเร็วลมที่จุดสูงสุดของ Gradient High , (Km./h)

α = ดัชนีเสียดทานที่ผิวพื้น



รูปที่ 2.26 แสดงความเร็วลม Gradient High ของแต่ละพื้นที่

ตารางที่ 2.7 ค่าดัชนีเสียดทานที่ผิวพื้น

ลักษณะพื้นผิว	a
ผิวเรียบ หรือ เหนือผิวน้ำและทรายเรียบ	0.10
ที่โล่ง มีหญ้าขึ้นประปราย ผิวพื้นไม่เรียบ ขรุขระ	0.16
มีหญ้าขึ้นสูง หรือ เป็นทุ่งหญ้า	0.18
ทุ่งหญ้ารก หรือ ป่าเตี้ยๆ ไม้พุ่ม	0.20
ป่ารก มีต้นไม้สูง	0.30
ในเมือง มีตึกสูง	0.40

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่จะส่งเสริมให้ภายในห้องมีการระบายอากาศที่ดี ไม่ใช่เพียงแต่กำหนดให้มีช่องทางลมเข้าและออกเท่านั้น แต่ยังต้องคำนึงถึงทิศทางของกระแสลมที่กระทำกับช่องเปิดด้วย จากการวิจัยและทดลองของ B.Givoni [8] พบว่ามันไม่จำเป็นเสมอไป กับการที่กระแสลมที่พัดปะทะตรง ๆ (ประมาณ 90°) กับช่องเปิด จะมีอัตราการไหลของอากาศเข้าไปในห้องมากกว่า และการระบายอากาศได้ดีกว่าแบบที่กระแสลมพัดแบบทะแยง (ประมาณ 45°) เพราะในบางกรณี การที่กระแสลมพัดทะแยงกับช่องเปิดจะให้ผลที่ดีกว่า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของช่องเปิดลมเข้าและออกเป็นสำคัญ

ตารางที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดช่องเปิดและทิศทางการพัดของกระแสลม

ความกว้างของทางลมเข้า	ความกว้างของทางลมออก	อัตราไหลของกระแสลมเทียบกับความเร็วลมภายนอก (%)	
		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	65

จาก ตารางที่ 2.8 จะเห็นได้ว่าอัตราการไหลของกระแสลมจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับขนาดของช่องทางเข้าและออกเป็นสำคัญ และควรวางตำแหน่งช่องเปิดหรือปิดตัวอาคารให้ทำมุมทะแยง (ประมาณ 45 °) กับทิศทางลมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

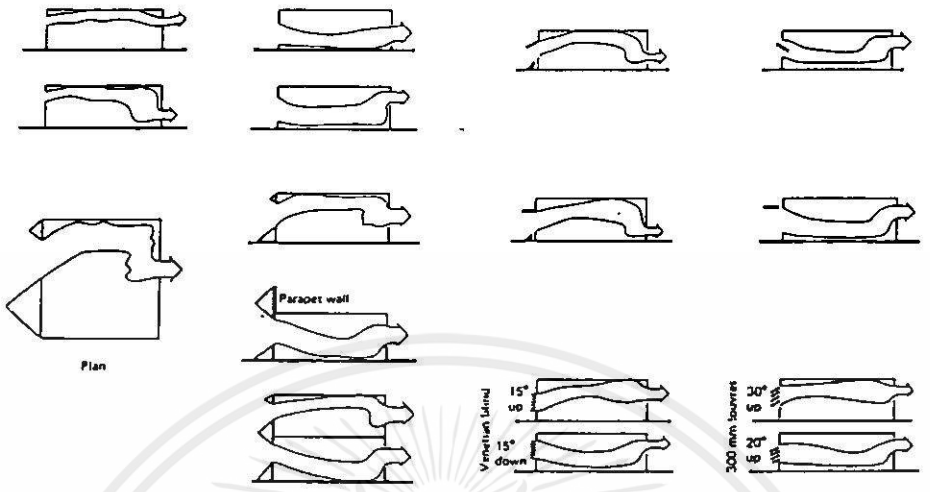
2.4.4 การออกแบบช่องเปิดที่มีผลกับการระบายอากาศภายในห้อง

การออกแบบช่องเปิดของห้อง นอกจากจะให้มีทางลมผ่านเข้าห้องแล้ว จำเป็นต้องจัดให้มีทางลมออก ออกจากห้องด้วยหรืออีกนัยหนึ่งคือ ให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศ ทำให้การระบายถ่ายเทอากาศ การมีช่องเปิดแต่ทางด้านรับลมจะไม่สามารถทำให้ลมผ่านเข้ามาในห้องได้ เพราะผนังทึบด้านตรงกันข้ามกับทางลมเข้าจะเป็นเสมือนฉากบังลม และจะเกิดความกดอากาศสูงบริเวณใกล้ผนัง ยกเว้นในบางกรณีที่มีความจำเป็นต้องเปิดช่องเปิด ทางด้านลมเข้าด้านเดียว จึงจำเป็นต้องเปิดช่องทางลมเข้าและออก บนผนังด้านเดียวกันแล้วใช้อุปกรณ์ช่วยบังคับเปลี่ยนทิศทางลมให้เข้าห้อง เช่น Fin , ครีบดักลม เป็นต้น แต่จะได้ผลไม่ดีนัก

รูปที่. 2.27 การที่ไม่มีช่องทางลมออก จะทำให้ไม่สามารถระบายอากาศภายในห้องได้

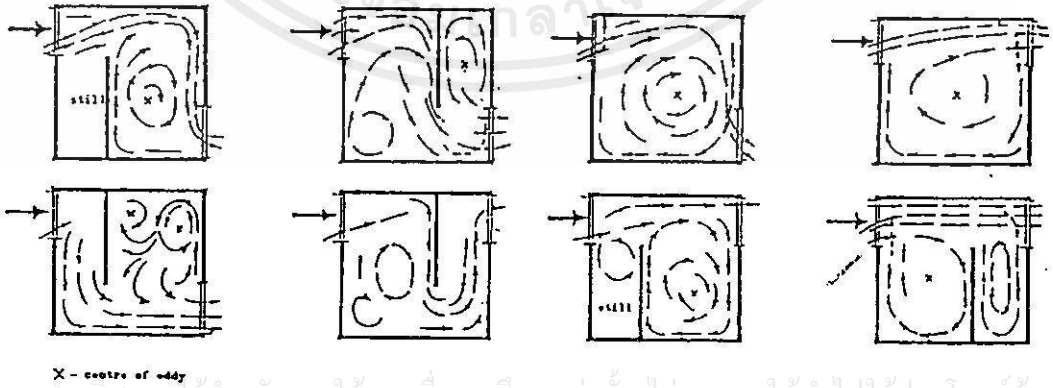
การระบายอากาศในห้องที่ดี จะต้องให้เกิด Cross Ventilation โดยสะดวก เมื่อมีการเปิดช่องเปิดทางลมเข้าบริเวณด้านเหนือลม และช่องเปิดทางลมออกบริเวณด้านใต้ลม ก็จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของอากาศผ่านตัวอาคาร จากบริเวณความกดอากาศสูง (Positive Pressure) ไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ (Negative Pressure) อากาศก็จะเคลื่อนผ่านห้อง เกิดการระบายอากาศแบบ Cross Ventilation ขึ้น ซึ่งขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดทางลมเข้าและออกนั้น จะมีผลกับรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องด้วย รวมทั้งส่วนประกอบของอาคาร เช่น อุปกรณ์บังแดด , ผนัง , Parapet เป็นต้น ก็จะส่งผลกระทบด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 ตำแหน่งของช่องเปิดทางลมเข้าและออก แบบต่าง ๆ ที่มีผลกับการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้อง

ตำแหน่งของช่องเปิดทางลมเข้าและออกนั้น ไม่ได้มีผลกระทบเฉพาะทิศทางการเคลื่อนที่ของแนวตั้งของกระแสลมเพียงอย่างเดียว แต่ยังส่งผลกับทิศทางการเคลื่อนที่ทางแนวนอนระนาบด้วย การตั้งเฟอร์นิเจอร์และฉากกั้นห้องภายในห้อง จะมีผลกับทิศทางลมค่อนข้างมาก เพราะจะทำให้กระแสลมเกิดการกระจายตัว และเปลี่ยนทิศทางได้

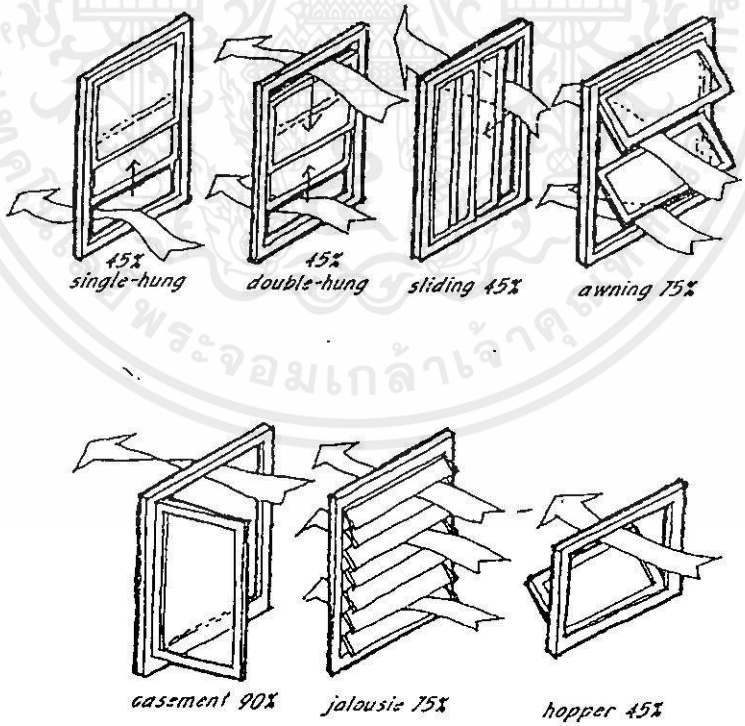


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.29 อิทธิพลของตำแหน่งช่องเปิดและฉากกั้นห้อง ที่มีผลกับการเคลื่อนที่ของกระแสลม

รูปร่างและประเภทของหน้าต่าง ก็จะมีผลกับอัตราไหลของกระแสลมที่จะผ่านเข้าไปในห้องเช่นกัน หน้าต่างแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติและพื้นที่ช่องเปิดแตกต่างกัน การเลือกและกำหนดประเภทของหน้าต่าง ควรที่จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและความต้องการระบายอากาศภายในอาคาร มากกว่าความสวยงามภายนอกเท่านั้น สำหรับห้องที่ไม่ได้ติดตั้งระบบปรับอากาศ ควรเลือกหน้าต่างประเภทที่มีพื้นที่ของช่องเปิดมาก เพื่อให้กระแสลมผ่านเข้าไปในห้องมากตามด้วย [9] เช่น

- หน้าต่างบานเปิด (Casement) จะมีสัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิดมากสุดประมาณ 90% และยังสามารถใช้ควบคุมการกระจายตัวของกระแสลมในแนวราบ ด้วยบานเปิดของตัวมันเอง
- หน้าต่างบานกระทุ้ง (Awning) จะมีสัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิดประมาณ 75% และยังสามารถใช้ควบคุมและปรับการกระจายตัวของกระแสลมในแนวตั้งได้ด้วย
- หน้าต่างบานเกล็ด (Jalousie) จะมีสัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิด 75% และมีคุณสมบัติเหมือนบานกระทุ้ง แต่จะสูญเสียเรื่องมุมมอง (View) ข้อแนะนำควรติดตั้งอยู่ในระดับที่ต่ำหรือสูงกว่าระดับสายตา

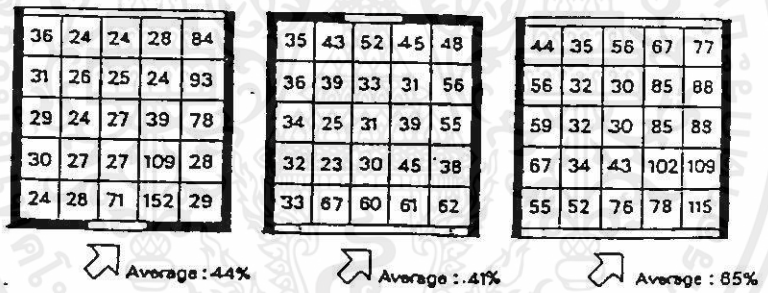


รูปที่ 2.30 สัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิดของหน้าต่างแบบต่าง ๆ

ที่มา : F. Moore , Environmental Control Systems : heating cooling lighting , New York , McGraw - Hill Inc , 1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายอากาศแบบ Cross Ventilation นั้น ขนาดของหน้าต่างจะมีผลกระทบกับอัตราการไหลของกระแสลมค่อนข้างมาก จากตารางที่ 2.7 จะเห็นได้ว่าอัตราการไหลของกระแสลมที่ผ่านเข้าห้องนั้นจะมากที่สุด เมื่อขนาดของช่องทางเข้าและออกมีขนาดเท่ากัน จึงพอสรุปได้ว่าถ้าต้องการให้ห้องได้รับลมมากที่สุดควรกำหนดให้ขนาดของช่องเปิดทั้งทางลมเข้าและออกมีขนาดเท่ากันและกว้างมากที่สุด คือประมาณ 65% ของลมที่ปะทะแบบทะแยง และ 47% ของลมที่ปะทะแบบตั้งฉาก เป็นสัดส่วนการลดลงของอัตราการไหลของกระแสลมภายในห้อง เมื่อเทียบกับกระแสลมภายนอก ประมาณ 35-53% แต่สำหรับกรณีที่ช่องทางเข้าและออกมีขนาดไม่เท่ากัน สามารถวิเคราะห์ได้จาก รูปที่ 2.31 พบว่าห้องที่มีช่องทางลมเข้าเล็กกว่าช่องทางลมออก จะทำให้มีการเคลื่อนที่ของลมค่อนข้างสูง บริเวณใกล้ช่องทางลมเข้า และมีกระแสลมค่อนข้างแรง ส่วนห้องที่มีช่องทางลมออกจะมีผลทำให้บริเวณใกล้ช่องทางลมเข้าได้รับลมมากขึ้น แต่แรงลมที่เข้ามาในห้องจะต่ำและน้อย



รูปที่ 2.31 ขนาดของช่องทางลมเข้าและช่องทางลมออก ที่มีผลกับอัตราการไหลของกระแสลมภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เสียงรบกวนและการควบคุม

2.5.1 หลักเบื้องต้นเรื่องเสียง

เสียงเกิดขึ้นเมื่อมีการสั่นสะเทือนของวัตถุ ความสั่นสะเทือน นั้นจะถูกส่งให้เคลื่อนที่แบบคลื่นไปในตัวแบบยืดหยุ่น จนกระทั่งมาสัมผัสกับประสาทหูของผู้ฟัง จึงรับทราบว่าเป็นเสียง

ความดันเสียง (Sound Pressure) เกิดจากเสียงที่เคลื่อนที่ไปในอากาศ (Air Borne Sound) เกิดการกระเพื่อมของความดันอากาศขึ้น ๆ ลง ๆ ไปจากความดันบรรยากาศปกติ

โมเลกุลของตัวกลางที่เสียงเคลื่อนที่ผ่านจะถูกอัด (Compressed) และถูกขยาย (Rarified) สลับกันไป ด้วยลักษณะเช่นนี้ เสียงสามารถถูกส่งผ่านสสารทั้งหลายได้ ไม่ว่าจะเป็น แก๊ส , ของเหลวหรือของแข็ง แต่มันไม่สามารถเคลื่อนที่ในสูญญากาศได้ โดยทั่วไปเสียงเคลื่อนที่ได้เร็วในตัวกลางที่มีความหนาแน่นสูง

ตัวอย่างค่าความเร็วของเสียง ในตัวกลางต่าง ๆ

อากาศ	0 °C	331.8	m/s
แก๊ส	ออกซิเจน	316	m/s
ของเหลว	น้ำ	1437	m/s

ความถี่ (Frequency) เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของเสียง ซึ่งหมายถึง จำนวนการสั่นต่อวินาที ที่ความดันเสียงกระเพื่อมสูงกว่าและต่ำกว่าความดันบรรยากาศ มีหน่วยเป็น เฮิร์ตซ์ (Hertz , Hz)

ความดัง (Loudness) ของเสียงขึ้นอยู่กับความดันเสียง แต่ขณะเดียวกันก็แปรผันกับความถี่ของเสียงด้วยเสียงที่มีความดันเท่ากันแต่ต่างความถี่กัน เราจะได้ยินว่าดังต่างกัน ความดังไม่สามารถวัดได้โดยตรง

เสียงรบกวน (Noise) หมายถึงเสียงที่คนเราไม่ต้องการจะได้ยินในสถานการณ์หนึ่ง ๆ เป็นเสียงที่ไม่พึงปรารถนา ผลของการรบกวนจะขึ้นอยู่กับความเข้มของเสียง (ระดับเสียง หรือ dB) และความถี่เสียงที่มีความถี่สูงจะรบกวนมากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ และเสียงที่มีความถี่เดียว (Pure Tone) จะรบกวนได้มากกว่าเสียงที่มีหลายความถี่ (Several Tone)

เสียงในระดับความดังต่าง ๆ ที่มีผลต่อมนุษย์

65 dB (A) เป็นเสียงรบกวนที่จะมีผลทำให้ปวดศีรษะ ถ้ามากกว่านี้ จะทำให้เกิดอาการอ่อนเพลียทั้งร่างกายและจิตใจ

90 dB (A) ถ้าอยู่กับระดับนี้เป็นเวลานานหลายปี จะทำให้หูพิการตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

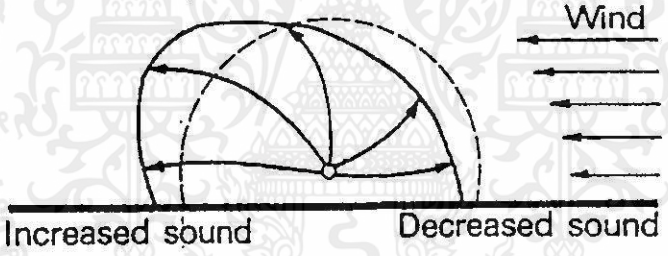
100 dB (A) การได้ยินระดับนี้ แม้เพียงระยะสั้น จะทำให้การได้ยินของหูเสียไปชั่วคราว และถ้าได้รับเสียงนี้ติดต่อกันเป็นเวลานาน หูจะพิการตลอดไป

120 dB (A) ปวดแก้วหู

150 dB (A) หูพิการทันที

เสียงในที่โล่ง

ถ้าอากาศอยู่นิ่งและอุณหภูมิสม่ำเสมอ คลื่นเสียงจะเคลื่อนที่ไปในอากาศอย่างมีระเบียบและสม่ำเสมอ เสียงในอากาศที่เคลื่อนไหว (ลม) จะเกิดความลาดของความเร็วของคลื่นเสียงที่แผ่เป็นวงกลมถูกรบกวน อัตราความเร็วเสียงจะลดลงไปในบริเวณที่สูงกว่าและจะเพิ่มขึ้นในบริเวณที่ต่ำกว่า

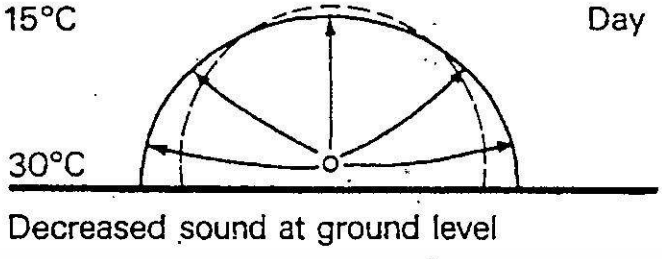


รูปที่ 2.32 ผลกระทบของลมต่อความเร็วเสียง

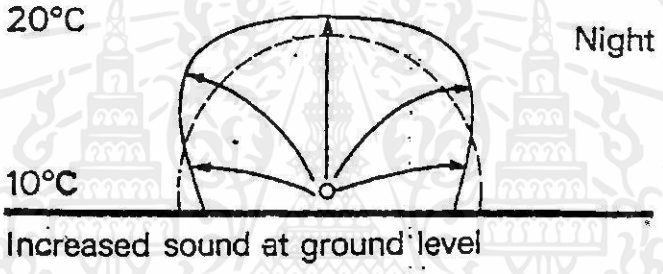
อัตราความเร็วของเสียงจะลดลงหรือเพิ่มขึ้นนั้น จะแปรผันไปตามอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเสียงก็จะมีอัตราความเร็วเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลงอัตราความเร็วเสียงก็จะลดลงตามด้วย

ในเวลากลางวันอุณหภูมิอากาศที่พื้นดินจะสูงกว่าอุณหภูมิที่อยู่เหนือพื้นดินขึ้นไป จะทำให้คลื่นเสียงที่อยู่เหนือพื้นดินขึ้นไปเดินทางช้าลงและแนวคลื่นเสียงจะโค้งขึ้น ตามรูปที่ 2.33 เป็นผลให้ระดับเสียงด้านบนเงียบกว่าระดับพื้นดิน ส่วนในเวลากลางคืนอุณหภูมิที่พื้นดินจะลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศที่อยู่เหนือพื้นดิน แนวคลื่นเสียงจะโค้งลงสู่พื้นดิน เป็นผลให้ระดับเสียงที่พื้นดินเพิ่มขึ้น ตามรูปที่ 2.34

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 ผลกระทบของอุณหภูมิต่อเสียงในเวลากลางวัน



รูปที่ 2.34 ผลกระทบของอุณหภูมิต่อเสียงในเวลากลางคืน

ระดับเสียงเวจท์ (Weighted Sound Level)

หมายถึงระดับเสียง (dB re 0.000002Pa) ที่ได้จากการวัดผ่านไมโครโฟนแล้วผ่านที่กรองเวจท์ (Weighting Network) ซึ่งจะให้ระดับเสียงเวจท์ได้หลายรูปแบบ เช่น A- weighted (dB(A)) , B- weighted (dB(B)), C- weighted (dB(C)) และ D- weighted (dB (D)

มาตราเดซิเบล (The Decibel Scale)

เป็นหน่วยวัดระดับความดังของเสียง (dB) โดยพื้นฐานเป็นค่า ลอการิทึม ของอัตราส่วนของพลังงานเสียงเทียบกับพลังงานเสียงมาตรฐาน การวัดเสียงโดยทั่ว ๆ ไปจะวัดในรูป A-Weighted ซึ่งเป็นการกรองเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ ให้เข้ากับการได้ยินของมนุษย์มากที่สุด จึงนิยมเขียนหน่วยวัดเสียงเป็น เดซิเบลเอ (dB(A))

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การลดเสียงรบกวนภายในอาคาร (Reduction within Space)

เสียงภายในอาคารประกอบด้วยเสียง 2 ชนิด

ก. เสียงตรง (Direct Noise)

ข. เสียงสะท้อน (Reverberant Noise)

เสียงตรงสามารถลดได้ด้วยการใช้แผงกั้น ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับจุดรับเสียง ส่วนเสียงสะท้อนสามารถลดได้โดยการใช้วัสดุดูดซับเสียง ที่ผนังโดยเฉพาะผนังด้านที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนมาก

วัสดุอะคูสติกเป็นวัสดุที่ทำหน้าที่ต่อเสียงในสองหน้าที่ด้วยกันคือ มันจะดูดกลืน (Absorb) เสียงหรือไม่ก็กั้นหรือลด (Attenisate) การส่งผ่านของเสียง วัสดุอะคูสติกส่วนใหญ่ถ้าไม่เป็น " ตัวดูดกลืนเสียง " (Sound Absorber) ก็จะเป็น " ฉนวนเสียง " (Sound Insulator) ซึ่งมี " ความสูญเสียการส่งผ่าน " (Transmission Loss) สูง

วัสดุที่ใช้ในการดูดกลืนเสียง สามารถใช้ลดระดับเสียงรบกวนและยังใช้ควบคุม "เวลาการก้องวาล" (Reverberation Time) ภายในห้องได้ด้วย ส่วนวัสดุที่มีความสูญเสียการส่งผ่านสูง ใช้ในการลดเสียงรบกวนที่เคลื่อนที่ผ่านจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง ตามปกติวัสดุอะคูสติกนั้นจะทำหน้าที่เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ฉะนั้น การเลือกใช้วัสดุจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานของห้อง ๆ นั้น แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องการได้รับผลทั้งสองอย่าง ซึ่งต้องใช้ผลิตภัณฑ์ต่างกันสองชนิด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

สัมประสิทธิ์การลดเสียงรบกวน (The Noise Reduction Cofficient : , NRC) คือค่าสัมประสิทธิ์การดูดเสียง ณ ความถี่ 250 , 500 , 1,000 และ 2,000 Hz ซึ่งตามปกติวัสดุต้องมีค่า NRC สูงกว่า 0.40 จึงจะเรียกว่า "ตัวดูดกลืนเสียง" (Sound Absorber) วัสดุที่มีรูพรุน เช่น ใยแก้ว ยอมให้คลื่นเสียงแทรกซึมไปได้ลึกในเนื้อวัสดุ ซึ่งพลังงานเสียงจะถูกแปลงเป็นความร้อน เนื่องมาจากความเสียดทานระหว่างอากาศที่อยู่ในรูและเนื้อใยแก้ว วัสดุเหล่านี้มีค่า NRC ได้สูงถึง 0.95 และ 1.00 ขึ้นอยู่กับขนาดความหนา

ชนิดของวัสดุดูดกลืนเสียง (Types Of Sound Absorbing Material) จำแนกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

ก. วัสดุมีรูพรุน (Porous Materials) เช่น ใยแก้ว (Glass Fiber) , ใยหิน (Rockwool), พรม (Carpet) วัสดุชนิดนี้ดูดกลืนเสียงได้ดีที่ความถี่กลางและสูง

ข. วัสดุแผ่นเรียบ (Panels หรือ Membrane) เป็นพวกไม้อัด (Plywood) , Hardboard , ซึ่งติดตั้งบนโครงเคร่า โดยมีช่องอากาศอยู่ระหว่างผนัง มีการดูดเสียงที่ความถี่ต่ำช่วง 50-200 Hz

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ตัวสั่นก้องแบบโพรง (Gavity Resonators) หมายถึงปริมาตรหรือโพรงอากาศภายในผนังทึบ โดยเชื่อมกับปริมาตรของห้องด้วยรูเปิดแคบ ๆ ที่เรียกว่า คอ (Neck) การดูดกลืนเสียงแบบนี้จะเกิดขึ้น ณ ช่วงความถี่เรโซแนนซ์แคบ

2.5.3 การควบคุมและป้องกันเสียงรบกวน

ในการควบคุมและป้องกันเรื่องเสียงที่จะมาทำความรบกวนกับผู้ใช้อาคารนั้น พอจำแนกได้เป็น 2 แนวทางใหญ่

ก. การควบคุมและป้องกันเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

ข. การควบคุมและป้องกันเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

ก. การควบคุมและป้องกันเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

เป็นการป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกให้เข้ามาภายในห้อง หรือในบริเวณที่ต้องการความสงบให้น้อยที่สุด โดยวิธีการกำหนดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในห้อง ให้สามารถลดหรือป้องกันเสียงจากภายนอกได้ เช่น

ก.1 ลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง

ก.2 กำหนดให้ต้นกำเนิดเสียงอยู่ในห้องที่ปิด และแยกให้ห่างออกไป หรืออาจใช้แผงหรือผนังดูดกลืนเสียงนั้น (Absorbent screens)

ก.3 วางผังอาคารแยกบริเวณที่มีเสียงดังออกจากบริเวณที่ต้องการความเงียบ อาจจะกั้น 2 บริเวณนี้ด้วยห้องอื่น

ก.4 วางตำแหน่งของเครื่องจักรที่ส่งเสียงดัง ไปไว้ในบริเวณที่มีผนังหนาทึบ

ก.5 ลดเสียงที่มากระทบด้วยการคลุมด้วยผิวผนัง ที่ทำด้วยวัสดุป้องกันเสียง (Resilient Materials)

ก.6 ลดเสียงภายในห้องโดยการใช้ผิวผนังห้องที่เป็นตัวดูดซับเสียง

ก.7 ลด Airborne Transmission Sound โดยการไม่ให้อากาศภายนอกผ่านเข้ามาในห้อง

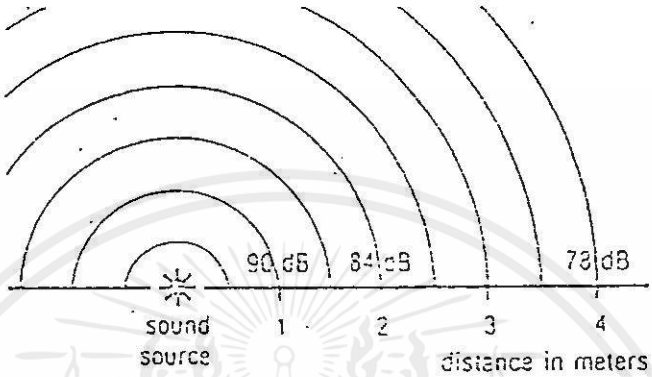
ก.8 ลด Structureborne Transmission Sound โดยการผนังไม่เรียบต่อเนื่องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การป้องกันและควบคุมเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอก

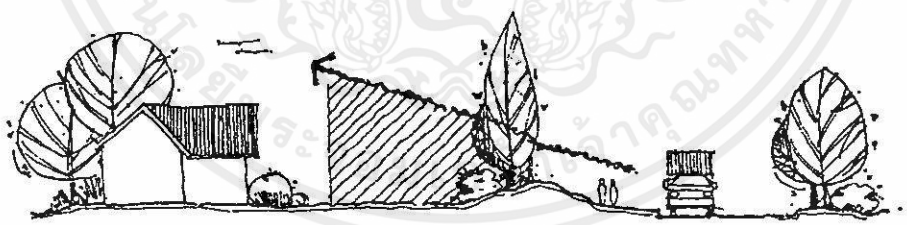
วิธีการป้องกันและควบคุมเสียงที่มาจากสภาพแวดล้อมภายนอกนั้น ค่อนข้างที่จะทำได้ยาก เพราะแหล่งกำเนิดเสียงจากภายนอกนั้นมีมากและหลากหลาย ฉะนั้น วิธีที่จะนำมาใช้จึงเป็นการลดเสียงรบกวนให้ลดน้อยลงเท่านั้น

ข.1 เพิ่มระยะทางให้ห่างจากจุดกำเนิดเสียง เพราะเสียงจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น ระยะทางยิ่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงยิ่งมาก เสียงก็จะยิ่งค่อยลง ตามกฎที่ว่า เมื่อเพิ่มระยะทางห่าง 1 เท่า ระดับเสียงจะลดลง 6 dB[10]



รูปที่ 2.35 เสียงจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น

ข.2 ใช้กำแพงกันเสียง เช่น การใช้รั้วสูงเนินดิน , การใช้ต้นไม้ซับเสียง หรือแม้แต่ตัวอาคารที่อยู่รอบ ๆ (screening)



รูปที่ 2.36 การใช้กำแพงกันเสียง เช่น รั้ว หรือต้นไม้ สามารถช่วยลดเสียงรบกวนได้

ข.3 หลีกเลี่ยงบริเวณที่เสียงมากระทบได้โดยตรง

ข.4 วางผังอาคารให้ส่วนที่ไม่ต้องการความเงียบมากมาเป็นส่วนกันเสียง (Acoustic Zone)

ข.5 กำหนดตำแหน่งของส่วนเปิดของอาคารให้หลีกเลี่ยงแนวทางของเสียง

ข.6 โดยการใส่วัสดุกันเสียงที่ผิวผนังของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ศึกษาสภาพภูมิอากาศและสภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ

3.1 สภาพภูมิอากาศโดยทั่ว ๆ ไปในเขตจังหวัดสมุทรปราการ

(เนื่องจากข้อมูลทางอุตุวิทยาของจังหวัดสมุทรปราการนั้น ทางกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีการตั้งสถานีตรวจวัดไว้ จึงไม่มีข้อมูลเฉพาะจังหวัด ดังนั้นข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ในบทนี้ จะใช้ข้อมูลทางด้านอุตุวิทยา เขตกรุงเทพฯ (Bangkok Metropolis) สถานีตรวจวัดที่บางนาแทน เพราะมีขอบเขตจังหวัดต่อเนื่องกัน และยังอยู่ในบริเวณละติจูดและลองจิจูด ใกล้เคียงกัน *)

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในเขต กทม.และพื้นที่ใกล้เคียง ปี 2531 – 2540 (10 ปี)

CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1987-1996

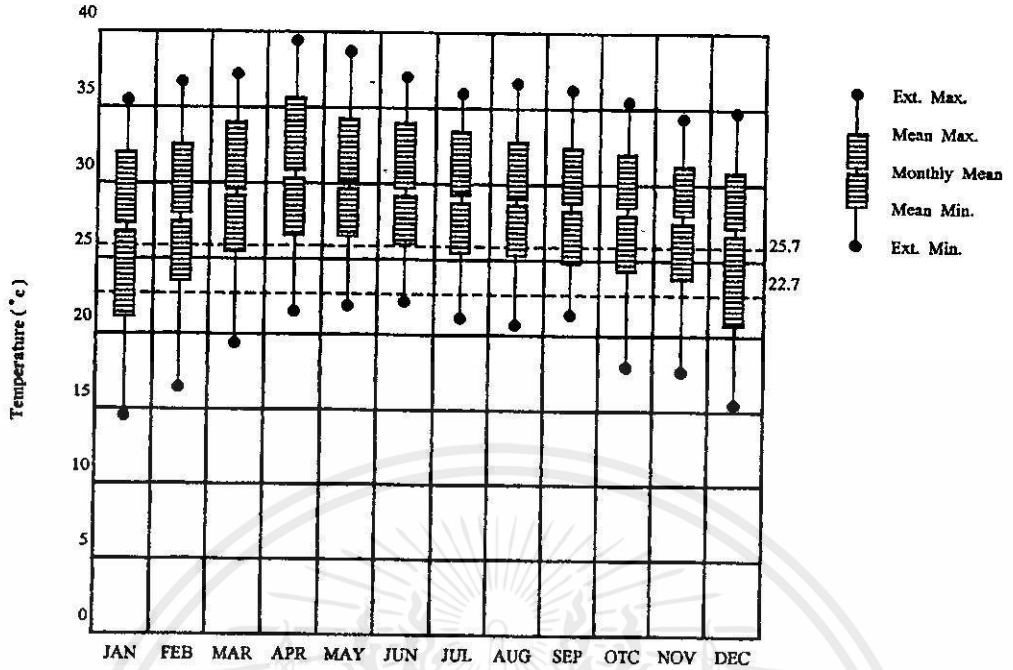
Station BANGKOK METROPOLIS
Index station 48455
Latitude 13 44 N
Longitude 100 34 E

Elevation of station above MSL	2	Meters
Height of barometer above MSL	20	Meters
Height of thermometer above ground	1.25	Meters
Height of wind vane above ground	33.10	Meters
Height of raingauge	1.00	Meters

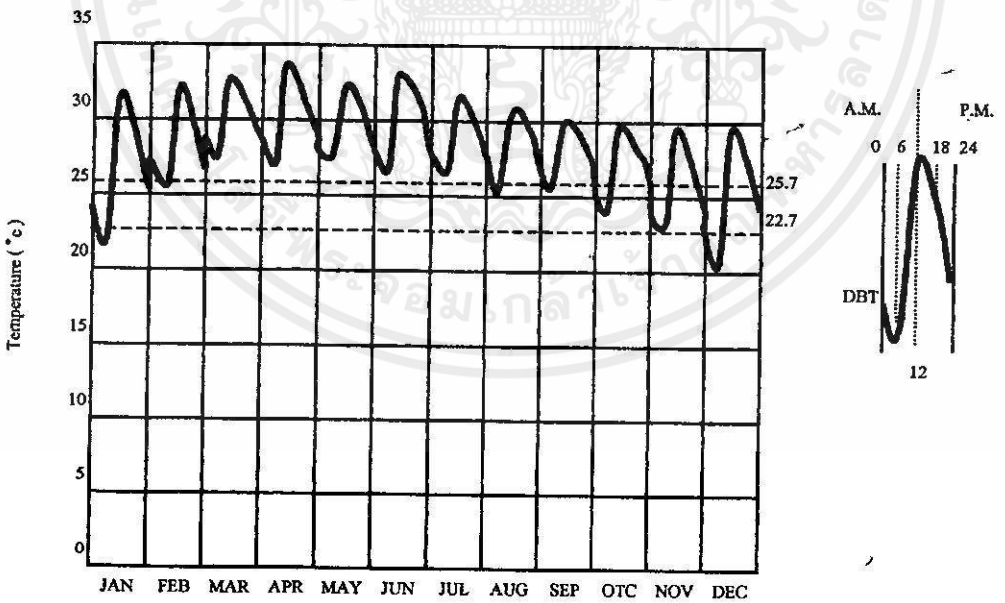
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Temperature (Celsius)													
Mean	26.9	27.8	29.2	30.5	29.9	29.3	28.9	28.5	28.1	27.7	27.3	25.8	28.3
Mean max.	32.3	32.9	34.1	35.5	34.6	33.6	33.1	32.8	32.6	32.0	32.0	31.2	33.1
Mean min.	22.3	23.7	25.5	26.7	26.0	25.8	25.4	25.1	24.8	24.3	23.3	21.0	24.5
Ext. max.	35.1	37.0	37.5	39.5	38.7	37.5	36.0	37.0	36.0	35.2	34.8	34.9	39.5
Ext. min.	14.0	16.1	19.5	22.0	22.3	22.5	22.1	21.6	22.2	18.3	18.0	15.2	14.0
Relative Humidity (%)													
Mean	70	71	72	71	75	74	74	76	79	78	70	67	73
Mean max.	87	87	87	86	89	88	87	89	92	91	84	82	87
Mean min.	49	50	53	51	57	59	58	60	62	61	52	51	55
Ext. min.	26	21	17	23	35	41	40	43	45	38	32	29	17
Cloudiness (0-10)													
Mean	5.3	5.2	6.5	7.1	8.0	8.4	8.6	8.8	8.8	8.1	6.7	5.8	7.4
Sunshine Duration (hr.)													
Mean	237.1	224.1	245.1	231.1	186.1	148.8	143.7	131.3	125.7	164.2	191.5	224.3	2253.0
Visibility (km.)													
0700 L.S.T.	6.6	7.1	7.8	8.4	8.6	8.9	9.1	8.9	8.5	8.1	8.2	7.9	8.2
Mean	8.1	8.5	8.7	9.1	9.2	9.4	9.6	9.4	9.2	9.0	9.1	8.7	9.0
Wind (Knots)													
Mean wind speed	2.5	3.9	4.8	4.1	3.2	3.4	3.3	3.2	2.1	2.1	2.7	2.6	-
Prevailing wind	SW	S	S	S	S	S	S,SW	SW	W	NE	NE	NE	-
Max. wind speed	22	30	34	30	35	35	36	30	32	30	22	28	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* กรุงเทพฯ ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13° 44′ เหนือ ลองจิจูด 100° 30′ ตะวันออก
สมุทรปราการ ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13° 32′ เหนือ ลองจิจูด 100° 35′ ตะวันออก



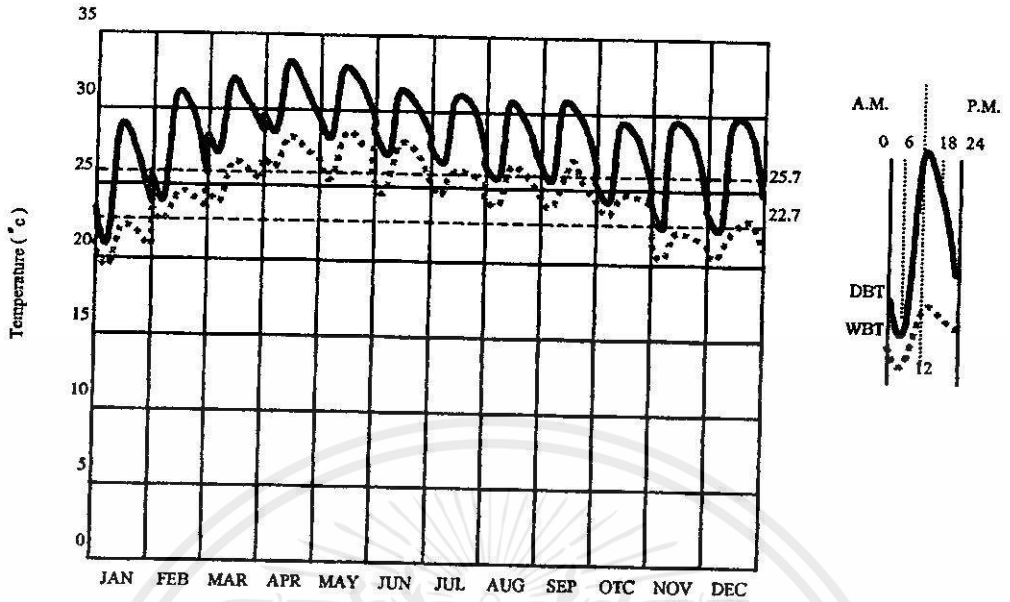
รูปที่ 3.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540



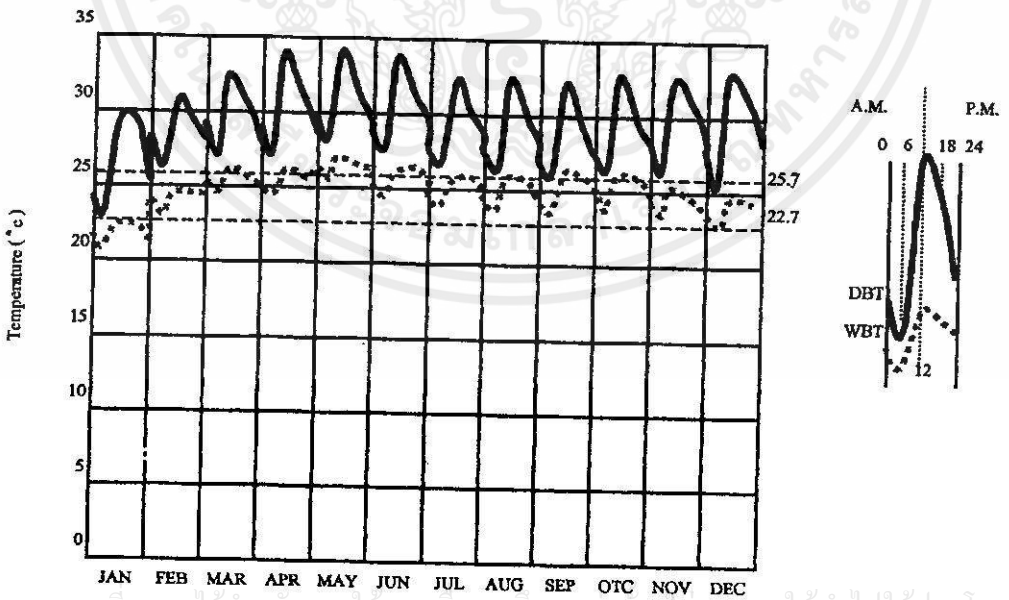
รูปที่ 3.2 ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Diurnal Temperature) รายชั่วโมง ในช่วง 1 วัน เฉลี่ยต่อปี ปี 2531

หมายเหตุ : ปี 2531 ยังไม่มีการเก็บข้อมูล WBT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

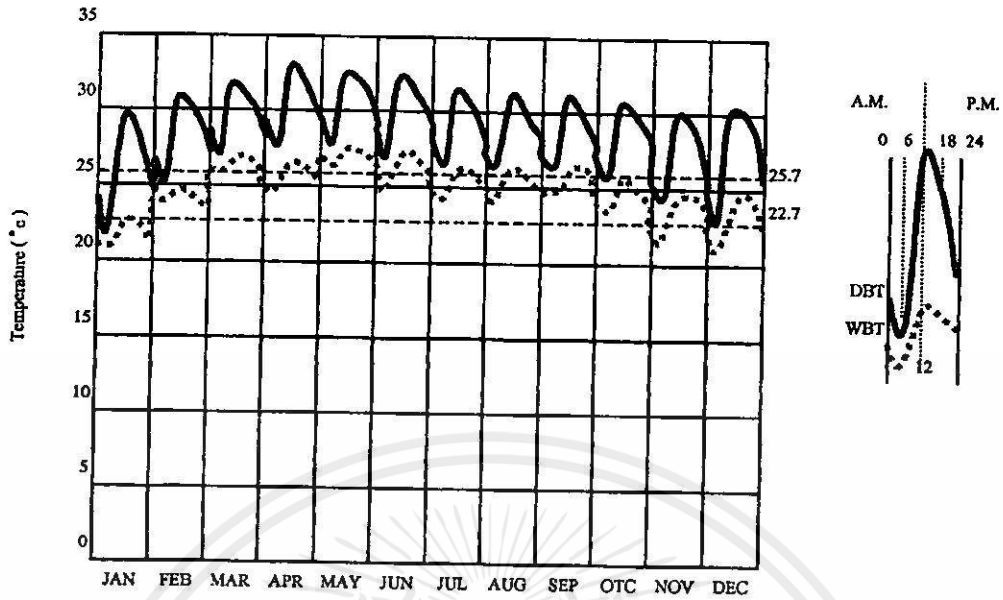


รูปที่ 3.3 ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Diurnal Temperature) รายชั่วโมง ในช่วง 1 วัน เฉลี่ยต่อปี ปี 2535

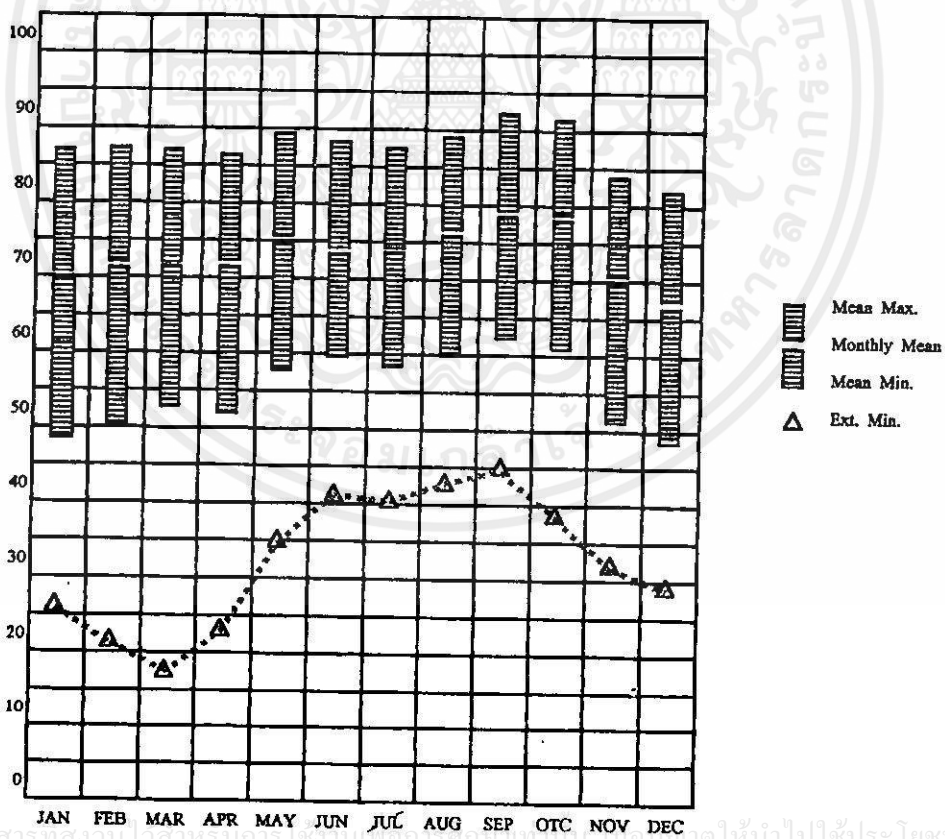


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Diurnal Temperature) รายชั่วโมง ในช่วง 1 วัน เฉลี่ยต่อปี ปี 2540

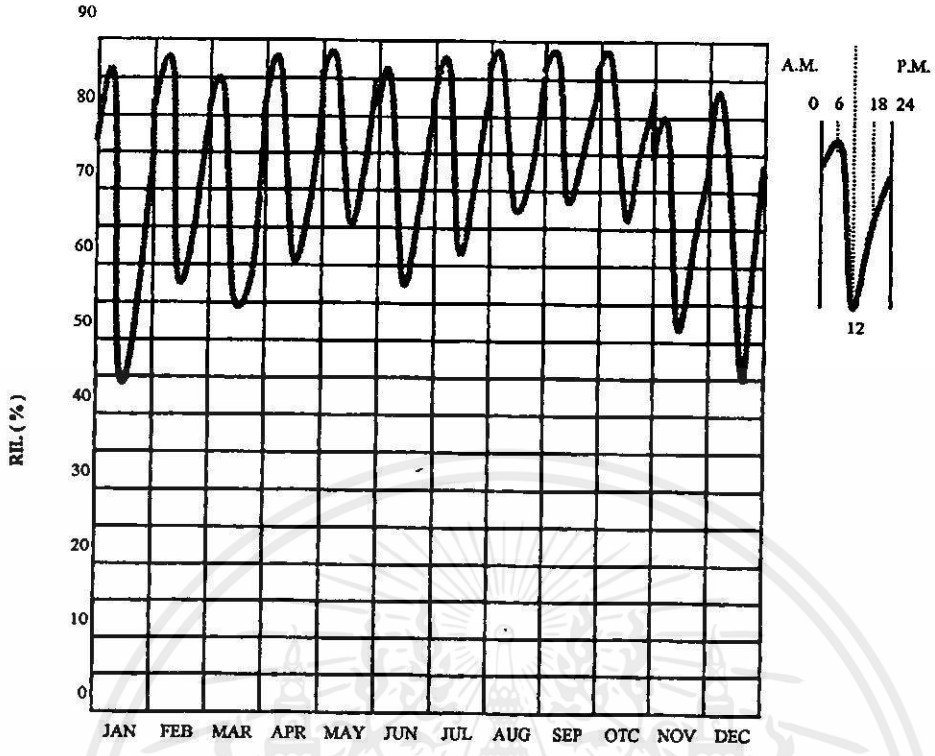


รูปที่ 3.5 ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Diurnal Temperature) ในช่วง 1 วัน เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540

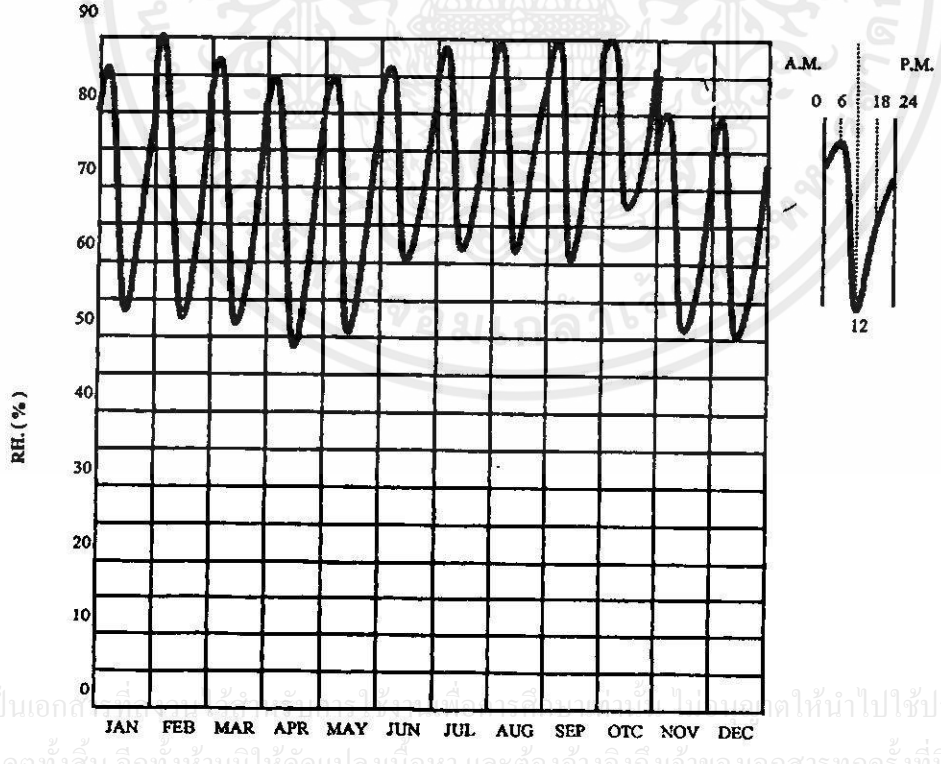


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อความ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ยรายปี 10 ปี ปี 2531 - 2540

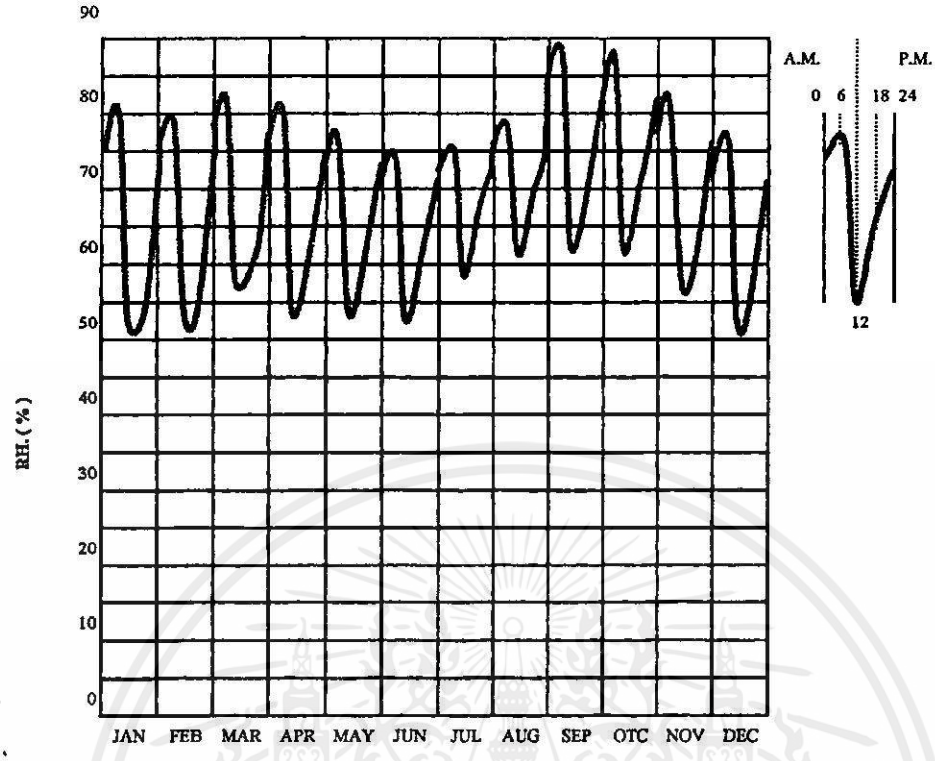


รูปที่ 3.7 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ยรายชั่งโมงในช่วง 1 วัน ของแต่ละเดือน เฉลี่ยต่อ ปี ปี 2531

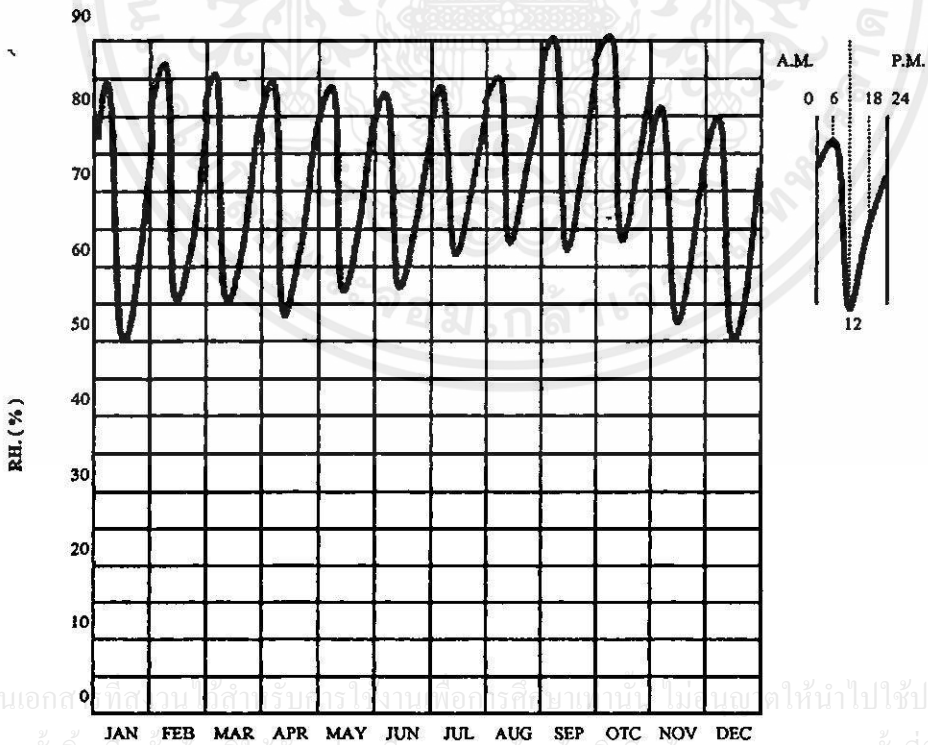


รูปที่ 3.8 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ยรายชั่วโมงในช่วง 1 วัน ของแต่ละเดือน เฉลี่ยต่อปี ปี 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

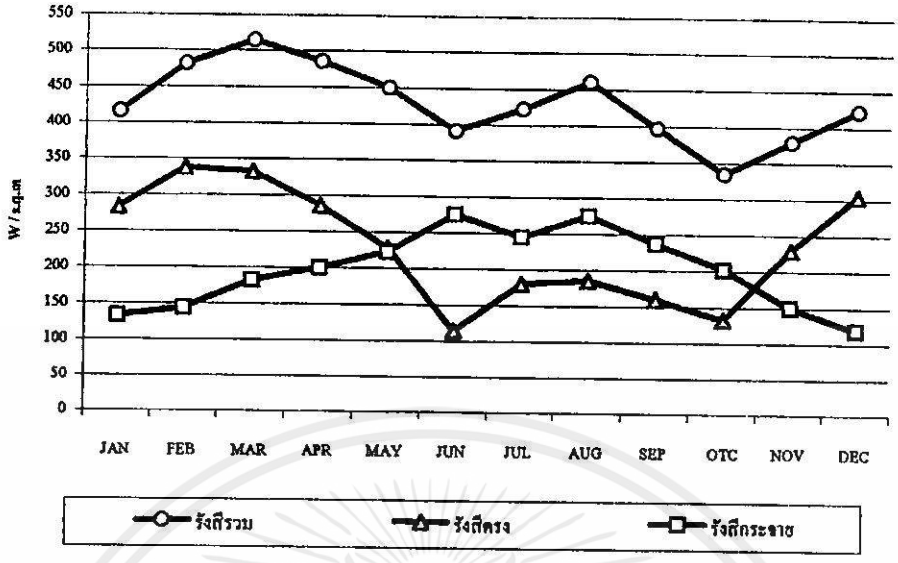


รูปที่ 3.9 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ยรายชั่วโมงในช่วง 1 วัน ของแต่ละเดือน เฉลี่ยต่อ ปี ปี 2540

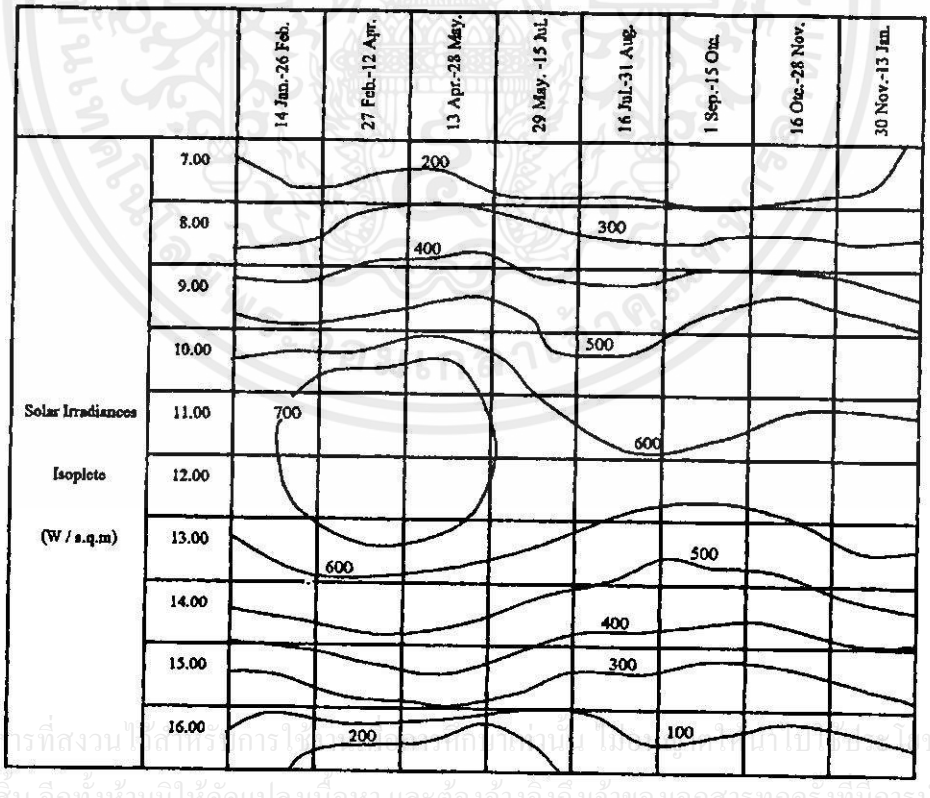


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เฉลี่ยราย ชั่วโมงในช่วง 1 วัน ของแต่ละเดือน เฉลี่ยรวม 10 ปี ปี 2531 -2540

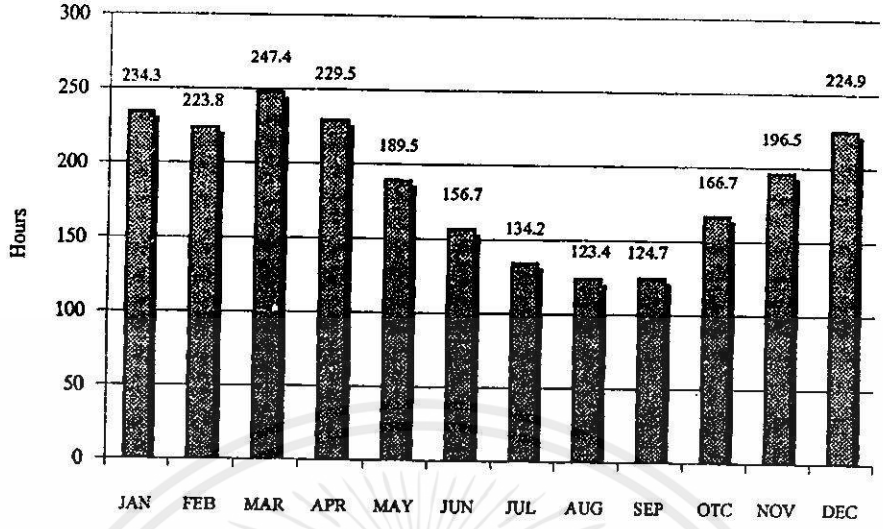


รูปที่ 3.11 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) แต่ละประเภท ในแต่ละเดือน ปี 2528

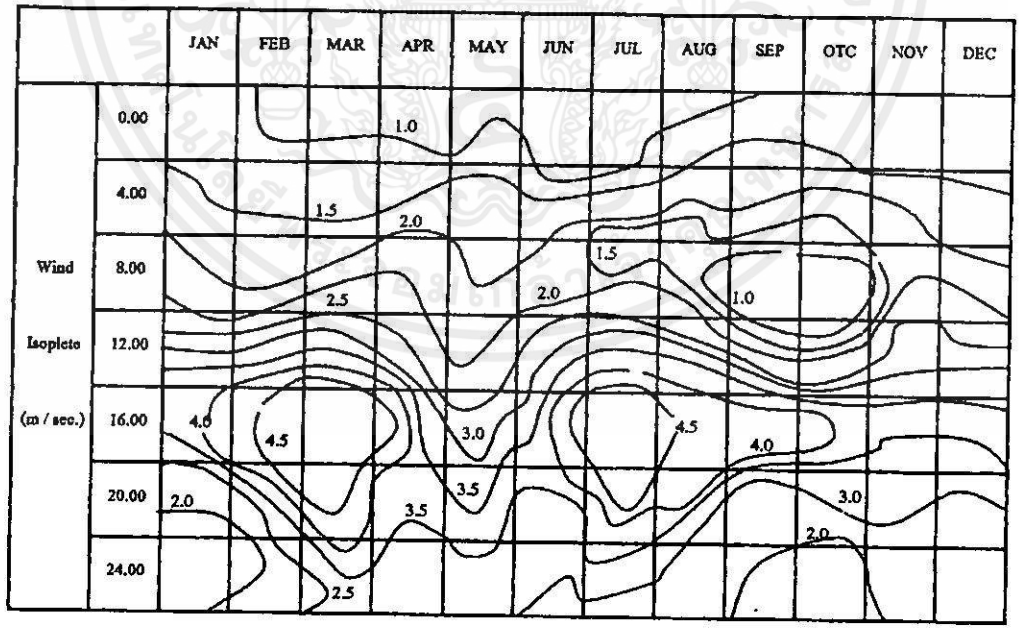


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Irradiances) เฉลี่ยรายชั่วโมง ในแต่ละเดือน ปี2528

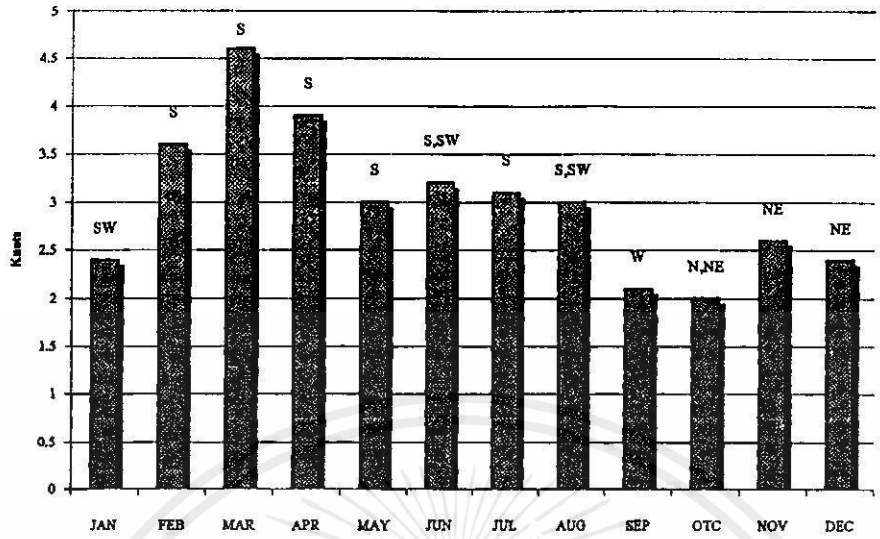


รูปที่ 3.13 ช่วงเวลาที่มีแสงแดด (Duration of Sunshine) ของแต่ละเดือน เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540



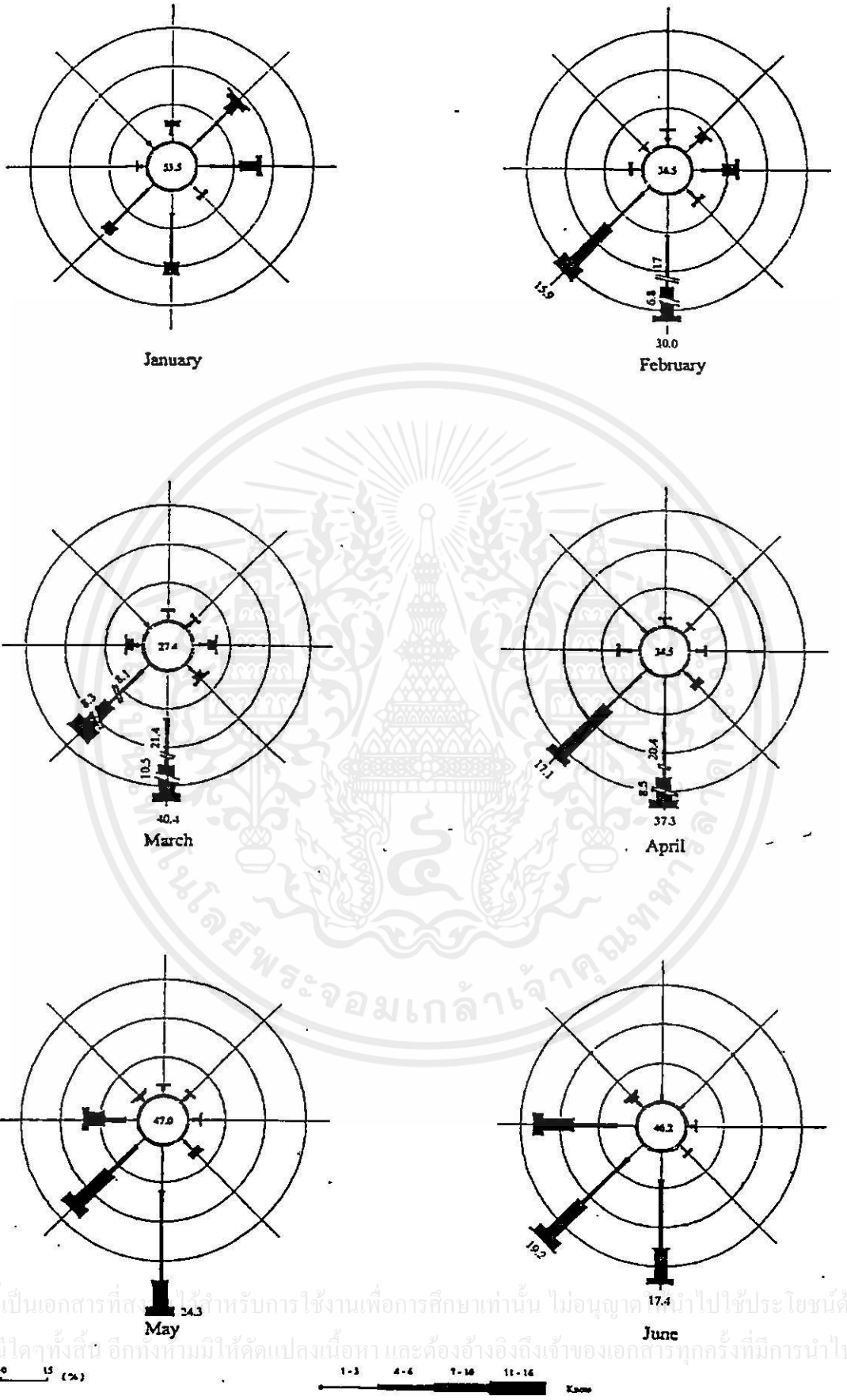
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 ความเร็วลม (Wind speed) ในแต่ละช่วงเวลา ของแต่ละเดือน เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540



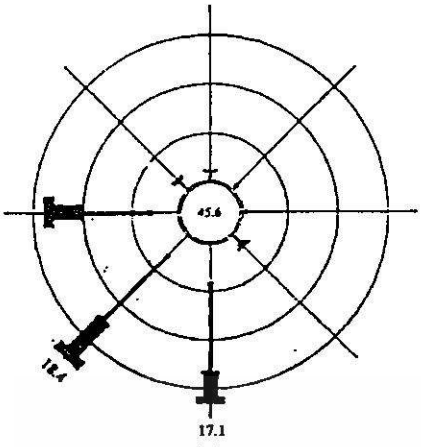
รูปที่ 3.15 ความเร็วลมและทิศทาง (Wind speed $ Direction) ของแต่ละเดือน เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

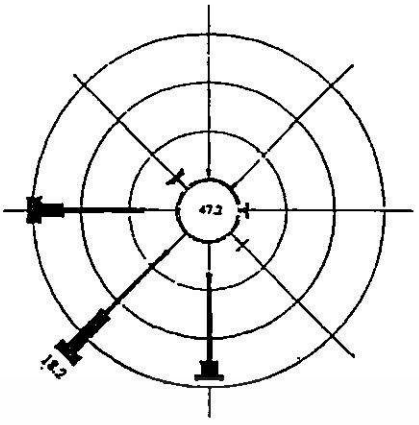


รูปที่ 3.16 ความถี่ในการกระจายตัวของลม ในแต่ละความเร็วและทิศทาง (Frequency Distribution of Wind in each Speed and Direction ; Wind Rose) เฉลี่ย 10 ปี ปี 2531-2540

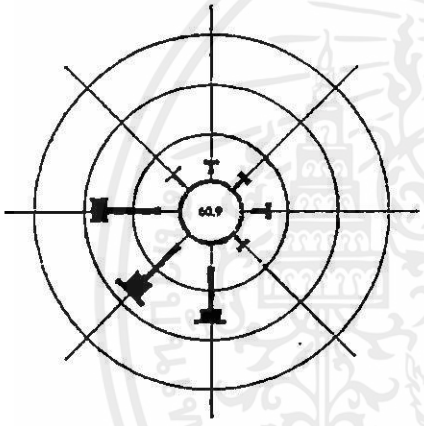
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



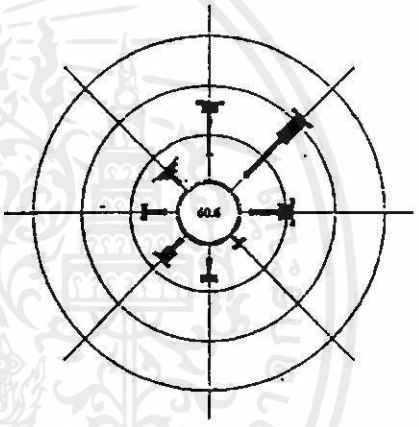
July



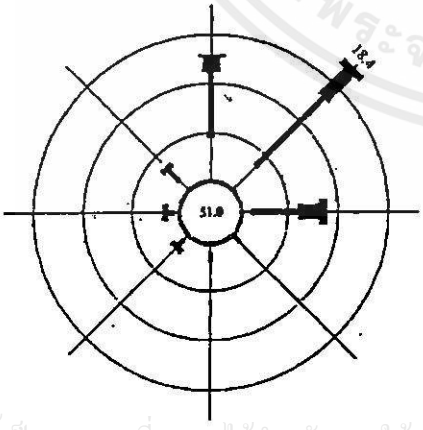
August



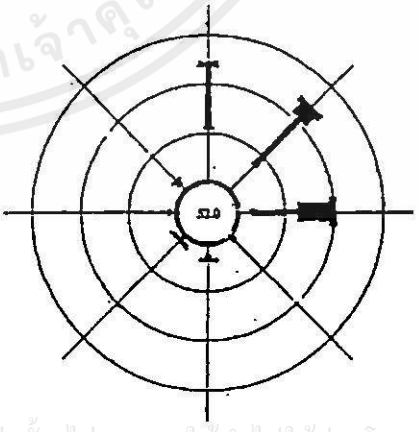
September



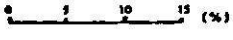
October

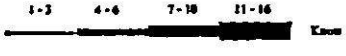


November



December





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16(ต่อ)

การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศใน เขตจังหวัดสมุทรปราการ (อ้างอิงข้อมูลของกรุงเทพฯ) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคาร

จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพ ฯ นำมาวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศและอาคารในเขตกรุงเทพ ฯ และพื้นที่ใกล้เคียง 2531-2540 (10 ปี) สามารถสรุปลักษณะของอุณหภูมิ ความชื้น และทิศทางของลมที่ควรนำมาพิจารณา เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบได้ โดยแบ่งตามช่วงเวลาเป็น 3 กลุ่ม ที่มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกัน ดังนี้

1. **ช่วงเดือน พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์**
2. **ช่วงเดือนมีนาคม - มิถุนายน**
3. **ช่วงเดือนกรกฎาคม – ตุลาคม**

กลุ่ม 1 ช่วงเดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์

ช่วงฤดูหนาว มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างต่ำกว่าในช่วงอื่น ๆ และในเวลากลางวันเป็นช่วงที่มีทิศทางของแดดย้อมทางทิศใต้ แดดจะแยงลงในมุมต่ำมากในช่วงเวลาสายและบ่ายทางทิศใต้ จึงควรคำนึงถึงการออกแบบอุปกรณ์กันแดดเพื่อช่วยในการกันความร้อนที่มากับแสงแดด ในบางช่วงเวลามีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงสภาวะสบาย ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเวลากลางคืน และในช่วงเวลากลางวันนั้นอุณหภูมิทั่วไปโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกับขอบเขตสภาวะสบาย การได้รับอิทธิพลจากความเร็วของกระแสลมในระดับที่ไม่สูงมาก ก็สามารถปรับอุณหภูมิให้อยู่ในขอบเขตสภาวะความสบาย ส่วนแนวทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมพบว่า มีทิศทางลมชัดเจนทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้ซึ่งเป็นลมร้อน และทิศตะวันออกเฉียงเหนือบ้างซึ่งเป็นลมหนาว และในเวลากลางวันจะมีค่าเฉลี่ยของความเร็วลมค่อนข้างสูง จึงสามารถนำกระแสลมเข้ามาช่วยในการระบายอากาศแบบธรรมชาติได้

กลุ่ม 2 ช่วงเดือนมีนาคม - มิถุนายน

ช่วงฤดูร้อน มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยค่อนข้างสูง สภาพอุณหภูมิในกลางวันส่วนใหญ่จะเกินขอบเขตของสภาวะสบายค่อนข้างมากและจะเป็นช่วงที่มีค่าอุณหภูมิสูงสุด การนำกระแสลมมาใช้ก็สามารถช่วยลดอุณหภูมิให้ต่ำลงได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่พัดเข้าสู่อาคาร แต่จะมีบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิอยู่สูงในขั้นวิกฤต การใช้กระแสลมก็อาจไม่เพียงพอที่จะสร้างสภาวะความสบายได้ จึงอาจมีความจำเป็นต้องใช้ระบบปรับอากาศ มาช่วยปรับแต่งสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เพื่อให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย ส่วนแนวทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมพบว่า มีทิศทางลมชัดเจนทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และในเวลากลางวันจะมีค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้เขียน

กลุ่ม 3 ช่วงเดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

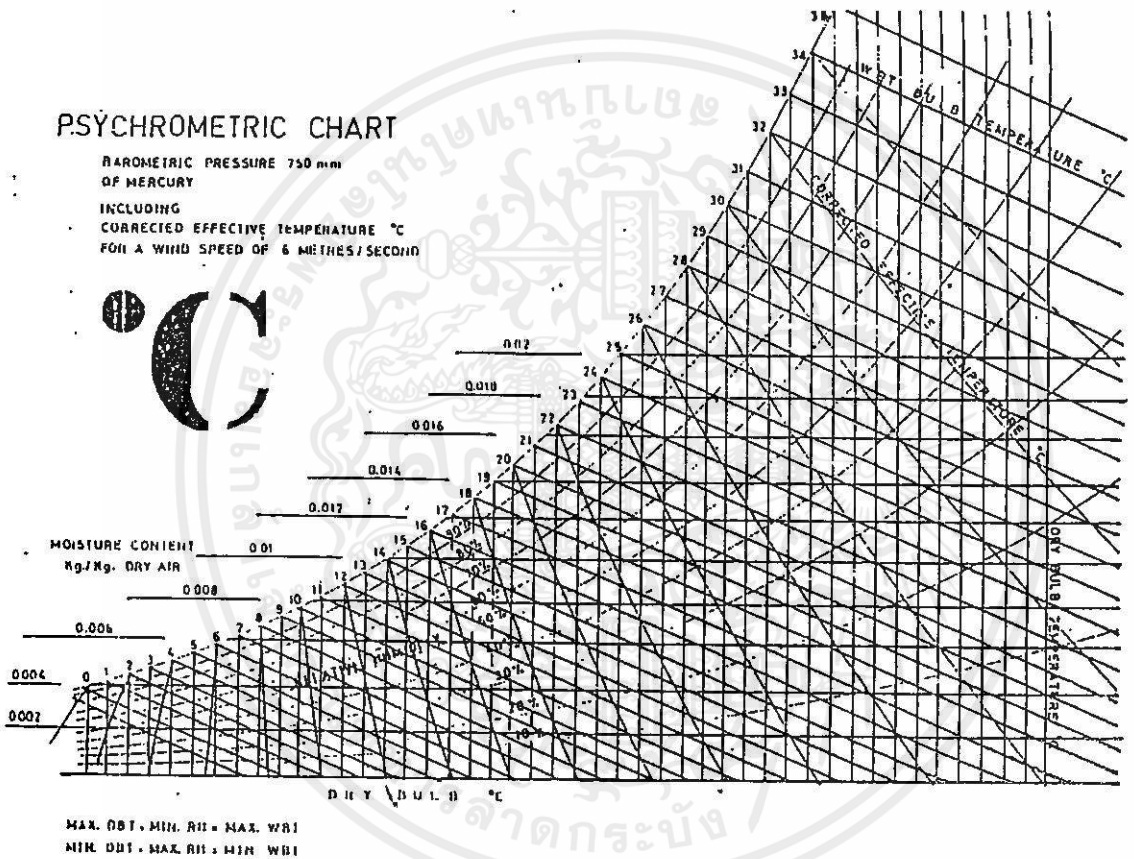
ช่วงฤดูฝน มีอุณหภูมิสูงปานกลาง และความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยค่อนข้างสูง ซึ่งสภาพอุณหภูมิส่วนใหญ่จะอยู่นอกขอบเขตสภาวะสบายจะมีเพียงช่วงกลางคืนเท่านั้นที่อุณหภูมิลดต่ำอยู่ในช่วงขอบเขตสภาวะสบาย ฉะนั้นการนำกระแสลมมาใช้จึงสามารถช่วยลดอุณหภูมิและความชื้นลงได้ ส่วนแนวทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมพบว่ามีลมพัดมาจากทุกทิศทุกทาง โดยเฉพาะทางด้านทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้

3.2 Psychrometric Chart

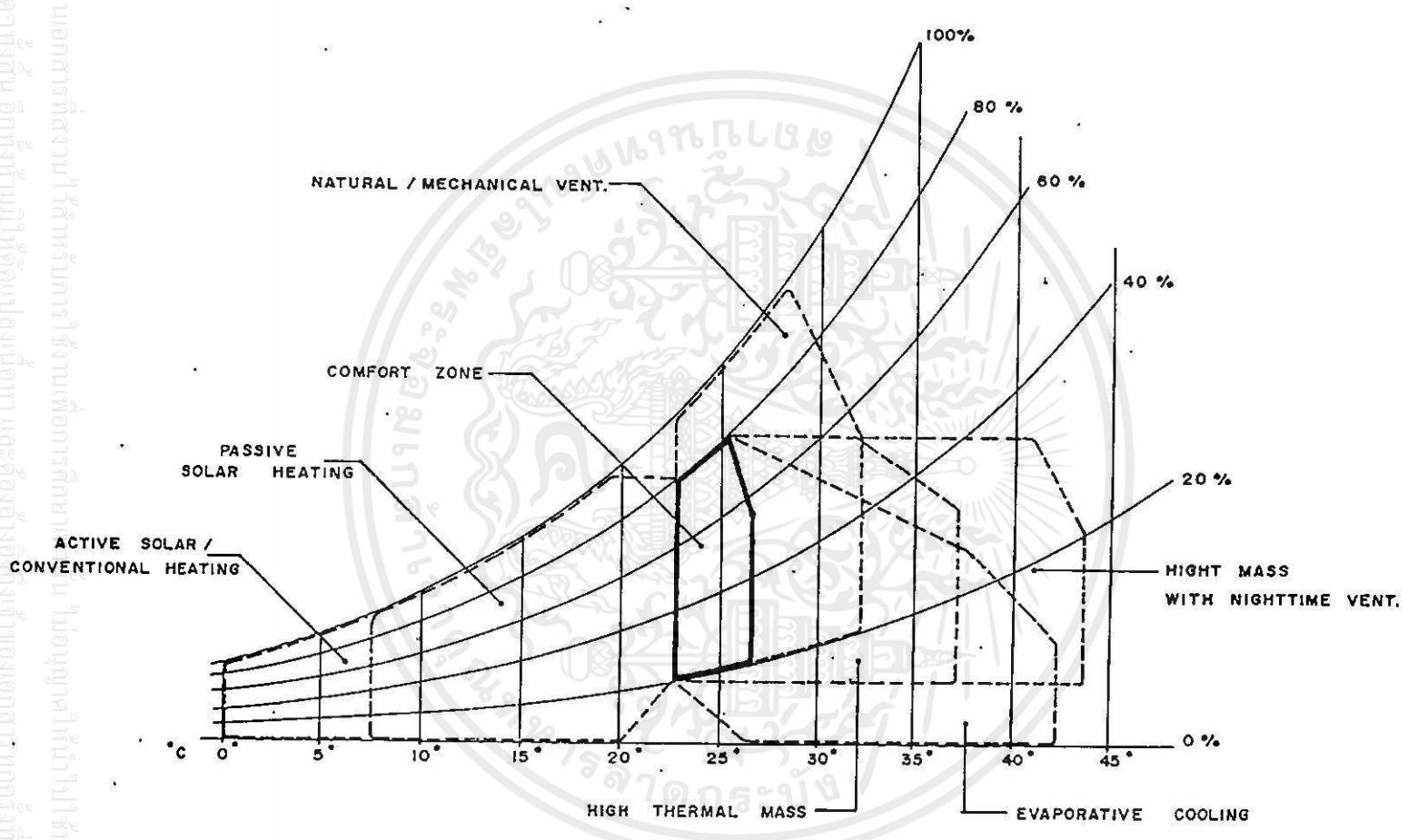
Psychometric Chart เป็นเครื่องมือเบื้องต้นที่ถูกคิดค้นขึ้นเพื่อทำความเข้าใจในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะความสบายของมนุษย์ ซึ่งจะมีตัวแปรอยู่ 3 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) , อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature) และความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

Psychometric Chart นั้นสามารถที่จะบอกถึงแนวทางในการออกแบบอาคาร เพื่อที่จะเป็นการช่วยให้เกิดสภาวะความสบายภายในอาคาร ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามแต่ละภูมิอากาศ ตารางข้อมูลนี้ยังสามารถบอกให้ทราบว่าในช่วงระยะเวลาใดของเดือนต่างๆในรอบปี ที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงขอบเขตความสบายและแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยการพล็อตค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมงของทุกๆเดือนลงในตาราง ภายในตารางข้อมูลจะแบ่งเป็น 2 ฝั่งใหญ่ๆ คือ ถ้าค่าของอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ตกอยู่ฝั่งซ้ายของตาราง แสดงว่าจะต้องออกแบบระบบทำความร้อนให้กับอาคาร แต่ถ้าค่าของอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ตกอยู่ฝั่งขวาของตาราง แสดงว่าจะต้องออกแบบระบบทำความเย็นให้กับอาคาร และในตารางยังแสดงรายละเอียดย่อยลงไปอีกว่าควรใช้การออกแบบอาคารด้วยกลวิธีใดเพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดสภาวะความสบายทั้งในระบบทำความร้อนและความเย็น

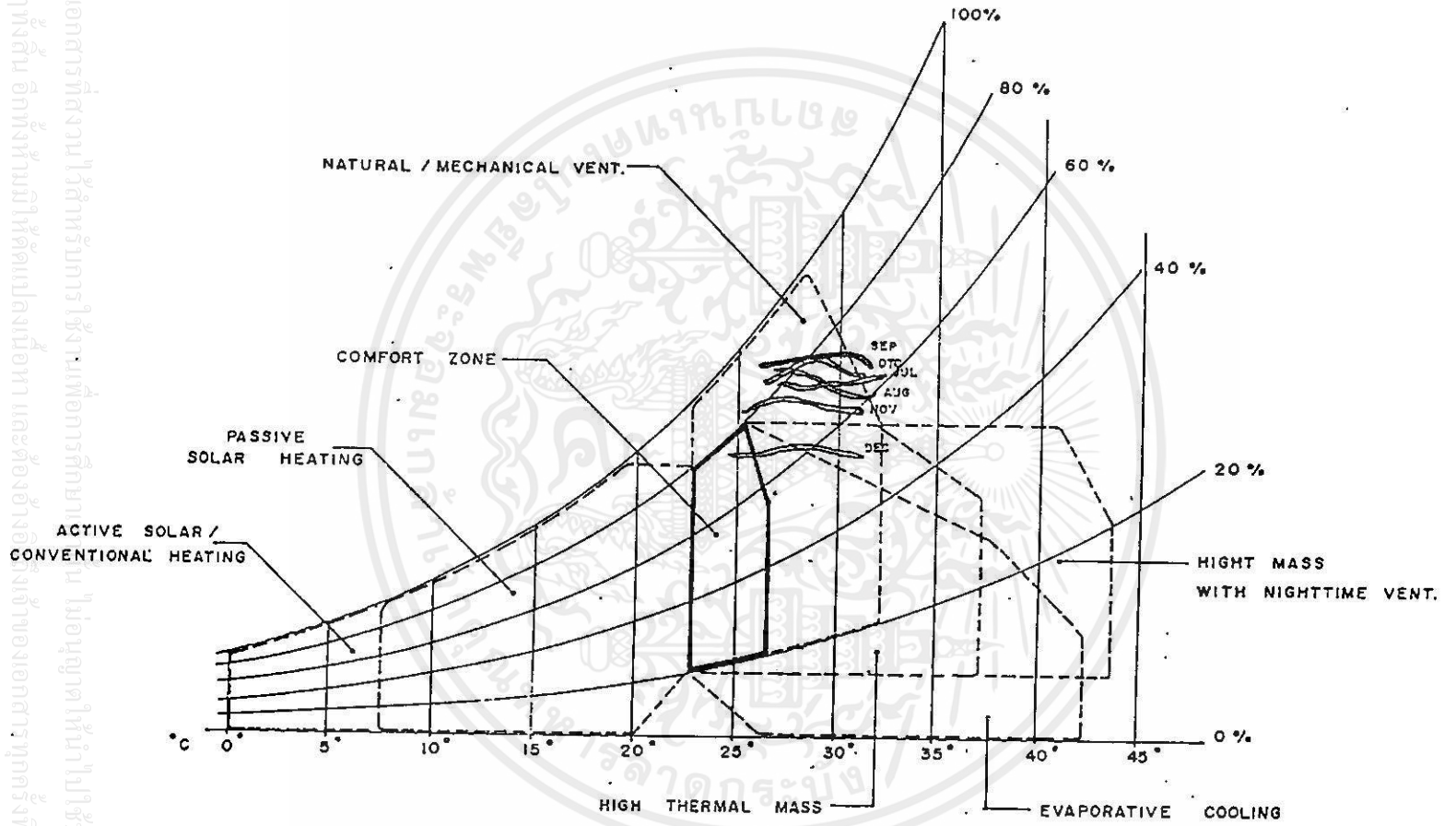
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



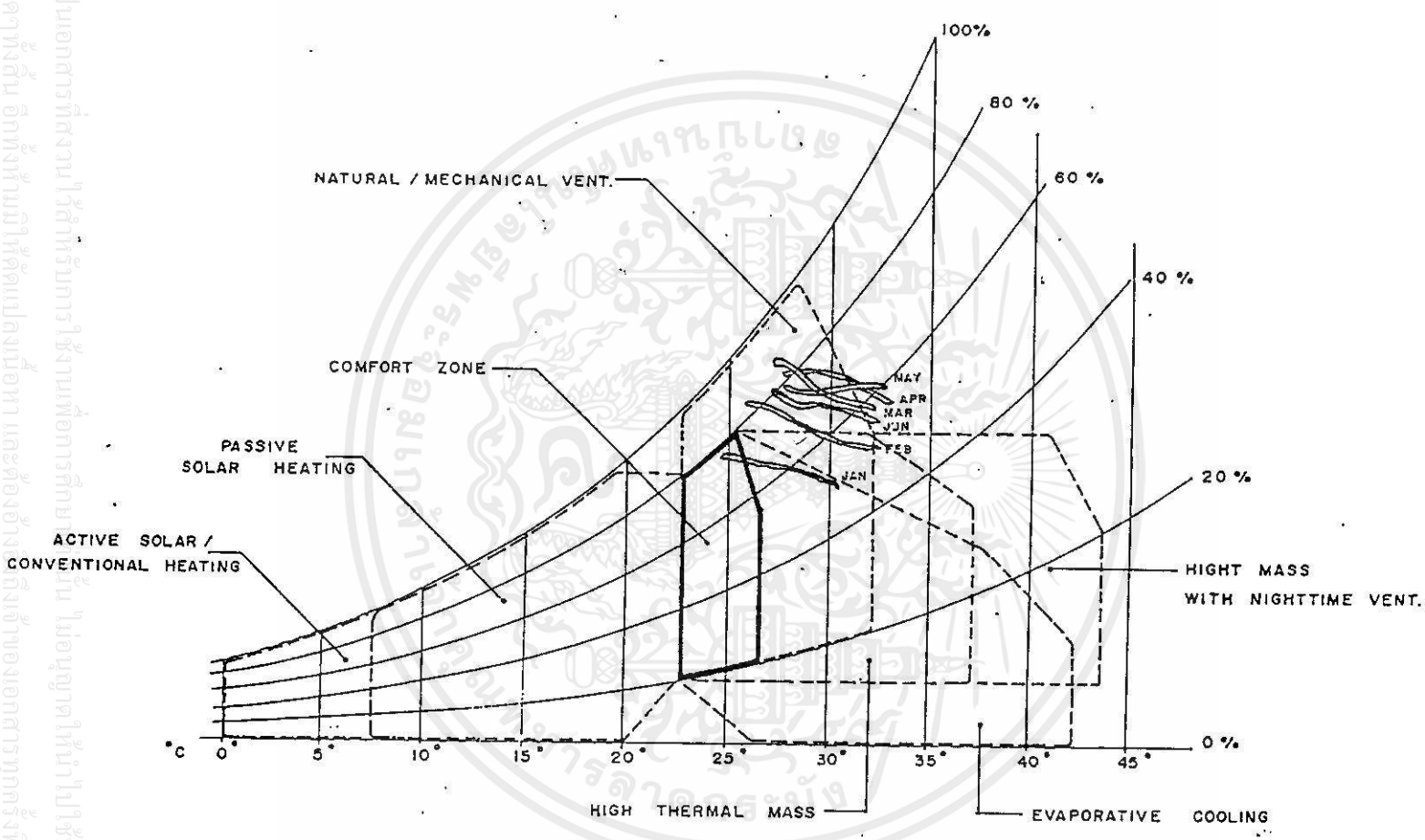
รูปที่ 3.17 Psychrometric Chart



รูปที่ 3.18 แสดงช่วง Comfort Zone และแนวทางการออกแบบอาคารในระบบทำความร้อนและระบบทำความเย็นภายใน Psychromctric Chart



รูปที่ 3.20 แสดงการตรวจสอบค่าอุณหภูมิในช่วง 6 เดือนหลังในรอบ 10 ปี ปี 2531 – 2540



รูปที่ 3.19 แสดงการตรวจสอบค่าอุณหภูมิในช่วง 6 เดือนแรกในรอบ 10 ปี ปี 2531 – 2540

การวิเคราะห์ Psychometric Chart เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคาร

1. พบว่าเดือนมกราคมและธันวาคม มีบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์สบาย ส่วนอีก 10 เดือนที่เหลือนั้นค่าอุณหภูมิตกอยู่ในช่วงของการสร้างสภาวะความสบายในระบบทำความเย็นด้วยการระบายทั้งจากธรรมชาติหรือเครื่องกล แต่จะมีช่วงเวลาบางเดือนที่สามารถเลือกระบบทำความเย็นด้วยวิธีอื่น ไม่ว่าจะเป็นการทำความเย็นด้วยการระเหยและการแผ่รังสี ซึ่งจะต้องพิจารณาจากตัวแปรร่วมอื่นๆด้วย เช่น สภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นหรือร้อนแห้ง เป็นต้น

2. ช่วงระยะเวลาเกือบทั้งปี สภาพภูมิอากาศภายนอกนั้นอยู่นอกเขตความสบาย ดังนั้นการออกแบบอาคารควรพิจารณาในเรื่องการระบายอากาศและการให้ร่มเงาแก่ตัวอาคารเป็นหลัก

3.3 สภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาของอากาศในเขตจังหวัด สมุทรปราการ

การพิจารณาหาค่าเขตสภาวะความสบาย (Comfort Zone) นั้น นอกจากจะต้องพิจารณาตามองค์ประกอบที่กล่าวมาในหัวข้อ 2.1.2 แล้ว ยังต้องพิจารณาถึงปัจจัยทางภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ หรือแต่ละภูมิภาค

ข้อมูลทางด้านกรมอุตุนิยมวิทยานั้นจะต้องพิจารณาและจัดกลุ่ม เพื่อที่จะใช้เป็นตัวชี้นำ ถึงกฎเกณฑ์และข้อกำหนดในการออกแบบ อาทิ เช่น การพิจารณาความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด หรือพิสัยของระหว่างกลางวันและกลางคืน "Diurnal Range" (DR) ถ้าพื้นที่ใดมี DR สูง แสดงว่าพื้นที่นั้นมีอากาศแห้ง และได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงกลางวันค่อนข้างมาก และความร้อนจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลากลางคืน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องออกแบบการป้องกันแสงอาทิตย์และรักษาความร้อนส่วนหนึ่งไว้ไม่ให้ถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วในเวลากลางคืน ส่วนพื้นที่ใดมี DR ต่ำ แสดงว่าภูมิอากาศเป็นอากาศร้อนชื้น ท้องฟ้ามีเมฆมาก มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ความชื้นและน้ำฝนมาก จะบ่งบอกไปถึงการเตรียมป้องกันน้ำฝน , ความชื้น , ความร้อนในช่วงกลางวัน เป็นต้น หรือในกรณีการพิจารณาพิสัยเฉลี่ยตลอดปี "Annual Mean Range" (AMR) สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงความต้องการของโครงสร้างในแต่ละสภาพภูมิอากาศ เช่น หาดที่ใดมี AMR สูง แสดงว่าอาคารในพื้นที่นั้นจะต้องการผนังอาคารที่มีมวลและความหนามาก เพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอก และพยายามลดอุณหภูมิภายใน หากที่ใดมี AMR ต่ำ แสดงว่าต้องการโครงสร้างที่บางและเบา ไม่ต้องการการเก็บความร้อนมากเท่ากับกรณีแรก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 วิธีหาเขตความสบาย (Method for Determining Comfort Zone)

DBT = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)

AMT = อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี (Annual Mean Temperature)

AMR = พิสัยเฉลี่ยตลอดปี (Annual Mean Range)

ET = Effective Temperature

$$AMT = \frac{DBT\ (Max.Temp.) + DBT\ (Min.\ Temp.)}{2}$$

TCC = Center Of Comfort Zone

- สำหรับในที่ที่มี AMT ต่ำกว่า 10 °C

TCC = 20 ET °C

- สำหรับในที่ที่มี AMT สูงกว่า 10 °C

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

AMR = DBT. (Max . Temp.) − DBT (Min.Temp.)

ตารางที่3.2 แสดงระยะของเขตความสบาย (Comfort Zone Range)

Annual DBT Range	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
38-45	6.0
45-52	6.5
สูงกว่า 52	7.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 เกณฑ์และวิธีการหาค่ามาตรฐาน ET

ET (Effective Temperature) คืออุณหภูมิในที่ซึ่งมีความชื้นและความเร็วลมรวมอยู่ด้วย จุดประสงค์ของการหาค่า ET ก็เพื่อหาอุณหภูมิที่มีผลต่อร่างกายโดยแท้จริง และใช้อุณหภูมินี้หาจุดที่ร่างกายรู้สึกสบาย (Comfort Zone) สำหรับ CET (Corrected Effective Temperature) นั้น เป็นมาตรฐานที่พัฒนามาจาก ET ซึ่งจะพิจารณาถึงการแผ่รังสีของวัสดุรอบ ๆ ห้องด้วย และใช้ค่า GT (Globe Temperature) แทน DBT (Dry Bulb Temperature) แต่ค่า GT นั้นจะต้องใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบพิเศษ (Globe Thermometer) ในการวัดค่าอุณหภูมิ จึงไม่ค่อยสะดวกในการวัดค่าอุณหภูมิที่ต้องการ ดังนั้นโดยทั่วไปจึงถือว่ามาตรฐาน ET = CET

สำหรับขั้นตอนในการหาค่ามาตรฐาน ET มีดังนี้

ก. หาค่า WBT (Wet Bulb Temperature) ทั้ง Max. และ Min. โดยการนำค่า DBT และ RH มาแปลงค่าใน Psychrometric Chart (รูปที่ 3.15) ทำลักษณะนี้เช่นเดียวกันทุก ๆ เดือน

Max . WBT = Max . DBT + Min . RH

Min . WBT = Min . DBT + Max . RH

ตัวอย่าง Max . DBT = 31.9 °C และ Min .RH 49.2% = WBT 23.2 ° C

ข. ใช้ " Corrective Effective Temperation " (รูปที่. 3.16) เพื่อหาค่า Max. และ Min. ของ ET ที่ความเร็วลมต่าง ๆ ในทุก ๆ เดือน โดยอาศัยค่า DBT และ WBT ทั้ง Max. และ Min. มา พล็อตลงใน Scale ทั้งซ้ายและขวาของ Chart แล้วลากเส้นเชื่อมจุดทั้ง 2 เส้นที่ตัดกับเส้นโค้งที่บอกความเร็วลมที่ระดับต่าง ๆ ก็จะได้ว่า ET. Max. และ Min.

ตัวอย่าง Max. DBT 31.9 °C และ WBT 23.2 °C = Max. ET 27 °C

ค. เขียนค่า ET ที่ได้ลงใน Effective Temperature Sheet

ง. คำนวณหาค่า Comfort Zone

จ. แสดงแนวเส้น Comfort Zone ลงในตาราง Effective Temp. Sheet ก็จะทราบทันทีว่าระยะเวลาในเดือนไหนมีอากาศสบายที่สุด

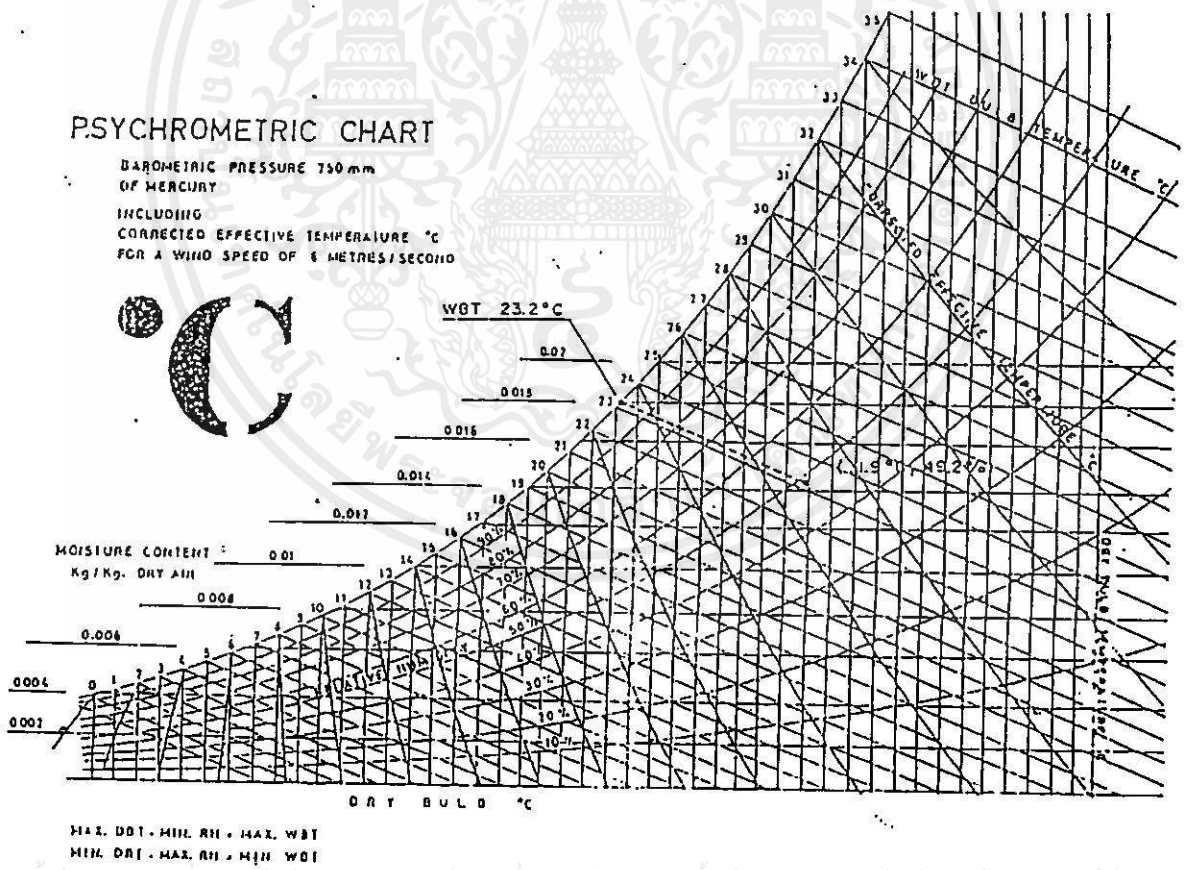
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ. หาอุณหภูมิเฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง จากตาราง Hourly Temperature Calculation (รูปที่ 3.17) โดยใช้ค่า ET. Max และ Min. ของแต่ละเดือนมาพล็อตในตาราง แล้วลากเส้นเชื่อมจุดทั้ง 2 เส้นที่ลากตัดกับเส้นเวลาในช่วงใด ค่าที่ได้จะเป็น ET ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของแต่ละวัน ทำลักษณะเช่นนี้ทุก ๆ เดือน

<u>ตัวอย่าง</u> Max . ET 27.0 °C และ Min . ET 20.2 °C

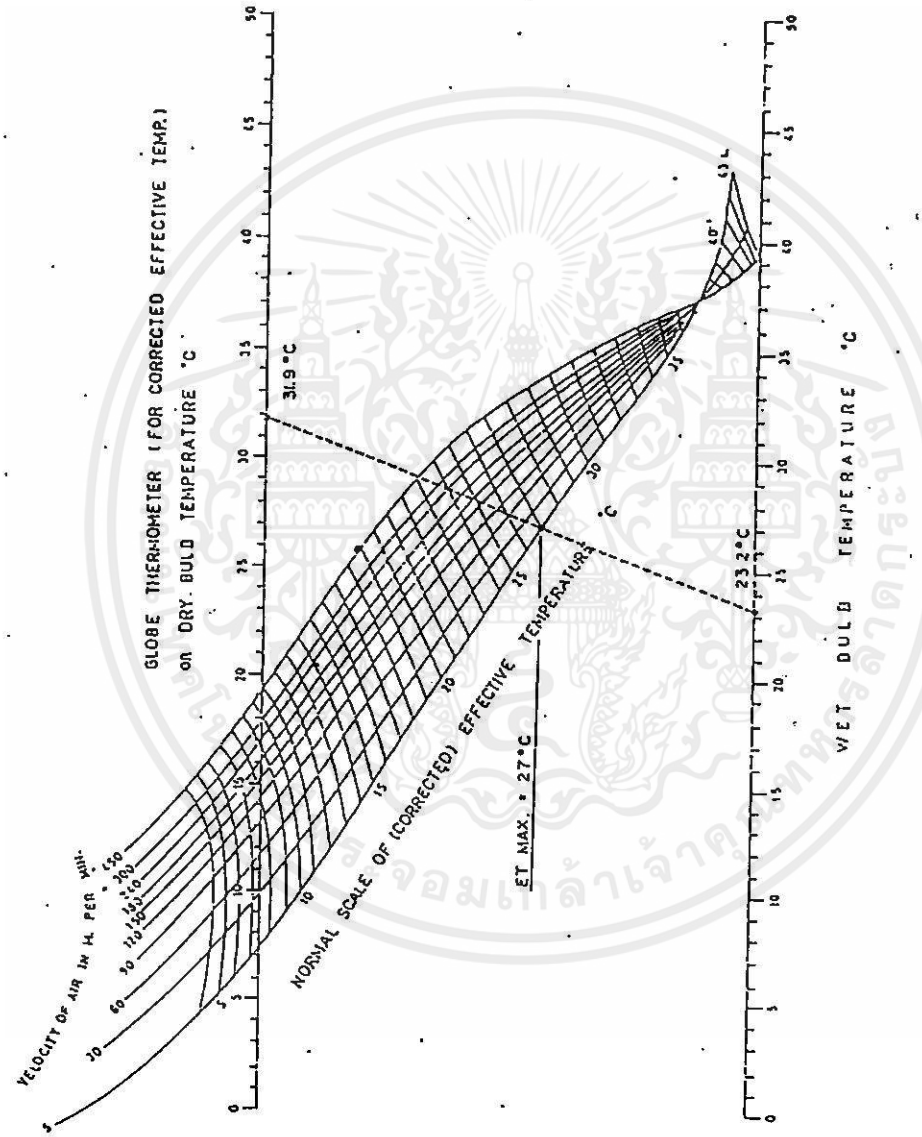
ที่เวลา12.00 น. ET = 21.5 °C

ช. เมื่อจดตัวเลขบอกอุณหภูมิราย 2 ชั่วโมงของเดือนต่าง ๆ ครบแล้ว ให้โยงเส้นที่มี ET เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน เป็นรูป Contours ก็จะทราบถึงช่วงเวลาใดในเดือนใดที่มีช่วงอุณหภูมิอยู่ในสภาวะสบาย เพื่อที่จะได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในขั้นตอนต่อไป



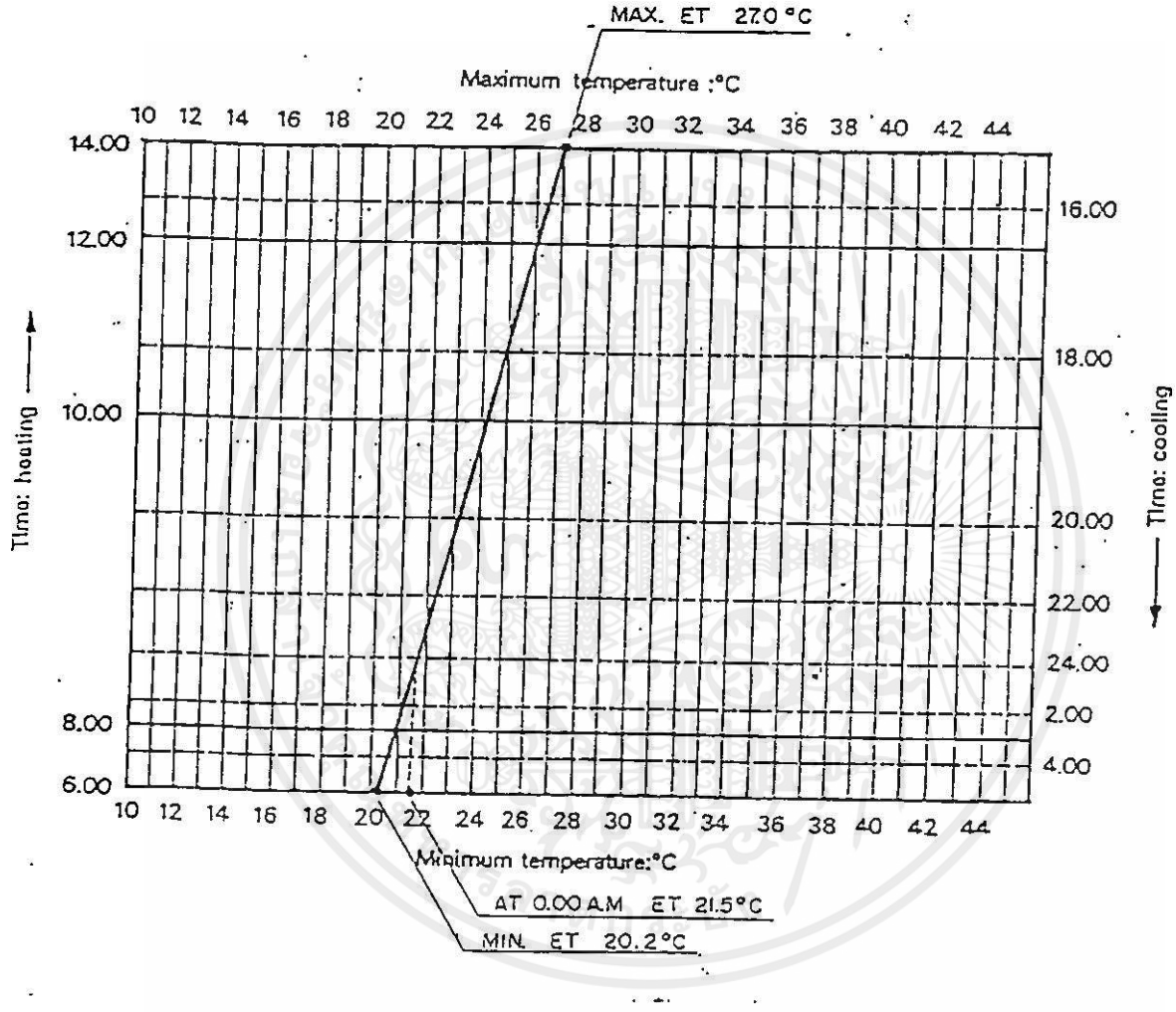
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.21 แสดงการหาค่า WBT (Wet Bulb Temperature) ใน Psycrometric Chart



รูปที่ 3.22 แสดงการหาค่า ET.Max และ Min จาก Corrective Effective Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 แสดงการหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยราย 2 ชั่วโมงจาก Hourly Temperature Calculatio

AMT $\frac{35.5 + 21.0}{2}$ = 28.3 °C

AMR 35.5 – 21.0 = 14.5 °C

TCC $\frac{28.3}{4}$ + 17.2 = 24.3 ET °C

จากตารางที่. 3.2 ค่า Comfort Zone Range = 3 ET °C

ดังนั้น ค่าอุณหภูมิสูงสุดของ Comfort Zone = 25.7 ET °C

ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของ Comfort Zone = 22.7 ET °C

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลค่า Max. ET และ Min. ET ในกรณีความเร็วลมแตกต่างกัน

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OTC	NOV	DEC
Mean max. DBT °C	32.3	32.9	34.1	35.5	34.6	33.6	33.1	32.8	32.6	32.0	32.0	31.2
RH. min.	49.0	50.0	53.0	51.0	57.0	59.0	58.0	60.0	62.0	61.0	52.0	51.0
Max. WBT °C	23.9	24.4	26.3	26.9	27.2	26.8	26.4	26.3	26.5	26.0	24.3	23.2
Max. ET °C (0.1 m/sec.)	25.3	25.8	28.0	29.7	29.1	29.2	28.8	28.8	28.6	28.2	25.5	24.8
Max. ET °C (0.5 m/sec.)	24.9	25.4	27.5	29.2	28.4	28.7	28.3	28.3	28.1	27.7	25.0	24.3
Max. ET °C (1.0 m/sec.)	24.5	24.8	26.9	28.9	28.0	28.2	27.9	27.8	27.6	27.4	24.6	23.8
Max. ET °C (1.5 m/sec.)	24.1	24.7	26.6	28.6	28.5	28.8	27.6	27.4	27.5	27.0	24.1	23.4
Max. ET °C (2.0 m/sec.)	23.8	24.3	27.7	28.2	28.3	27.7	27.2	27.0	27.3	26.5	23.7	23.0
Max. ET °C (2.5 m/sec.)	23.4	23.9	27.3	27.9	28.0	27.4	26.9	26.7	26.8	26.0	23.3	22.5
Max. ET °C (3.0 m/sec.)	23.0	23.4	27.0	27.8	27.7	27.0	26.5	26.4	26.5	25.7	23.0	22.2
Max. ET °C (3.5 m/sec.)	22.5	22.8	26.6	27.4	27.5	26.5	26.0	25.8	25.7	25.3	22.6	21.8

Mean min. DBT °C	22.3	23.7	25.5	26.7	26.0	25.8	25.4	25.1	24.8	24.3	23.3	21.0
RH. Max.	87.0	87.0	87.0	86.0	89.0	88.0	87.0	89.0	92.0	91.0	84.0	82.0
Min. WBT °C	21.8	22.1	23.8	24.8	24.6	24.3	23.7	23.5	23.6	23.1	21.3	18.9
Min. ET °C (0.1 m/sec.)	22.4	23.0	24.7	25.8	25.3	25.0	24.4	24.2	24.0	23.5	22.5	20.2
Min. ET °C (0.5 m/sec.)	21.0	22.0	23.9	24.9	24.4	24.0	23.6	23.5	23.2	22.8	21.6	19.3
Min. ET °C (1.0 m/sec.)	20.0	21.2	23.0	23.9	23.6	23.3	22.9	22.7	22.4	22.0	20.7	17.9
Min. ET °C (1.5 m/sec.)	19.0	20.2	22.1	23.2	22.9	22.6	22.1	22.0	21.8	21.0	19.8	17.0
Min. ET °C (2.0 m/sec.)	18.0	19.5	21.5	22.7	22.1	21.6	21.3	21.2	20.9	20.2	19.0	16.1
Min. ET °C (2.5 m/sec.)	17.4	18.9	21.0	22.2	21.7	21.4	21.0	20.7	20.3	19.8	18.5	15.8
Min. ET °C (3.0 m/sec.)	16.9	18.2	20.4	21.7	21.3	20.9	20.2	20.0	19.7	19.1	17.8	14.9
Min. ET °C (3.5 m/sec.)	16.0	17.5	19.6	21.0	20.4	20.0	19.5	19.5	19.5	18.4	17.1	14.2

เอกสารนี้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการหาค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง

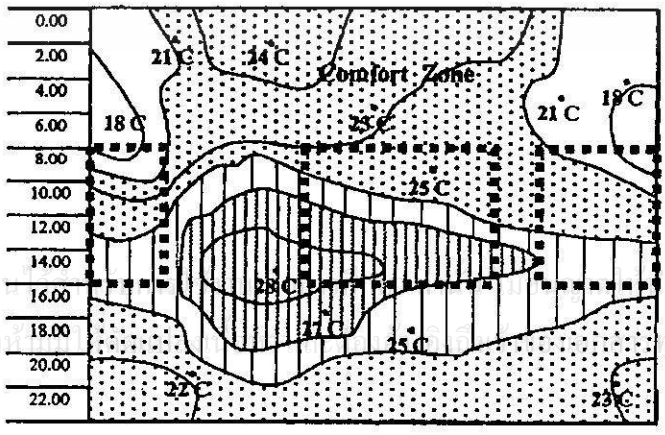
ตารางที่ 3.4 ค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 1.0 m/s)

Temp.	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OTC	NOV	DEC
45.0												
40.0												
35.0	26.5	27.0	28.3	28.9	28.9	28.2	27.9	27.7	27.8	27.4	26.3	25.8
30.0												
25.0												
20.0												
15.0	20.1	21.1	23.0	23.9	23.6	23.3	22.9	22.7	22.4	22.0	20.7	17.9
10.0												
5.0												

ตารางที่ 3.5 ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 1.0 m/s)

0.00	21.3	22.2	24.0	25.0	24.6	24.2	23.8	23.0	23.6	23.0	21.9	19.7
2.00	21.0	21.9	23.6	24.6	24.2	23.9	23.2	22.6	23.1	22.8	21.5	19.0
4.00	20.5	21.4	23.3	24.2	23.9	24.5	23.0	22.2	22.8	22.1	21.0	18.4
6.00	20.1	21.1	23.0	23.9	23.6	23.3	22.9	22.7	22.4	22.0	20.7	17.9
8.00	20.7	21.8	23.4	24.5	24.0	23.7	23.1	22.1	22.9	22.4	21.2	18.8
10.00	23.7	24.1	26.0	26.8	26.6	26.1	25.6	25.0	25.5	25.0	24.0	22.2
12.00	25.2	25.5	27.3	28.0	27.9	27.5	27.0	26.8	27.0	26.4	25.5	24.2
14.00	26.5	27.0	28.3	28.9	28.9	28.2	27.9	27.7	27.8	27.4	26.3	25.8
16.00	25.7	25.8	27.7	28.3	28.1	27.8	27.3	27.0	27.3	26.8	25.9	24.8
18.00	24.2	24.8	26.5	27.2	27.0	26.7	26.1	25.8	26.1	25.6	24.6	23.0
20.00	22.8	23.4	25.1	26.1	25.8	25.3	24.9	24.2	24.8	24.2	23.2	21.1
22.00	22.0	22.8	24.6	25.5	25.1	24.8	24.2	23.5	24.1	23.6	22.5	20.3

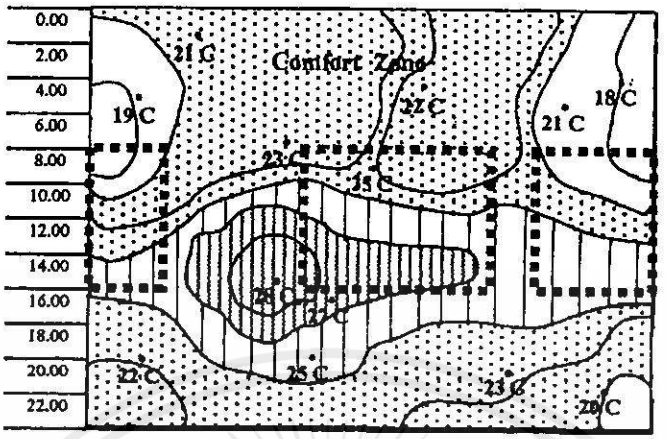
ตารางที่ 3.6 ขอบเขตอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 1.0 m/s)



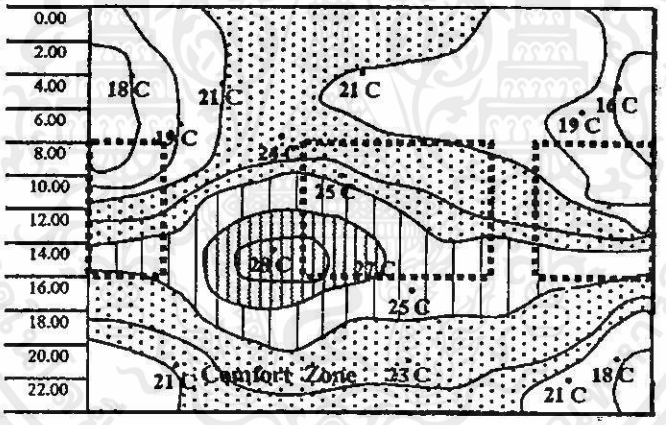
25.7
22.7 Comfort Zone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

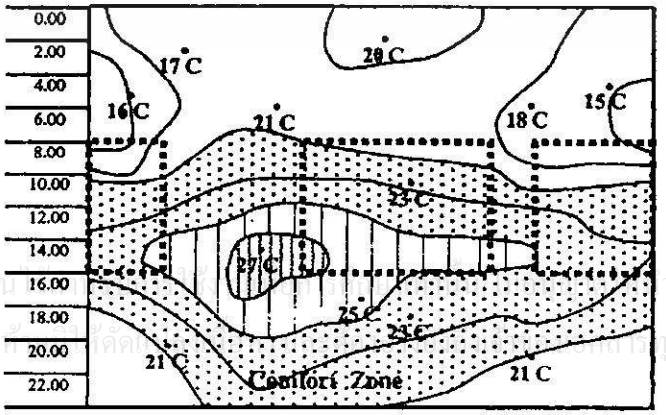
ตารางที่ 3.7 ขอบเขตอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 1.5 m/s)



ตารางที่ 3.8 ขอบเขตอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 2.5 m/s)



ตารางที่ 3.9 ขอบเขตอุณหภูมิบ่งบอกความสบาย เฉลี่ยราย 2 ชั่วโมง (กรณีความเร็วลม 3.5 m/s)



ระยะเวลาการใช้งานอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางข้อมูลการวิเคราะห์ค่าความสบายทางด้านอุณหภูมิข้างต้น เราสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ช่วงระยะเวลาที่อุณหภูมิที่บ่งบอกความสบาย อยู่ในช่วงเขตความสบาย จะอยู่ในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว อีกทั้งเวลาส่วนใหญ่จะเป็นช่วงเวลากลางคืน

2. จากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก Effective Temp. Sheet (ตารางที่. 3.4 - 3.5) พบว่าค่าอุณหภูมิที่บ่งบอกความสบาย ในระดับ Max. ET °C จะสูงเกินระดับขอบเขตสภาวะน่าสบาย ส่วนในระดับ Min. ET °C จะอยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบาย และจะมีบางช่วงเวลาที่อยู่ในระดับต่ำกว่า

3. จากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก Effective Temp. Isopleth (ตารางที่. 3.6 – 3.9) ซึ่งเป็นการหาค่าอุณหภูมิที่บ่งบอกความสบายเฉลี่ย ราย 2 ชม. เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิที่บ่งบอกความสบายในเวลาที่ใช้งานอาคาร ตามปกติโรงเรียนมัธยมทั่วๆไป จะทำการเรียนการสอนในช่วงเวลาตั้งแต่ 7.30 – 15.30 น. โดยประมาณ และมีระยะเวลาในการทำการเรียนการสอนใน 1 ปีประมาณ 8 เดือน ปิดเทอม 4 เดือนซึ่งจะเริ่มปิดเทอมปลายภาคตั้งแต่ประมาณกลางเดือนภุมภาพันธ์จนถึงกลางเดือนพฤษภาคม และปิดเทอมกลางภาคประมาณกลางเดือนกันยายนจนถึงกลางเดือนตุลาคม

พบว่าช่วงเวลาที่อุณหภูมิอยู่ในช่วงวิกฤตจะอยู่ที่ประมาณ 14.00 – 16.00 น.โดยเฉพาะเดือนมีนาคม , เมษายนและพฤษภาคม ผู้ใช้อาคารจะได้รับผลกระทบมากในช่วงเดือนพฤษภาคม ซึ่งจะเป็นช่วงเปิดเทอมและในตลอดระยะเวลาภาคการศึกษาแรกนั้น(กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนกันยายน) ค่าอุณหภูมิที่บ่งบอกความสบายในช่วงเวลาทำการจะอยู่ในเกณฑ์ที่สูงเกินของเขตสภาวะสบาย โดยเฉพาะในช่วงเวลา 14.00 – 16.00 น.ซึ่งเป็นช่วงวิกฤต และสำหรับภาคการศึกษาที่ 2 (กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนภุมภาพันธ์ ประมาณ 4 เดือน) ค่าอุณหภูมิที่บ่งบอกความสบายในช่วงเวลาทำการ โดยเฉลี่ยจะอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูงแต่จะต่ำกว่าภาคการศึกษาแรก และจะมีบางช่วงเวลาของบางเดือนที่ ค่าอุณหภูมิที่บ่งบอกความสบายอยู่ในช่วงขอบเขตสภาวะสบาย โดยที่จะเป็นช่วงเวลาเช้า

และเมื่อทำการตรวจสอบต่อไปโดยการเพิ่มความเร็วลม พบว่าเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจาก 1.0 เป็น 1.5 จนถึง 3.5 m / sec.ตามลำดับ ค่าอุณหภูมิที่บ่งบอกความสบายมีการลดลง ลงมาอยู่ในช่วงขอบเขตสภาวะสบายมากขึ้นแต่ในขณะเดียวกันอุณหภูมิบางช่วงเวลาก็จะลดต่ำกว่าระดับของเขตความสบายด้วย (ในการใช้กระแสลมเพื่อช่วยสร้างสภาวะความสบาย ควรต้องระมัดระวังเรื่องความเร็วลมที่อาจจะ รบกวนการทำงาน ตามค่ามาตรฐานของ Beaufort Wind-Force Scale ระบุไว้ว่า ระดับความเร็วลมที่ควรนำมาใช้ภายในอาคาร ควรมีค่าประมาณ 1.6 – 3.3 m/s หรือประมาณ 3.1 – 6.4 Knots เพราะถ้ากระแสลมมีความเร็วลมมากกว่านี้ จะสร้างความรบกวนแก่ผู้ใช้อาคาร รายละเอียดของความเร็วลมดูได้จาก ภาคผนวก. ค)

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ... ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเราพอที่จะสรุปได้ว่าในช่วงเวลาที่อุณหภูมิที่บ่งบอกความสบายอยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย แสดงว่าอากาศช่วงนั้นอยู่ในเกณฑ์สบาย หากสามารถนำอากาศในช่วงเวลาดังกล่าวมาใช้ในอาคารได้ก็จะเป็นการส่งเสริมสภาวะสบายภายในอาคารด้วย กระแสลมจึงเป็นปัจจัยหลักในการสร้างสภาวะความสบายโดยเฉพาะในช่วงเวลาทำการเรียนการสอน ในกรณีที่กระแสลมธรรมชาติพัดเข้าสู่อาคารเองและตัวอาคารสามารถรับลมได้เต็มที่ ผู้ใช้อาคารก็จะได้รับความสบาย การออกแบบในช่วงนี้ใช้หลักในการออกแบบในขั้น Conventional Design ที่เหมาะสมก็เพียงพอ แต่ในบางช่วงเวลาที่ไม่มีกระแสลมธรรมชาติพัดเข้ามา เราจำเป็นต้องใช้หลักการออกแบบในขั้น Passive Design มาช่วยแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำของอากาศจะเป็นผลทำให้มีกระแสลมพัดเข้าสู่อาคารและอาจใช้พัดลมไฟฟ้าเป็นตัวช่วยสร้างสภาวะความสบายได้อีกทางหนึ่งด้วย

สำหรับในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นที่ การสร้างสภาวะความสบาย โดยใช้ประโยชน์จากธรรมชาติให้มากที่สุด ประกอบกับนโยบายของสถานศึกษาที่ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าและทางด้านงบประมาณ ห้องเรียนส่วนใหญ่จะไม่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ยกเว้นห้องที่มีการใช้งานในลักษณะพิเศษ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ , ห้อง Sound Lab , ห้องโสตฯ เป็นต้น ฉะนั้นในการแก้ปัญหาทางด้านค่าอุณหภูมิภายในห้องเรียน จึงไม่ขอพิจารณาถึงการใช้ระบบปรับอากาศในการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
กรณีศึกษาอาคารตัวอย่างประเภทเดียวกัน

ในการศึกษาโรงเรียนตัวอย่าง ภายในเขตจังหวัดสมุทรปราการนั้น เป็นการศึกษาลักษณะต่างๆภายในโรงเรียนตัวอย่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงรายละเอียดต่างๆและนำผลสรุปที่ได้กลับมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคาร ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้

ในการเก็บข้อมูลจะแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 4.1 เก็บข้อมูลทางกายภาพ (Physical)

ขั้นตอนที่ 4.2 เก็บข้อมูลทางแบบสอบถาม (Questionnaire)

สำหรับโรงเรียนตัวอย่างที่นำมาใช้เป็นอาคารกรณีศึกษานี้ ได้แก่

4.1.1 โรงเรียนวิสุทธิ์กษัตรี

4.1.2 โรงเรียนราชประชาสมาสัย ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษกในพระบรมราชูปถัมภ์

ขั้นตอนที่ 4.1 ประเด็นสำคัญที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางกายภาพ แบ่งเป็น

ก. ผังบริเวณและปัญหาที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมโดยรอบ

ข. การวางตำแหน่งตัวอาคารที่มีผลกับทิศทางของแสงแดดและกระแสลม

ค. รูปแบบทางกายภาพของตัวอาคารเรียน

ง. ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดของอาคาร

จ. ประสิทธิภาพของแสงสว่างธรรมชาติภายในห้องเรียน

ฉ. สภาพของเสียงรบกวนต่าง ๆ โดยรอบ

ช. วัสดุ , ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U. Value) และ คุณสมบัติการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ของผนังและหลังคา

ซ. ค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารทางผนังและหลังคา (Q. Value)

ฌ. การใช้ปริมาณไฟฟ้ารวม , ภาระแสงสว่างและภาระเครื่องปรับอากาศ ของอาคารเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4.2 ประเด็นสำคัญที่ใช้ในเก็บข้อมูลทางแบบสอบถาม

ก. แสงสว่าง

ข. อุณหภูมิ

ค. ความชื้น

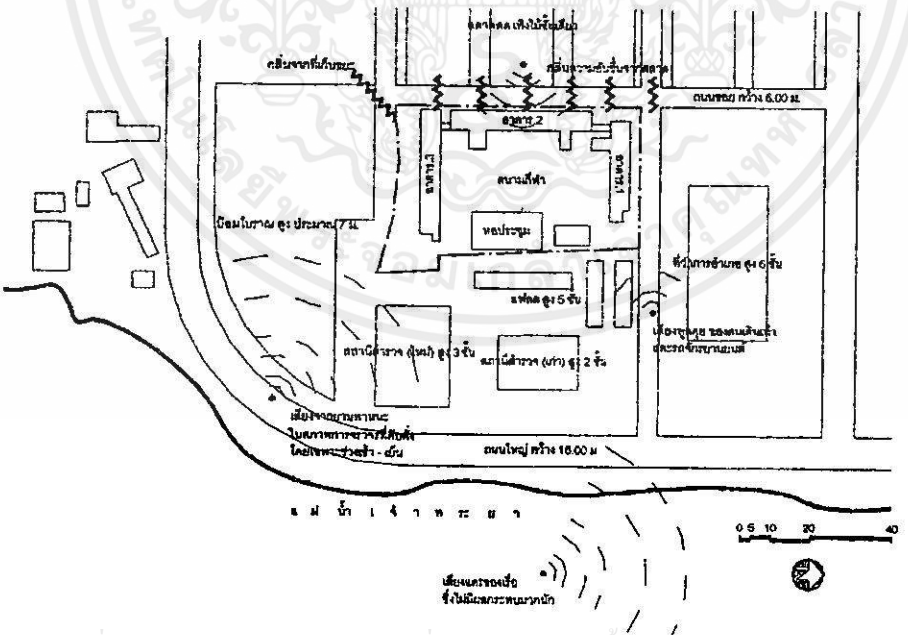
ง. การระบายอากาศ

จ. เสียงรบกวน

การวิเคราะห์จะทำการศึกษาในรายละเอียดแต่ละประเด็น โดยที่จะทำการวิเคราะห์ทีละขั้นตอนจากข้อมูลที่สำรวจได้ทั้ง 2 แบบ เพื่อที่จะหาข้อมูลด้านดีและด้านเสียของอาคารกรณีศึกษาทั้ง 2 แห่งรวมทั้งทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางด้านสถาปัตยกรรม ในส่วนของการสรุปผลจะนำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 4.1 และ 4.2 มาเปรียบเทียบอีกครั้งหนึ่งเพื่อหาแนวทางในการออกแบบโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้

4.1.1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ก. ผังบริเวณและปัญหาที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมโดยรอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 แสดงปัญหาที่ได้รับจากสภาพแวดล้อม กรณี โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

สถานที่ตั้ง อยู่ในเขตใจกลางชุมชน พื้นที่ดิน ประมาณ 6 ไร่ 1 งาน 15 วา^2

- ด้านทิศเหนือ ติดถนนซอยและมีแผงขายของตามแนวรั้ว
- ด้านทิศใต้ ติดป้อมโบราณ สูงประมาณ 7 m. และลานโล่ง
- ด้านทิศตะวันออก ติดแฟลตสูง 5 ชั้น
- ด้านทิศตะวันตก ติดตลาดสด เป็นเพิงไม้ชั้นเดียว

ปัญหาที่ได้รับจากสภาพแวดล้อม

- เสียงรบกวนจากถนนใหญ่

ทางด้านทิศตะวันออกสภาพจราจรจะหนาแน่นในช่วงเช้าและเย็น เพราะเป็นถนนสายหลักในชุมชน ส่วนเสียงดังจากถนนซอยด้านข้าง ไม่เป็นปัญหามากนัก เพราะเป็นทางเดินเท้า รถจักรยานยนต์ไม่สามารถวิ่งเร็วมาก

- เสียงรบกวนจากแม่น้ำ

ทางด้านทิศตะวันออก เป็นเสียงจากเรือยนต์เล็กที่สัญจรไปมา จะไม่เป็นปัญหามากนัก ยกเว้นจากเรือเดินสมุทรขนาดใหญ่ที่นาน ๆ ถึงจะผ่านมาสัก

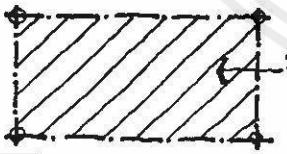
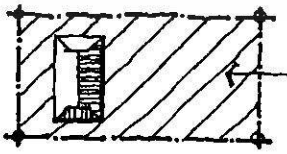
- เสียงรบกวนจากตลาดสด

ทางด้านทิศตะวันตกในช่วงสายและเย็น เพราะเป็นช่วงเก็บกวาด และมีการเตรียมของสำหรับขาย

- กลิ่นจากตลาดสดและสถานที่พักขยะ

ทางด้านทิศตะวันตก ขึ้นอยู่กับทิศทางลม

ตารางที่ 4.1 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องผังบริเวณ

ผังบริเวณ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
	√	
	√	

ข้อดี

1. อยู่ในเขตชุมชน ทำให้การเดินทางของเด็กนักเรียน และการติดต่อกับหน่วยงานอื่น ๆ ค่อนข้างสะดวก
2. ที่ดินอยู่ห่างจากถนนใหญ่ ประมาณ 94 m. ทำให้ได้รับเสียงรบกวนจากถนนน้อยลง

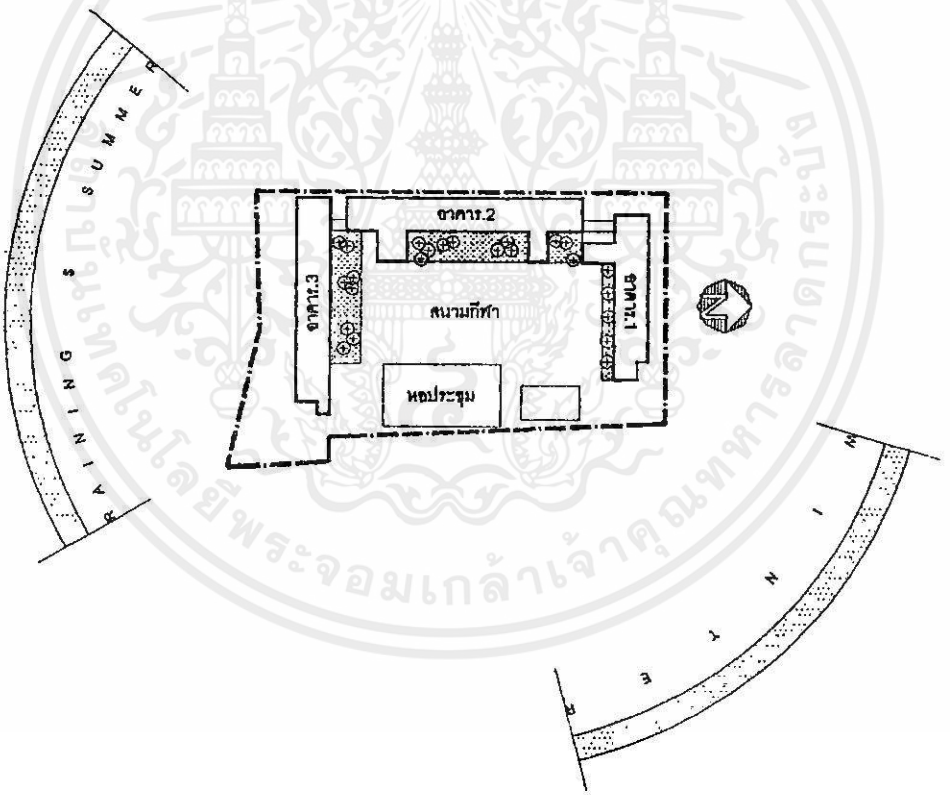
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไม่มีอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่มาบดบังกระแสลมและแสงสว่างธรรมชาติ

ข้อเสีย

1. ขนาดของที่ดินมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้การจัดวางผังอาคารต้องถูกบังคับตามขอบเขตที่ดิน ไม่สามารถจัดวางอาคารต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศได้
2. ที่ดินอยู่ติดกับตลาดสด ซึ่งจะมีปัญหาเรื่องกลิ่นและเสียง ที่จะเข้ามาในห้องเรียน
3. รูปร่างของที่ดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีแนวที่ดินด้านตะวันออกและตก มากกว่าด้านเหนือและใต้ ทำให้เมื่อมีการจัดวางอาคารตามกรอบของที่ดิน บางอาคารจำเป็นต้องเปิดช่องเปิดทางด้านทิศตะวันออกและตก ซึ่งจะทำให้ได้รับรังสีความร้อนที่สูงกว่าด้านอื่น

ข. การวางตำแหน่งตัวอาคารที่มีผลกับทิศทางของแสงแดดและกระแสลม

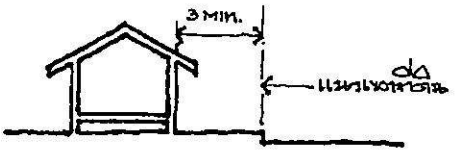
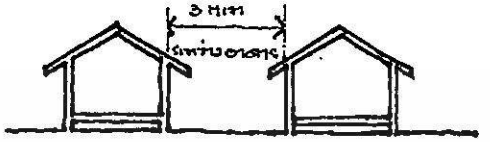
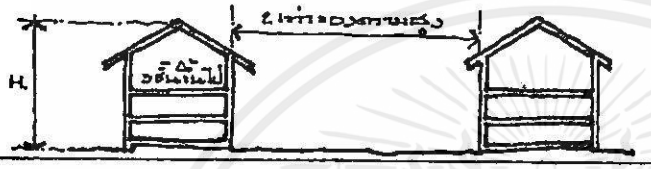


รูปที่ 4.2 แสดงวางตำแหน่งตัวอาคาร กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

พื้นที่ที่เป็นลานคอนกรีต	=	3456 m^2.	คิดเป็น	36 %
พื้นที่ที่เป็นภูมิทัศน์	=	732 m^2.	คิดเป็น	8 %
พื้นที่ที่เป็นสิ่งปลูกสร้าง	=	4093 m^2.	คิดเป็น	42 %
พื้นที่เศษ(ประมาณ)	=	1319 m^2.	คิดเป็น	14 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องระยะอาคาร

ระยะอาคาร	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
	√	
	√	
	√	

ข้อดี

1. จัดวางอาคารแบบตัวยู ตามกรอบที่ดิน เหมาะกับโรงเรียนที่มีพื้นที่ไม่ใหญ่มากนัก และต้องการพื้นที่ใช้สอยให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เนื่องจากสามารถใช้พื้นที่ตรงกลางระหว่างอาคารเป็น Court ได้

ข้อเสีย

1. ในบางฤดูกาลตัวอาคารจะบังลมธรรมชาติกันเอง เพราะเมื่อมีกระแสลมพัดปะทะตัวอาคาร ด้านหลังของอาคารจะเกิด Wind Shadow ไปครอบคลุมอาคารด้านหลัง โดยเฉพาะลมที่พัดมาทางทิศใต้ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึง กันยายน อาคาร 3 จะบังลมที่พัดมาทางทิศนี้ทั้งหมด เป็นผลทำให้อาคาร 1 และ 2 ไม่ได้รับลม

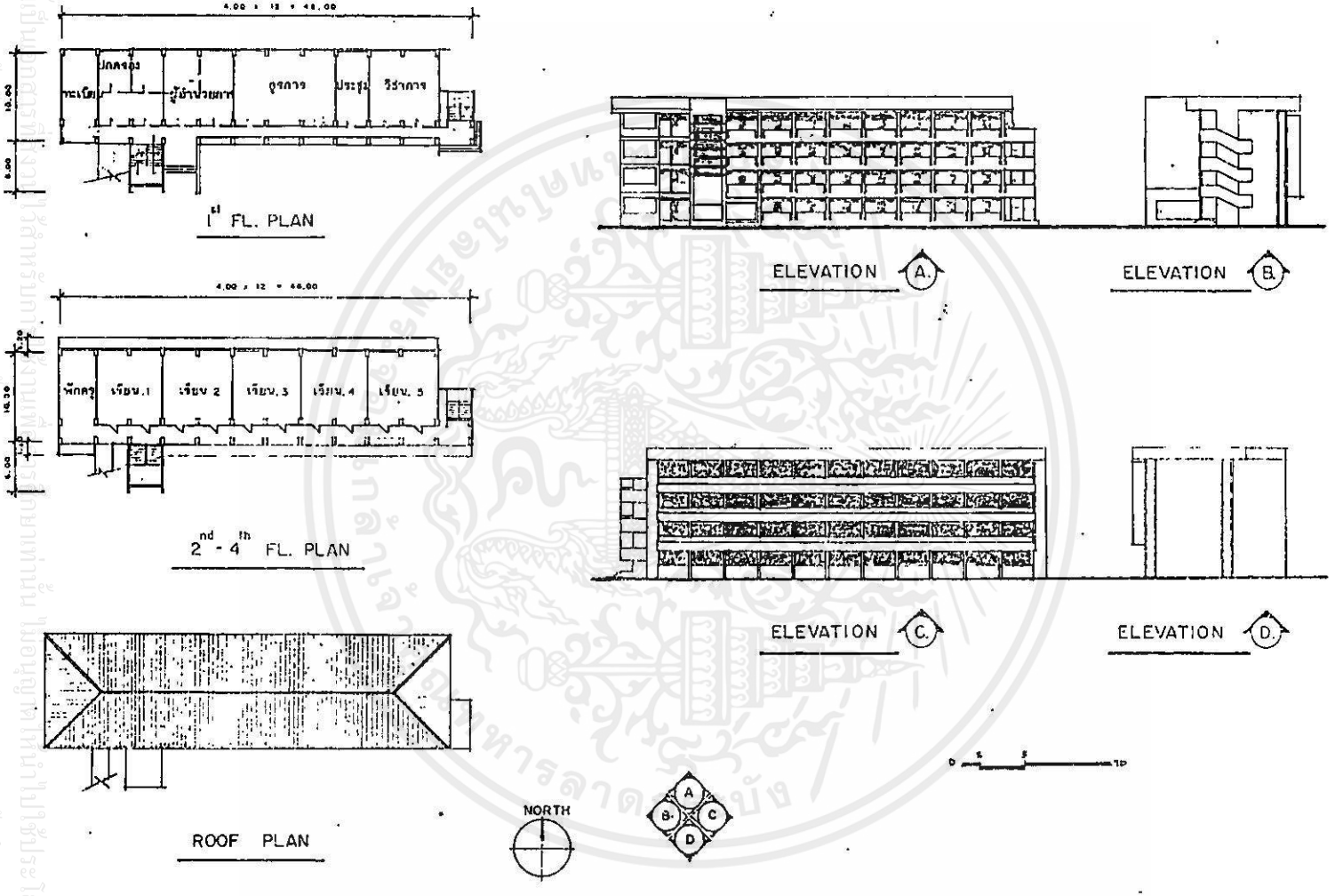
ค. รูปแบบทางกายภาพของตัวอาคารเรียน

อาคาร 1 เป็นอาคาร ค.ส.ล 4 ชั้น ลักษณะ Single Loaded Corridor หลังคาทรงปั้นหยา ห้องเรียน ขนาด 8.00 x 8.00 x 3.20 m. อุปกรณ์บังแดดชนิด Overhang ยื่น 1.20 m. ห้อยแผง ค.ส.ล 0.55 m. (รูปที่ 4.3)

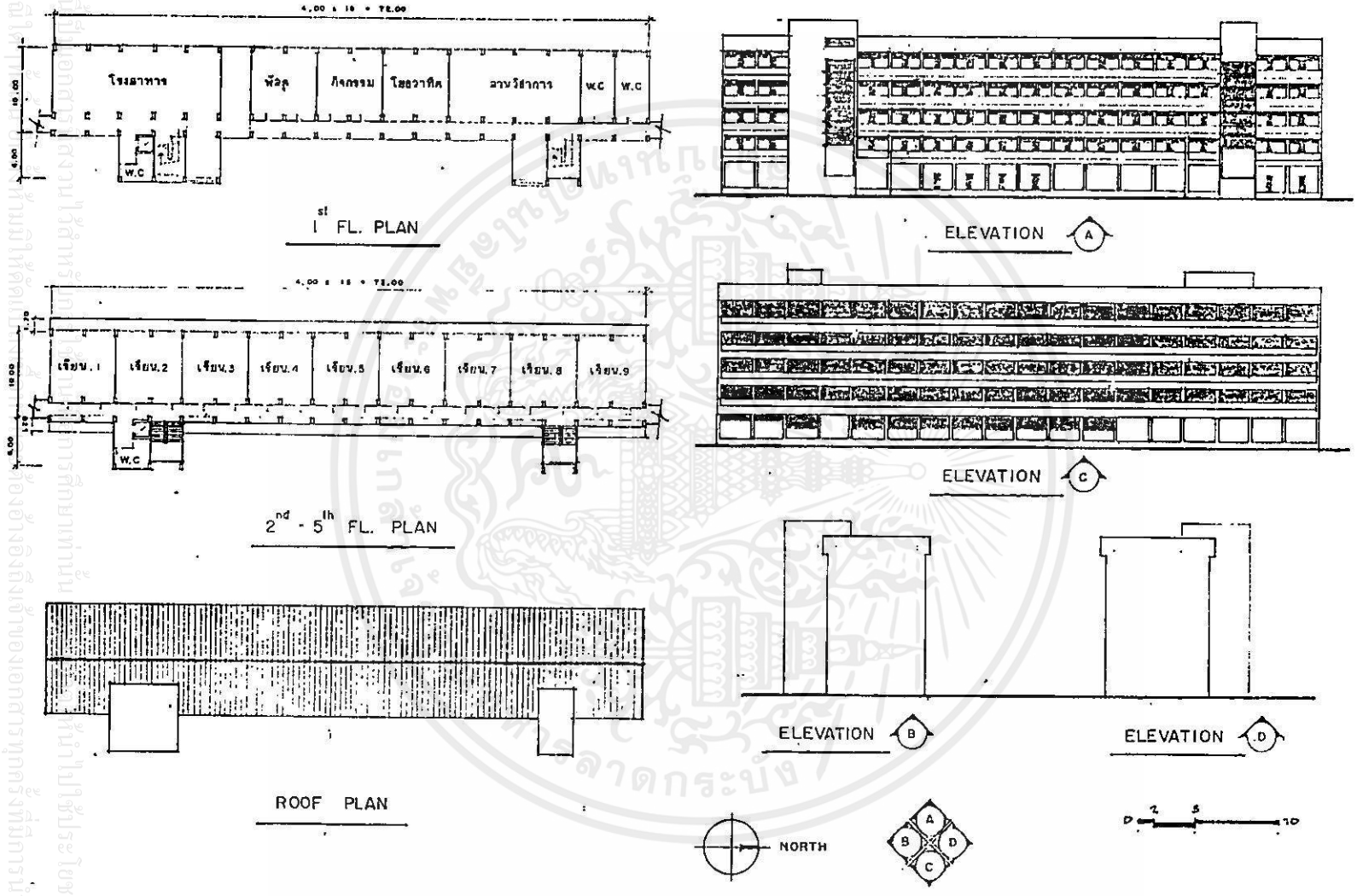
อาคาร 2 เป็นอาคาร ค.ส.ล 5 ชั้น ลักษณะ Single Loaded Corridor หลังคาทรงปั้นหยา ห้องเรียน ขนาด 8.00 x 8.00 x 3.20 m. อุปกรณ์บังแดดชนิด Overhang ยื่น 1.20 m. ห้อยแผง ค.ส.ล 0.55 m. (รูปที่ 4.4)

อาคาร 3 เป็นอาคาร ค.ส.ล 5 ชั้น ลักษณะ Single Loaded Corridor หลังคาทรงจั่ว ห้องเรียน ขนาด 7.00 x 9.00 x 3.30 m. อุปกรณ์บังแดดชนิด Overhang ยื่น 1.50 m (รูปที่ 4.5)

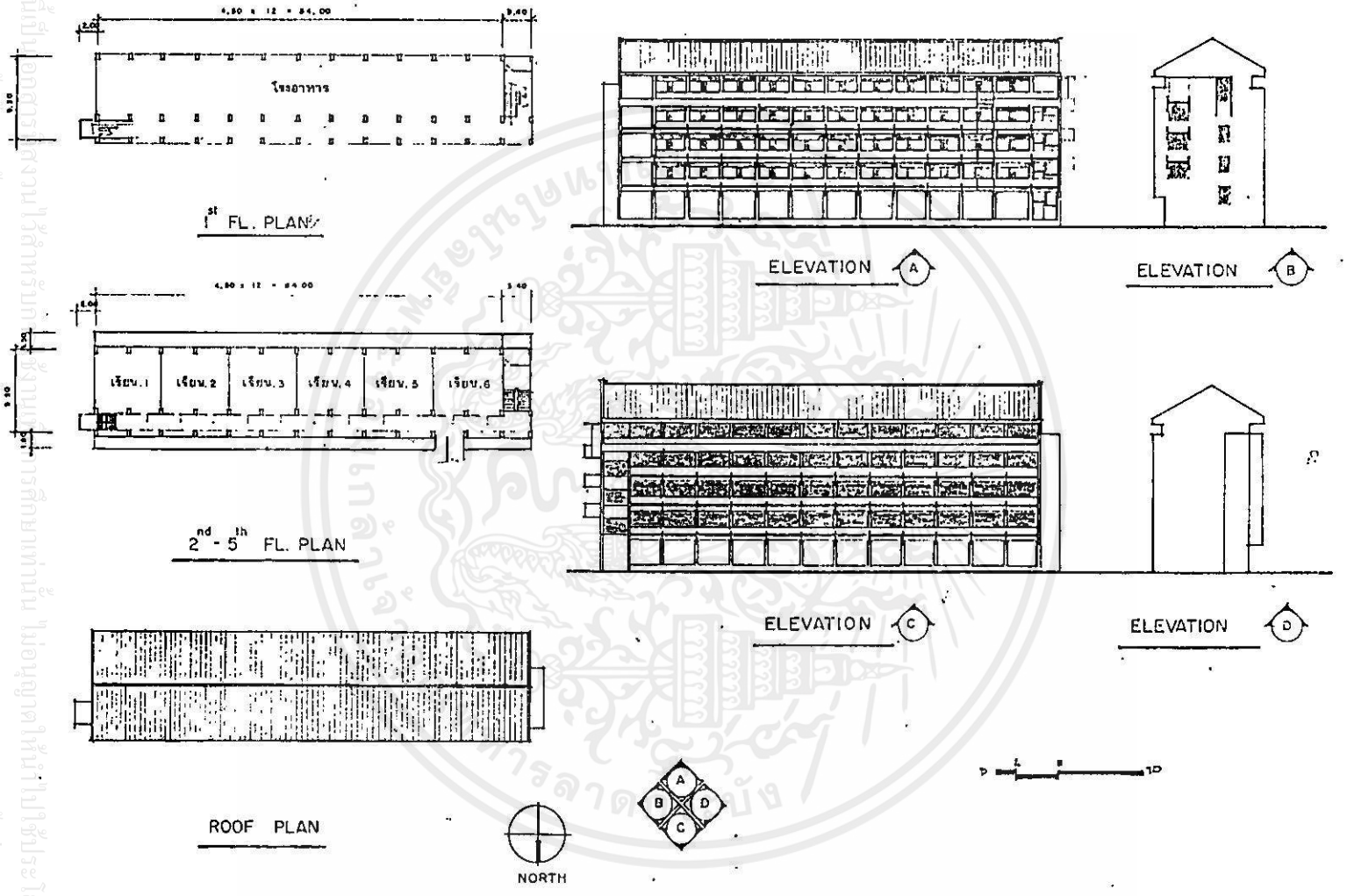
เอกสารนี้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะทางกายภาพของ อาคาร 1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

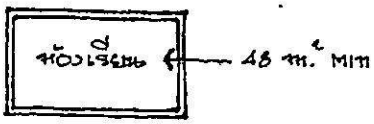
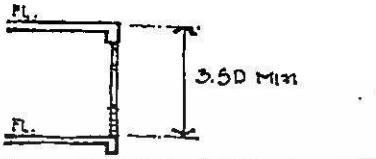
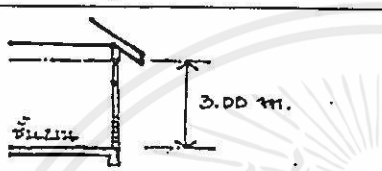
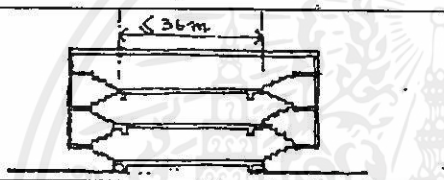
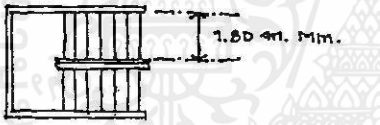
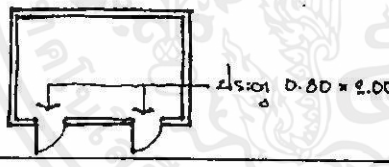
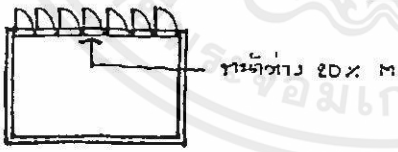


รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะทางกายภาพของ อาคาร 2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี



รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะทางกายภาพของ อาคาร 3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ตารางที่ 4.3 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องลักษณะอาคาร

ลักษณะอาคาร	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
	√ ทุกอาคาร	
		√ ทุกอาคาร
	√ ทุกอาคาร	
	อาคาร1 ห่าง 32 m.	อาคาร2 ห่าง 44 m. อาคาร3 ห่าง 49 m.
	√ ทุกอาคาร	
	√ ทุกอาคาร	
	อาคาร1 มี 22 % อาคาร2 มี 22 % อาคาร3 มี 29 %.	

ข้อดี

1. อาคารลักษณะ Single Loaded Corridor ช่วยให้สามารถระบายอากาศแบบ Cross Ventilation ได้ดีและสามารถเปิดรับแสงสว่างได้ 2 ด้าน

ข้อเสีย

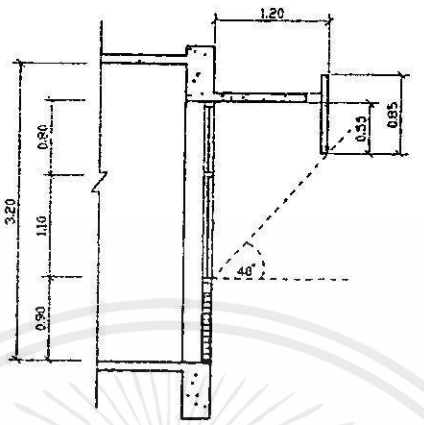
1. ต้องระมัดระวังเรื่องฝนและแดดที่จะเข้ามาทางช่องเปิด
2. ห้องเรียนจะได้รับการรบกวนจาก Corridor และห้องเรียนข้างเคียงได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

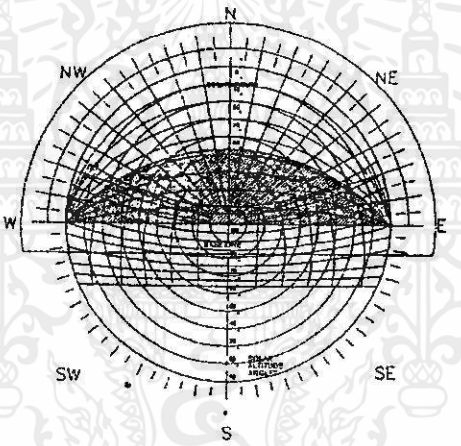
ง. ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

อาคาร 1



แสดงรูปตัดของผนังอาคาร ในทิศทาง Azimuth 180°



แสดง Shading Mask '48 ในทิศทาง Azimuth 180°

Day / Month	wall alt	Sun Penetration	Preiod 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
22 Jun.	-	-										
24 Jul. / 21 May	-	-										
13 Aug. / 1 May	-	-										
28 Aug. / 16 Apr.	-	-										
11 Sep. / 3 Apr.	-	-										
24 Sep. / 21 Mar.	-	-										
6 Otc. / 8 Mar.	-	-										
20 Otc. / 23 Feb.	-	-										
4 Nov. / 9 Feb.	-	-										
22 Nov. / 21 Jan.	-	-										
22 Dec.	-	-										

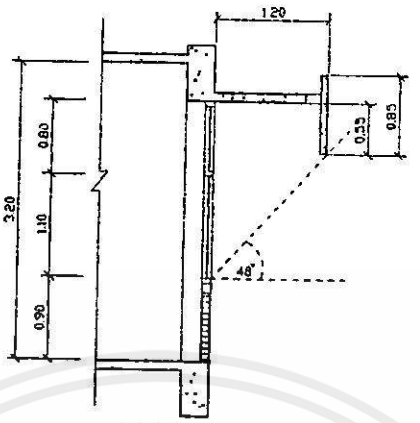
ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าภายในอาคาร เวลาใช้งาน ------

รูปที่ 4.6 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 1

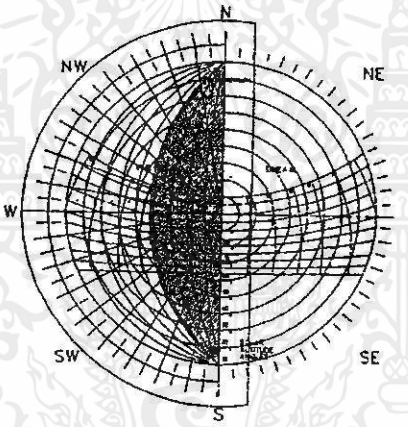
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตริ

อาคาร 2

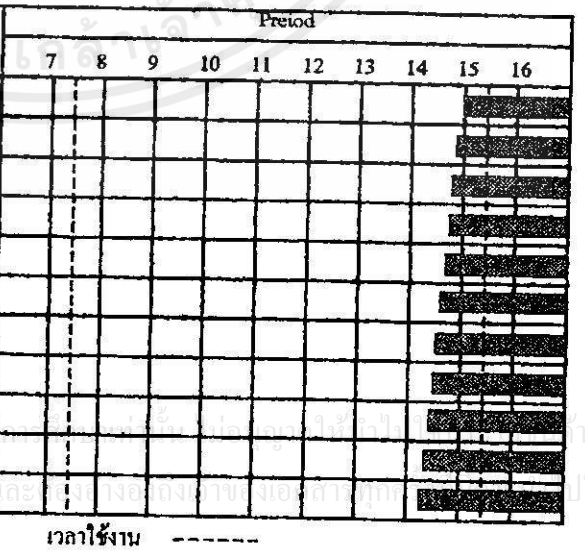


แสดงรูปตัดของผนังอาคาร ในทิศทาง Azimuth 90°



แสดง Shading Mask '48 ในทิศทาง Azimuth 90°

Day / Month	wall alt	Sun Penetration
22 Jun.	40	4.4%
24 Jul. / 21 May	39	5.0%
13 Aug. / 1 May	38	5.6%
28 Aug. / 16 Apr.	37	6.0%
11 Sep. / 3 Apr.	36	6.4%
24 Sep. / 21 Mar.	35	6.8%
6 Otc. / 8 Mar.	34	7.6%
20 Otc. / 23 Feb.	33	8.4%
4 Nov. / 9 Feb.	32	9.1%
22 Nov. / 21 Jan.	31	9.8%
22 Dec.	30	10.0%



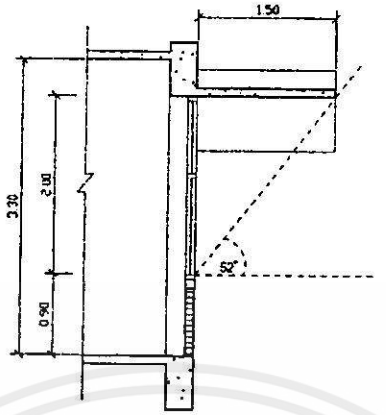
ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าภายในอาคาร ▬▬ เวลาใช้งาน ------

รูปที่ 4.7 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 2

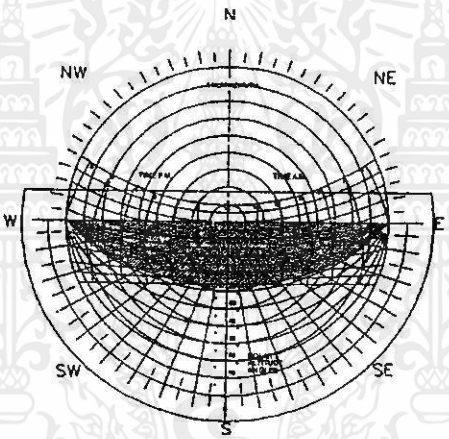
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

อาคาร 3



แสดงรูปตัดของผนังอาคาร ในทิศทาง Azimuth 0 °



แสดง Shading Mask '52 ในทิศทาง Azimuth 0 °

Day / Month	wall alt	Sun Penetration	Preiod 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
22 Jun.	-	-	
24 Jul. / 21 May	-	-	
13 Aug. / 1 May	-	-	
28 Aug. / 16 Apr.	-	-	
11 Sep. / 3 Apr.	-	-	
24 Sep. / 21 Mar.	-	-	
6 Otc. / 8 Mar.	-	-	
20 Otc. / 23 Feb.	50	3.0%	
4 Nov. / 9 Feb.	41	10%-0.9%	
22 Nov. / 21 Jan.	36	15%-5%	
22 Dec.	30	23.6%-10%	

ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าภายในอาคาร ▓▓▓ เวลาใช้งาน ------

รูปที่ 4.8 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 3

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ... ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ... เพื่อการค้า

ผลการตรวจสอบ

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดภายนอก กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

อาคาร	ทิศทางของผนัง	ประเภทของอุปกรณ์บังแดด	ช่วงเวลาที่มีแสงแดดส่องเข้าอาคาร			Sun Penetration	หมายเหตุ
			7.00 - 10.00	10.01 - 13.00	13.01 - 16.00		
1	180	Overhang 1.20 m. w/0.55 m.				-	ไม่มีแสงแดดเข้ามาใน ช่วงเวลาใช้งาน
2	90	"				4.4-10%	แสงแดดส่องเข้ามาในช่วงบ่ายตลอดทั้งปี มากที่สุดในช่วง ธ.ค
3	0	Overhang 1.50 m.				0.9-23.6%	แสงแดดส่องเข้าตั้งแต่ ต.ค-ม.ค และจะมากสุดในช่วง ธ.ค

จะเห็นได้ว่ามีเพียงอาคาร 1 เท่านั้น ที่อุปกรณ์บังแดด สามารถบังมุมแดดทางตั้งได้ดี ส่วนอาคาร 2 และ 3 นั้น ประสิทธิภาพการบังแดดมุมทางตั้ง ยังไม่ดีพอ โดยเฉพาะอาคาร 3 แสงแดดสามารถส่องเข้าห้องเรียนได้เกือบตลอดทั้งวัน ทั้งเช้าและบ่าย ส่วนประสิทธิภาพการบังแดดมุมแดดทางนอน อาคารทั้ง 3 หลังไม่สามารถป้องกันได้ เพราะไม่มีอุปกรณ์บังแดดทางนอนเลย (Fin)

จ. ประสิทธิภาพของแสงสว่างธรรมชาติภายในห้องเรียน

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแสงสว่างธรรมชาติภายในห้องเรียน จะใช้ข้อมูลที่ได้ทำการตรวจวัด ในช่วงวันที่ 29 สิงหาคม 2542 ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

จ.1 ตรวจสอบระดับความสว่างของแสงธรรมชาติภายในห้องเรียนในช่วงเวลาต่าง ๆ ว่ามีค่าความสว่างภายในห้องเรียน ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ (ตามมาตรฐาน IES กำหนดระดับความสว่างภายในห้องเรียนไว้ที่ 500 lux)

จ.2 ตรวจสอบอัตราส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ

จ.3 ตรวจสอบอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังทึบ

จ.4 ตรวจสอบอัตราการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ ภายในห้องเรียน

จ.5 ตรวจสอบประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่างของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารเรียน

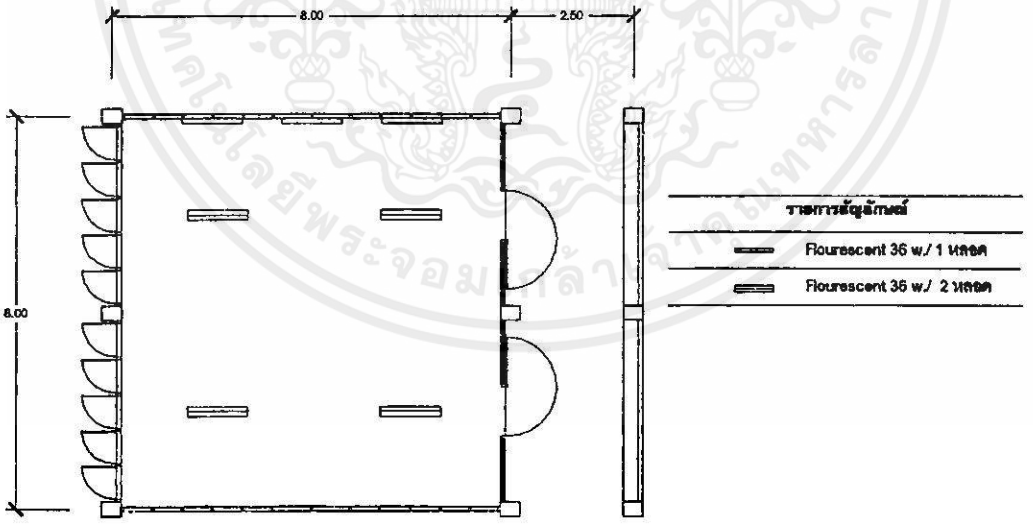
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การตรวจวัดค่าแสงสว่างธรรมชาติแนวนอนภายในห้องเรียน จะวัดในระดับ Working Plane บนโต๊ะเรียน สูง 0.75 ม. และมีวิธีการตรวจวัด ดังนี้

-การวัดแบบตาราง (Grid method) กำหนดให้มีพื้นที่ 1 x 1 ม. การวัดจะวัดกระจายทั่วทั้งห้อง การตรวจวัดในลักษณะนี้จะเป็นการตรวจวัดเพื่อหาอัตราส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอภายในห้องเรียนนั้น ๆ การตรวจวัดวิธีนี้ จะทำเพียงช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น

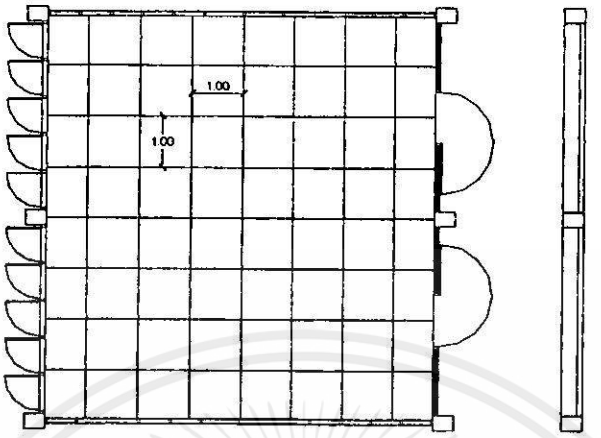
2. การตรวจวัดอัตราการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ ภายในห้องเรียน จะนำตัว Sensor ของ Lux Meter ไปวัดค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ ภายในห้องเรียน เช่น พื้น , ผนัง โดยอันดับแรกให้ตัว Sensor ออกห่างจากตัววัสดุประมาณ 0.15 ม. อ่านค่าที่ได้ จากนั้นให้หันให้ตัว Sensor เข้าหาตัววัสดุในระยะเท่ากัน อ่านค่า และเปรียบเทียบ

3. การตรวจวัดประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่างของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารเรียน จะใช้ตรวจวัดค่าแสงสว่างในแนวตั้งฉาก (Vertical Plane 90°) เพื่อหาค่าแสงสว่างธรรมชาติที่เข้าสู่ภายในห้อง ทั้งที่มาจากท้องฟ้าโดยตรง (SC) และจากการสะท้อนจากวัตถุภายนอก (ERC) ในทิศทางต่าง ๆ กัน จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าความสว่างแนวตั้งภายนอกอาคาร ในแต่ละทิศทาง ก็จะทราบถึงสัดส่วนการลดทอนแสงสว่างของอุปกรณ์บังแดดประเภทนั้น ๆ



รูปที่ 4.9 แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าของห้องตัวแทน ที่ทำการตรวจวัด ฯ

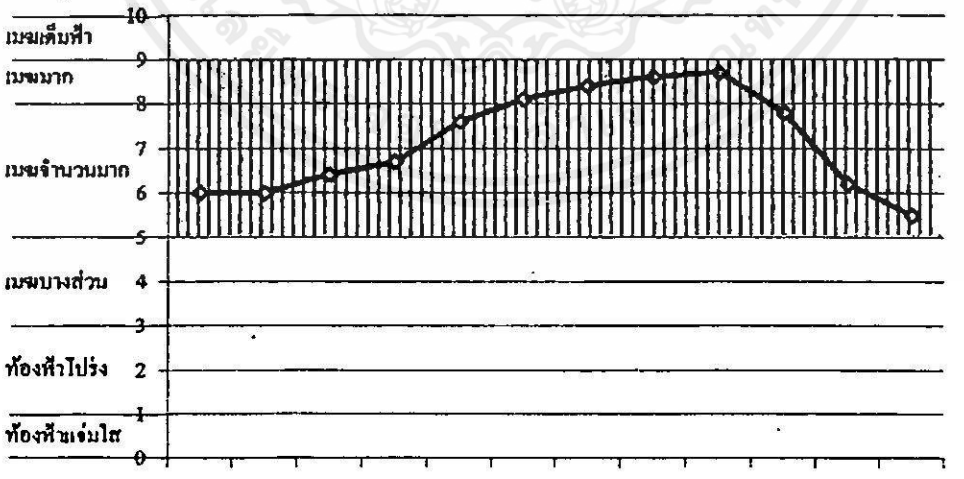
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงระยะและตำแหน่งของห้องตัวแทน ที่ทำการตรวจวัด ฯ แบบ Grid Method

ผลการตรวจสอบ

ก. ทำการตรวจสอบสภาพท้องฟ้า จำนวนเมฆ ของกรุงเทพ ฯ จากข้อมูลของกรมอุตุ ฯ เพื่อหาค่าความถี่ของสภาพท้องฟ้าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ในช่วงระยะเวลา 10 ปี (2532-2541)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 แสดงประเภทของสภาพท้องฟ้า ในเขตกรุงเทพ ฯ เฉลี่ย 10 ปี

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นว่าสภาพท้องฟ้าส่วนใหญ่ในกรุงเทพ ฯ จะอยู่ในช่วง 5.5 – 8.7 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมมาก (Party Cloudy Sky)

ข. ตรวจสอบประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่าง ของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร

ตารางที่ 4.5 ค่าความสว่างในแนวตั้งฉาก ภายในห้องตัวแทนชั้น 4 ของอาคารเรียนทั้ง 3 หลัง กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ทิศทาง	ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด ฯ			ค่าเฉลี่ย (lux.)
	9.00 น.	12.00 น.	15.00 น.	
เหนือ	4117	8822	5235	6058
ใต้	5834	14182	7370	9129
ตะวันตก	6563	7080	15172	8938

หมายเหตุ Max.

ตารางที่ 4.6 แสดงประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่างธรรมชาติ อุปกรณ์บังแดดต่าง ๆ กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ทิศทาง	ค่าความสว่างแนวตั้งภายนอก * (lux)	ค่าความสว่างแนวตั้งภายใน (lux)	ผลต่าง (lux)	%
N	17979.90	6058	11921.90	66
S	16718.63	9129	7589.63	45
W	19288.50	8938	10350.50	54

* ที่มา : R.H.B Exell , **Solar Radiation Tables for Architects in Thailand** , Asian Institute of Technology , Thailand ,1981

lux = Solar Irradiances x Efficacy

Efficacy = 115.5 [11]

จากตารางที่ 4.6 พบว่าอุปกรณ์บังแดดทางด้านทิศใต้ จะมีประสิทธิภาพในการลดทอนแสงสว่างได้น้อยที่สุด คิดเป็น 45 % ของค่าความสว่างภายนอก และเมื่อตรวจสอบกลับไปที่ประเภทของอุปกรณ์บังแดดด้านนี้ พบว่าเป็นชนิด Overhang ที่ยื่นยาว 1.50 ม. มีมุม θ 52° ซึ่งเมื่อนำไปเทียบกับมุม θ ของอุปกรณ์บังแดดด้านอื่น ๆ จะมีมุม θ อยู่ในระหว่าง 30 - 48°เท่านั้น และสำหรับอุปกรณ์บังแดดด้านทิศเหนือ จะมีประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่างภายนอกสูงสุดประมาณ 66 % ของค่าความสว่างภายนอก

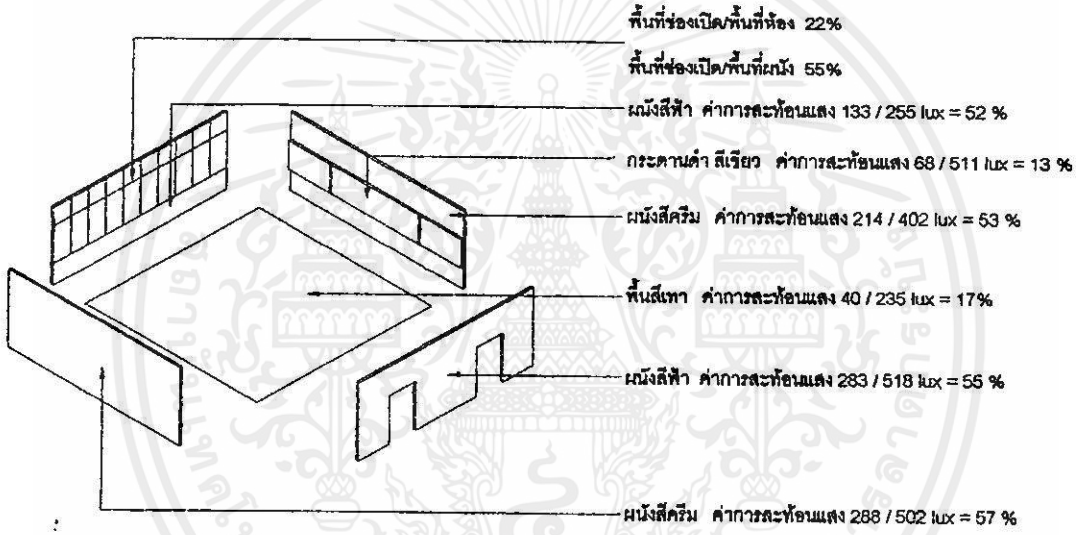
เอกสารนี้ได้รับการสนับสนุนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

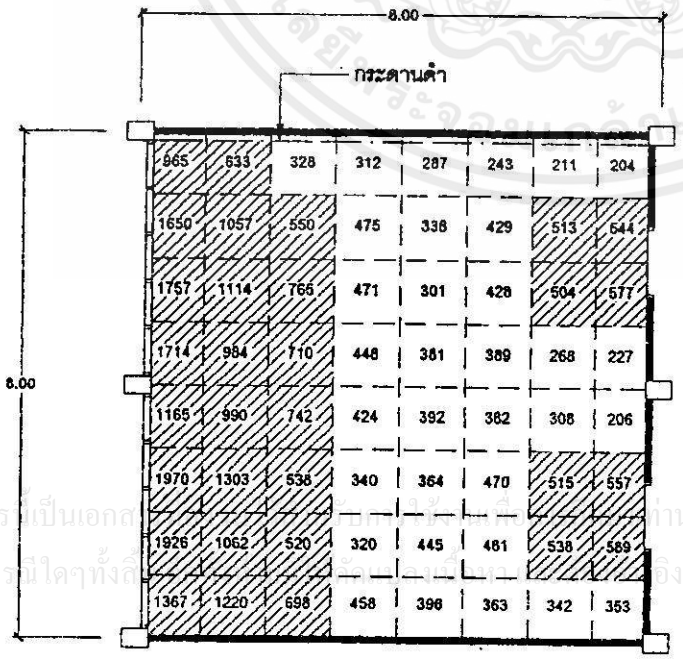
ค. ทำการตรวจสอบอัตราส่วนของพื้นที่ ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติ เพียงพอภายในห้องเรียน จะใช้วิธีตรวจสอบแบบตาราง (Grid Method) ตรวจวัดค่าแสงสว่างในแนวราบ (Horizontal Plane 180°) สัดส่วนที่ได้จะทำให้ทราบถึงจำนวนของพื้นที่ ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอภายในห้องเรียนนั้น ๆ (กำหนดระดับค่ามาตรฐานความสว่างที่ 500 lux) รวมทั้งทำการตรวจสอบสัดส่วนของช่องเปิดและการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ ภายในห้องเรียนด้วย

การตรวจสอบ กระทำในวันที่ 29 ส.ค 2542 ทุกอาคาร

สภาพท้องฟ้าตลอดทั้งวัน มีเมฆปกคลุมมาก แสงแดดสลัว ๆ สลับกับบางช่วงไม่มีแสง

อาคาร I โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี เวลา 10.30 น. ช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ





สัดส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ = 48 %

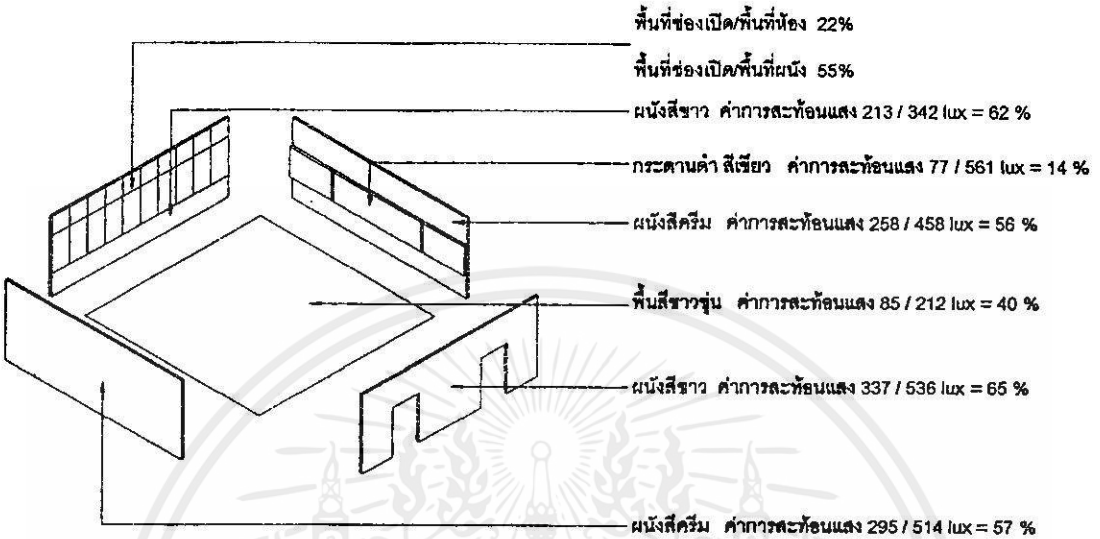
พื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ ระดับ 0.75 m.

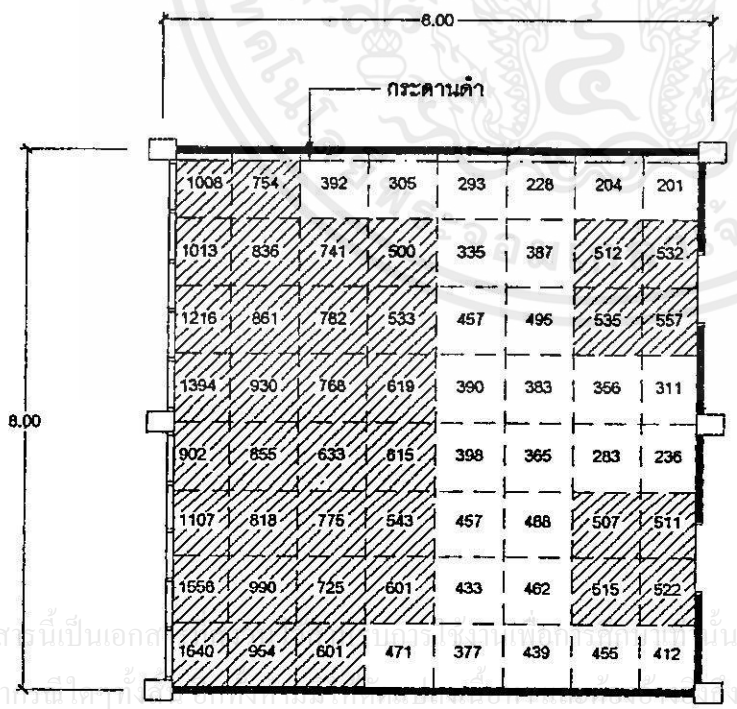
*ไม่มีอิทธิพล Sun Penetration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร I

อาคาร 2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี เวลา 11.30 น. ช่องเปิดทางด้านทิศตะวันตก





สัดส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ = 59 %

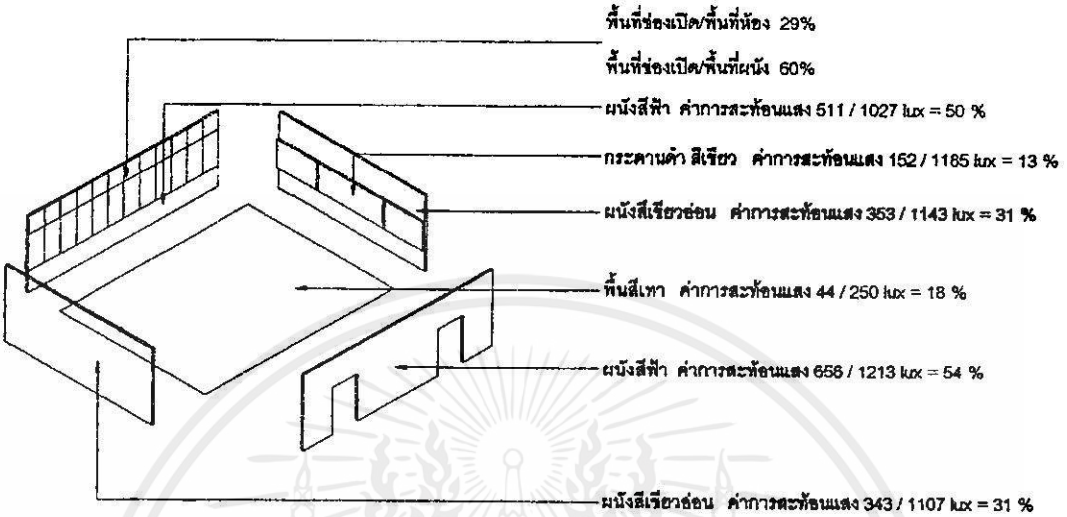
พื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอระดับ0.75 m.

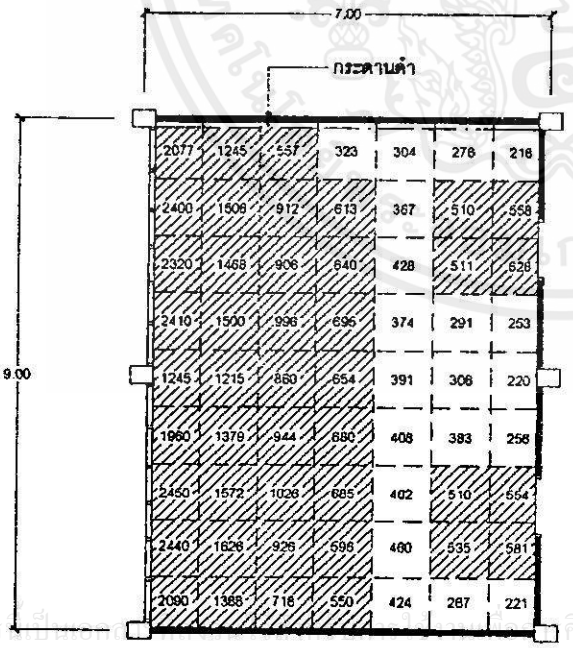
*ไม่มีอิทธิพล Sun Penetration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร2

อาคาร 3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี เวลา 13.30 น. ช่องเปิดทางด้านทิศใต้





สัดส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ = 71 %

พื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ ระดับ 0.75 m.

*ไม่มีอิทธิพล Sun Penetration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร3

จากการตรวจสอบอาคารเรียน ทั้ง 3 ห้องพบว่า

ก. ห้องเรียนที่เปิดช่องเปิดทางด้านทิศใต้ ของโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี สามารถให้แสงสว่างจากภายนอกเข้าถึงพื้นที่ลึก ๆ ได้ดีเกือบตลอดทั้งวัน และมีพื้นที่ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติ เพียงพอแก่การใช้งาน มากเป็นอันดับหนึ่ง ถึง 71 % สาเหตุดงเป็นผลมาจากการมีสัดส่วนของช่องเปิดที่กว้าง ประมาณ 29 % ของพื้นที่ห้อง , การมีสภาพแวดล้อมภายในห้องที่มีค่าการสะท้อนแสงที่สูงปานกลาง , การมีอุปกรณ์บังแดดที่มีการลดทอนแสงสว่างภายนอกในระดับที่ต่ำกว่าด้านอื่น ๆ

ข. ห้องเรียนที่เปิดช่องเปิดทางด้านทิศตะวันตก ของโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี ก็มีสภาพแสงสว่างภายในห้องอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ดีกว่าอีกหลาย ๆ ทิศทาง แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ประกอบแล้วเห็นว่าถึงแม้ว่าทางด้านทิศนี้จะให้ผลของแสงสว่างธรรมชาติที่สูง แต่จะมีปัญหาเรื่องความร้อนที่จะเป็นปัญหาที่แก้ไขยากกว่าตามเข้ามาภายในห้อง ฉะนั้น การเปิดช่องเปิดทางด้านทิศนี้ถ้าไม่จำเป็นควรหลีกเลี่ยง

ค. ห้องเรียนที่เปิดช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ ของโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี ถึงแม้ว่าจะมีสภาพแสงสว่างภายในไม่สูงมากนัก แต่ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ถ้ามีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ขนาดช่องเปิด , ประเภทของอุปกรณ์บังแดด , ค่าการสะท้อนแสงภายใน ฯลฯ ห้องเรียนที่เปิดช่องเปิดทางด้านทิศนี้ จะมีสภาพแสงสว่างภายในห้องที่ดีเช่นกัน

ง. จากการตรวจสอบค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ ภายในห้อง ผนังภายในห้องที่ทาสีขาวจะมีค่าการสะท้อนแสงสูงสุด ประมาณ 60 – 70 % ตามด้วยสีครีม , สีฟ้าและสีเขียวอ่อน ตามลำดับ ส่วนพื้นห้องที่เป็นหินขัด สีขาวขุ่นนั้นก็จะมีค่าการสะท้อนแสงที่ดีกว่าพื้นห้องที่เป็นผิวขัดมัน

ฉ. สภาพของเสียงรบกวนต่าง ๆโดยรอบ

การตรวจวัด ฯ จะแบ่ง การตรวจวัด ฯ เป็น 2 ส่วน ใหญ่ ๆ ได้แก่

ฉ.1 การตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอก

ฉ.2 การตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายใน

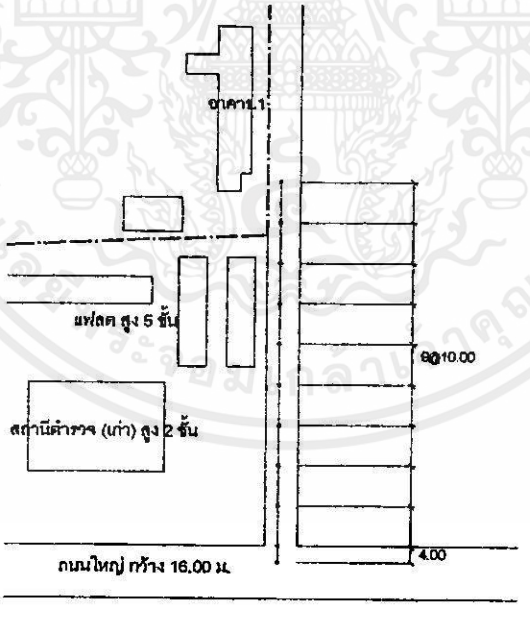
ฉ.1 การตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอก จะทำการตรวจวัดแหล่งกำเนิดเสียงหลัก ได้แก่ บริเวณถนนใหญ่และจะเพิ่มระยะห่างขึ้นเรื่อย ๆ เป็นการหาค่าระดับความดังของเสียงที่แปรผันไปตามระยะทาง ซึ่งค่าที่สรุปได้จะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดระยะห่างระหว่างอาคารเรียนกับแหล่งกำเนิดเสียง

ฉ.2 การตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายใน ในที่นี้จะหมายถึง การตรวจสอบประสิทธิภาพการรับฟังเสียงของนักเรียนภายในห้องเรียน ว่าสามารถได้ยินเสียงของครูผู้สอนที่อยู่หน้าห้องได้ชัดเจนเพียงใด , ระดับของเสียงรบกวนภายนอกและที่มาของต้นเสียง ซึ่งผลสรุปที่ได้สามารถนำไปใช้กำหนดขนาดห้องเรียน ,ระยะห่างของแหล่งต้นเสียงกับอาคารเรียน , การเลือกใช้วัสดุในการช่วยดูดซับเสียง

ขั้นตอนในการตรวจวัดระดับความดังเสียง

ฉ.1 การตรวจวัดระดับเสียงภายนอก

จะทำการตรวจวัด ฯ จากแหล่งกำเนิดเสียง (ถนนใหญ่) โดยกำหนดจุดแรกจะอยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางถนนใหญ่ 5.00 ม. แล้วจึงเพิ่มระยะห่างออกมาเป็นช่วง ๆ ละ 10 ม.จนกระทั่งถึงตัวอาคารเรียน ก็จะทำให้ทราบถึงการลดลงของเสียงในสภาพแวดล้อมจริง เมื่อมีการเพิ่มระยะทางให้ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง ตามรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงจุดตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอกอาคาร กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการตรวจสอบ

ด้านเสียงรบกวนภายนอก

จากการตรวจวัด ฯ พบว่า เมื่อยิ่งเพิ่มระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงยิ่งมากเท่าใด ระดับความดังของเสียงก็จะค่อย ๆ ลดลงเป็นลำดับ และเมื่อนำไปเทียบกับทฤษฎีเรื่องการลดลงของเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางที่ว่า ทุก ๆ 2 เท่าของระยะห่างจากต้นกำเนิด เสียงจะลดลง 6 dB (A) ปรากฏว่าในการตรวจวัด ฯ จริงการลดลงของเสียงมีค่าการลดลงใกล้เคียงกับหลักทฤษฎี คือในสภาพเสียงจริงที่เกิดขึ้นมีการลดลงของเสียงน้อยกว่า (มีระดับการลดลงของเสียงน้อยกว่า 6 dB (A) เสียงดังกว่า) ซึ่งอาจจะเป็นเพราะมีเสียงรบกวนที่มาจากสภาพแวดล้อมข้างเคียงมากกว่า

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอกอาคาร กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี				
แหล่งกำเนิดเสียง	ระยะห่างจากกึ่งกลางถนน (2 เท่า)	ความดังของเสียงที่เกิดขึ้นจริง	ความดังของเสียงที่ได้จากการคำนวณ	ผลต่าง dB
ถนนใหญ่	5	78.3	78.3	0
	10	73.6	72.3	1.30
	20	67.8	66.3	1.50
	40	62.0	60.3	1.70
	80	55.8	54.3	1.50
หน้าอาคารเรียน	94	57.3		1.50

จากตารางที่ 4.7 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การคำนวณหาค่าระดับความดังของเสียง มีค่าความดังของเสียงน้อยกว่าการตรวจวัด ฯ จริง ประมาณ 1.50 dB. ดังนั้นในการวิจัยนี้จะยึดค่า 1.50 dB. เป็นค่าสัมประสิทธิ์สำหรับแก้ไข และเมื่อทำการหาต่อไปเพื่อที่จะหาระยะห่างของที่ตั้งอาคารเรียนกับถนนใหญ่ บริเวณที่จะใช้ตั้งอาคารเรียนควรเป็นบริเวณที่เงียบ (Soft Zone) มีระดับความดังของเสียงอยู่ประมาณ 40 – 50 dB. (A)

ตารางที่ 4.8 แสดงระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างจุดกำเนิดเสียงรบกวนภายนอกกับอาคารเรียน กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

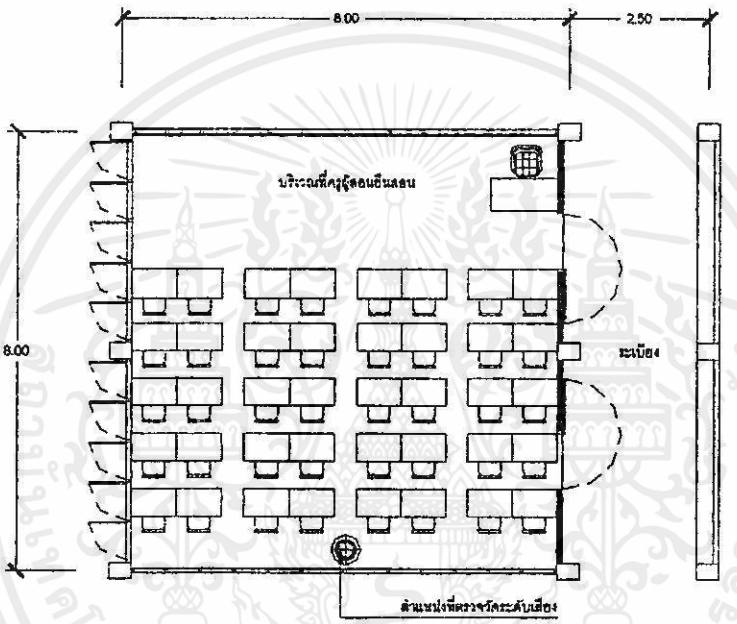
โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี			
แหล่งกำเนิดเสียง	ระยะห่างจากกึ่งกลางถนน (2 เท่า)	ความดังของเสียงที่ได้จากการคำนวณ	+ ค่าสัมประสิทธิ์
ถนนใหญ่	160	48.3	49.8
	320	42.3	43.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าตำแหน่งและระยะห่างที่เหมาะสมที่จะใช้กำหนดเป็นแนวที่ตั้งของอาคารเรียน ควรมีระยะห่างจากกึ่งกลางถนนใหญ่มากกว่า 160 เมตร ขึ้นไป (ผลสรุปนี้สามารถนำไปใช้กับบริเวณที่สภาพเสียงรบกวนใกล้เคียงกับข้างต้นเท่านั้น)

ฉ.2 การตรวจวัดระดับเสียงภายใน

จะทำการตรวจวัด ฯ ภายในห้องตัวแทน โดยการเลือกสุ่มอาคารเรียนละ 2 ห้อง แต่ต่างชั้นกันไป ส่วนรายละเอียดและตำแหน่งการตรวจวัด แสดงตามรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แสดงจุดตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายในห้องเรียน กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ตารางที่ 4.9 ระดับความดังของเสียงภายในห้องเรียนตัวแทน ทั้ง 6 ห้อง
กรณีโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Item	ชั้น	ระดับเสียงของครูผู้สอน (dB)	การรบกวนจากสภาพแวดล้อมข้างเคียง	
			สาเหตุ	ความดัง (dB)
อาคาร 1	ชั้น 2	46.8	เล่นพละและมีกิจกรรมกลางสนาม	53.0
			มีการส่งเสียงดังหน้าห้อง	64.3
	ชั้น 4	52.7	เล่นพละและมีกิจกรรมกลางสนาม	53.2
			เสียงจากห้องข้างเคียง	53.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

Item	ชั้น	ระดับเสียงของครูผู้สอน (dB)	การรบกวนจากสภาพแวดล้อมข้างเคียง	
			สาเหตุ	ความดัง (dB)
อาคาร 2	ชั้น 3	60.2	เล่นพละและมีกิจกรรมกลางสนาม	62.4
			เสียงจากห้องข้างเคียง	63.3
	ชั้น 4	54.5	เล่นพละและมีกิจกรรมกลางสนาม	58.2
อาคาร 3	ชั้น 3	48.0	เล่นพละและมีกิจกรรมกลางสนาม	52.2
			เสียงจากรถยนต์ทางด้านทิศใต้	62.4
	ชั้น 5	53.2	เสียงจากห้องข้างเคียง	55.0
			มีนักเรียนเดินผ่านหน้าห้อง	58.1

จากการได้เข้าไปทำการตรวจวัดระดับเสียงรบกวนภายในห้องเรียนตัวแทน ทั้ง 6 ห้อง พบว่าในสภาวะที่ครูผู้สอนยืนพูดอยู่หน้าชั้นเรียน ระดับเสียงบริเวณหลังห้องเรียนจะอยู่ประมาณ 46-60 dB ซึ่งค่าของเสียงระดับนี้ดังเพียงพอที่นักเรียนที่นั่งอยู่หลังห้อง จะได้ยินการสอนของครูผู้สอน ขณะเดียวกันเมื่อมีเสียงรบกวนจากภายนอกแทรกเข้ามา ไม่ว่าจะเป็นเสียงจากห้องข้างเคียง หรือจากการทำกิจกรรมภายนอกอาคารต่าง ๆ ระดับเสียงจะเพิ่มขึ้นจนถึงประมาณ 64 dB ซึ่งจะเกินค่ามาตรฐาน แต่เสียงดังกล่าวเป็นเสียงที่ดังในช่วงเวลาสั้น ๆ และก็ไม่ดังจนกลบเสียงของครูผู้สอน ในกรณีนี้เราสรุปประเด็นได้ว่า ระดับเสียงภายในที่มีค่าประมาณ 45 – 55 dB และมีระดับเสียงรบกวนจากภายนอกประมาณ 60 dB ระยะห่างระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอนที่อยู่ในช่วง 8.00 - 9.00 ม.ตามมาตรฐานความยาวของห้องเรียนโดยทั่ว ๆ ไป นั้นนักเรียนที่นั่งอยู่ไกลสุด ก็ยังสามารถได้ยินเสียงของครูผู้สอนในระดับเสียงพูดปกติ ถึงแม้ว่าบางครั้งระดับเสียงจะไม่สม่ำเสมอก็ไม่ได้เป็นปัญหาในการฟังมากนัก

ช. วัสดุ , ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U. Value) และคุณสมบัติของการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ของผนังและหลังคา

วัสดุของอาคารเรียนทั้งหมด สามารถจำแนกได้ดังนี้

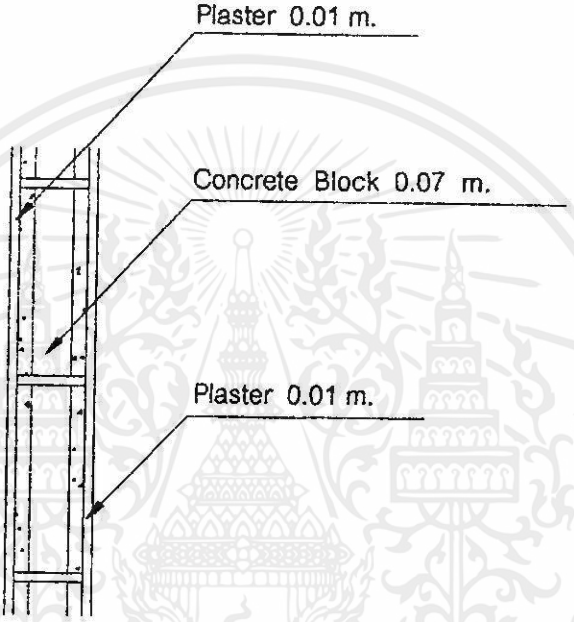
ก. วัสดุโครงสร้าง	อาคาร ค.ส.ล.สูง 4 และ 5 ชั้น
ข. วัสดุผนัง	ผนังคอนกรีตบล็อก มีทั้งแบบฉาบผิวเรียบ และไม่ฉาบผิว ทาสีขาวและสีอ่อนๆ
ค. วัสดุหลังคา	หลังคากระเบื้องลูกฟูก สีเทา
ง. วัสดุฝ้าเพดาน	กระเบื้องแผ่นเรียบ 9 มม.
จ. วัสดุกระจก	กระจกใสหนา 6 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U. Value) ของผนังและหลังคา มีรายละเอียด ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U. Value) ของผนังทึบ (U_w)

ผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ฉาบผิวเรียบ

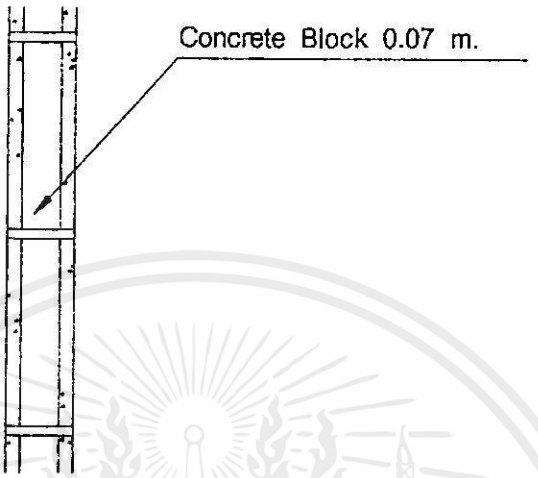


ตารางที่ 4.10 ค่า U. Value ของผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ฉาบผิวเรียบ

Component	ΔX / K.	R.	Remark
Outside Air Film	-	0.044	
Plaster	0.01 / 0.533	0.018	
Concrete Block	0.07 / 0.303	0.231	
Plaster	0.01 / 0.533	0.018	
Inside Air Film	-	0.120	
ΣR		0.431	
U. Value (w / m.^{2} °C)		**2.320**	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ไม่ฉาบผิว



ตารางที่ 4.11 ค่า U. Value ของผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ไม่ฉาบผิว

Component	ΔX. / K.	R.	Remark
Outside Air Film	-	0.044	
Concrete Block	0.07 / 0.303	0.231	
Inside Air Film	-	0.120	
Σ R		0.395	
U. Value (w / m.^{2} $^\circ$C)		2.531	

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U. Value) ของผนังโปร่งแสง (U_p)

กระจกใสหนา 6 mm.

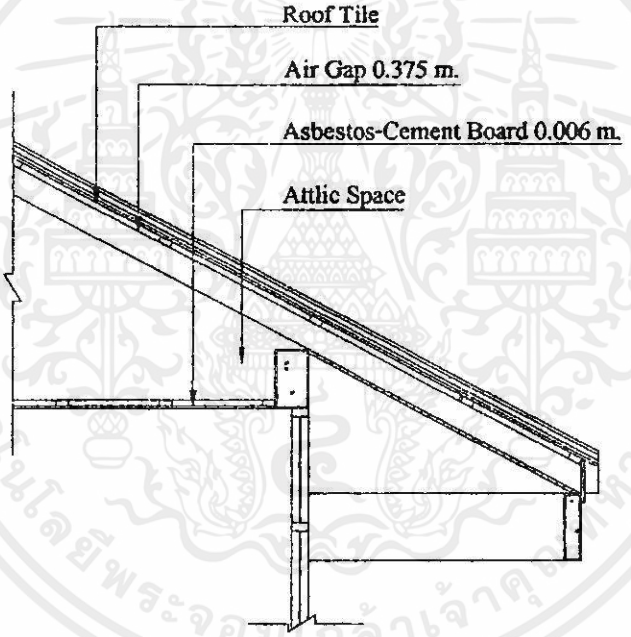
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ค่า U. Value ของกระจกใสหนา 6 mm.

Component	ΔX. / K.	R.	Remark
Outside Air Film	-	0.044	
Clear Glass	0.006 / 10.53	0.006	
Inside Air Film	-	0.120	
ΣR		0.170	
U. Value (w / m.^{2} °C)		**5.882**	

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U. Value) ของหลังคาทึบ (U_r)

หลังคากระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก



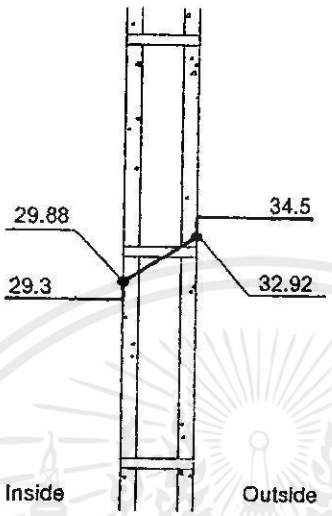
ตารางที่ 4.13 ค่า U. Value ของ หลังคากระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก

Component	ΔX. / K.	R.	Remark
Outside Air Film	-	0.055	
Roof Tile	0.005 / 0.836	0.006	
Air gap 37.5 mm.	-	0.148	Purlin space
Attic space	-	0.458	
Asbestos-Cement Board	0.006 / 0.158	0.030	
Inside Air Film	-	0.140	
ΣR		0.837	
U. Value (w / m.^{2} °C)		**1.194**	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ของผนังและหลังคา

ผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ไม่ฉาบผิว



R	Component	ΣR from Interior	Temperature Drop from Interior (°C)	Temperature at after edge of Component (°C)
0.120	Inside Air	0.120 / 0.395	0.304 x 5.2 = 1.58	32.92
0.231	Concrete Block	0.351 / 0.395	0.889 x 5.2 = 4.62	29.88
0.044	Outside Air	0.395	1 x 5.2 = 5.2	29.30

* $\Delta T = 34.5 - 29.3 = 5.20$ °C

Outside Temp. = 29.3 °C

(From Climatological Data , Bangkok metro. Station , June Period 1988 -1997)

Inside Temp. = 34.5 °C

(From Measurement Data , Samutprakarn Secondary School Station , June Period 1998)

$$\text{Time Lag (Second)} = dt = \frac{\rho \, Cp \, (dx)^2}{K}$$

เมื่อ ρ = Density (kg. / m^3)

Cp = Specific Heat (J / kg.(°C))

dx = thickness (m.)

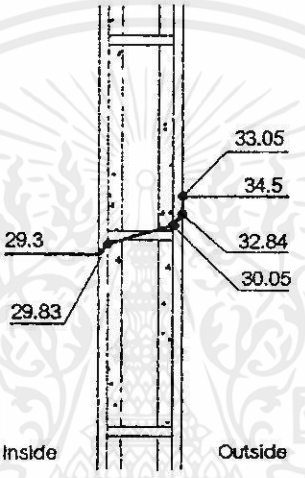
K = conductivity (w / m^2.(°C))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงค่า Time Lag ของ ผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ไม่ฉาบผิว

Component	Description	Time Lag (hs.)
Concrete Block	$1041.3 \times 921.07 \times (0.07)^2 / 0.303$	4.308
	Σ	4.308

ผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ฉาบผิวเรียบ



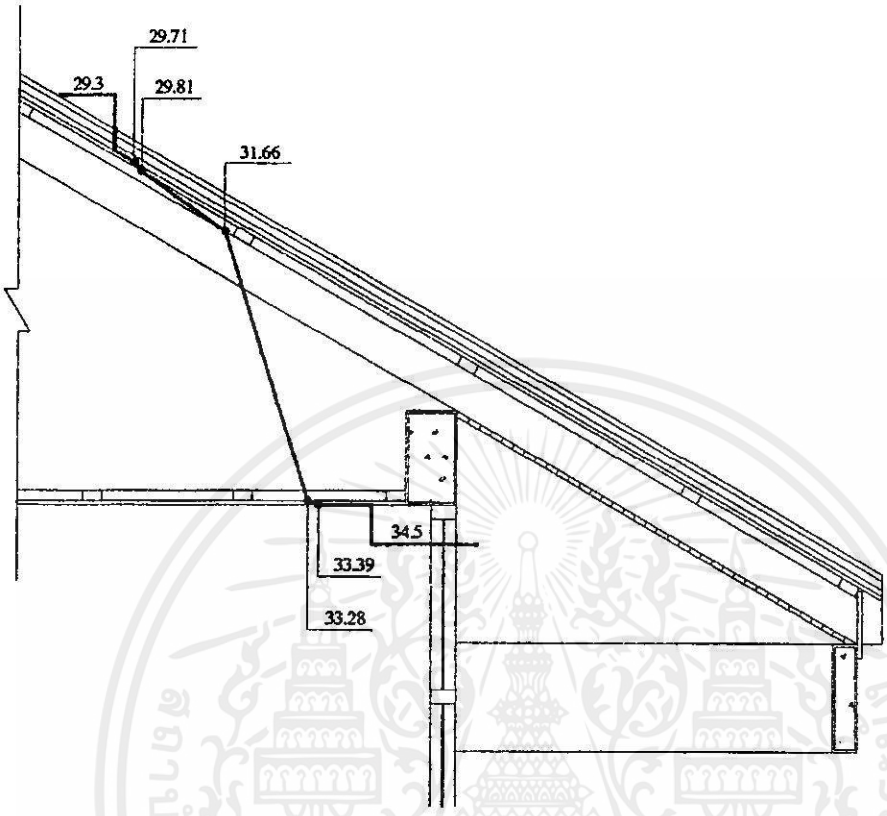
ตารางที่ 4.15 ค่า Time Lag ของ ผนังคอนกรีตบล็อก (Concrete Block) ฉาบเรียบ

R	Component	ΣR from Interior	Temperature Drop from Interior ($^{\circ}$C)	Temperature at after edge of Component ($^{\circ}$C)
0.120	Inside Air	0.120 / 0.431	0.278 x 5.2 = 1.45	33.05
0.018	Plaster Cement	0.138 / 0.431	0.320 x 5.2 = 1.66	32.84
0.231	Concrete Block	0.369 / 0.431	0.856 x 5.2 = 4.45	30.05
0.018	Plaster Cement	0.387 / 0.431	0.387 x 5.2 = 4.67	29.83
0.044	Outside Air	0.431	1 x 5. 2 = 5.2	29.30

Component	Description	Time Lag (hs.)
Plaster Cement	$1853.32 \times 837.34 \times (0.01)^2 / 0.533$	0.081
Concrete Block	$1041.3 \times 921.07 \times (0.07)^2 / 0.303$	4.308
Plaster Cement	$1853.32 \times 837.34 \times (0.01)^2 / 0.533$	0.081
	Σ	4.470

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังคากระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก



ตารางที่ 4.16 ค่า Time Lag ของ หลังคากระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก

R	Component	ΣR from Interior	Temperature Drop from Interior (°C)	Temperature at after edge of Component (°C)
0.150	Inside Air	0.150 / 0.702	0.214 x 5.2 = 1.11	33.39
0.015	Asbestos-Cement Board	0.165 / 0.702	0.235 x 5.2 = 1.22	33.28
0.218	Attic	0.383 / 0.702	0.546 x 5.2 = 2.84	31.66
0.250	Air Gap	0.633 / 0.702	0.902 x 5.2 = 4.69	29.81
0.014	Tile	0.647 / 0.702	0.922 x 5.2 = 4.79	29.71
0.055	Outside Air	0.702	1 x 5. 2 = 5.2	29.30

Component	Description	Time Lag (hs.)
Asbestos-Cement Board	$1922.4 \times 1004.81 \times (0.006)^2 / 0.397$	0.048
Attic	$1.2058 \times 1009 \times (0.50)^2 / 0.026$	3.249
Air Gap	$1.2058 \times 1009 \times (0.0375)^2 / 0.026$	0.018
Tile	$1922.4 \times 1004.81 \times (0.005)^2 / 0.338$	0.039
	Σ	3.354

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการวิเคราะห์ถึงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U. Value) และคุณสมบัติของการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ของวัสดุที่ใช้บริเวณผนังและหลังคา พบว่าการเลือกใช้ประเภทและคุณสมบัติของวัสดุที่มี<u>ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U. Value) ของผนังอยู่ประมาณ 2.30 –2.50 w / m^2 และหลังคาอยู่ประมาณ 1.20 w / m^2 ยังไม่เหมาะสมไม่สามารถสกัดกั้นรังสีความร้อนที่จะผ่านเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีพอ</u> <u>ส่วนค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ของวัสดุที่ใช้ ก็มีช่วงเวลาที่สั้น ประมาณ 3 ชั่วโมงครึ่ง ถึง 4 ชั่วโมง</u>

ฆ. ค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารทางผนังและหลังคา (Q Value)

การตรวจสอบค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารทางผนังและหลังคา จะใช้การตรวจสอบค่าQ ของผนังทึบ , ช่องเปิด และหลังคา โดยแยกคิดทีละด้าน ค่าที่ได้จะแสดงให้ทราบถึงค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารในทิศทางนั้น ๆ

ขั้นตอนในการคิดค่า Q จะใช้โปรแกรม OTTV. ช่วยในการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.17 ค่า Q ของผนังและหลังคาของอาคารเรียน กรณี โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ชื่ออาคาร	Az	ค่า Q ผนังรวม (watt)		ค่า Q หลังคา รวม (watt)	ค่า Q ผนัง (watt/m^2)		ค่า Q หลังคา (watt/m^2)
		ผนังทึบ	ผนัง โปร่งแสง		ผนังทึบ	ผนัง โปร่งแสง	
อาคาร 1	180	8,824.5	[illegible]		29.08	[illegible]	37.89
	-90	4,856.44	-	10,191.87	31.95	-	37.89
	0	[illegible]	13,078.21	1,818.62	[illegible]	126.24	37.89
	90	4,073.33	-	10,191.87	31.33	-	37.89
อาคาร 2	180	5,246.49	-	1,818.62	32.25	-	-
	-90	[illegible]	18,334.97	-	[illegible]	124.73	37.70
	0	5,246.49	-	17,641.73	32.25	-	-
	90	18,077.55	[illegible]	-	29.94	[illegible]	37.70
อาคาร 3	180	18,285.29	17,561.66	17,641.73	33.42	124.73	38.46
	-90	-	-	15,162.51	-	-	-
	0	10,594.25	[illegible]	-	28.90	[illegible]	38.46
	90	[illegible]	-	15,162.51	[illegible]	-	-

หมายเหตุ ▒ Max. ผลการคำนวณค่า OTTV ดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก. ก

จากตารางที่ 4.17 จะเห็นว่าค่า Q ของผนังโปร่งแสงจะมีค่าสูงสุดของผนังแต่ละด้าน ซึ่งเป็นเพราะผนังด้านดังกล่าวมีพื้นที่ของผนังโปร่งแสงมาก การลดค่า Q ผนังโปร่งแสงคงไม่สามารถกระทำได้เพราะต้องการหวังผลทางด้านการระบายอากาศ ฉะนั้นการที่จะลดค่าพลังงานความร้อนให้เข้าสู่อาคารให้น้อยลง จะต้องทำการปรับปรุงค่า Q ของผนังทึบและหลังคาแทน

ฌ. การใช้ปริมาณไฟฟ้ารวม , ภาระแสงสว่างและภาระเครื่องปรับอากาศ ของอาคารเรียน

- ระบบแสงสว่าง (Lighting)

ภาระแสงสว่าง	อาคาร.1	=	20,608	kWh / ปี
	อาคาร.2	=	27,170	kWh / ปี
	อาคาร.3	=	40,184	kWh / ปี
	อาคารประกอบอื่นๆ	=	14,854	kWh / ปี
รวมปริมาณไฟฟ้าที่ใช้กับระบบแสงสว่าง		=	102,816	kWh / ปี
	คิดเป็น	=	102,816 ÷ 170,632 x 100	
		=	**60.3**	%

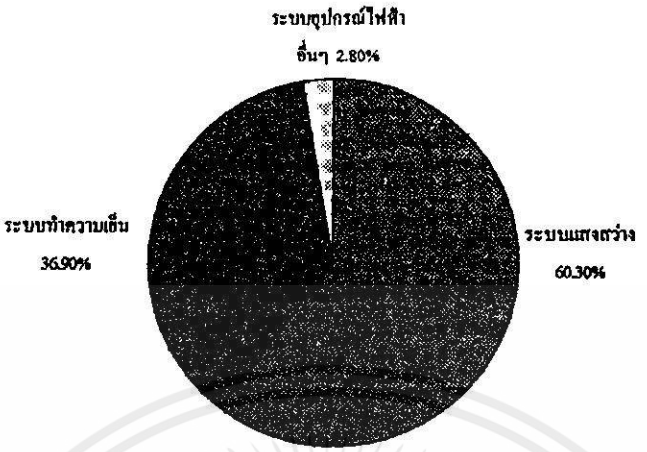
- ระบบทำความเย็น (Air condition $ Electronic Fan)

ภาระทำความเย็น	อาคาร.1	=	31,550.75	kWh / ปี
	อาคาร.2	=	21,556.5	kWh / ปี
	อาคาร.3	=	4,312	kWh / ปี
	อาคารประกอบอื่นๆ	=	5,565.4	kWh / ปี
รวมปริมาณไฟฟ้าใช้กับระบบทำความเย็น		=	62,984.65	kWh / ปี
	คิดเป็น	=	62,984.65 ÷ 170,632 x 100	
		=	**36.9**	%

- ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ

	คิดจาก	=	100 – 60.3 * – 36.9 *	
		=	**2.8 ***	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในโรงเรียนวิสุทธิ์กษัตรี

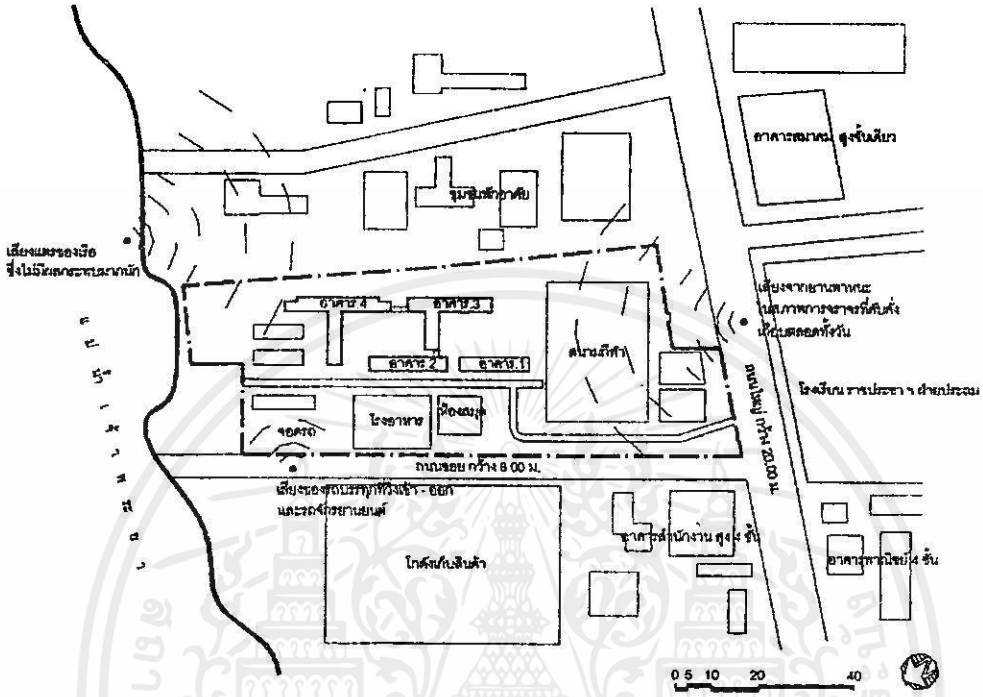
หมายเหตุ : * เทียบกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงเรียนที่เข้าสำรวจ

ผลการวิเคราะห์สัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างมากที่สุด ถึง 60.3 % รองลงมาเป็นระบบทำความเย็นและ อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 โรงเรียน ราชประชา ฯ

ก. ผังบริเวณและปัญหาที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมโดยรอบ



รูปที่ 4.18 แสดงปัญหาที่ได้รับจากสภาพแวดล้อม กรณี โรงเรียน ราชประชา ฯ

สถานที่ตั้ง อยู่นอกเขตชุมชน พื้นที่ดิน ประมาณ 43 ไร่

- ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ติดถนนซอยและโกดังเก็บสินค้า
- ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ติดถนนใหญ่
- ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ติดชุมชนพักอาศัย
- ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ติดแม่น้ำเจ้าพระยา

ปัญหาที่ได้รับจากสภาพแวดล้อม

- เสียงรบกวนจากถนนใหญ่

ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ สภาพจราจรจะหนาแน่นเกือบตลอดทั้งวัน เพราะเป็นเส้นทางการจราจรขนส่งของรถบรรทุกต่าง ๆ

- เสียงรบกวนจากแม่น้ำ

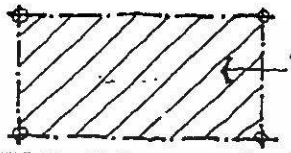
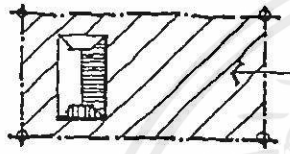
ทางด้านทิศเหนือ เป็นเสียงจากเรือยนต์เล็กที่สัญจรไปมา จะไม่เป็นปัญหามากนัก ยกเว้นจากเรือเดินสมุทรขนาดใหญ่ที่นาน ๆ ถึงจะผ่านมาสักครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เสียงรบกวนจากถนนซอยด้านข้าง

ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นเสียงจากรถบรรทุกที่วิ่งเข้า-ออกโกดังสินค้า ระดับความดังของเสียงมีมากพอสมควร

ตารางที่ 4.18 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องผังบริเวณ

ผังบริเวณ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
	√	
	√	

ข้อดี

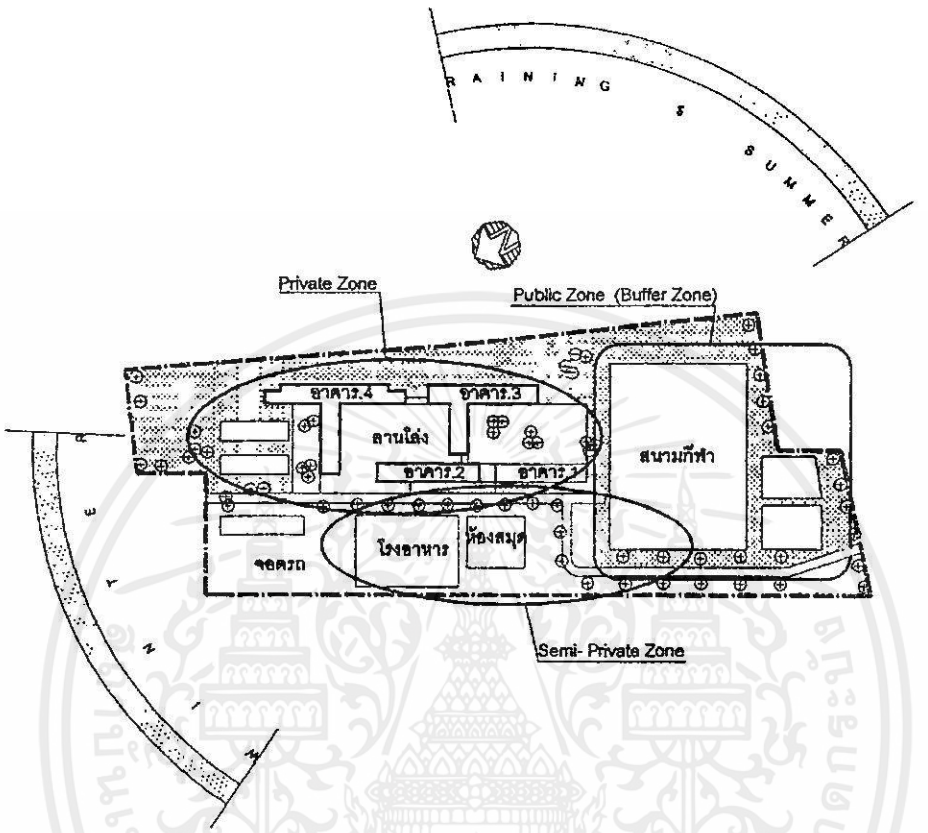
1. อยู่นอกเขตชุมชน การถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อมรอบ ๆ มีน้อย ซึ่งจะมีเพียงปัญหาเรื่องเสียงรบกวนจากยานพาหนะเท่านั้น
2. รูปร่างที่ดิน เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีด้านยาวอยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ และตะวันตกเฉียงเหนือ ทำให้สามารถจัดวางอาคารให้รับกระแสลมธรรมชาติได้ดี
3. พื้นที่ด้านที่ติดถนนใหญ่ เป็นพื้นที่ด้านแคบของที่ดิน ทำให้สามารถควบคุมเสียงรบกวนที่จะมาจากภายนอกได้ง่ายขึ้น

ข้อเสีย

1. ขนาดของที่ดินมีขนาดใหญ่มาก จะเกิดปัญหาในการควบคุมนักเรียน , การจัดหาสถานที่ตั้งและใช้งบประมาณเฉพาะค่าที่ดิน ค่อนข้างสูง
2. อาจจะเกิดปัญหาการเดินทางของนักเรียน ถ้าตั้งอยู่ห่างไกลชุมชน นักเรียนจะต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางมากขึ้น
3. ถ้าจัดวางอาคารให้มีระยะห่างกันมากเกินไป อาจจะเกิดปัญหาการผลัดเปลี่ยนชั่วโมงเรียน นักเรียนต้องใช้เวลาเดินไปยังห้องเรียนต่าง ๆ มากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การวางตำแหน่งตัวอาคารที่มีผลกับทิศทางของแสงแดดและกระแสลม

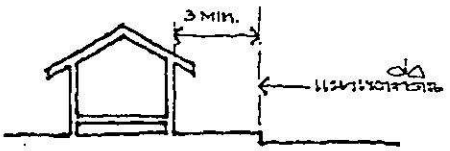
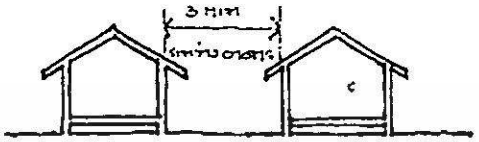
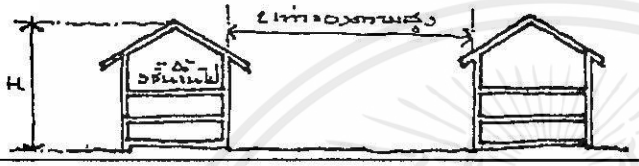


รูปที่ 4.19 แสดงวางตำแหน่งตัวอาคาร กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ

พื้นที่ที่เป็นลานคอนกรีต	=	9,048 m^2.	คิดเป็น	13 %
พื้นที่ที่เป็นภูมิทัศน์	=	35,805 m^2.	คิดเป็น	52 %
พื้นที่ที่เป็นสิ่งปลูกสร้าง	=	15583 m^2.	คิดเป็น	23 %
พื้นที่เศษ(ประมาณ)	=	8364 m^2.	คิดเป็น	12 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องระยะอาคาร

ระยะอาคาร	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
	√	
	√	
		√

ข้อดี

1. จัดวางอาคารในลักษณะ Finger Plan กำหนดตำแหน่งอาคารเรียนให้อยู่ในทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้อาคารเรียน 3 และ 4 ได้รับลมธรรมชาติเต็มที่
2. มีการแบ่ง Zone เป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วน Public Zone หรือ Buffer Zone เป็นส่วนที่มีเสียงดังจึงกำหนดไว้นอกสุด องค์ประกอบของส่วนนี้ได้แก่ สนามกีฬาทั้งหมด ถัดเข้ามาเป็นส่วนของ Semi Private Zone เป็นส่วนที่มีเสียงดังเช่นกันแต่น้อยกว่าส่วนแรก องค์ประกอบของส่วนนี้ได้แก่ โรงอาหาร และโรงยิม ฯ ส่วนในสุดเป็น Private Zone เป็นบริเวณที่ใช้สำหรับทำการเรียนการสอน ต้องการความเงียบ สงบ องค์ประกอบของส่วนนี้จะเป็นห้องเรียนทั้งหมด

ข้อเสีย

1. มีการวางตำแหน่งอาคารสับสนในบางส่วน เช่น นำส่วนที่เป็นห้องสมุด ไปไว้อยู่ใกล้อาคารโรงยิม ฯ และติดกับโรงอาหาร ซึ่งส่วนของห้องสมุด ควรไปอยู่ในเขตของ Private Zone จะเหมาะสมมากกว่า
2. ระยะห่างระหว่างอาคารเรียนทั้ง 3 หลังมีน้อยเกินไป ไม่ถึง 2 เท่าของอาคารที่สูงกว่า ทำให้อาคาร 3 และ 4 บังกระแสลมที่จะพัดเข้าสู่อาคาร 2 เป็นเหตุให้อาคาร 2 ค่อนข้างอับลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

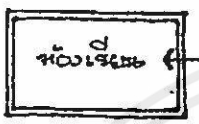
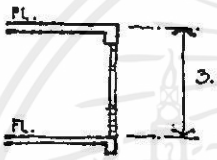
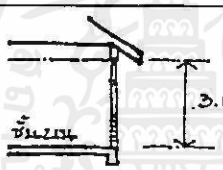
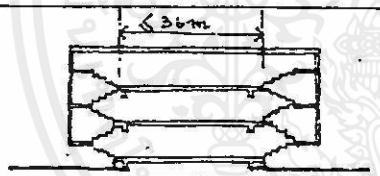
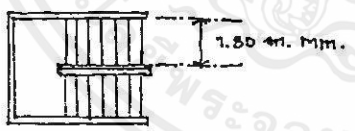
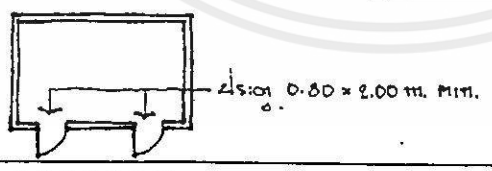
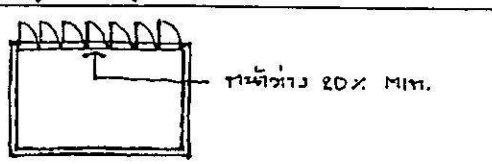
ค. รูปแบบทางกายภาพของตัวอาคารเรียน

อาคาร 2 เป็นอาคาร ค.ส.ล 4 ชั้น ลักษณะ Single Loaded Corridor หลังคาทรงจั่ว ห้องเรียน ขนาด 7.00 x 9.00 x 3.40 m. อุปกรณ์บังแดดชนิด Overhang ยื่น 1.80 m (รูปที่ 4.20)

อาคาร 3 เป็นอาคาร ค.ส.ล 4 ชั้น ลักษณะ Single Loaded Corridor หลังคาทรงปั้นหยา ห้องเรียน ขนาด 7.00 x 9.00 x 3.40 m.อุปกรณ์บังแดดชนิด Overhang ยื่น 1.70 m.(รูปที่ 4.21)

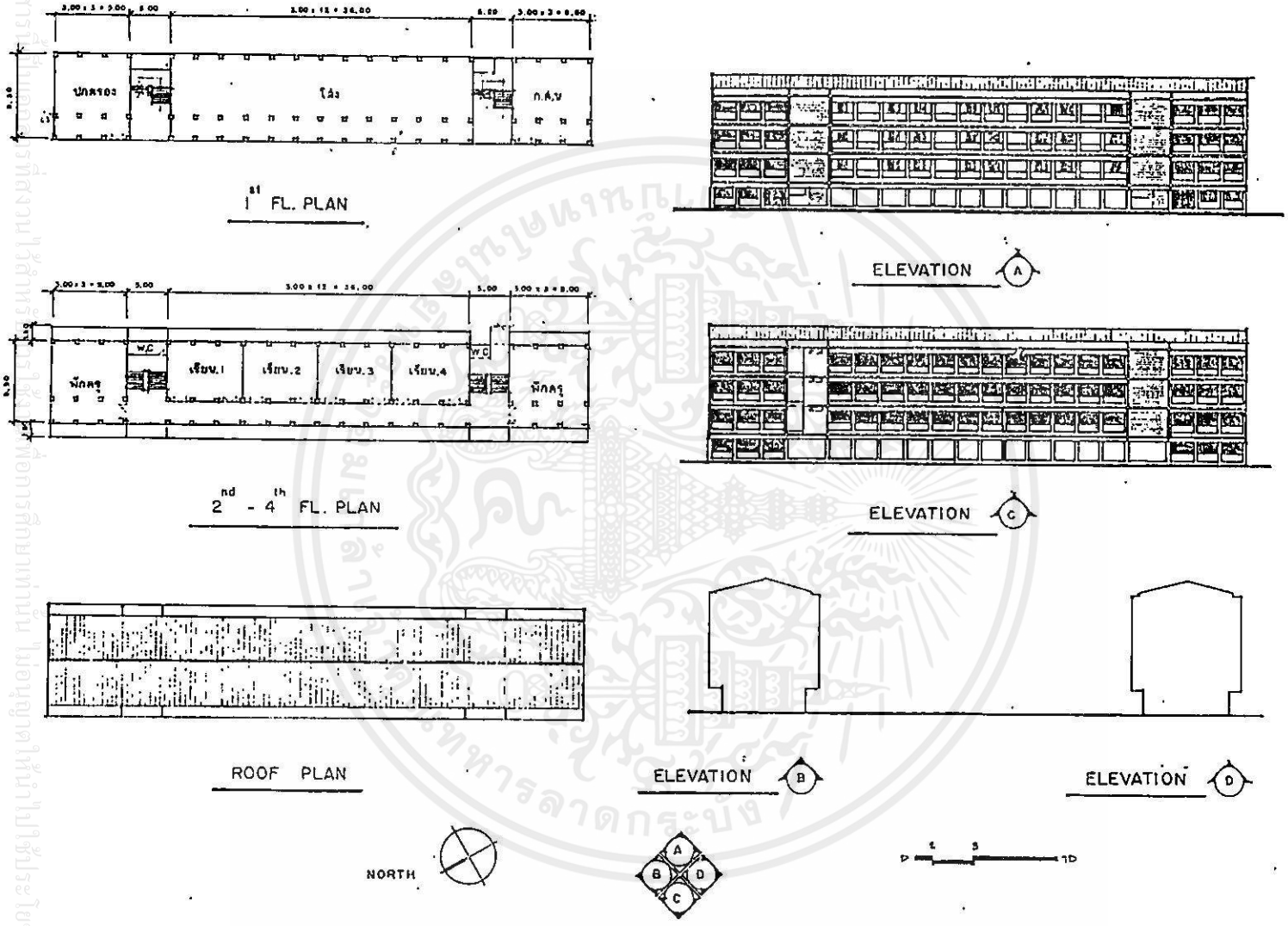
อาคาร 4 เป็นอาคาร ค.ส.ล 4 ชั้น ลักษณะ Single Loaded Corridor หลังคาทรงจั่ว ห้องเรียน ขนาด 8.00 x 9.00 x 3.40 m. อุปกรณ์บังแดดชนิด Overhang ยื่น 1.70 m (รูปที่ 4.22)

ตารางที่ 4.20 ตรวจสอบกฎระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ในเรื่องลักษณะอาคาร

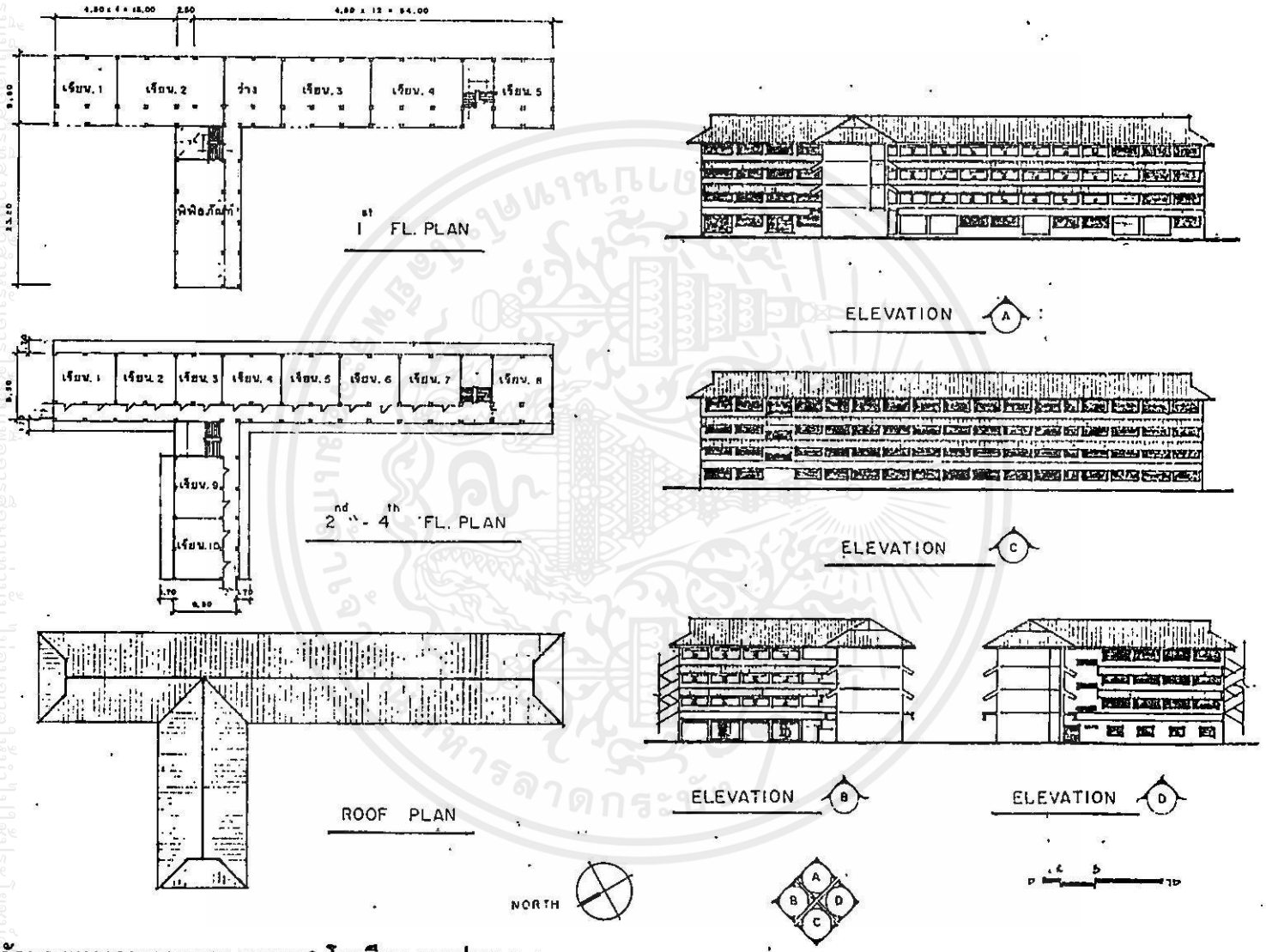
ลักษณะอาคาร	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
	√ ทุกอาคาร	
	√ ทุกอาคาร	
	√ ทุกอาคาร	
	อาคาร2 ห่าง 36 m. อาคาร3 ห่าง 36 m. อาคาร4 ห่าง 32 m.	
	√ ทุกอาคาร	
	√ ทุกอาคาร	
	อาคาร3 มี 28 % อาคาร4 มี 25 %.	อาคาร2 มี 17 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

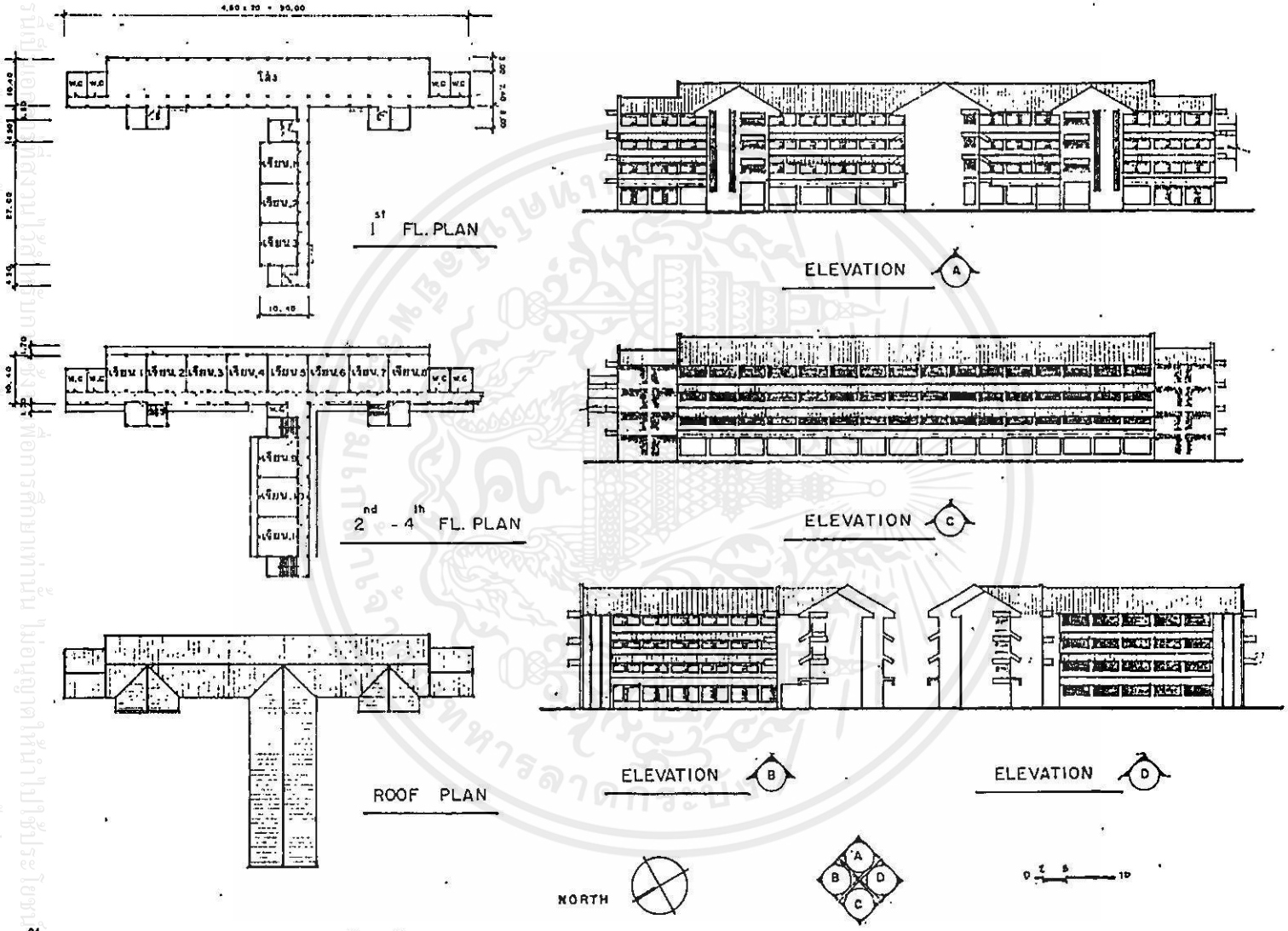
ข้อดีและข้อเสีย **มีความเห็นเหมือนหัวข้อเดียวกันของโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี**



รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะทางกายภาพของ อาคาร 2 โรงเรียน ราชประชา ฯ



รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะทางกายภาพของ อาคาร 3 โรงเรียน ราชประชา ฯ

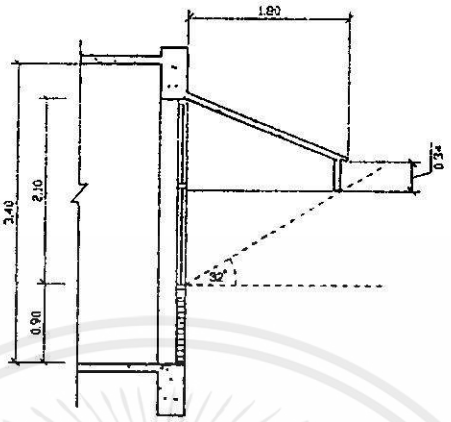


รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะทางกายภาพของ อาคาร 4 โรงเรียน ราชประชา ฯ

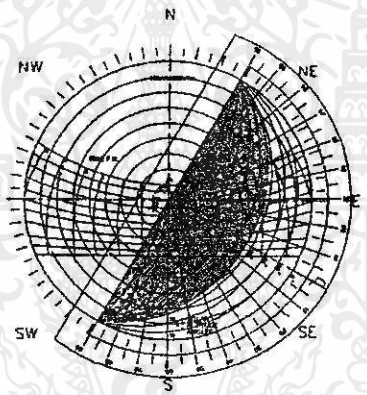
ง. ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

อาคาร 2



แสดงรูปตัดของผนังอาคาร ในทิศทาง Azimuth -60°



แสดง Shading Mask 30 ในทิศทาง Azimuth -60°

Day / Month	wall alt	Sun Penetration	Period 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
22 Jun.	-	-	
24 Jul. / 21 May	-	-	
13 Aug. / 1 May	30	2.0%	
28 Aug. / 16 Apr.	28	2.8%	
11 Sep. / 3 Apr.	25	5.7%	
24 Sep. / 21 Mar.	24	11.0%	
6 Otc. / 8 Mar.	20	13.6%	
20 Otc. / 23 Feb.	19	16.2%	
4 Nov. / 9 Feb.	17	20.0%	
22 Nov. / 21 Jan.	16	23.6%	
22 Dec.	14	29.0%	

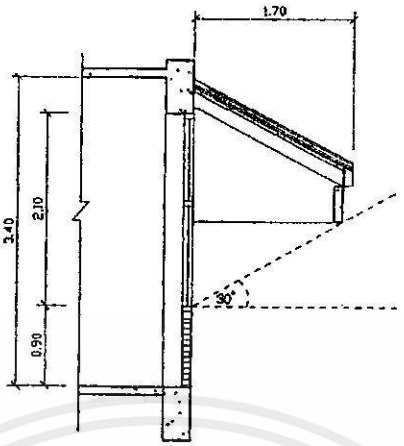
ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าภายในอาคาร เวลาใช้งาน

รูปที่ 4.23 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 2

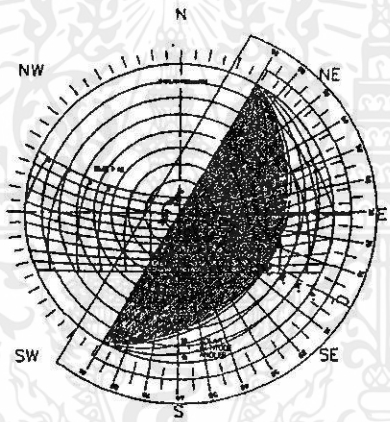
เอกสารนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ที่ได้รับการเผยแพร่ในคลังปัญญาจุฬาฯ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของวิทยานิพนธ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

อาคาร 3



แสดงรูปตัดของผนังอาคาร ในทิศทาง Azimuth -60°



แสดง Shading Mask 30 ในทิศทาง Azimuth -60°

Day / Month	wall alt	Sun Penetration	Preiod 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
22 Jun.	-	-	
24 Jul. / 21 May	-	-	
13 Aug. / 1 May	-	-	
28 Aug. / 16 Apr.	28	1.5%	
11 Sep. / 3 Apr.	25	5.0%	
24 Sep. / 21 Mar.	24	6.4%	
6 Otc. / 8 Mar.	20	11.0%	
20 Otc. / 23 Feb.	19	11.8%	
4 Nov. / 9 Feb.	17	16.4%	
22 Nov. / 21 Jan.	16	20.0%	
22 Dec.	14	24.3%	

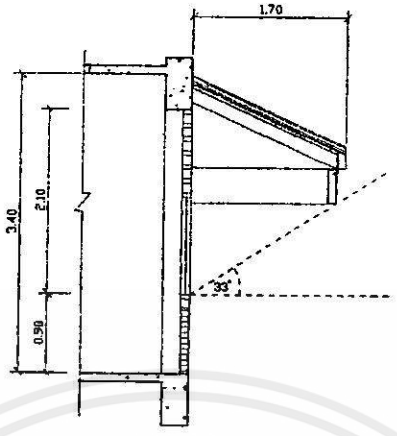
ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าภายในอาคาร เวลาใช้งาน ------

รูปที่ 4.24 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 3

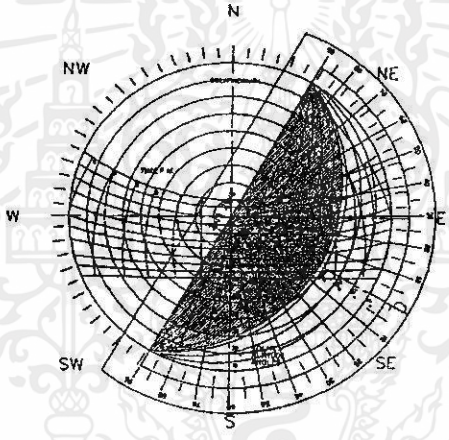
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

อาคาร 4



แสดงรูปตัดของผนังอาคาร ในทิศทาง Azimuth -60°



แสดง Shading Mask '33 ในทิศทาง Azimuth -60°

Day / Month	wall alt	Sun Penetration	Preiod 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
22 Jun.	-	-	
24 Jul. / 21 May	-	-	
13 Aug. / 1 May	30	1.8%	
28 Aug. / 16 Apr.	28	3.8%	
11 Sep. / 3 Apr.	25	7.0%	
24 Sep. / 21 Mar.	24	7.8%	
6 Otc. / 8 Mar.	20	12.9%	
20 Otc. / 23 Feb.	19	14.4%	
4 Nov. / 9 Feb.	17	18.8%	
22 Nov. / 21 Jan.	16	21.6%	
22 Dec.	14	27.4%	

ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องเข้าภายในอาคาร เวลาใช้งาน ------

รูปที่ 4.25 ประสิทธิภาพการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด อาคาร 4

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการตรวจสอบ

ตารางที่ 4.21 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดภายนอก กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ

อาคาร	ทิศทางของผนัง	ประเภทของอุปกรณ์บังแดด	ช่วงเวลาที่มีแสงแดดส่องเข้าอาคาร			Sun Penetration	หมายเหตุ
			7.00 - 10.00	10.01 - 13.00	13.01 - 16.00		
2	-60	Overhang 1.80 m.				2-29%	แสงแดดจะส่องเข้ามาในช่วงเช้าตั้งแต่ พ.ค – ธ.ค มีค่าสูงสุด 29%
3	-60	Overhang 1.70 m.				19-24.3%	"
4	-60	"				1.8-27.4%	"

จากตารางที่ 4.21 จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์บังแดดทั้ง 3 อาคาร สามารถป้องกันแสงแดดในมุมทางตั้งได้ดีตลอดทั้งปี แสงแดดสามารถสาดส่องเข้าอาคารได้ในช่วงเช้า ไม่เกิน 9.00 น.เท่านั้น ส่วนประสิทธิภาพการบังแดดมุมแดดทางนอน อาคารทั้ง 3 หลังไม่สามารถป้องกันได้ เพราะไม่มีอุปกรณ์บังแดดทางนอนเลย (Fin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. ประสิทธิภาพของแสงสว่างธรรมชาติภายในห้องเรียน

รายละเอียดต่าง ๆ ในการตรวจสอบจะเหมือนกับกรณีของโรงเรียน วิสุทธิกษัตรี ฉะนั้น เพื่อไม่ให้ข้อมูลมีความซ้ำซาก จึงขอข้ามในส่วนที่เหมือนกันทั้งหมด

ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่าง ของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร ทิศตะวันออกเฉียงใต้

ตารางที่ 4.22 ค่าความสว่างในแนวตั้งฉาก ภายในห้องตัวแทนชั้น 4 ของอาคารเรียนทั้ง 3 หลังกรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ

ชื่ออาคาร	ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด ฯ			ค่าเฉลี่ย (lux.)
	9.00 น.	12.00 น.	15.00 น.	
อาคาร 2	[illegible]	6744	4950	7272
อาคาร 3	[illegible]	7750	5065	8877
อาคาร 4	[illegible]	7000	5011	8450

หมายเหตุ [illegible] Max.

ตารางที่ 4.23 แสดงประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่างธรรมชาติ ของอุปกรณ์บังแดดต่าง ๆ กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ

ชื่ออาคาร	ค่าความสว่างแนวตั้งภายนอก * (lux)	ค่าความสว่างแนวตั้งภายใน (lux)	ผลต่าง (lux)	%
อาคาร 2	19115.25	7272	11843.25	62
อาคาร 3	19115.25	8877	10238.25	54
อาคาร 4	19115.25	8450	10665.25	56

* ที่มา : R.H.B Exell , Solar Radiation Tables for Architects in Thailand , Asian Institute of Technology , Thailand ,1981

lux = Solar Irradiances x Efficacy

Efficacy = 115.5

จากตารางที่ 4.23 พบว่าอุปกรณ์บังแดดของอาคาร 3 จะมีประสิทธิภาพในการลดทอนแสงสว่างได้น้อยที่สุด คิดเป็น 54 % ของค่าความสว่างภายนอก และเมื่อตรวจสอบกลับไปที่ประเภทของอุปกรณ์บังแดดด้านนี้ พบว่าเป็นชนิด Overhang ที่ยื่นยาว 1.70 ม. มีมุม θ 30° ส่วนอุปกรณ์บังแดดของอาคาร 2 จะมีประสิทธิภาพการลดทอนแสงสว่างได้มากที่สุด ถึง 62 %

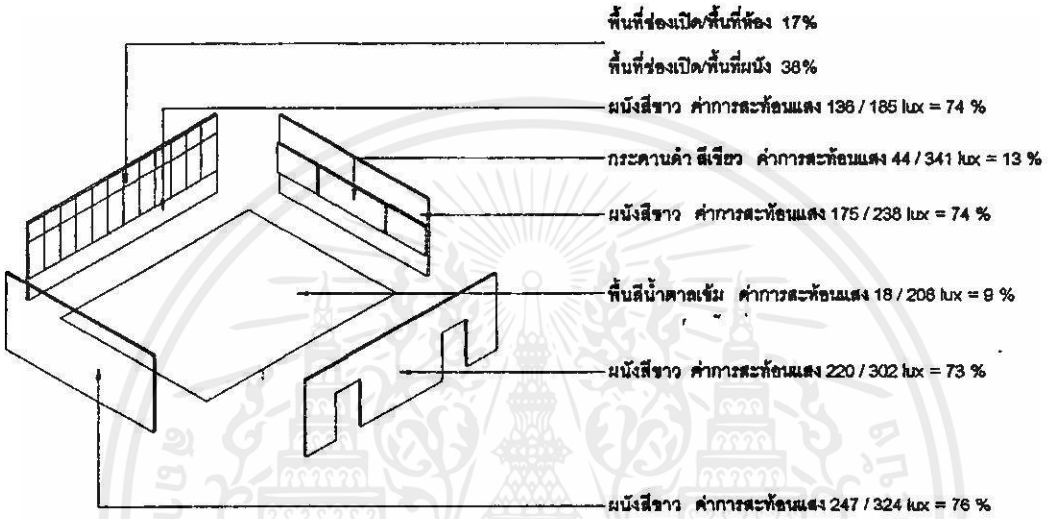
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

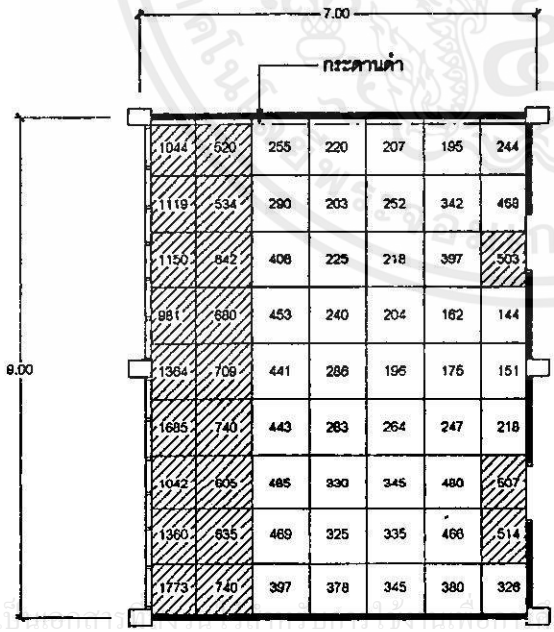
การตรวจสอบอัตราส่วนของพื้นที่ ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติ

การตรวจสอบ กระทำในวันที่ 29 ส.ค 2542 ทุกอาคาร

สภาพท้องฟ้าตลอดทั้งวัน มีเมฆปกคลุมมาก แสงแดดสลัว ๆ สลับกับบางช่วงไม่มีแสง

อาคาร 2 โรงเรียน ราชประชา ฯ เวลา 14.30 น. ช่องเปิดทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ





สัดส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ = 33 %

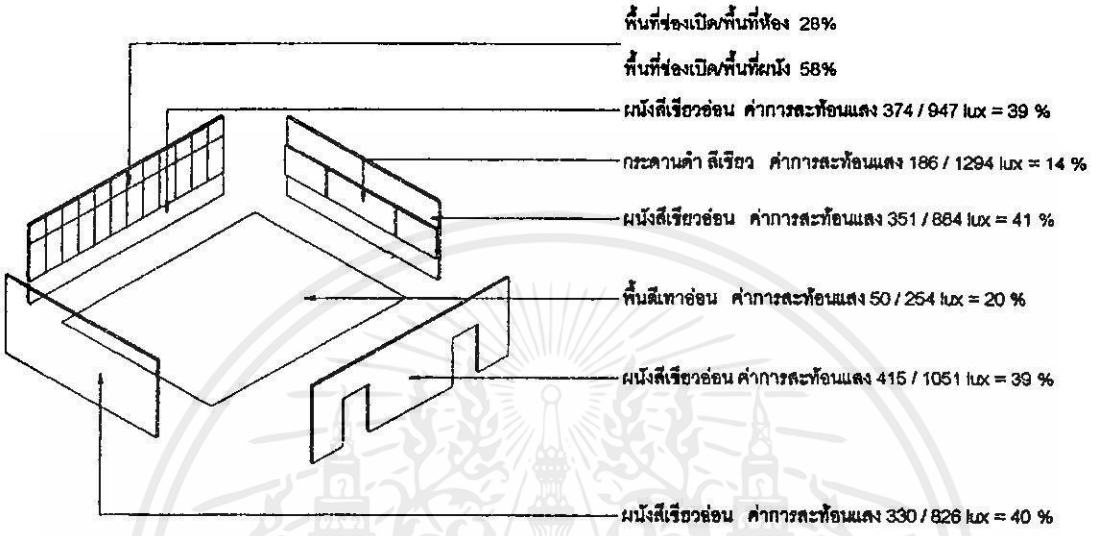
พื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ ระดับ 0.75 m.

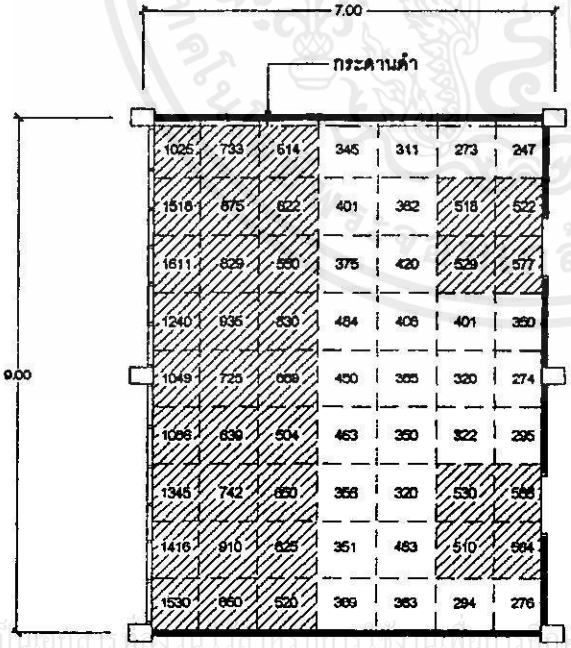
*ไม่มีอิทธิพล Sun Penetration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.26 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร 2

อาคาร 3 โรงเรียน ราชประชา ฯ เวลา 15.30 น. ช่องเปิดทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ





สัดส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ = 57 %

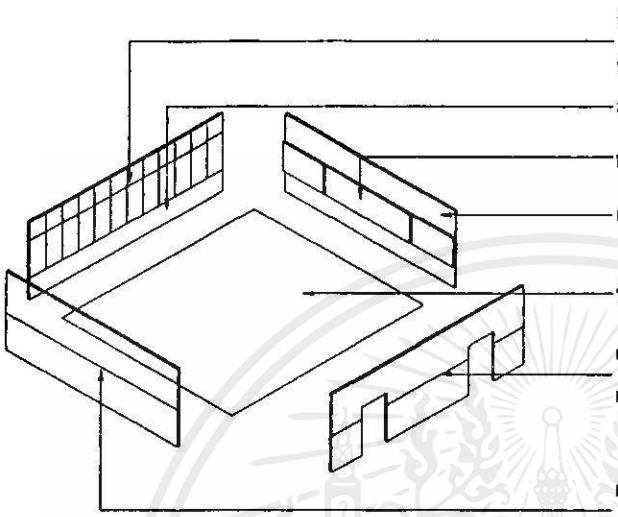
พื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ

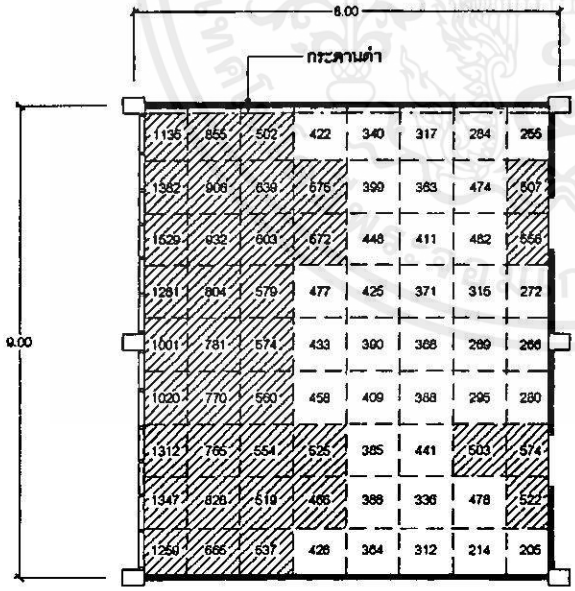
*ไม่มีอิทธิพล Sun Penetration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.27 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร 3

อาคาร 4 โรงเรียน ราชประชา ฯ เวลา 16.00 น. ช่องเปิดทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ





สัดส่วนของพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ = 51 %

พื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ ระดับ 0.75 m.

*ไม่มีอิทธิพล Sun Penetration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.28 สภาพแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ ภายในห้องเรียน ชั้น 4 อาคาร 4

ผลการตรวจสอบ

ก. สำหรับห้องเรียนที่มีการเปิดช่องเปิดทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทั้ง 3 อาคารนั้น ห้องเรียนที่อาคาร 3 และ 4 มีสภาพแสงภายในอยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้ได้ มากกว่า 50 % ยกเว้นห้องเรียนที่อาคาร 2 ที่มีสภาพแสงสว่างภายในที่ต่ำ มีพื้นที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียง 33 % ของพื้นที่ห้อง ซึ่งสาเหตุหลักคงเป็นที่สัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิดที่น้อยเกินไป ซึ่งมีเพียง 17 % เท่านั้น

ข. จากการตรวจสอบค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ ภายในห้อง ผนังภายในห้องที่ทาสีขาวจะมีค่าการสะท้อนแสงสูงสุด ประมาณ 60 – 70 % ตามด้วยสีครีม , สีฟ้าและสีเขียวอ่อน ตามลำดับ ส่วนพื้นห้องที่เป็นไม้กระดานจะมีค่าการสะท้อนแสงที่ต่ำดีกว่าพื้นห้องที่เป็นผิวขัดมัน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ไม่ได้หมายความว่าห้องที่มีวัสดุภายในห้องสะท้อนแสงดี จะมีสภาพแสงสว่างภายในห้องดีที่สุด จะเห็นตัวอย่างได้จากห้องเรียน อาคาร 2 มีการใช้สีขาวทาผนังภายในทั้งห้อง สภาพแสงสว่างภายในห้องก็อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ การใช้สีขาวภายในห้องก็ช่วยให้ห้องสว่างขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น ต่างจากห้องเรียนอื่น ๆ ที่สีผนังภายในห้องมีค่าการสะท้อนแสงปานกลางเท่านั้น แต่มีสภาพแสงสว่างภายในห้องก็อยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่า ดังเช่นห้องเรียน อาคาร 3 และ 4 ของ ซึ่งคงเป็นเพราะมีแสงสว่างจากภายนอกเข้ามาทางช่องเปิดได้มากกว่านั่นเอง

ฉ. สภาพของเสียงรบกวนต่าง ๆโดยรอบ

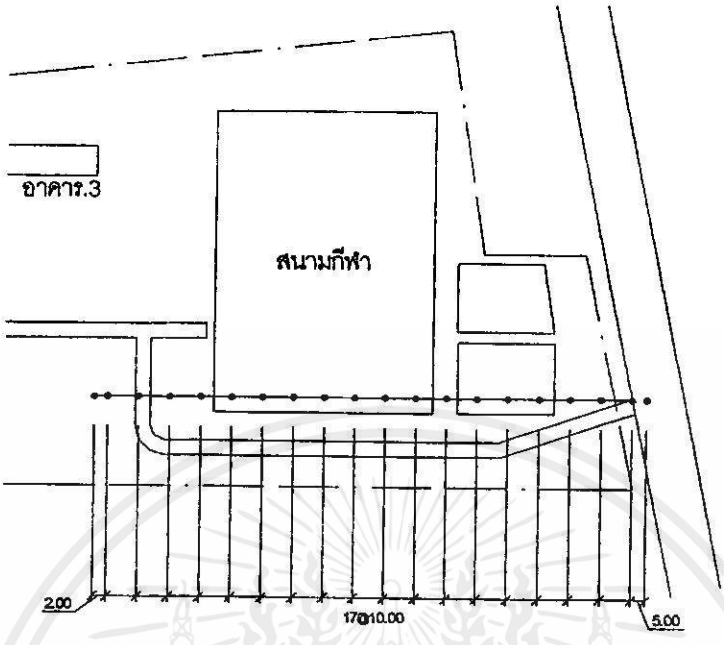
รายละเอียดต่าง ๆ ในการตรวจสอบจะเหมือนกับกรณีของโรงเรียน วิสุทธิกษัตรี ฉะนั้น เพื่อไม่ให้ข้อมูลมีความซ้ำซาก จึงขอข้ามในส่วนที่เหมือนกันทั้งหมด

ขั้นตอนในการตรวจวัดระดับความดังเสียง

ฉ.1 การตรวจวัดระดับเสียงภายนอก

จะทำการตรวจวัด ฯ จากแหล่งกำเนิดเสียง (ถนนใหญ่) โดยกำหนดจุดแรกจะอยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางถนนใหญ่ 4.00 ม. แล้วจึงเพิ่มระยะห่างออกมาเป็นช่วง ๆ ละ 10 ม.จนกระทั่งถึงตัวอาคารเรียน ก็จะทำให้ทราบถึงการลดลงของเสียงในสภาพแวดล้อมจริง เมื่อมีการเพิ่มระยะทางให้ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง ตามรูปที่ 4.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 แสดงจุดตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอกอาคาร กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ

ผลการตรวจสอบ

เสียงรบกวนภายนอก

ตารางที่ 4.24 ผลการตรวจวัดระดับความดังของเสียงภายนอกอาคาร กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ

โรงเรียน ราชประชา ฯ				
แหล่งกำเนิดเสียง	ระยะห่างจากกึ่งกลางถนน (2 เท่า)	ความดังของเสียงที่เกิดขึ้นจริง	ความดังของเสียงที่ได้จากการคำนวณ	ผลต่าง dB
ถนนใหญ่	5	80.7	80.7	0
	10	76.2	74.7	1.50
	20	70.0	68.7	1.30
	40	64.2	62.7	1.50
	80	58.2	56.7	1.50
	160	52.4	50.7	1.70
หน้าอาคารเรียน	172	56.9		1.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 แสดงระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างจุดกำเนิดเสียงรบกวนภายนอกกับอาคารเรียน กรณีโรงเรียน ราชประชา ฯ

โรงเรียน ราชประชา ฯ			
แหล่งกำเนิดเสียง	ระยะห่างจากกึ่งกลางถนน (2 เท่า)	ความดังของเสียงที่ได้จากการคำนวณ	+ ค่าสัม ประสิทธิ์
ถนนใหญ่	320 ม.	44.7	46.2

จากตารางที่ 4.25 จะเห็นได้ว่าตำแหน่งและระยะห่างที่เหมาะสมที่จะใช้กำหนดเป็นแนวที่ตั้งของอาคารเรียน ควรมีระยะห่างจากกึ่งกลางถนนใหญ่มากกว่า 320 เมตร ขึ้นไป (ผลสรุปนี้สามารถนำไปใช้กับบริเวณที่สภาพเสียงรบกวนใกล้เคียงกับข้างต้นเท่านั้น)

การตรวจวัดระดับเสียงภายใน

ตารางที่ 4.26 ระดับความดังของเสียงภายในห้องเรียนตัวแทนทั้ง 6 ห้อง กรณี โรงเรียน ราชประชา ฯ

	ชั้น	ระดับเสียงของครูผู้สอน (dB)	การรบกวนจากสภาพแวดล้อมข้างเคียง	
			สาเหตุ	ความดัง (dB)
อาคาร 2	ชั้น 2	54.1	มีนักเรียนนั่งคุยกันอยู่ข้าง ๆ อาคาร	59.4
	ชั้น 4	51.7	มีนักเรียนนั่งคุยกันอยู่ข้าง ๆ อาคาร	52.3
			เสียงรถยนต์ขับผ่านช้า ๆ	57.0
อาคาร 3	ชั้น 2	48.2	เสียงจากห้องข้างเคียง	50.6
	ชั้น 4	50.2	เสียงจากห้องข้างเคียง	51.4
อาคาร 4	ชั้น 2	49.3	มีกิจกรรมสนาม ข้าง ๆ อาคาร	54.0
			เสียงจากห้องข้างเคียง	50.4
	ชั้น 4	50.0	เสียงจากห้องข้างเคียง	52.1

ระดับเสียงรบกวนภายในห้องเรียนตัวแทน ทั้ง 6 ห้อง พบว่าในสภาวะที่ครูผู้สอนยืนพูดอยู่หน้าชั้นเรียน ระดับเสียงบริเวณหลังห้องเรียนจะอยู่ประมาณ 48 - 54 dB ซึ่งค่าของเสียงระดับนี้ดังเพียงพอที่นักเรียนที่นั่งอยู่หลังห้อง จะได้ยินการสอนของครูผู้สอน ขณะเดียวกันเมื่อมีเสียงรบกวนจากภายนอกแทรกเข้ามา ระดับเสียงจะเพิ่มขึ้นจนถึงประมาณ 59 dB ซึ่งสาเหตุสำคัญที่ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ระดับเสียงรบกวนภายนอกไม่สูงมากนักคงเป็นเพราะ การร่นอาคารเรียนให้อยู่ไกลจากแหล่งเสียงดังไปมาก สำหรับขนาดห้องเรียนก็ไม่มีผลกับการรับฟังของเด็กนักเรียนเช่นกัน

ช. วัสดุ , ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U. Value) และคุณสมบัติของการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ของผนังและหลังคา

รายละเอียดต่าง ๆ ในหัวข้อนี้ผลการตรวจสอบจะเหมือนกับกรณีของโรงเรียน วิสุทธิ-กษัตรีทุกประการ ฉะนั้นเพื่อไม่ให้ข้อมูลมีความซ้ำซาก จึงขอนำไปอ้างอิงกับหัวข้อดังกล่าว

ซ. ค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารทางผนังและหลังคา (Q Value)

การตรวจสอบค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารทางผนังและหลังคา จะใช้การตรวจสอบค่าQ ของผนังทึบ , ช่องเปิด และหลังคา โดยแยกคิดทีละด้าน ค่าที่ได้จะแสดงให้ทราบถึงค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารในทิศทางนั้น ๆ

ขั้นตอนในการคิดค่า Q จะใช้โปรแกรม OTTV. ช่วยในการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.27 ค่า Q ของผนังและหลังคาของอาคารเรียน กรณี โรงเรียน ราชประชา ฯ

ชื่ออาคาร	Az	ค่า Q ผนัง (watt)		ค่า Q หลังคา (watt)	ค่า Q ผนัง (watt/m^2)		ค่า Q หลังคา (watt/m^2)
		ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง		ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	
อาคาร 2	120	[illegible]	20,475.83	13,872.13	31.72	127.34	37.70
	-150	4,792.68	-	-	[illegible]	-	-
	-60	9,899.40	[illegible]	13,872.13	28.75	[illegible]	37.70
	30	4,792.68	-	-	[illegible]	-	-
อาคาร 3	120	[illegible]	[illegible]	12,770.05	35.12	[illegible]	38.46
	-150	9,245.32	6,574.04	5,471.50	33.99	111.80	38.46
	-60	15,841.28	32,667.44	11,500.74	31.18	127.61	38.46
	30	11,494.39	7,353.80	5,471.50	[illegible]	127.67	38.46
อาคาร 4	120	[illegible]	[illegible]	20,216.68	[illegible]	127.16	38.46
	-150	5,212.19	6,722.42	7,477.40	27.91	112.04	38.46
	-60	11,788.83	24,500.58	20,216.68	30.17	127.61	38.46
	30	6,860.02	11,030.71	7,477.40	31.30	[illegible]	38.46

หมายเหตุ [illegible] Max. ผลการคำนวณค่า OTTV ดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการตรวจสอบจะมีความเห็นเหมือนกับกรณีของโรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี คือค่า Q ของผนังโปร่งแสงจะมีค่าสูงสุดของผนังแต่ละด้าน ซึ่งเป็นเพราะผนังด้านดังกล่าวมีพื้นที่ของผนังโปร่งแสงมาก และการที่จะลดค่าพลังงานความร้อนให้เข้าสู่อาคารให้น้อยลง จะต้องทำการปรับปรุงค่า Q ของผนังทึบและหลังคา

ฌ. การใช้ปริมาณไฟฟ้ารวม , ภาระแสงสว่างและภาระเครื่องปรับอากาศ ของอาคารเรียน

- ระบบแสงสว่าง (Lighting)

ภาระแสงสว่าง	อาคาร.1	=	8,606	kWh / ปี
	อาคาร.2	=	71,504	kWh / ปี
	อาคาร.3	=	21,456	kWh / ปี
	อาคาร.4	=	30,228	kWh / ปี
	อาคารประกอบอื่นๆ	=	37,195.50	kWh / ปี
รวมปริมาณไฟฟ้ากับระบบแสงสว่าง		=	168,989	kWh / ปี
	คิดเป็น	=	168,989 ÷ 290,480 x 100	
		=	**58.2**	%

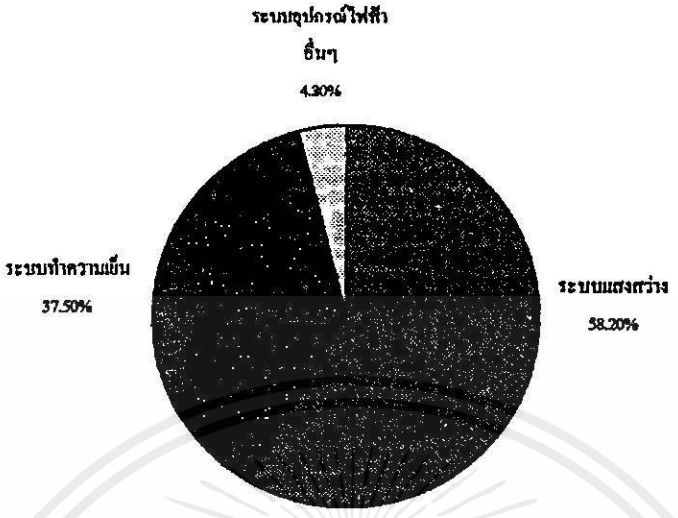
- ระบบทำความเย็น (Air condition $ Electronic Fan)

ภาระทำความเย็น	อาคาร.1	=	59,780	kWh / ปี
	อาคาร.2	=	19,460	kWh / ปี
	อาคาร.3	=	14,612.50	kWh / ปี
	อาคาร.4	=	—	kWh / ปี
	อาคารประกอบอื่นๆ	=	15,347.50	kWh / ปี
รวมปริมาณไฟฟ้ากับระบบทำความเย็น		=	109,200	kWh / ปี
	คิดเป็น	=	109,200 ÷ 290,480 x 100	
		=	**37.5**	%

- ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ

	คิดจาก	=	100 – 58.2 * – 37.5 *
		=	**4.3 *** %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในโรงเรียนราชประชา ฯ

หมายเหตุ : * เทียบกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงเรียนที่เข้าสำรวจ

ขั้นตอนที่.4.2 การเก็บข้อมูลทางแบบสอบถาม

ในขั้นตอนนี้จะทำการเก็บข้อมูลจากผู้ใช้อาคาร โดยวิธีสุ่มตัวอย่าง (Sampling) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะเลือกใช้วิธีคิดเปอร์เซ็นต์ของประชากรทั้งหมด [15] ได้แก่

ถ้าจำนวนประชากรมีอยู่ในหลักร้อย ให้ใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 25 %

ถ้าจำนวนประชากรมีอยู่ในหลักพัน ให้ใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 10 %

ถ้าจำนวนประชากรมีอยู่ในหลักหมื่น ให้ใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 1 %

ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกับจำนวนเด็กนักเรียนภายในโรงเรียนที่กำหนดเป็นอาคารกรณีศึกษาทั้ง 2 แห่ง จำนวนเด็กนักเรียนทั้งหมด 2499 + 1842 = 4341 คน ฉะนั้นเมื่อคิด 10 % ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะมีประมาณ 430 คน และเนื่องจากโครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาในกรณีของโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อให้ผลการตอบแบบสอบถามใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด จึงกำหนดกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาทั้งตอนต้นและตอนปลาย เท่านั้น

การประเมินผลจากแบบสอบถาม จะใช้วิธีเปรียบเทียบทางสถิติ โดยการเทียบสัดส่วนร้อยละ (Percentage) ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง แล้วจึงอ้างอิงกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด (Max.) ในแต่ละปัจจัยสภาพแวดล้อม โดยจะแยกทำการวิเคราะห์ทีละอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมการกระจายของข้อมูลในแต่ละโรงเรียน จะใช้การแบ่งเฉลี่ยให้จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละอาคารเรียนมีจำนวนเท่า ๆ กัน เช่น โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ทั้งหมด 180 คน โรงเรียน ฯ มีอาคารเรียน 3 อาคาร จึงใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างอาคารเรียนละ 60 คน เป็นต้น และในการแจกแบบสอบถาม จะกำหนดเป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างต่อห้อง โดยที่จะไม่ยึดกับตำแหน่งการนั่งของนักเรียน เพื่อที่ต้องการให้ข้อมูลมีการกระจายตัวอย่างทั่วถึง อีกทั้งในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งนี้ มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ไม่สามารถกระทำให้เสร็จภายในวันเดียวได้ ฉะนั้นเงื่อนไขของสภาวะแวดล้อมภายนอกจึงมีความแตกต่างกันไป เนื่องจากไม่สามารถควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้ ดังนั้นในการเก็บข้อมูล จะไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมภายนอก ว่ามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด เช่นบางวันแสงแดดจัด หรือบางวันไม่มีแดด เป็นต้น แต่สิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญและต้องการ คือสภาพความรู้สึกของกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ภายในอาคาร ว่ามีการตอบสนองกับสภาพแวดล้อมภายนอกนั้น ๆ อย่างไร

ส่วนขั้นตอนในการประมวลผล เพื่อความสะดวกในการรวบรวมข้อมูล มีตัวแปรหลาย ๆ ตัวที่ไม่นำมาคำนึงในที่นี้ ไม่ว่าจะเป็น เพศและอายุของกลุ่มตัวอย่าง , ความแตกต่างระหว่างห้องเรียนชั้นบนและชั้นล่าง เป็นต้น

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีการทางสถิติ พร้อมทั้งวิเคราะห์สาเหตุ และปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี (อาคาร.1)

วันที่ 7 ก.ค. 2541 เวลา 10.40 น. อุณหภูมิ 32 °C ความชื้น 56 %

สภาพท้องฟ้า มีเมฆกระจายเป็นกลุ่ม แสงแดดปานกลาง ความเร็วลมที่ปะทะอาคาร 0.2 - 1.1 m/s

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ห้องเรียน ขนาด 8 x 8 x 3.20 m.

พื้น	ค.ส.ล.ขัดมัน	สี เทาเข้ม
ผนัง	อิฐบล็อก	สี ครีม
เพดาน	ท้องพื้นชั้นบน	สี ครีม
อุปกรณ์บังแดด	Overhang ยื่น 1.20 m. ห้อยแผง ค.ส.ล ยาว 0.55 m.	
ติดตั้งหลอด Fluorescent	8 ดวง (ไม่ได้เปิดอุปกรณ์แสงสว่าง)	
ทิศทางช่องเปิด	ทิศเหนือ	

ตารางที่ 4.28 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง

จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Factor / Distance	Lighting					Temperature					Ventilation					Density					Sound				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
0	1	3	6				3	5				1	3	3			5					2	4	2	
1			3	2		2	3	4					2	3	2		4	2					4	3	
2			4	2			1	5					2	2	7	3	3	2	1				5		
3		2	7				4	1						5	4		5	2	1			1	7		
4		1	2	2			6							4			3	3	1				4		
5			3	4		2	5	1						4	1		1	4				1	6	1	
6			6		2	1	4							4	2		5						5		
7		1	3		1		3	2					1	2	3		4	1	2			2	5		
8		1		2	2	3	5						2		3	1	5	2					4	4	
Σ	1	8	34	12	5	8	34	18				1	10	27	22	4	35	16	5			6	44	10	
$\bar{X}$	1	1.6	4.3	2.4	1.7	2	3.8	3				1	2	3.4	3.1	2	3.9	2.3	1.3			1.5	4.9	2.5	
S.D	-	0.9	1.8	0.9	0.6	0.8	1.5	1.9				-	0.7	1.1	2	1.4	1.4	1	0.5			0.6	1.1	1.3	

ตารางที่ 4.29 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ ของกลุ่มตัวอย่าง

จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Factor / Satisfied	Lighting		Temperature		Ventilation		Density		Sound	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
5	1	1.67	8	13.33	-	-	4	6.67	-	-
4	8	13.33	34	56.67	1	1.67	35	58.33	6	10.00
3	34	56.67	18	30.00	10	16.67	16	26.67	44	73.33
2	12	20.00	-	-	27	45.00	5	8.33	10	16.67
1	5	8.33	-	-	22	36.67	-	-	-	-
Σ	60	100	60	100	60	100	60	100	60	100

หมายเหตุ : ค่าสูงสุด (Max.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไฟล์ไปเผยแพร่ต่อ ไม่ว่าจะเป็นการให้ยืม หรือให้เช่า

โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี (อาคาร.1)

ตารางที่ 4.30 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร กรณี อาคาร.1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Factor	ปัญหาที่เกิดขึ้น	สาเหตุที่มาของปัญหา
Lighting	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า แสงสว่างภายในห้องเพียงพอ แก่การใช้งาน ประมาณ 57 % และอีกประมาณ 20 % ระบุว่าแสงสว่างภายในห้องน้อยไปเล็กน้อย	1. การเปิดช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ ซึ่งจัดว่าเหมาะสมดีแล้ว 2. ค่า SC2 (ค่า ส.ป.ส ของอุปกรณ์บังแดด) และสภาพแวดล้อมภายในห้องอาจจะเป็นตัวการ ที่ลดปริมาณแสงสว่างภายในห้อง
Temperature	1. อุณหภูมิ ภายในห้องค่อนข้างร้อน	1. จากการตรวจวัด ฯ พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในห้องมีค่า 32 °C 2. ระบบป้องกันความร้อน ของตัวอาคารยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์บังแดด หรือ วัสดุประกอบอาคาร
Ventilation	1. ส่วนใหญ่ ระบุว่ารู้สึกว่ามี กระแสลมพัดจากภายนอกเข้ามา ภายในห้องเพียงเล็กน้อย จนถึงไม่รู้สึกว่า มีกระแสลมพัดเข้ามา โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ประมาณ 45 –37 % ตามลำดับ	1. ตรวจสอบพื้นที่ช่องเปิด ห้องเรียนขนาด 8 x 8 m. จำนวนนักเรียน 45 คน = 14.06 m^2 > 20 % 2. เป็นผลที่เกิดจากการวางอาคารข้างเคียง กีดขวางทิศทางลมประจำถิ่น กระแสลมที่พัดมาทางทิศใด้ จะถูกอาคารบดบัง อีกทั้งช่องเปิดทางด้านนี้ก็มีขนาดเล็กรวมทั้งยังมีระเบียงกันตกที่ทึบตัน กระแสลมที่ผ่านเข้าห้องจึงน้อย 3. ช่วงเดือนกรกฎาคม ลมประจำถิ่นจะพัดมาทางทิศใด้ จึงมีกระแสลมที่จะพัดเข้าช่องเปิดทางทิศเหนือน้อย
Density	1. ความรู้สึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนภายในห้อง ระบุว่าจำนวนนักเรียน 41 –45 คน แน่นเกินไป	1. ห้องเรียนขนาด 8 x 8 m. เมื่อเทียบสัดส่วนพื้นที่ต่อคนจะได้ 1.42 m^2/คน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำเกินไป ควรจะมากกว่า 1.80 m^2/ คน จะเหมาะสมกว่า
Sound	1. ส่วนใหญ่ระบุว่าได้ยินเสียงของครูผู้สอนที่ยืนอยู่หน้าชั้นเรียนชัดเจน 2. ได้รับการรบกวน จากสภาพแวดล้อมภายนอกอยู่บ้างแต่ไม่มากนัก สังเกตจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ระบุว่าได้ยินเสียงชัดบ้างไม่ชัดบ้าง ประมาณ 17 %	1. ระดับเสียงของครูผู้สอน โดยเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 47 –53 dB. 2. การป้องกันเสียงรบกวนทั้งภายนอกและภายในอาคาร ยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี (อาคาร.2)

วันที่ 8 ก.ค 2541 เวลา 13.10 น. อุณหภูมิ 34 °C ความชื้น 58 %

สภาพท้องฟ้า มีเมฆน้อย ท้องฟ้าโปร่ง แสงแดดจัด ความเร็วลมที่ปะทะอาคาร 0.2 - 0.8 m/s

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ห้องเรียน ขนาด 8 x 8 x 3.20 m.

พื้น	หินขัด	สี เทาเข้ม
ผนัง	ไม้อัด หนา 10 mm.	สี ครีม
เพดาน	ท้องพื้นชั้นบน	สี ครีม
อุปกรณ์บังแดด	Overhang ยื่น 1.20 m. ห้อยแผง ค.ส.ล ยาว 0.55 m.	
ติดตั้งหลอด Fluorescent	8 ดวง (ไม่ได้เปิดอุปกรณ์แสงสว่าง)	
ทิศทางช่องเปิด	ทิศตะวันตก	

ตารางที่ 4.31 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง

จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Factor / Distance	Lighting					Temperature					Ventilation					Density					Sound				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
0	2	4				4	3						3	4			5		2				2	5	
1	2	2	3			2	2	3					1	5	3	1	5		1				3	4	
2		4	3			2	6						2		5			4	1				4	3	1
3		2	5				5	2						6	4		3	5				2	5		
4			5	2			3	1					1	3	4		4	3	1				3		
5			4	1			6								2	1	6					1	4		2
6			6		2	3	2	1						3	4		2	6				2	5		
7			4	1	1	2	5	3					2	2	3		5						5	2	
8		1	4	2			5								3		3		2				4	3	
Σ	4	13	34	6	3	13	37	10					9	23	28	2	33	18	7			5	35	17	3
$\bar{X}$	2	2.6	4.3	1.5	1.5	2.6	4.1	2					1.8	3.8	3.5	1	4.1	4.5	1.4			1.7	3.9	3.4	1.5
S.D	-	1.3	1	0.6	0.7	0.9	1.6	1					0.8	1.5	0.9	-	1.4	1.3	0.5			0.6	1.1	1.1	0.7

ตารางที่ 4.32 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ ของกลุ่มตัวอย่าง

จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Factor / Satisfied	Lighting		Temperature		Ventilation		Density		Sound	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
5	4	6.67	13	21.67	-	-	2	3.33	-	-
4	13	21.67	37	61.67	-	-	33	55.00	5	8.33
3	34	56.67	10	16.67	9	15.00	18	30.00	35	58.33
2	6	10.00	-	-	23	38.33	7	11.67	17	28.33
1	3	5.00	-	-	28	46.67	-	-	3	5.00
Σ	60	100	60	100	60	100	60	100	60	100

หมายเหตุ : ค่าสูงสุด (Max.)

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี (อาคาร.2)

ตารางที่ 4.33 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร กรณี อาคาร.2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Factor	ปัญหาที่เกิดขึ้น	สาเหตุที่มาของปัญหา
Lighting	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า แสงสว่างภายในห้องเพียงพอ แก่การใช้งาน ประมาณ 57 % และอีกประมาณ 22 % ระบุว่าแสงสว่างภายในห้องค่อนข้างมาก	1. พลังงานรังสีดวงอาทิตย์ทางด้านทิศตะวันตก จะมีความเข้มสูง ประกอบกับการสะท้อนแสงจากอาคารข้างเคียง (Reflected Solar Radiation) เข้าสู่ภายในห้องเรียน จึงเป็นผลทำให้สภาพแสงสว่างภายในห้องสูงกว่าห้องเรียนอาคารอื่น ๆ
Temperature	1. อุณหภูมิ ภายในห้องค่อนข้างร้อน	1. การเปิดช่องเปิดทางด้านทิศตะวันตก ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง เพราะนอกจากพลังงานรังสีดวงอาทิตย์จะมีความเข้มสูงแล้ว ทิศทางและมุมลาดของแสงแดดก็มี มุมต่ำกว่าทิศอื่น ๆ เป็นผลทำให้แสงแดดสาดส่องเข้ามาภายในห้องได้ลึกขึ้น
Ventilation	1. ส่วนใหญ่ระบุว่าไม่รู้สึก ถึงกระแสลมที่พัดเข้ามาภายในห้องเลย ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 47 % และมีกลุ่มที่รู้สึกว่ามี กระแสลมพัดจากภายนอกพัดเข้ามาภายในห้องเพียงเล็กน้อย 38 %	1. ตรวจสอบพื้นที่ช่องเปิด ห้องเรียนขนาด 8 x 8 m. จำนวนนักเรียน 45 คน = 14.06 m^2 > 20 % 2. ในช่วงเดือนกรกฎาคม จะมีกระแสลมที่พัดมาทางทิศตะวันตก การเปิดช่องเปิดของตัวอาคารทางด้านนี้ น่าจะส่งผลดีให้แก่ผู้ใช้อาคาร แต่ผลที่ได้กลับไม่เป็นเช่นนั้น ซึ่งอาจจะเกิดจากการถูกบังจากสภาพแวดล้อมภายนอก อีกทั้งข้อจำกัดของอุปกรณ์เปิด-ปิดหน้าต่าง (วิทโก้) ที่ไม่สามารถเปิดได้กว้างมากนัก ทำให้กระแสลมที่ทัดมาปะทะกับบานหน้าต่างแทนที่จะเข้าห้อง
Density	1. ความรู้สึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนภายในห้อง ระบุว่าจำนวนนักเรียน 41 –45 คน แน่นเกินไป	1. ห้องเรียนขนาด 8 x 8 m. เมื่อเทียบสัดส่วนพื้นที่ต่อคนจะได้ 1.42 m^2/คน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำไป ควรจะมากกว่า 1.80 m^2/ คน จะเหมาะสมกว่า
Sound	1. ส่วนใหญ่ระบุว่าได้ยินเสียงของครูผู้สอนที่ยืนอยู่หน้าชั้นเรียนชัดเจน 2. การถูกรบกวน จากสภาพแวดล้อมภายนอกค่อนข้างมากสังเกตจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ระบุว่าได้ยินเสียงชัดบ้างไม่ชัดบ้าง ประมาณ 28 %	1. ระดับเสียงของครูผู้สอน โดยเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 54 – 60 dB. 2. เสียงรบกวนส่วนใหญ่ มาจากตลาดสดด้านหลังอาคาร นอกจากเสียงรบกวนแล้วยังมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี (อาคาร.3)

โรงเรียน วิสุทธิกษัตรี (อาคาร.3)

วันที่ 9 ก.ค 2541 เวลา 10.20 น. อุณหภูมิ 32 °C ความชื้น 60 %

สภาพท้องฟ้า มีเมฆกระจายเป็นกลุ่ม แสงแดดค่อนข้างจัด ความเร็วลมที่ปะทะอาคาร 0.4 - 2.8 m/s

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ห้องเรียน ขนาด 7 x 9 x 3.30 m.

พื้น ค.ส.ล ขัดมัน สี เทาเข้ม

ผนัง ไม้อัด หนา 10 mm. สี เขียวอ่อน

เพดาน ท้องพื้นชั้นบน สี ขาว

อุปกรณ์บังแดด Overhang ยื่น 1.50 m.

ติดตั้งหลอด Fluorescent 18 ควง (ไม่ได้เปิดอุปกรณ์แสงสว่าง)

ทิศทางช่องเปิด ทิศใต้

ตารางที่ 4.34 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Factor / Distance	Lighting					Temperature					Ventilation					Density					Sound				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
0		5	4				2	2				5	4				6	3				5	4	5	
1		3	5				4	3				3	5				2	5				1	4	3	1
2		3	3			2		6					3	2			3		3			2	3	2	
3			4	1			3	7					6	3		1	4						5	4	
4		4	6	1		1	3	4					3	1			3	5				2	4		
5			4	1	1	1	3	5					6	2	1		5	2	2			1	3		2
6			5	3			2	6					4	2	1		4	5					5	3	
7			4	1	2	1	3	2					2	4	3	1	4		2				2	4	
-																									
Σ		15	35	7	3	5	20	35				8	33	14	5	2	31	20	7			11	30	21	5
X̄		3.8	4.4	1.4	1.5	1.3	2.9	4.4				4	4.1	2.3	1.7	1	3.9	4	2.3			2.2	3.8	3.5	1.5
S.D		1	0.9	0.9	-	0.5	0.7	1.9				1.4	1.5	1	1.2	-	1.2	1.4	0.6			1.6	1	1	0.7

ตารางที่ 4.35 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ ของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Factor / Satisfied	Lighting		Temperature		Ventilation		Density		Sound	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
5	-	-	5	8.33	-	-	2	3.33	-	-
4	15	25.00	20	33.33	8	13.33	31	51.67	6	10.00
3	35	58.33	35	58.33	33	55.00	20	33.33	30	50.00
2	7	11.67	-	-	14	23.33	7	11.67	21	35.00
1	3	5.00	-	-	5	8.33	-	-	3	5.00
Σ	60	100	60	100	60	100	60	100	60	100

หมายเหตุ : ค่าสูงสุด (Max.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.36 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร กรณี อาคาร.3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

Factor	ปัญหาที่เกิดขึ้น	สาเหตุที่มาของปัญหา
Lighting	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า แสงสว่างภายในห้องเพียงพอ แก่การใช้งาน ประมาณ 58 % และอีกประมาณ 25 % ระบุว่าแสงสว่างภายในห้องค่อนข้างมาก	1. ด้านทิศใต้ก็เป็นอีกด้านหนึ่งที่มีค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่สูง การเปิดช่องเปิดทางด้านทิศนี้ ประกอบกับค่า SC2 (ค่า ส.ป.ส ของอุปกรณ์บังแดด) มีค่าไม่สูงมากนัก จึงเป็นผลทำให้สภาพแสงสว่างภายในห้องมีมากขึ้น
Temperature	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า อุณหภูมิภายในห้องอยู่ในระดับที่พอเหมาะ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ประมาณ 58 % และอีกประมาณ 33 % ระบุว่าค่อนข้างร้อน	1. สภาพอุณหภูมิภายในห้อง จากการตรวจวัด ฯ พบว่าอยู่ประมาณ 32 °C ซึ่งก็จัดว่ามีค่าอุณหภูมิสูงพอสมควร นักเรียนส่วนใหญ่น่าจะอยู่ในสภาพห้องที่ค่อนข้างร้อน แต่ส่วนใหญ่กลับระบุว่าอุณหภูมิ ฯอยู่ในระดับที่พอเหมาะ ซึ่งคงเป็นผลมาจาก การได้รับอิทธิพลจากกระแสลม เข้ามาช่วยระบายความร้อนที่ผิวกายออกไป
Ventilation	1. ส่วนใหญ่ ระบุว่าได้รับความสบายจากกระแสลม ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 55 % และอีกประมาณ 23 % เป็นกลุ่มที่รู้สึกว่ามีกระแสลมพัดจากภายนอก เข้ามาเล็กน้อย	1. ตรวจสอบพื้นที่ช่องเปิด ห้องเรียนขนาด 7 x 9 m. จำนวนนักเรียน 45 คน = 16.60 m^2 > 20 % 2. เป็นผลจากการเปิดช่องเปิดทางใต้ ซึ่งจะได้รับอิทธิพลของลมประจำถิ่น ที่จะพัดมาปะทะอาคาร ก่อให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศสูงและต่ำในด้านตรงกันข้าม ทำให้อากาศไหลผ่านตัวอาคาร หรือที่เรียกว่า Cross Ventilation
Density	1. ความรู้สึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนภายในห้อง ระบุว่าแน่นเกินไป ประมาณ 52 %	1. ห้องเรียนขนาด 7 x 9 m. กับจำนวนนักเรียน 45 คน จะได้ 1.40 m^2/คน สรุปความเห็นควรจะมากกว่า 1.80 m^2/ คน จะเหมาะสมกว่า
Sound	1. ส่วนใหญ่ระบุว่าได้ยินเสียงของครูผู้สอนที่ยืนอยู่หน้าชั้นเรียนชัดเจน 2. การถูกรบกวน จากสภาพแวดล้อมภายนอกค่อนข้างมาก สังเกตจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ระบุว่าได้ยินเสียงชัดบ้างไม่ชัดบ้าง ประมาณ 35 %	1. ระดับเสียงของครูผู้สอน โดยเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 48 - 53 dB. 2. เสียงรบกวนส่วนใหญ่ มีต้นกำเนิดเสียงอยู่ทางทิศใต้ และเป็นด้านเหนือลม เสียงดังกล่าวจึงถูกพัดพามากับกระแสลม เป็นผลทำให้ระดับเสียงรบกวนภายในห้องสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน ราชประชา ฯ (อาคาร.2)

วันที่ 15 ก.ค. 2541 เวลา 10.00 น. อุณหภูมิ 32 °C ความชื้น 51 %

สภาพท้องฟ้า มีเมฆมาก แสงแดดสลัว ความเร็วลมที่ปะทะอาคาร 0.1 - 0.5 m/s

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ห้องเรียน ขนาด 7 x 9 x 3.20 m.

พื้น	ไม้กระดาน	สี น้ำตาลเข้ม
ผนัง	ไม้อัด หนา 10 mm.	สี ขาว
เพดาน	ท้องพื้นชั้นบน	สี ขาว
อุปกรณ์บังแดด	Overhang ยื่น 1.80 m. ห้อยแผง ค.ส.ล ยาว 0.30 m.	
ติดตั้งหลอด Fluorescent	12 ดวง (ส่วนใหญ่เปิดอุปกรณ์แสงสว่าง)	
ทิศทางช่องเปิด	ทิศตะวันออกเฉียงใต้	

ตารางที่ 4.37 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง

จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.2 โรงเรียน ราชประชา ฯ

Factor / Distance	Lighting					Temperature					Ventilation					Density					Sound				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
0		2	3	4			6	5					4	5			6	3					7	2	
1			2	7			7	4					2	6	3		6	4				1	6		
2			4	4	2	2	5							4	4	1	3	9				2	7	2	
3			5	7		2	6	3						5	7		5	4					7	3	2
4				5	5	4	6							4	7	3	8		2			4	5		3
5				5	8	3	5	2							9		5	4	1				9	1	
6			1	6	4	4	6	2					1	4	6	2	7		1				6	3	2
7				5	4	3	8						2	4	6	3	5	1					9	2	
-																									
Σ		2	15	43	23	18	49	16					9	32	42	9	45	25	4			7	56	13	7
$\bar{X}$		2	3	5.4	4.6	3	6.1	3.2					2.3	4.6	6	2.3	5.6	4.2	1.3			2.3	7	2.2	2.3
S.D		-	1.6	1.2	2.2	0.9	1	1.3					1.3	0.8	2	1	1.5	2.6	0.6			1.5	1.4	0.8	0.6

ตารางที่ 4.38 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ ของกลุ่มตัวอย่าง

จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.2 โรงเรียน ราชประชา ฯ

Factor / Satisfied	Lighting		Temperature		Ventilation		Density		Sound	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
5	-	-	18	21.69	-	-	9	10.84	-	-
4	2	2.41	49	59.04	-	-	45	54.22	7	8.43
3	15	18.07	16	19.28	9	10.84	25	30.12	56	67.47
2	43	51.81	-	-	32	38.55	4	4.82	13	15.66
1	23	27.71	-	-	42	50.60	-	-	7	8.43
Σ	83	100	83	100	83	100	83	100	83	100

หมายเหตุ : ค่าสูงสุด (Max.)

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ก่อน ขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาอนุญาตให้ใช้เนื้อหาบางส่วนหรือทั้งหมดของเอกสารนี้ โดยจะต้องได้รับการอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์ก่อนเท่านั้น

โรงเรียน ราชประชา ฯ (อาคาร.2)

ตารางที่ 4.39 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร กรณี อาคาร.2 โรงเรียน ราชประชา ฯ

Factor	ปัญหาที่เกิดขึ้น	สาเหตุที่มาของปัญหา
Lighting	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า แสงสว่างภายในห้องเรียนค่อนข้างน้อย ค่าเฉลี่ยประมาณ 52 % และอีกประมาณ 28 % ระบุว่าแสงสว่างภายในห้องน้อยมาก ไม่เพียงพอแก่การใช้งาน	1. พื้นที่ช่องเปิดรับแสงสว่าง ของตัวอาคารมีขนาดเล็ก 2. ประสิทธิภาพการสะท้อนแสง ของวัสดุภายในห้องเรียน มีค่าที่ต่ำ 3. ค่า SC2 (ค่า ส.ป.ส ของอุปกรณ์บังแดด) มีส่วนในการลดแสงสว่างที่จะเข้าภายในห้อง ค่อนข้างมาก 4. วันที่ทำการตรวจสอบ ฯ สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก และแสงแดดสลัว ๆ จึงทำให้ระดับแสงสว่างภายในห้องเรียนน้อยตามไปด้วย
Temperature	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า อุณหภูมิภายในห้องอยู่ในระดับที่ค่อนข้างร้อน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ประมาณ 59 %	1. จากการตรวจวัด ฯ พบว่าอุณหภูมิภายในห้องประมาณ 32 °C 2. ระบบป้องกันความร้อนของตัวอาคาร ยังมีประสิทธิภาพ ไม่ดีพอ 3. เป็นผลต่อเนื่องมาจากอากาศภายใน มีอัตราการหมุนเวียนที่ต่ำ ทำให้อุณหภูมิภายในห้องสะสมมากขึ้น
Ventilation	1. การระบายอากาศภายในห้อง อยู่ในเกณฑ์ที่น่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่รู้สึกว่ามีกระแสลม จากภายนอกพัดเข้าสู่ห้อง ซึ่งมีมากถึง 50 % ส่วนอีกประมาณ 38 % ระบุว่ารู้สึกถึงกระแสลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องเพียงเล็กน้อยเท่านั้น	1. ตรวจสอบพื้นที่ช่องเปิด ห้องเรียนขนาด 7 x 9 m. จำนวนนักเรียน 45 คน = 10.92 m^2 < 20 % 2. ตำแหน่งที่ตั้งอาคาร อยู่บริเวณที่อับลม เพราะถูกอาคารข้างเคียงปิดล้อมไว้หมด ประกอบกับในช่วงเดือน กรกฎาคม กระแสลมประจำถิ่นจะไม่พัดในทิศทางตะวันออกเฉียงใต้ แต่ถ้าเป็นช่วงเดือนอื่น ๆ ตัวอาคารน่าจะได้รับอิทธิพลของกระแสลมได้ดีกว่านี้
Density	1. ความรู้สึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนภายในห้อง ระบุว่ารู้สึกว่าแน่นเกินไป ประมาณ 54 %	1. ห้องเรียนขนาด 7 x 9 m. กับจำนวนนักเรียน 40 คน จะได้ 1.57 m^2/คน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำไป ถ้าจะให้ดีควรจะมากกว่า 1.80 m^2/ คน
Sound	1. ส่วนใหญ่ระบุว่าได้ยินเสียงของครูผู้สอนที่ยืนอยู่หน้าชั้นเรียนชัดเจน 2. การรบกวน จากสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน มีค่าไม่มากนัก ประมาณ 15 %	1. ระดับเสียงของครูผู้สอน โดยเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 51 - 60 dB. 2. การรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอก ไม่มีอิทธิพลมากนัก เพราะตัวอาคารเรียนตั้งอยู่ห่างจากถนนใหญ่มาก จะมีก็เป็นเพียงการรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน ราชประชา ฯ (อาคาร.3)

วันที่ 16 ก.ค 2541 เวลา 10.20 น. ความเร็วลม 0.2 - 1.5 m/s

สภาพท้องฟ้า มีเมฆมาก แสงแดดปานกลาง อุณหภูมิ 33 °C ความชื้น 52 %

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ห้องเรียน ขนาด 7 x 9 x 3.40 m.

พื้น	หินขัด	สี ขาว
ผนัง	ไม้อัด หนา 10 mm.	สี เขียวอ่อน
เพดาน	ท้องพื้นชั้นบน	สี ขาว

อุปกรณ์บังแดด Overhang ยื่น 1.70 m.

ติดตั้งหลอด Fluorescent 8 ดวง (ส่วนใหญ่เปิดอุปกรณ์แสงสว่าง)

ทิศทางช่องเปิด ทิศตะวันออกเฉียงเหนือและเฉียงใต้

ตารางที่ 4.40 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง

จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.3 โรงเรียน ราชประชา ฯ

Factor / Distance	Lighting					Temperature					Ventilation					Density					Sound				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
0		3	6				4	8				2	6					8	2				8	3	
1		1	8				4	6					4	6				7				3	8		
2			6	7			6	5					3	6		2	5	4			2		6	2	1
3			5	4	1	1	4	3						8			4	7	4				10	1	
4			6	5		3	5							7	3		2	5	2			1	9	2	
5			5	4	3	2	8	3						5	4	2		6	3				6	1	
6			4	3	4	2	5							6	5	1		5	4		1		7		2
7				5	3	3	5	6						5	7		1	9	1			3	8	2	
-																									
Σ		4	40	28	11	11	41	31				6	13	43	19	6	12	51	14		3	7	62	11	3
$\bar{X}$		2	5.7	4.7	2.8	2.2	5.1	5.2				2	4.3	6.1	4.8	1.7	3	6.4	2.7		1.5	2.3	7.8	1.8	1.5
S.D		1.4	1.3	1.4	1.3	0.8	1.4	1.9				-	1.5	1.1	1.7	0.6	1.8	1.7	1.2		0.7	1.2	1.4	-	0.7

ตารางที่ 4.41 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ ของกลุ่มตัวอย่าง

จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.3 โรงเรียน ราชประชา ฯ

Factor / Satisfied	Lighting		Temperature		Ventilation		Density		Sound	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
5	-	-	11	13.25	-	-	6	7.23	3	3.61
4	4	4.82	41	49.40	6	7.23	12	14.46	7	8.43
3	40	48.19	31	37.35	13	15.66	51	61.45	62	74.70
2	28	33.73	-	-	45	54.22	14	16.87	11	13.25
1	11	13.25	-	-	19	22.89	-	-	3	3.61
Σ	83	100	83	100	83	100	83	100	83	100

หมายเหตุ : ค่าสูงสุด (Max.)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

โรงเรียน ราชประชา ฯ (อาคาร.3)

ตารางที่ 4.42 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร กรณี อาคาร.3 โรงเรียน ราชประชา ฯ

Factor	ปัญหาที่เกิดขึ้น	สาเหตุที่มาของปัญหา
Lighting	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า แสงสว่างภายในห้องเพียงพอแก่การใช้งาน ค่าเฉลี่ยประมาณ 48 % และอีกประมาณ 34 % ระบุว่าแสงสว่างภายในห้องค่อนข้างน้อย	1. ค่า SC2 (ค่า ส.ป.ส ของอุปกรณ์บังแดด) มีส่วนในการลดแสงสว่างที่จะเข้าภายในห้อง ค่อนข้างมาก
Temperature	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า อุณหภูมิภายในห้องอยู่ในระดับที่ค่อนข้างร้อน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ประมาณ 49 %	1. จากการตรวจวัด ฯ พบว่าอุณหภูมิภายในห้องประมาณ 33 °C 2. ระบบป้องกันความร้อนของตัวอาคาร ยังมีประสิทธิภาพ ไม่ดีพอ
Ventilation	1. ส่วนใหญ่ระบุว่ารู้สึกมีกระแสลมจากภายนอกพัดเข้าสู่ห้อง เพียงเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 54 % ส่วนอีกประมาณ 23 % ระบุว่าไม่รู้สึกถึงกระแสลมที่พัดเข้ามา	1. ตรวจสอบพื้นที่ช่องเปิด ห้องเรียนขนาด 7 x 9 m. จำนวนนักเรียน 45 คน = 17.64 m^2 > 20 % 2. ทิศทางของช่องเปิดอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงใต้และเฉียงเหนือ ซึ่งในช่วงเดือนกรกฎาคม ทิศทางการพัดของกระแสลมประจำถิ่น จะไม่พัดในทิศทางนี้ จึงไม่มีกระแสลมที่พัดเข้าช่องเปิดโดยตรง จะมีเพียงกระแสลมที่พัดมาทางทิศใต้ แล้วโอบผ่านตัวอาคารไปเท่านั้น
Density	1. ความรู้สึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนภายในห้อง ระบุว่ารู้สึกว่าพอดีไม่แน่นหรือน้อยเกินไป ประมาณ 61 %	1. ห้องเรียนขนาด 7 x 9 m. กับจำนวนนักเรียน 40 คน จะได้ 1.57 m^2/คน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำไปเล็กน้อย ถ้าจะให้ดีควรจะเป็น 1.80 m^2/ คน จะเหมาะสมกว่า
Sound	1. ส่วนใหญ่ระบุว่าได้ยินเสียงของครูผู้สอนที่ยืนอยู่หน้าชั้นเรียนชัดเจน 2. การถูกรบกวน จากสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน มีค่าลดลงเหลือประมาณ 13 %	1. ระดับเสียงของครูผู้สอน โดยเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 51 – 58 dB. 2. ตัวอาคารอยู่ห่างจากสิ่งรบกวนต่าง ๆ มาก ทำให้ระดับเสียงรบกวนต่าง ๆ ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน ราชประชา ฯ (อาคาร.4)

วันที่ 17 ก.ค. 2541 เวลา 13.30 น. อุณหภูมิ 34 °C ความชื้น 52 %

สภาพท้องฟ้า มีเมฆมาก แสงแดดปานกลาง ความเร็วลมที่ปะทะอาคาร 0.2 - 1.8 m/s

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ห้องเรียน ขนาด 8 x 9 x 3.40 m.

พื้น ค.ส.ล ขัดมัน สี เทาเข้ม

ผนัง ไม้อัด หนา 10 mm. สี ครีมสลับเขียวอ่อน

เพดาน ท้องพื้นชั้นบน สี ขาว

อุปกรณ์บังแดด Overhang ยื่น 1.70 m.

ติดตั้งหลอด Fluorescent 8 ดวง (ส่วนใหญ่เปิดอุปกรณ์แสงสว่าง)

ทิศทางช่องเปิด ทิศตะวันออกเฉียงเหนือและเฉียงใต้

ตารางที่ 4.43 แสดงจำนวน , ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.4 โรงเรียน ราชประชา ฯ

Factor / Distance	Lighting					Temperature					Ventilation					Density					Sound				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
0		4	6			2	7					3	5				2	6	1	1			7	3	
1			8			3	5	2				1	6	4				7	2			3	6		
2			6	7			5	4					4	5			3	5	3			2	7		
3			5	4			7	3					1	6	3			8	2		1		6	2	
4			2	5	3	3	7							8	2		2	6			2	3	5		
5				5	1	3	5							5	2	1		7	3			1	10	2	
6			4	5			8	1						7	3	1		6	2				8		
7			2	7	2	2	4	2						7	4			5				3	5		
8				4	3		6	4						2	5			4	5	1		1	7	2	
Σ		4	33	37	9	13	54	16				4	16	44	19	2	7	54	18	2	3	13	61	9	
$\bar{X}$		4	4.7	5.3	2.3	2.6	6	2.7				2	4	5.5	3.2	1	2.3	6	2.6	1	1.5	2.2	6.8	2.3	
S.D		-	2.2	1.3	1	0.5	1.3	1.2				1.4	2.2	1.9	1.2	-	0.6	1.2	1.3	-	0.7	1	1.6	0.5	

ตารางที่ 4.44 แสดงสัดส่วนจำนวนและเปอร์เซนต์ ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยสภาพแวดล้อม อาคาร.4 โรงเรียน ราชประชา ฯ

Factor / Satisfied	Lighting		Temperature		Ventilation		Density		Sound	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
5	-	-	13	15.66	-	-	2	2.41	3	3.61
4	4	4.82	54	65.06	4	4.82	7	8.43	13	15.66
3	33	39.76	16	19.28	16	19.28	54	65.06	61	73.49
2	37	44.58	-	-	44	53.01	18	21.69	9	10.84
1	9	10.84	-	-	19	22.89	2	2.41	-	-
Σ	83	100	83	100	83	100	83	100	83	100

หมายเหตุ : ค่าสูงสุด (Max.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน ราชประชา ฯ (อาคาร.4)

ตารางที่ 4.45 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคาร กรณี อาคาร.4 โรงเรียน ราชประชา ฯ

Factor	ปัญหาที่เกิดขึ้น	สาเหตุที่มาของปัญหา
Lighting	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า แสงสว่างภายในห้องค่อนข้างน้อย ค่าเฉลี่ยประมาณ 45 % และอีกประมาณ 40 % ระบุว่าแสงสว่างภายในห้องเพียงพอแก่การใช้งาน	1. ค่า SC2 (ค่า ส.ป.ส ของอุปกรณ์บังแดด) มีส่วนในการลดแสงสว่างที่จะเข้าภายในห้อง ค่อนข้างมาก 2. ค่าเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันมาก คาดว่าอาจจะเกิดการเปลี่ยนช่องแสงกระจก อิฐบล็อกรูระบายอากาศแทน ทำให้สภาพแสงสว่างภายในห้องลดลง
Temperature	1. ส่วนใหญ่ระบุว่า อุณหภูมิภายในห้องอยู่ในระดับที่ค่อนข้างร้อน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ประมาณ 65 %	1. จากการตรวจวัด ฯ พบว่าอุณหภูมิภายในห้องประมาณ 34 °C 2. ระบบป้องกันความร้อนของตัวอาคาร ยังมีประสิทธิภาพ ไม่ดีพอ
Ventilation	1. ส่วนใหญ่ระบุว่ารู้สึกมีกระแสลมจากภายนอกพัดเข้าสู่ห้อง เพียงเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 53 % ส่วนอีกประมาณ 23 % ระบุว่าไม่รู้สึกถึงกระแสลมที่พัดเข้ามา ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ระบุว่า ได้รับความสบายจากกระแสลม เพราะมีค่าประมาณ 19 %	1. ตรวจสอบพื้นที่ช่องเปิด ห้องเรียนขนาด 8 x 9 m. จำนวนนักเรียน 45 คน = 15.96 m^2 > 20 % 2. ทิศทางของช่องเปิดอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงใต้และเฉียงเหนือ ซึ่งในช่วงเดือนกรกฎาคม ทิศทางการพัดของกระแสลมประจำถิ่น จะไม่พัดในทิศทางนี้ จึงไม่มีกระแสลมที่พัดเข้าช่องเปิดโดยตรง จะมีเพียงกระแสลมที่พัดมาทางทิศใต้ แล้วโอบผ่านตัวอาคารไปเท่านั้น 3. สาเหตุที่ทำให้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ระบุว่าได้รับความสบายจากกระแสลมดีกว่าของอาคาร.3 คงเป็นผลจากการหักเหของกระแสลม จากสภาพแวดล้อมโดยรอบ
Density	1. ความรู้สึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนภายในห้อง ระบุว่ารู้สึกว่าพอดีไม่แน่นหรือน้อยเกินไป ประมาณ 65 %	1. ห้องเรียนขนาด 8 x 9 m. กับจำนวนนักเรียน 40 คน จะได้ 1.80 m^2/คน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าอาคารอื่น ๆ
Sound	1. ส่วนใหญ่ระบุว่าได้ยินเสียงของครูผู้สอนที่ยืนอยู่หน้าชั้นเรียนชัดเจน 2. การอุดรบกวน จากสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน มีค่าลดลงเหลือประมาณ 11 %	1. ระดับเสียงของครูผู้สอน โดยเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 49 – 55 dB. 2. ตัวอาคารอยู่ห่างจากสิ่งรบกวนต่าง ๆ มาก ทำให้ระดับเสียงรบกวนต่าง ๆ ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้ทำการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล ตามตารางที่ 4.32 – 4.49 ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะทางกายภาพของอาคารเรียนจะมีผลกระทบถึงผู้ใช้อาคารเป็นอย่างมาก โดยมีตัวแปรทางสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เป็นเงื่อนไขสำคัญ

อนึ่งในการเก็บข้อมูลจากทางด้านกายภาพและแบบสอบถามนั้น รายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ เป็นไปตามสภาพแวดล้อมภายนอกที่เกิดขึ้นจริง และประกอบกับข้อมูลที่ทำการศึกษานั้นก็มีจำนวนมากและหลากหลาย ซึ่งในบางประเด็นก็ไม่ได้วิเคราะห์เจาะลึกลงในรายละเอียดมากนัก หรือผลสรุปของข้อมูลในบางประเด็นที่ได้อาจจะไม่ตรงกับหลาย ๆ ทฤษฎี ซึ่งคงเป็นผลมาจากข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องระยะเวลาที่กระชั้นชิด , ความเที่ยงตรงของอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ , เงินทุนที่ใช้ในการดำเนินการ เป็นต้น อีกทั้งในขั้นตอนนี้ไม่ใช่จุดประสงค์หลักของการวิจัยครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษาเพื่อชี้นำไปสู่ขั้นตอนการออกแบบเท่านั้น

4.3 เปรียบเทียบผลระหว่างการเก็บข้อมูลทางกายภาพและทางแบบสอบถาม

หลังจากทำการศึกษาและตรวจสอบอาคารตัวอย่างทั้งในขั้นตอนที่ 4.1 และ 4.2 แล้ว ในท้ายบทนี้จึงขอนำผลสรุปในแต่ละหัวข้อมาจัดเรียงและเปรียบเทียบให้เห็นผลต่างของข้อมูลทั้งสองอีกครั้งหนึ่ง

ตารางที่ 4.46 สรุปท้ายบท

หัวข้อที่ศึกษา	จากการเก็บข้อมูลจากการสำรวจทางกายภาพ ของอาคาร			จากการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม ผู้ใช้อาคาร			หมายเหตุ
	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
การจัดวางผัง							
โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี			√			√	
โรงเรียน ราชประชา ฯ	√			√			
อุณหภูมิ (อุปกรณ์บังแดด , วัสดุ , ค่า Q , ค่า Cooling Load)							
โรงเรียนวิสุทธิ์ ฯ อาคาร 1			√			√	
อาคาร 2			√			√	
อาคาร 3			√		√		①
โรงเรียนราชประชา ฯ อาคาร 2			√			√	
อาคาร 3			√			√	
อาคาร 4			√			√	

เอกสารนี้ได้รับอนุญาตให้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.46 (ต่อ)

หัวข้อที่ศึกษา		จากการเก็บข้อมูลจากการสำรวจทางกายภาพ ของอาคาร			จากการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามผู้ใช้อาคาร			หมายเหตุ
		ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
การระบายอากาศ (ทิศทางการวางอาคาร, ช่องเปิด)								
โรงเรียนวิสุทธิ์ ฯ	อาคาร 1			√			√	
	อาคาร 2			√			√	
	อาคาร 3	√			√			
โรงเรียนราชประชา ฯ	อาคาร 2			√			√	
	อาคาร 3		√			√		
	อาคาร 4		√			√		
แสงสว่าง (อุปกรณ์บังแดด , ทิศทางการวางอาคาร, ช่องเปิด)								
โรงเรียนวิสุทธิ์ ฯ	อาคาร 1		√			√		
	อาคาร 2		√			√		
	อาคาร 3	√			√			
โรงเรียนราชประชา ฯ	อาคาร 2			√			√	
	อาคาร 3		√			√		
	อาคาร 4		√				√	②
เสียงรบกวน (การจัดวางผัง , วัสดุ)								
โรงเรียนวิสุทธิ์ ฯ	อาคาร 1		√			√		
	อาคาร 2		√			√		
	อาคาร 3			√			√	
โรงเรียนราชประชา ฯ	อาคาร 2		√				√	③
	อาคาร 3		√			√		
	อาคาร 4	√				√		④
จำนวนนักเรียน (ขนาดห้อง)								
โรงเรียนวิสุทธิ์ ฯ	อาคาร 1			√			√	
	อาคาร 2			√			√	
	อาคาร 3			√			√	
โรงเรียนราชประชา ฯ	อาคาร 2			√			√	
	อาคาร 3			√		√		⑤
	อาคาร 4		√			√		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

① จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ ประเด็นเรื่องอุณหภูมิภายในอาคาร ที่จะต้องปรับปรุงเพราะ พิจารณาจากค่า U , ค่า Q , ค่า Cooling Load มีค่าค่อนข้างสูง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าอุณหภูมิภายในอยู่ในเกณฑ์ที่พอดี ซึ่งคงเป็นผลมาจากการได้รับกระแสลมช่วยพัดพาความร้อนภายในห้องออกไป นักเรียนจึงไม่รู้สึกร้อน ณ เวลานั้น

② จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ ประเด็นเรื่องแสงสว่างภายในห้องเรียนอาคาร 4 พบว่ามีพื้นที่ที่มีค่าความแสงสว่างอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอ มากถึง 51 % แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า แสงสว่างภายในห้องน้อย และรู้สึกว่ามืด สาเหตุคงเป็นเพราะ บริเวณช่องแสงเหนือประตูและหน้าต่าง ของห้องเรียน อาคาร 4 นี้ จะไม่ใช้กระจกเหมือนห้องเรียนอาคารอื่น ๆ แต่ใช้อิฐรูระบายอากาศแทน นักเรียนที่เคยชินกับสภาพแสงสว่างของห้องเรียนอื่น ๆ ก็จะรู้สึกว่าห้องเรียนนี้ค่อนข้างมืด

③ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ ประเด็นเรื่องเสียงรบกวน พบว่าค่าของเสียงรบกวนอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สูงมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าเสียงค่อนข้างดังรบกวน ซึ่งสาเหตุคงเป็นเพราะอาคาร 2 อยู่ใกล้กับโรงอาหาร ระดับเสียงรบกวนภายนอกจึงค่อนข้างแปรผวนมาก

④ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ ประเด็นเรื่องเสียงรบกวนของอาคาร 4 มีน้อยและค่อนข้างเงียบ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าเสียงดังปานกลาง ซึ่งคงเป็นผลมาจากมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมภายนอกอาคารเรียน

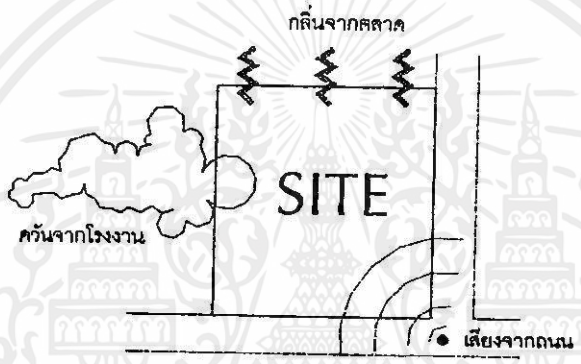
⑤ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ ประเด็นเรื่องจำนวนนักเรียน ภายในห้องเรียนอาคาร 3 ค่อนข้างแน่น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่ารู้สึกพอดีไม่แน่นเกินไป ถ้าคิดพื้นที่ใช้สอยต่อคนแล้วจะได้เพียง 1.57 m^2 / คน ซึ่งถือว่ามีค่าน้อยไปเล็กน้อย ควรที่จะเป็น 1.80 m^2 / คน จะเหมาะสมกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบอาคารที่เหมาะสม

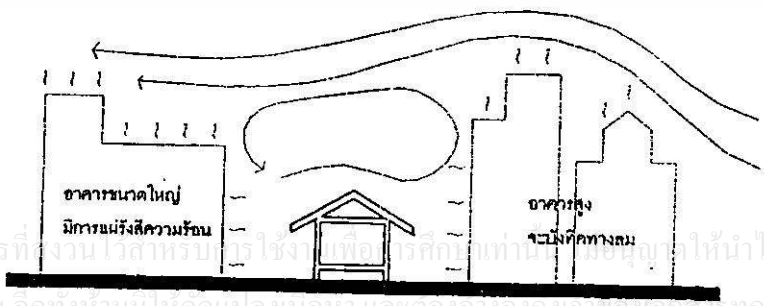
5.1 แนวทางในการพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งโครงการ

ก. สถานที่ตั้งไม่ควรอยู่ในบริเวณใจกลางชุมชน เพราะจะได้รับการรบกวนจากสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ค่อนข้างมาก เช่นเสียงจากยานพาหนะ , กลิ่นจากตลาด ,ควันจากการประกอบอาหาร เป็นต้น อีกทั้งราคาของที่ดินก็มีราคาสูงกว่าเขตรอบนอก



รูปที่ 5.1 ปัญหาที่อาจจะได้รับจากชุมชน

ข. ควรหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่ล้อมรอบ เพราะอาคารเหล่านั้นจะเป็นตัวกีดขวางทิศทางลมและแสงสว่าง อีกทั้งผิวของอาคารที่เป็นคอนกรีตและกระจก จะเป็นตัวทำให้อุณหภูมิอากาศรอบ ๆ สูงขึ้นด้วย

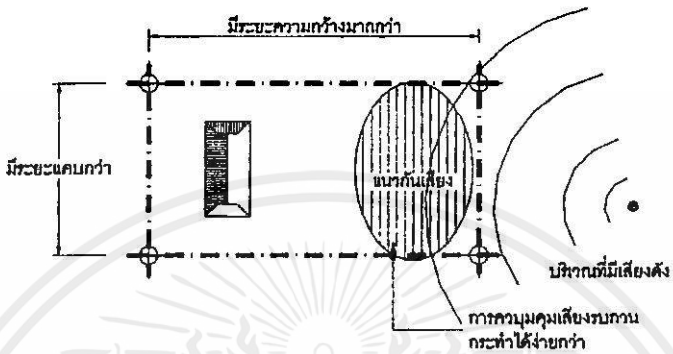


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.2 หลีกเลี่ยงบริเวณที่มีอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่ล้อมรอบ

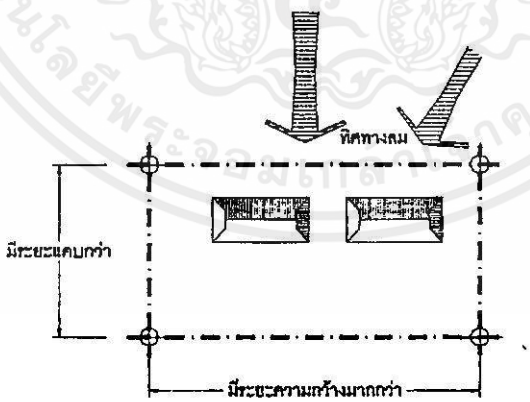
5.2 แนวทางในการพิจารณาเลือกรูปร่างที่ดิน

ก. ถ้าที่ดินอยู่ติดกับถนนใหญ่หรือด้านที่เป็นบริเวณที่มีเสียงดัง แนวความกว้างของที่ดินด้านนี้ควรจะแคบกว่าด้านอื่น ๆ เพราะจะทำให้ควบคุมและป้องกันเสียงได้ง่าย



รูปที่ 5.3 แนวที่ดินด้านที่ติดกับบริเวณที่มีเสียงดัง ควรจะแคบกว่าด้านอื่น ๆ

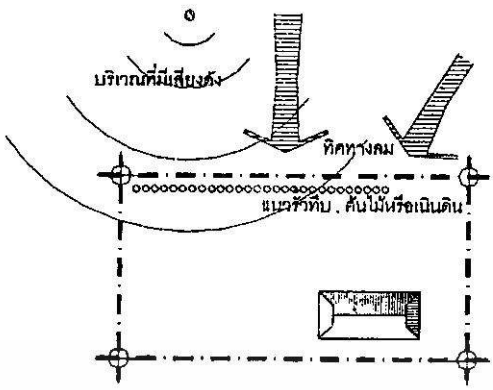
ข. แนวความกว้างของที่ดินด้านที่อยู่ในแนวการพัดของทิศทางลมประจำถิ่น ควรมีความกว้างมากกว่าด้านอื่น เพราะจะทำให้สามารถวางอาคารให้รับการรับกระแสลมได้เต็มที่ ไม่ตั้งซ้อนกัน



รูปที่ 5.4 แนวที่ดินด้านที่อยู่ในแนวการพัดของทิศทางลมควรจะกว้างกว่าด้านอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ค. ถ้าด้านกว้างของที่ดินเป็นด้านที่มีเสียงดังด้วย ตำแหน่งที่ตั้งอาคารเรียนจะต้องมีระยะห่างมากเพียงพอและควรจะต้องมีแนวกันเสียง ซึ่งอาจจะเป็นรั้วทึบ , แนวต้นไม้ หรือเนินดิน เพื่อช่วยป้องกันเสียงรบกวน



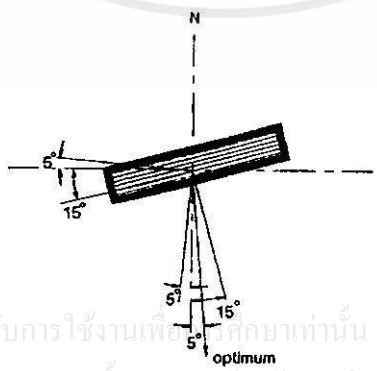
รูปที่ 5.5 ถ้าด้านกว้างของที่ดินเป็นด้านที่มีเสียงดัง จะต้องมีแนวกันเสียง เช่น รั้วทึบ หรือต้นไม้

ง. พื้นที่ว่างภายในโรงเรียน หลังจากมีการก่อสร้างตัวอาคารแล้วควรมีมากกว่า 50 % เพราะจะได้มีพื้นที่เหลือสำหรับจัดสร้าง Micro Climate เพื่อจะได้ช่วยลดอุณหภูมิของอากาศภายนอกให้ต่ำลงก่อนเข้าสู่อาคาร

รูปที่ 5.6 ควรเตรียมพื้นที่ว่างมากกว่า 50 % สำหรับจัด Micro Climate

5.3 แนวทางในการพิจารณาการจัดวางตำแหน่งและทิศทางอาคาร

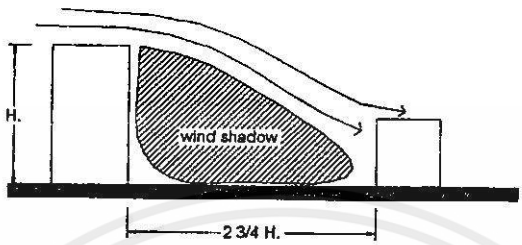
ก. วางอาคารให้สัมพันธ์กับทิศทางลมและแดด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.7 Sol-Air Orientation ที่สัมพันธ์กับ Bearing Angle ที่มีการแกว่ง 5 °W และ 15°E

ข. หลีกเลี่ยงการวางอาคารขนานหรือซ้อนกัน เพราะจะบังกระแสลมกันเอง แต่ถ้าไม่สามารถเลี่ยงได้ระยะห่างระหว่างอาคารทั้งสอง จะต้องมีระยะห่างเพียงพอที่จะทำให้อาคารด้านหลังได้รับลมด้วย (ระยะห่างขึ้นอยู่กับรูปร่างของอาคาร)



รูปที่ 5.8 หลีกเลี่ยงการวางอาคารขนานหรือซ้อนกัน

ค. ถ้าทำเลที่ตั้งที่ติดกับถนนใหญ่ ควรตั้งอาคารเรียนให้ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงให้มากที่สุด และควรมีแนวกันเสียงด้วย

รูปที่ 5.9 ควรมีแนวกันเสียงให้กับอาคารเรียน

ง. ควรจัดวางอาคารในลักษณะของ Finger Plan เพราะต้องการให้อาคารสามารถรับลมธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ แต่การจัดลักษณะนี้มีข้อควรระวังคือ

-ขนาดที่ดินจะต้องมีขนาดกว้างเพียงพอ

-ระยะทางเดินระหว่างอาคารจะไกลขึ้น ต้องเปลือง Corridor

-สิ้นเปลืองค่าก่อสร้างมากขึ้น เพราะจะต้องสร้างอาคารหลายหลัง

-ระบบการเดินทาง Utilities Service ต่าง ๆ จะยาวและสิ้นเปลืองมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 วิเคราะห์การจัดกลุ่มห้องเรียน

การจัดกลุ่มห้องเรียนอาจจัดได้หลากหลายแบบ ซึ่งแต่ละแบบก็จะมีข้อดีและเสีย ต่าง ๆ กัน ดังนั้นในการพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้แบบใดนั้น จะต้องพิจารณาในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง การระบายอากาศ , แสงธรรมชาติ , เสียงรบกวน , การป้องกันแสงแดดและฝน และการประหยัดโครงสร้าง

ก. Single Loaded Corridor

คือ การจัดกลุ่มห้องเรียนแบบมีทางเดินหน้าห้องเรียน ยาวติดต่อกัน มีห้องเรียนด้านเดียว

ข้อดี -จัดกลุ่มห้องเรียนติดต่อกันได้หลายห้อง

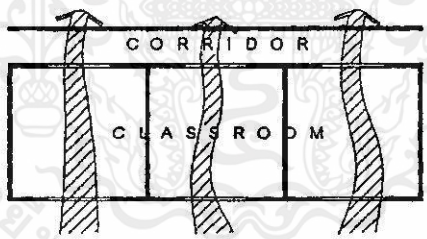
-ไม่มีห้องซ้อนกัน สามารถระบายอากาศแบบ Cross Ventilation และเหมาะกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น แต่การเปิดช่องเปิด จะต้องออกแบบให้มีแผงบังแดดและฝน หรือมีชายคาที่ยื่นยาว

-รับแสงสว่างได้ทั้ง 2 ด้าน

-ประหยัดโครงสร้าง เพราะสามารถใช้ร่วมกับห้องเรียนอื่น ๆ ได้

ข้อเสีย -ได้รับการรบกวนจากภายนอกมาก ทั้งจากทางเดินหน้าห้องและจากช่องเปิด

-เปลืองเนื้อที่ Corridor เพราะใช้ติดต่อห้องเรียนเพียงด้านเดียว



รูปที่ 5.10 ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบ Single Loaded Corridor

ข. Double Loaded Corridor

คือ การจัดกลุ่มห้องเรียนแบบมีทางเดินหน้าห้องเรียน ยาวติดต่อกัน แต่มีห้องเรียนขนาบ 2 ด้าน

ข้อดี -จัดกลุ่มห้องเรียนติดต่อกันได้หลายห้องมากกว่าแบบ Single Loaded Corridor

-ใช้ประโยชน์ของ Corridor ได้เต็มที่

-ประหยัดโครงสร้าง ออกแบบให้ใช้โครงสร้างร่วมกันได้

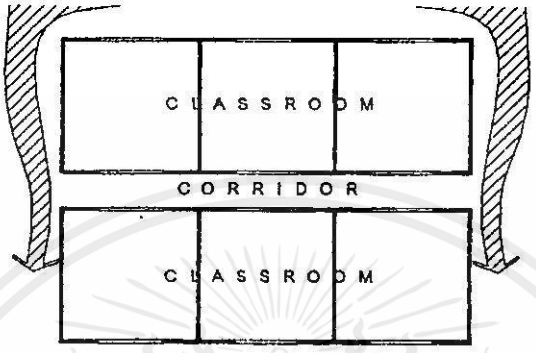
ข้อเสีย -มีห้องซ้อนกัน การระบายอากาศภายในห้องไม่ดีพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไปจำหน่าย จ่ายแจก หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ทางเดินกลาง จะมืดและร้อน จะต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ช่วย

-รับแสงสว่างได้ด้านเดียว

-จำนวนห้องที่ล้อมรอบ Corridor มากขึ้นการรบกวนระหว่างห้องเรียน จะมากขึ้น และอาจจะเกิดเสียงก้อง บริเวณทางเดินได้



รูปที่ 5.11 ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบ Double Loaded Corridor

ค. Inner Vestibule

คือ การจัดกลุ่มห้องเรียนแบบล้อมรอบ Vestibule ซึ่งอาจจะจัดเป็นกลุ่ม ๆ ละ 2-3 ห้องต่อกลุ่ม

ข้อดี -การออกแบบจะเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี แยกเป็นกลุ่มย่อย ๆ

-สามารถระบายอากาศแบบ Cross Ventilation ได้

-สามารถรับแสงสว่างได้ทั้ง 2 ด้าน

-ประหยัดโครงสร้าง ออกแบบให้ใช้โครงสร้างร่วมกันได้

ข้อเสีย -เปลืองทางเดินหลัก ที่จะต้องกระจายสู่ Vestibule แต่ละกลุ่มห้อง

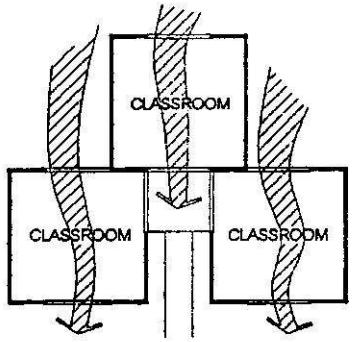
-ถ้ามีหลาย ๆ กลุ่มย่อยก็เป็นการเพิ่มเนื้อที่ Vestibule และถ้ามีการซ้อนทางตั้ง ก็จะเป็นการเปลืองบันได

- Vestibule จะมืด ให้แสงธรรมชาติยาก

-ถ้าจัดกลุ่มกระจายไม่เหมาะสม จะทำให้มองเห็นกัน สมาธิในการเรียนน้อยลง

-โครงสร้างอาคารจะซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบ Inner Vestibule

ง. Outer Vestibule

คือ การจัดกลุ่มห้องเรียนแบบใช้ Vestibule เป็นตัวจ่ายแต่ไม่มีห้องเรียนล้อมรอบ มีเพียงด้านใดด้านหนึ่งของ Vestibule เท่านั้น

ข้อดี -การออกแบบจะเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี แยกเป็นกลุ่ม

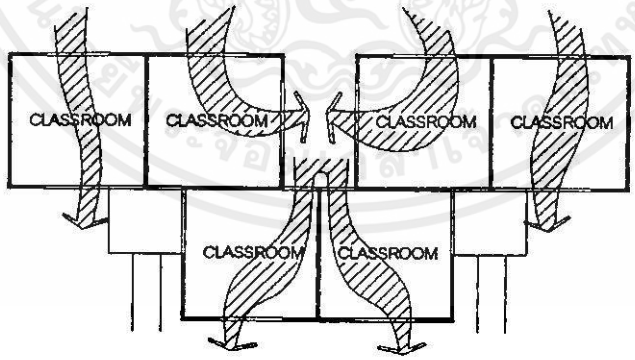
-สามารถระบายอากาศแบบ Cross Ventilation ได้แต่น้อยกว่าแบบ ค. เพราะถูกตัว Vestibule บังคับ

ข้อเสีย -เปลืองทางเดินหลัก ที่จะต้องกระจายสู่ Vestibule แต่ละกลุ่มห้อง

-ตัว Vestibule อาจจะทำให้เกิดการรบกวนระหว่างห้องเรียน

-มีโอกาสที่ห้องเรียนจะซ้อนกันมาก จะเป็นการบังลมกันเอง

-โครงสร้างอาคารจะซับซ้อน



รูปที่ 5.13 ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบ Outer Vestibule

จากการวิเคราะห์ถึงลักษณะการจัดกลุ่มห้องเรียน ทั้ง 4 แบบข้างต้น เห็นว่าการจัดกลุ่มอาคารเรียน แบบ Single Loaded Corridor มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้มากที่สุด เพราะสามารถตอบสนองทางด้านการระบายอากาศและแสงสว่างได้ดี แต่ในขณะเดียวกันจะต้องระมัดระวังเรื่องเสียงรบกวนและเรื่องการป้องกันแสงแดดและฝนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการใช้

5.5 วิเคราะห์สัดส่วนของห้องเรียน

จะใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์ดังนี้

ก. จำนวนนักเรียนต่อห้อง

ก.1 ใช้ค่ามาตรฐานโดยคิดพื้นที่ 1.80 m^2./ นักเรียน 1 คน

ก.2 จำนวนนักเรียนต่อห้อง ประมาณ 40 คน

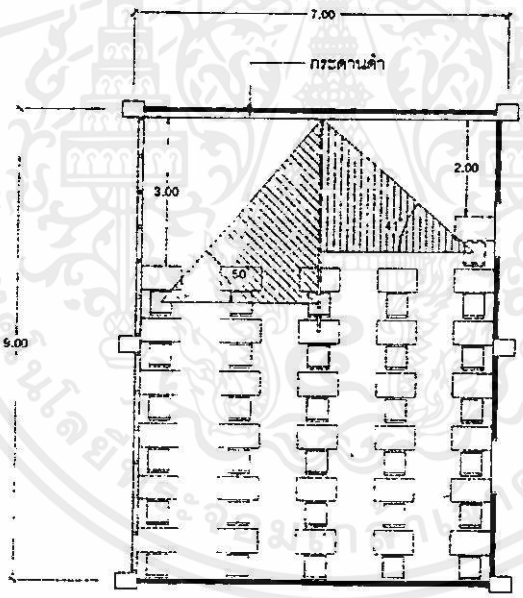
ข. การจัดที่นั่งและมุมการมองกระดานดำ

ข.1 แบบของตำแหน่งที่นั่งควรมีปรับเปลี่ยนและโยกย้ายได้

ข.2 มุมการมองกระดานดำ ของนักเรียนที่นั่งแถวหน้าริมซ้ายและขวา จะต้องมากกว่า 40° (เพราะถ้ามีมุมมองน้อยกว่านี้อาจทำให้เกิดสายตาเอียงได้)

ตรวจสอบขนาดห้องเรียน ที่ส่วนใหญ่ใช้กันในปัจจุบัน มี 2 ขนาดได้แก่

1. ห้องเรียน ขนาด 7.00 x 9.00 m.



รูปที่ 5.14 องศามุมมองภายในห้องเรียน ขนาด 7.00 x 9.00 m.

ข้อดี 1. โต๊ะแถวหน้าสามารถเว้นระยะห่างจากกระดานดำ ได้ต่ำสุดที่ 2.00 m.

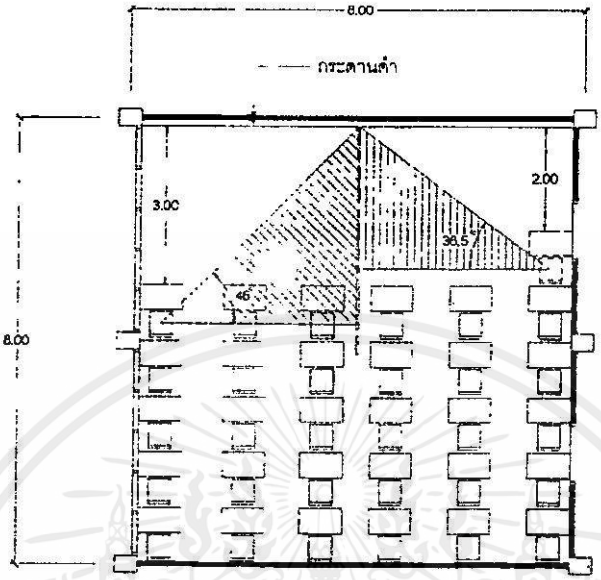
2. มีมุมในการมองกระดานดำที่ดี

- องศาในการมอง 41° สำหรับระยะห่างจากกระดานดำ 2.00 m.
- องศาในการมอง 50° สำหรับระยะห่างจากกระดานดำ 3.00 m.

ข้อเสีย 1. พื้นที่เฉลี่ยต่อคน = 1.50 m^2. ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ [illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อ [illegible] ห้ามมิให้นำเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ห้องเรียน ขนาด 8.00 x 8.00 m.



รูปที่ 5.15 องศามุมมองภายในห้องเรียน ขนาด 8.00 x 8.00 m.

ข้อดี 1. ห้องเรียนกว้างขึ้น ระยะลึกเหลือเพียง 8.00 m. ทำให้ระยะห่างระหว่างครูกับนักเรียนน้อยลง มีความใกล้ชิดกันมากขึ้น

ข้อเสีย 1. พื้นที่เฉลี่ยต่อคน = 1.60 m^2. ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน

2. ระยะห่างต่ำสุดระหว่างโต๊ะแถวหน้ากับกระดานดำต้องมากถึง 3.00 m.

- องศาในการมอง 36.5° สำหรับระยะห่างจากกระดานดำ 2.00 m.
- องศาในการมอง 47° สำหรับระยะห่างจากกระดานดำ 3.00 m.

หลังจากทำการวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของห้องเรียนทั้ง 2 แบบแล้ว มีความเห็นว่าควรปรับปรุงขนาดห้องเรียนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยแก้ไขดังนี้

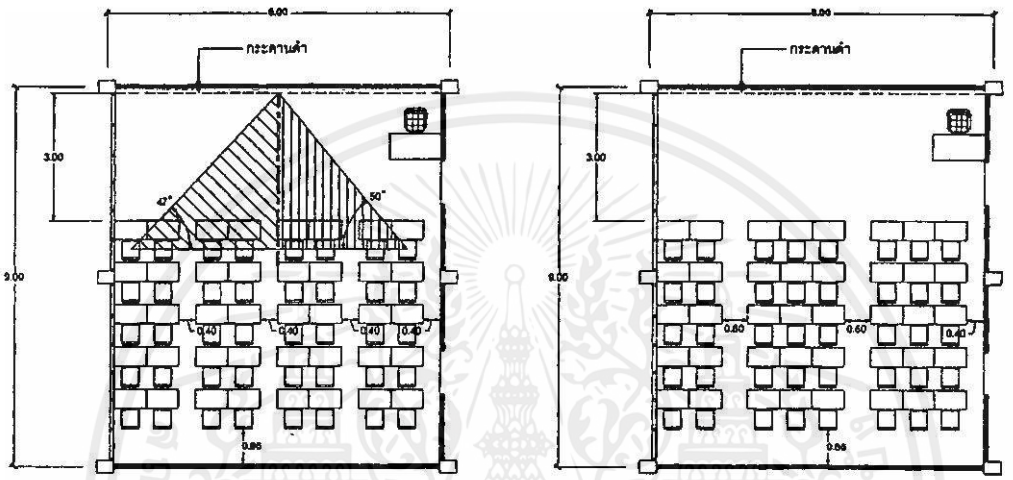
1. ใช้ความกว้างห้องเรียนที่ 8.00 m. เพราะเห็นว่ามีระยะที่เหมาะสมและไม่กว้างมากจนเกินไป เพราะห้องที่ยิ่งกว้างจะควบคุมสภาพแสงสว่างภายในค่อนข้างยาก ดี ส่วนความยาวใช้ที่ขนาด 9.00 m. เพราะสามารถปรับเปลี่ยนจำนวนนักเรียนต่อแถวได้ ฉะนั้นจะได้ห้องเรียน ขนาด 8.00 x 9.00 m.
2. จำนวนนักเรียน 40 คน พื้นที่ใช้งานเฉลี่ยต่อคน 1.80 m^2. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่พอดีกับค่ามาตรฐานกำหนด
3. มีมุมในการมองกระดานดำที่ดี ที่ระยะ 2.50 m. เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ...ใช้

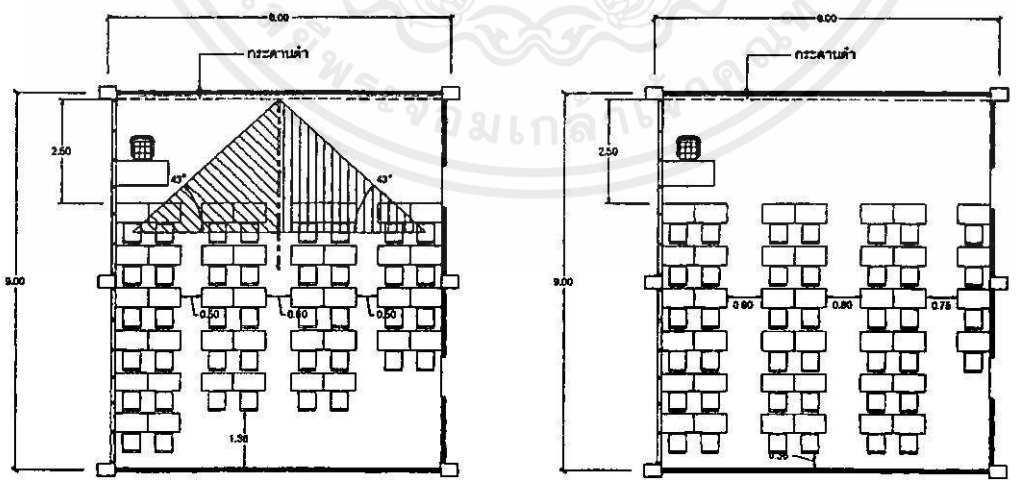
- องศาในการมอง 43° สำหรับระยะห่างจากกระดานดำ 2.50 m.
- องศาในการมอง 47° สำหรับระยะห่างจากกระดานดำ 3.00 m.

4. สามารถขยับโต๊ะเรียนแถวริมประตูให้มีทางเดินรอบนอก เพื่อใช้ในการเข้า-ออก ได้ โดยที่โต๊ะแถวหน้ามีองศาในการมอง 50°

5. ความสูงของห้องเรียนจะใช้ค่ามาตรฐาน จากพื้นถึงพื้น 3.60 m.



รูปที่ 5.16 ลักษณะการจัดโต๊ะเรียน แบบที่ 1 และ 2 ของห้องเรียนขนาด 8.00 x 9.00 m. โดยมีระยะห่างจากกระดานดำ 3.00 m.



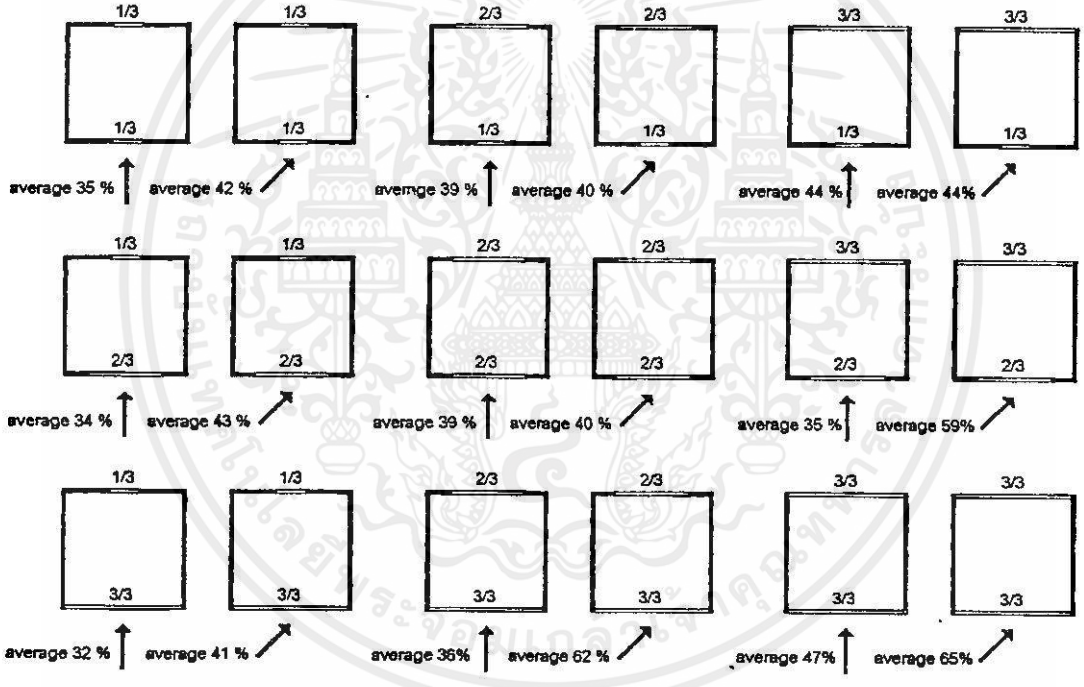
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.17 ลักษณะการจัดโต๊ะเรียน แบบที่ 3 และ 4 ของห้องเรียนขนาด 8.00 x 9.00 m. โดยมีระยะห่างจากกระดานดำ 2.50 m.

5.6 วิเคราะห์ช่องเปิดเพื่อประสิทธิภาพของการระบายอากาศ

ก. ขนาดหน้าต่าง

การออกแบบช่องเปิดเพื่อผลการระบายอากาศภายในห้องเรียน ควรให้มีการระบายอากาศแบบ Cross Ventilation คือมีทั้งช่องเปิดทางลมเข้าและออกในฝั่งตรงข้าม ในสภาพห้องเรียนทั่ว ๆ ไปส่วนใหญ่จะมีช่องเปิดทางลมเข้าใหญ่ (หน้าต่าง) และมีช่องเปิดทางลมออกเล็กกว่า (ประตูและช่องแสง) ลักษณะดังกล่าวจะเป็นการช่วยให้กระแสลมภายในห้องแรงขึ้นในยามที่มีลมพัดเข้ามาภายในห้อง และจากการศึกษาของ B.Givoni ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบขนาดช่องทางลมเข้าและออก หลาย ๆ ขนาดไว้ โดยกำหนดให้กระแสลมพัดปะทะช่องเปิดแบบตั้งฉากและแบบเฉียงๆ ได้ผลดังนี้



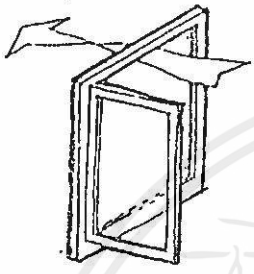
ที่มา : B.Givoni , Man Climate & Architecture , New York , Van Nostrand Reinhold Ltd. , 1976

รูปที่ 5.18 ขนาดหน้าต่างที่มีผลกับค่าเฉลี่ยของกระแสลมที่สามารถพัดเข้ามาภายในห้อง

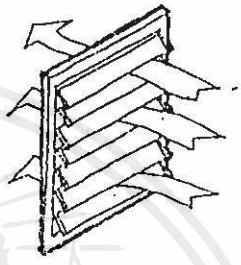
จากรูปที่ 5.18 จะเห็นว่าถ้าต้องการให้ภายในห้องได้รับกระแสลมจากภายนอกมากสุดทั้งในกรณีที่ลมพัดปะทะตั้งฉากและเฉียง ๆ กับช่องเปิด ขนาดของช่องเปิดทางลมเข้าและออกนั้น ควรมีขนาดที่กว้างสุดผนังและควรมีพื้นที่เท่ากัน หรือไม่ก็ใกล้เคียงกัน จึงจะได้ค่าเฉลี่ยของกระแสลมที่จะพัดเข้าห้องได้มากสุด แต่ในการทดลองดังกล่าวไม่ได้คำนึงถึงอิทธิพลของประเภทของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดด ที่จะเป็นตัวลดทอนปริมาณของกระแสลมให้ลดลงอีก

ข. ประเภทหน้าต่าง

การเลือกประเภทของหน้าต่างสำหรับห้องเรียนที่ไม่มีการปรับอากาศ และต้องการกระแสลมภายนอกมาก ควรเลือกใช้ประเภทที่มีพื้นที่ช่องเปิดค่อนข้างมาก ซึ่งมีเพียง 2 ประเภท ที่เหมาะสม ได้แก่ แบบบานเปิด (Casement)ที่มีพื้นที่ช่องเปิดมากถึง 90 % และแบบบานเกล็ด (Jalousic) ที่ 75 % (หน้าต่างแบบต่าง ๆ สามารถดูเพิ่มเติมได้ที่รูป 2.30)



หน้าต่างบานเปิด = 90 %



หน้าต่างบานเกล็ด = 75 %

รูปที่ 5.19 ประเภทหน้าต่างที่แนะนำให้ใช้

สรุปแนวทางการออกแบบช่องเปิด เพื่อประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องเรียน ได้ดังนี้

5.6.1 ควรมีพื้นที่ช่องเปิดทางลมเข้า และออกให้กว้างมากที่สุด และควรมีขนาดพื้นที่ทั้งสองช่องใกล้เคียงกัน

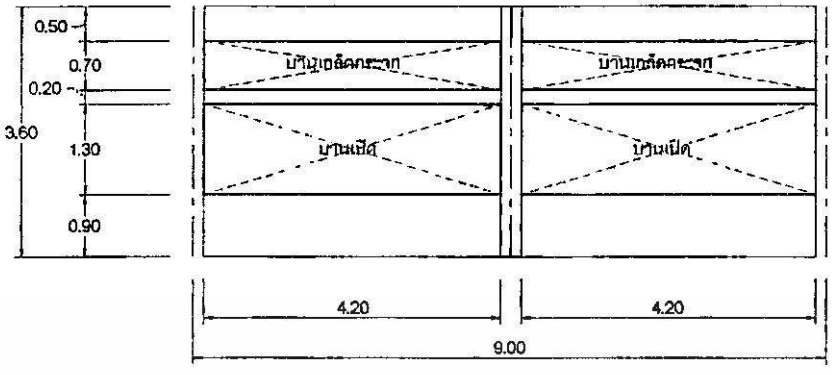
5.6.2 ประเภทของหน้าต่าง ควรเลือกใช้แบบแบบเปิดและแบบบานเกล็ด

5.6.3 บริเวณบานเกล็ดที่อยู่ช่วงบน ของทั้งทางลมเข้าและออก ควรเลือกใช้เป็นเกล็ดกระจก เพราะจะได้เป็นการช่วยให้แสงสว่างเข้ามาภายในห้องเรียนได้มากขึ้น

5.6.4 บริเวณช่องเปิดด้านล่าง ของผนังด้านที่ติดกับ Corridor ควรเลือกใช้เป็นอิฐรูระบายอากาศ (Ventilated Brick) เพราะเป็นช่องเปิดระดับต่ำ จะต้องคำนึงถึงเรื่องความเสียหายและอันตรายต่าง ๆที่อาจจะเกิดขึ้นกับนักเรียนได้

5.6.5 การเพิ่มอุปกรณ์บังแดด เพื่อการบังแดดและสะท้อนแสงสว่าง นั้นควรเว้นช่องว่างให้ห่างจากผนังอาคาร ทั้งนี้เพื่อป้องกันการที่อุปกรณ์บังแดดบีบกระแสลมให้ขึ้นเพดานห้อง ซึ่งจะไม่ผ่านตัวผู้ใช้อาคาร

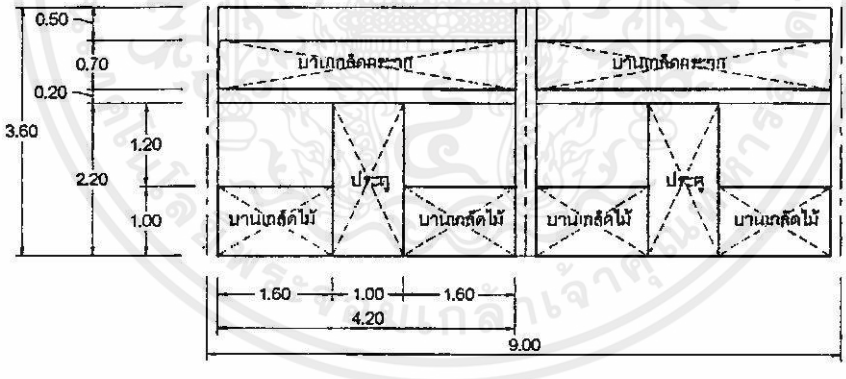
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผนังด้านนอกอาคาร พื้นที่ช่องเปิด 14.238 s.q.m
คิดตามสัดส่วนของช่องเปิดแต่ละแบบ

พื้นที่บานเกล็ด	5.88 m^2	คิด 75 %	=	4.410	m^2
พื้นที่บานเปิด	10.92 m^2	คิด 90 %	=	9.828	m^2
	รวมพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด		=	14.238	m^2

รูปที่ 5.20 ขนาดของช่องเปิดผนังด้านนอกอาคาร

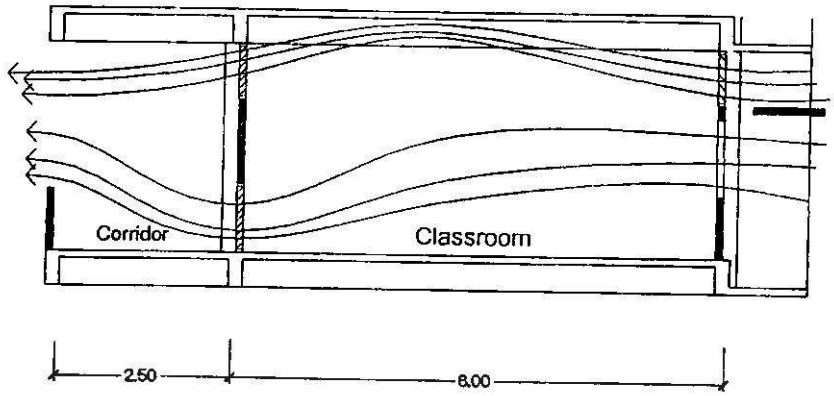


ผนังด้านติด Corridor พื้นที่ช่องเปิด 11.570 s.q.m
คิดตามสัดส่วนของช่องเปิดแต่ละแบบ

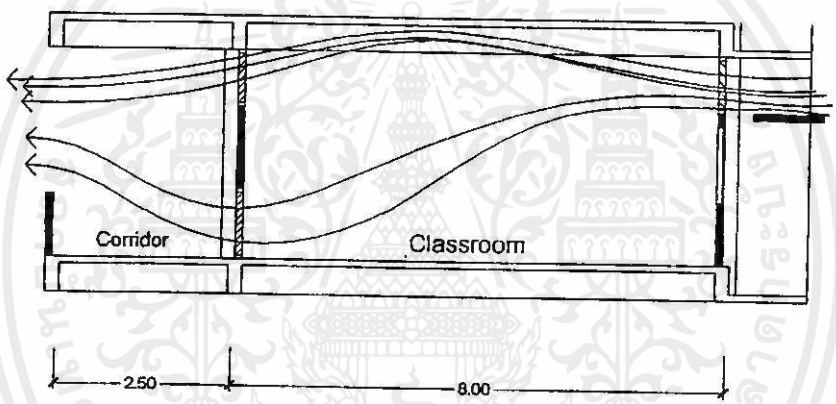
พื้นที่บานเกล็ด	5.88 m^2	คิด 75 %	=	4.41	m^2
พื้นที่ประตู	4.40 m^2	คิด 90 %	=	3.96	m^2
พื้นที่บานเกล็ด	6.40 m^2	คิด 75 %	=	4.80	m^2
หักพื้นที่ที่บานประตูเปิดทับ			=	-1.60	m^2
	รวมพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด		=	11.570	m^2

รูปที่ 5.21 ขนาดของช่องเปิดผนังด้านติด Corridor

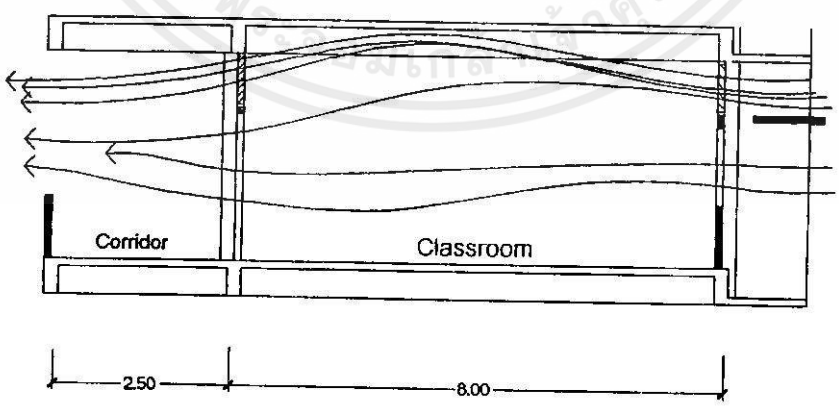
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องเรียน
กรณี กระแสลมพัดเข้าทางหน้าต่าง



รูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องเรียน
กรณี ปิดหน้าต่าง



รูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องเรียน
กรณี กระแสลมพัดออกทางประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.22 ลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องเรียน ในกรณีต่าง ๆ

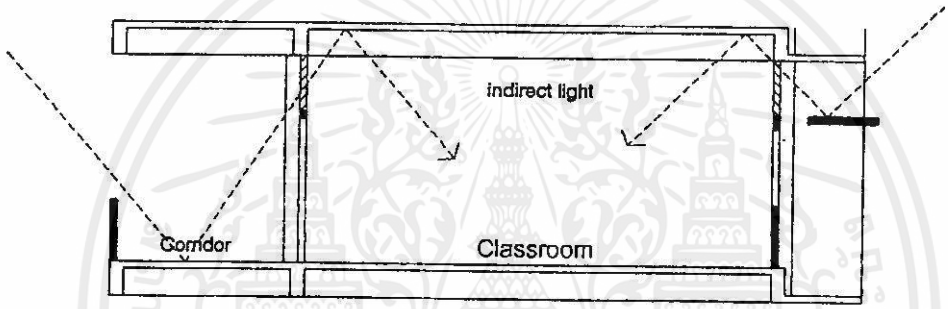
5.7 วิเคราะห์ช่องเปิดเพื่อประสิทธิภาพของแสงสว่าง

จากการตรวจสอบถึงสภาพแสงสว่างในห้องเรียนตัวแทนทั้ง 2 โรงเรียน สามารถนำผลจากการตรวจสอบดังกล่าว มาเป็นแนวทางในการออกแบบช่องเปิด เพื่อให้สภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ดีได้ดังนี้

ก. พื้นที่ช่องเปิดไม่ควรน้อยกว่า 20 % ของพื้นที่ห้อง

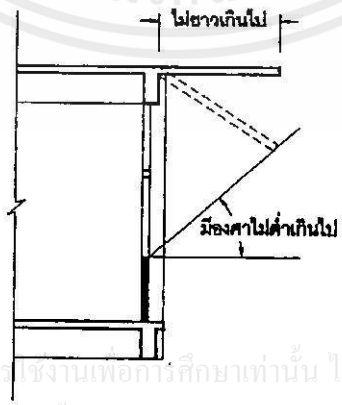
ข. พื้นที่ช่องเปิดควรมากกว่า 50 % ของพื้นที่ผนัง

ค. ควรให้แสงสว่างจากภายนอกเข้าได้ทั้ง 2 ด้าน (Bilateral) และอาจจะต้องใช้ Light Shelf เพื่อให้แสงสว่างภายนอกเข้าไปในพื้นที่ลึก ๆ (ในกรณีที่ระดับแสงสว่างบริเวณกลาง ๆ ห้องไม่เพียงพอ)



รูปที่ 5.23 ให้แสงสว่างจากภายนอกเข้าได้ทั้ง 2 ด้าน (Bilateral) และการใช้ Light Shelf ช่วยเพิ่มความสว่างภายในห้อง

ง. อุปกรณ์บังแดดไม่ควรมีระยะยื่นยาวมากเกินไป และไม่ควรให้มีมุม θ ลาดต่ำ (มุม θ ยิ่งน้อย จะช่วยให้มีแสงสว่างจากภายนอกเข้ามาในห้องมากขึ้น)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.24 องศาการบังแดดจะต้องไม่ต่ำเกินไป

จ. ควรคำนึงถึงเรื่องความสะดวกในการดูแลและทำความสะอาดด้วย เพราะจะมีฝุ่นผงและคราบสกปรกต่าง ๆ มาเกาะผิวหน้าของ Light shelf ซึ่งจะเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพการสะท้อนลดลง เช่นอาจจะใช้วัสดุผิวเรียบที่ทำสามารถทำความสะอาดได้ง่าย เป็นต้น

5.8 วิเคราะห์ช่วงเวลาที่ต้องบังแดด และการเลือกใช้วัสดุของอุปกรณ์บังแดด

ในการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่ต้องบังแดด จะพิจารณาจากช่วงเวลาการใช้งานของอาคารเรียน ซึ่งโดยปกติจะเริ่มเรียนตั้งแต่ 7.30 น. – 15.30 น. ใช้เวลา 7 คาบต่อวัน แต่ในระหว่างการเรียนการสอนจริง อาจจะมีบางชั้นเรียนที่ต้องมีการเรียนพิเศษเพิ่มขึ้นจากช่วงเวลาปกติ ฉะนั้นเวลาที่จะต้องป้องกันแดดจะต้องเพิ่มมากกว่า 15.30 น. (ซึ่งโดยทั่วไปแล้วก็จะเรียนต่อไปประมาณ 1 – 2 คาบ) ดังนั้นจึงเห็นว่าควรเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดที่สามารถปรับเปลี่ยนมุมตามความต้องการของผู้ใช้อาคารได้ เพราะแสงแดดในช่วงบ่ายถึงเย็น จะมีมุมแดดที่ต่ำมาก ตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงค่ามุมแดดในช่วงเวลาต่าง ๆ ทางช่องเปิดทางด้านทิศใต้

ทิศทางช่องเปิด / เวลา	ALT	AZI	θ_1	θ_2	Sun Penetration
ทิศใต้ 22 DEC. 7.30 น.	25	-62	47	-77	-
8.30 น.	28	-56	56	-71	-
9.30 น.	37	-47	59	-62	-
14.30 น.	41	31	37	46	-
15.30 น.	28	54	35	39	6%
16.30 น.	25	62	20	47	9%

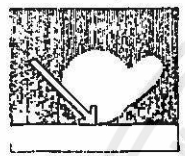
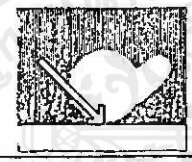
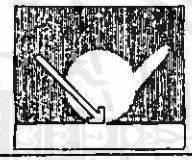
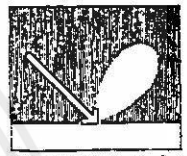
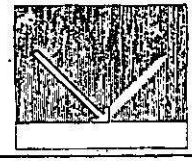
ในส่วนของการพิจารณาเลือกใช้วัสดุของอุปกรณ์บังแดดนั้น มีข้อควรคำนึงอยู่หลายประการอาทิ เช่น

- ลักษณะและค่าการสะท้อนแสงควรอยู่ในเกณฑ์ที่ดี
- มีการสะท้อนรังสีความร้อนในเกณฑ์ที่ต่ำ
- จะต้องมีความคงทนต่อความร้อนและความชื้น
- น้ำหนักเบาและรักษาทำความสะอาดได้ง่าย
- การผลิต , การติดตั้ง , การซ่อมแซม ไม่ควรยุ่งยากซับซ้อน
- มีความแข็งแรงและอายุการใช้งานยาวนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อพิจารณาข้างต้นทำให้สามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาใช้งานได้ดังนี้

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประเภทต่าง ๆ ที่ใช้เป็นอุปกรณ์บังแดด

วัสดุ / คุณสมบัติที่ต้องการ	ไฟเบอร์กล๊าส ทาสีขาว	คอนกรีต ทาสีขาว	แผ่นเหล็กพับขึ้นรูป ทาสีขาว	แผ่นอลูมิเนียมพับขึ้นรูป ไม่เคลือบสี	แผ่นแสตนเลสพับขึ้นรูป ไม่เคลือบสี
1.ลักษณะการสะท้อนแสง [13]	Diffuse- Spread 	Diffuse- Spread 	Diffuse-Specular 	Spread 	Specular 
2.ค่าการสะท้อนแสง [14]	75-90*	75-90*	75-90*	70-80**	55-65**
3.ค่าการดูดกลืนรังสีความร้อน [15]	10-30*	10-30*	10-30*	20-30**	40-50**
4.ความคงทนต่อความร้อนและความชื้น	เมื่อถูกความร้อนอาจจะบิดงอและเสียรูปได้	คงทนต่อความร้อนและความชื้น	จะเกิดสนิมและแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว	จะมีคราบ oxide เกาะติดที่ผิวบ้าง	จะมีคราบ oxide เกาะติดที่ผิวบ้าง
5.นน.และการดัดแปลงให้เหมาะสมกับการใช้งาน	นน.เบาและปรับเปลี่ยนรูปแบบได้หลากหลาย	นน.มากและไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้	นน.เบาและปรับเปลี่ยนรูปแบบได้หลากหลาย	นน.เบาและปรับเปลี่ยนรูปแบบได้หลากหลาย	นน.เบาและปรับเปลี่ยนรูปแบบได้หลากหลาย
6.การทำความสะอาด	ใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดทั่วไปได้	ใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดทั่วไปได้	ใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดทั่วไปได้	ใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดทั่วไปได้	ใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดทั่วไปได้
7.การดูแลรักษา	ยุ่งยากเพราะสีที่ทาจะหลุดร่อนได้ ทำให้ประสิทธิภาพการสะท้อนแสงลดลง รวมทั้งกลไกต่าง ๆ	ยุ่งยากเพราะสีที่ทาจะหลุดร่อนได้ ทำให้ประสิทธิภาพการสะท้อนแสงลดลง	ยุ่งยากเพราะสีที่ทาจะหลุดร่อนได้ ทำให้ประสิทธิภาพการสะท้อนแสงลดลง รวมทั้งกลไกต่าง ๆ	ค่อนข้างสะดวก เพราะไม่ต้องกังวลเรื่องการหลุดร่อนของสี เพียงแต่ต้องหมั่นทำความสะอาด	ค่อนข้างสะดวก เพราะไม่ต้องกังวลเรื่องการหลุดร่อนของสี เพียงแต่ต้องหมั่นทำความสะอาด

หมายเหตุ : * เป็นค่าคุณสมบัติของสีที่ทาเคลือบอยู่

** เป็นค่าคุณสมบัติของวัสดุ

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าวัสดุที่เหมาะกับการนำมาใช้เป็นอุปกรณ์บังแดด ควรเลือกใช้อลูมิเนียมไม่เคลือบสี เพราะมีความเหมาะสมที่สุด อีกทั้งมีค่าการสะท้อนแสงอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ซึ่งสามารถใช้คุณสมบัติดังกล่าวมาช่วยเพิ่มความสว่างภายในห้องเรียนได้เป็นอย่างดี ส่วนวัสดุประเภทอื่น ๆ นั้นสามารถนำมาใช้ผสมผสานกันในบางส่วนได้ ซึ่งจะเสนอในขั้นตอนการออกแบบต่อไป

5.9 วิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมสภาพแสงสว่าง

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนจะมีผลต่อสภาพแสงสว่างภายในห้องโดยตรง การจัดเตรียมสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนที่เหมาะสมจะเป็นการช่วยส่งเสริมสภาพแสงสว่างภายในห้องให้ดีขึ้น สำหรับภายในห้องเรียนจะใช้ค่าตัวประกอบการสะท้อนแสงดังนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าตัวประกอบการสะท้อนแสงที่แนะนำให้ใช้กับห้องเรียน [16]

พื้นผิว	ค่าตัวประกอบการสะท้อนแสง (%)
เพดาน	70 – 90
ผนัง	40-60
กระดานดำ*	20 หรือน้อยกว่า
พื้น	30 – 40
ครุภัณฑ์	30 - 50

*ค่าดังกล่าวไม่ครอบคลุมกระดานแบบ whiteboard

จากนั้นจึงใช้เกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น มากำหนดสภาพสีภายในห้องเรียน โดยรายละเอียดการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ มีดังนี้

ตารางที่ 5.4 ค่าการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ

สี	อัตราการสะท้อน (%)
ขาว	80 –90
งาช้าง	70 –80
ครีม	65 – 75
เหลืองอ่อนน้ำตาล	55 – 65
เทา	35 - 50
ฟ้า	35 - 50
เขียวอ่อน	25 – 50
น้ำตาล	8 – 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการกำหนดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน เพื่อช่วยส่งเสริมสภาพแสงสว่าง ควรใช้สีและวัสดุดังนี้

เพดาน **ควรใช้สีสว่างสุด เช่น สีขาว หรือ งาช้าง**

ผนัง **ควรใช้สีฟ้า , เหลืองออกน้ำตาล หรือ เทา ก็ได้**

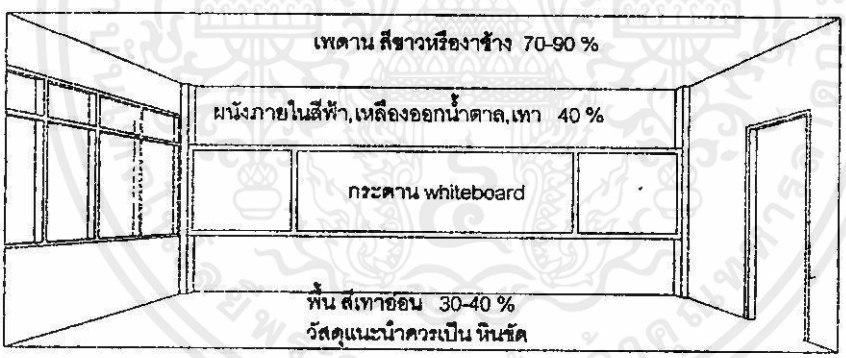
กระดานดำ **ส่วนใหญ่ในปัจจุบันจะใช้เป็น กระดาน Whiteboard (เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากผงชอล์ก)**

พื้น **ควรใช้สีกลาง ๆ เช่น เทาอ่อน**

วัสดุที่แนะนำ สำหรับพื้นอาคารควรเป็นจำพวกหินขัด เพราะ

- ดูแลรักษาได้ง่าย
- ไม่แลดูสกปรกเหมือนพื้นคอนกรีตขัดมัน
- ไม่จำเป็นต้องซ่อมแซมเหมือนพื้นกระเบื้องยาง

เหตุที่ต้องกำหนดค่าการสะท้อนแสงของเพดานสูงมาก เช่นนี้ก็เพื่อให้เพดานสะท้อนแสงลงมาพื้นห้องอย่างสม่ำเสมอ ส่วนบริเวณพื้นห้องจะมีค่าการสะท้อนแสงไม่สูงมากนัก เพราะจะได้ไม่สะท้อนเข้านักเรียน



รูปที่ 5.25 สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนที่เหมาะแก่การเรียนการสอน

5.10 วิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุที่มีผลกับปริมาณความร้อน

จากการวิเคราะห์วัสดุกรอบอาคารของอาคารกรณีศึกษาทั้ง 2 แห่ง พบว่าวัสดุที่ใช้มีค่าการต้านทานความร้อน(Resistance) ที่ต่ำ ซึ่งเป็นผลทำให้มีค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารที่สูง (สังเกตค่า Q.Value ที่สูง) ฉะนั้นจึงควรทำการปรับปรุงวัสดุกรอบอาคารใหม่ ซึ่งมีหลักเกณฑ์เบื้องต้นที่นำมาพิจารณาดังต่อไปนี้

ประหยัดพลังงาน	ก่อสร้าง	สภาพแวดล้อม	กันเสียง
-กันความร้อนดี (R สูง)	-น้ำหนักเบา	-ไม่เป็นอันตราย	-ลดการส่งผ่านเสียงได้ดี
-ไม่เก็บความร้อน (K ต่ำ)	-ทนทานต่อการใช้งาน	-ไม่ก่อพิษ	
-ไม่อมความชื้น	-หาง่าย ในท้องถิ่น	-ไม่เป็นสื่อไฟ	
	-ราคาประหยัด		

ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น การใช้วัสดุที่มีมวลสารมากและอาศัย Time Lag ที่ยาวนานของตัววัสดุจะกระทำได้ยากมาก เพราะค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในเวลากลางวันและกลางคืน (Diurnal) มีไม่มากพอเหมือนในเขตร้อนแห้ง และการใช้จะต้องหาวิธีป้องกันไม่ให้ความร้อนสะสมภายในอาคารอีก ซึ่งจะต้องมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและซับซ้อนอีกมาก ฉะนั้นในการออกแบบวัสดุกรอบอาคารจึงใช้วิธีป้องกันความร้อนให้เข้ามาในอาคารให้น้อยที่สุดเป็นหลัก วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย และมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำ

ก. วัสดุผนังภายนอก

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบวัสดุผนังภายนอกประเภทต่าง ๆ

	อิฐมอญ	อิฐมอญ 2 ชั้น + ช่องว่าง	อิฐโปร่ง กว้าง 8 cm.	อิฐโปร่ง กว้าง 12 cm.	คอนกรีตบล็อก	คอนกรีตมวลเบา
ขนาด (cm.)	7 x 15 x 3.5	7 x 19 x 39	8 x 12 x 25	12 x 20 x 25	7 x 19 x 39	7.5 x 60 x 20
จำนวน (ก้อน) m^2.	136	272	36	20	12.5	5.55
ความหนา (cm.)	10	27	11	15	10	10
ค่า R รวม (m^2 °C-watt)	0.307	0.50	0.443	0.503	0.395	0.843
ค่า U รวม (watt – m^2 °C)	3.26	2.00	2.26	1.99	2.53	1.19
ราคา ต่อ m^2 (บาท)	380	760	435	482	372	426
การก่อสร้างและการติดตั้ง	-สะดวก -ใช้ช่างฝีมือในท้องถิ่นได้	-เพิ่มขั้นตอนในการทำงาน -ใช้ช่างฝีมือในท้องถิ่นได้	-สะดวก -ใช้ช่างฝีมือในท้องถิ่นได้ -ทำงานรวดเร็ว	-สะดวก -ใช้ช่างฝีมือในท้องถิ่นได้ -ทำงานรวดเร็ว	-สะดวก -ใช้ช่างฝีมือในท้องถิ่นได้ -ทำงานรวดเร็ว	-ทำงานรวดเร็ว
ข้อเสีย	-เก็บความร้อน -เสียหายมาก -ทำงานช้า -น.น.มาก	-เก็บความร้อน -น.น มาก -ราคาสูงขึ้น	-3.45 บาท/ก้อน -ตอกตะปูไม่ได้ -อาจเห็นรอยหลังฉาบผิว	-8.60 บาท/ก้อน -ตอกตะปูไม่ได้ -อาจเห็นรอยหลังฉาบผิว	-เก็บความร้อน -น.น มาก	-ราคาสูง -ต้องใช้ช่างและวัตถุดิบเฉพาะ -อมความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-บริเวณที่ถูกแสงแดดบางช่วงเวลา เช่น บริเวณผนังใต้หน้าต่าง ทางด้านทิศเหนือและใต้ เลือกใช้ผนังอิฐโปร่ง 8 cm. ฉาบเรียบ เพราะมีความเหมาะสมมากกว่าวัสดุประเภทอื่น ๆ

-บริเวณที่ถูกแสงแดดค่อนข้างมาก เช่น บริเวณทิศตะวันตกและตะวันออก ที่ส่วนใหญ่จะเป็นผนังทึบและเป็นบริเวณที่มีพื้นที่ใช้งาน เช่นห้องพักครู เลือกใช้ผนังอิฐโปร่ง 12 cm. ฉาบเรียบ เพราะบริเวณนี้เป็นส่วนที่จะได้รับอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์มาก การเลือกใช้วัสดุต้องพิจารณาวัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนได้ดี และข้อเสียต่าง ๆ นั้นควรมีผลกระทบน้อยสุด

ข. วัสดุผนังภายใน

สำหรับวัสดุผนังภายใน มีเกณฑ์เบื้องต้นที่นำมาพิจารณาดังต่อไปนี้

- ทนทานต่อการใช้งาน
- หาง่ายในท้องถิ่น
- ทำงานง่าย รวดเร็ว
- ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้อาคาร
- ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงค่าการถ่ายเทความร้อน ของตัววัสดุเพราะไม่ได้รับอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์

ส่วนในกรณีของการลดเสียงรบกวนนั้น เนื่องด้วยเป็นห้องเรียนที่ต้องการการระบายอากาศแบบธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องเปิดช่องเปิดไว้ตลอดเวลา เสียงรบกวนจากภายนอกก็ผ่านเข้าสู่ห้องเรียนได้สูง ซึ่งการแก้ปัญหาตรงประเด็นนี้สามารถแก้ปัญหาในส่วนของการจัดวาง LAY OUT ของอาคาร ส่วนการพิจารณาคุณสมบัติการกั้นเสียงของผนังภายในนั้น จะพิจารณากันที่ค่าสัมประสิทธิ์การกันเสียงของตัววัสดุ ที่จะแทรกผ่านเข้ามาระหว่างห้องเรียนด้วยกันเท่านั้น

จากข้อพิจารณาดังกล่าว ผนังคอนกรีตบล็อก จัดเป็นวัสดุที่อยู่ในขอบข่ายข้างต้น อีกทั้งเป็นวัสดุที่มีค่าประสัมประสิทธิ์การกันเสียง เฉลี่ยประมาณ 45 dB.

ค. ประเภทและวัสดุหลังคา

คุณลักษณะของรูปแบบของหลังคาที่เหมาะสมควรมีดังนี้

ค.1 หลังคาควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย

ค.2 สามารถป้องกันและสะท้อนความร้อนออกไปได้ดี

ค.3 ควรมีช่องว่างอากาศใต้หลังคาที่สามารถระบายความร้อนออกไปภายนอกได้

ค.4 ควรมีชายคาที่ยื่นยาว สามารถให้ร่มเงาแก่ผนังทุก ๆ ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.5 สีของวัสดุหลังคาควรเป็นสีอ่อน เพราะสามารถสะท้อนความร้อน ได้ดีกว่าสีเข้ม

ค.6 วัสดุหลังคาควรมีความสวยงาม , แข็งแรง , คงทนต่อสภาพอากาศและจัดหาได้ง่าย

หลังจากพิจารณาตามหัวข้อข้างต้น หลังคาทรงปั้นหยาแบบมีเกล็ดระบายอากาศ (หรือที่เรียกว่า หลังคาทรงมนิลา) เป็นหลังคาที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น ส่วนการป้องกันรังสีความร้อนที่จะถ่ายเทสู่ห้องเรียนชั้นบนสุดนั้น สามารถป้องกันได้โดยใช้วัสดุฉนวนประเภทต่าง ๆ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบรายละเอียดของวัสดุที่จะนำมาใช้ได้ดังนี้

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบวัสดุหลังคาประเภทต่าง ๆ

Component	กระเบื้องลูกฟูกถอนเล็ก + กระเบื้องแผ่นเรียบ	กระเบื้องลูกฟูกถอนเล็ก + Aluminium Foil + ยิบซั่มบอร์ด หนา12 mm.	กระเบื้องลูกฟูกถอนเล็ก + Aluminium Foil + ฉนวนใยแก้ว หนา 1" + ยิบซั่มบอร์ด หนา 12 mm.
Outside Air Film	0.055	0.055	0.055
Roof Tile	0.005/0.836 = 0.006	0.005/0.836 = 0.006	0.005/0.836 = 0.006
Air Gap Purlin space	0.148	0.571	0.571
Attic space	0.458	1.356	1.356
Asbestos-Cement	0.006/0.158 = 0.03	-	-
Gypsum Board	-	0.012/0.191 = 0.063	0.012/0.191 = 0.063
Fiberglass Matt	-	-	0.025/0.038 = 0.658
Inside Air Film	0.14	0.58	0.58
$\sum R$	0.837	2.645	3.303
U Value (w / m^2 °C)	1.194	0.378	0.302

จากตารางที่ 5.6 มีความเห็นว่าวัสดุหลังคาที่เหมาะสมที่สุดได้แก่ หลังคาลูกฟูกถอนเล็ก + Aluminium Foil + แผ่นยิบซั่มบอร์ด หนา 12 mm. เพราะมีค่า U ต่ำเพียง 0.378 watt / m^2 ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่ค่า U ที่ต่ำที่สุดก็ตาม แต่ก็เพียงพอที่จะสามารถสกัดกั้นรังสีความร้อนได้เป็นอย่างดีและเมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าจะเห็นว่ามีความคุ้มค่ามากกว่าแบบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมและการตรวจสอบผลการออกแบบ

6.1 ศึกษาองค์ประกอบ , พื้นที่ใช้สอย และความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ

6.1.1 หลักสูตรการศึกษา (Typical Curriculum)

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Middle Secondary)

	นักเรียนต้องมีชั่วโมงเรียน (Learning Area)	35	Periods (100%)
แบ่งเป็น	-วิชาหลัก (Core Subjects)	20	Periods (57.1%)
	-วิชาเลือก (Elective Subjects)	10	Periods (28.6%)
	-วิชาอื่น ๆ (Other Subjects)	5	Periods (14.3%)

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (High Secondary)

	นักเรียนต้องมีชั่วโมงเรียน (Learning Area)	75	Periods (100%)
แบ่งเป็น	-วิชาสามัญ (Common Core Subjects)	18	Periods (24.0%)
	-วิชาหลัก (Core Subjects)	30	Periods (40.0%)
	-วิชาเลือก (Elective Subjects)	45	Periods (60.0%)

6.1.2 พฤติกรรมของนักเรียน

ระบบการเรียนในระดับ มัธยมศึกษา มิใช่เรียนเฉพาะภายในห้องเรียน แต่เลือกเรียนตามหลักสูตรวิชาเลือก นักเรียนที่เรียนวิชาเดียวกันจะอยู่กลุ่มเดียวกัน ในห้องเรียนหนึ่งและเมื่อหมดชั่วโมง ก็ต้องแยกย้ายกันไปเรียนวิชาอื่นที่ตนเองเลือกไว้

กิจกรรมที่อยู่ในชั้นเรียน	16.7 %
อยู่ในห้องทดลอง	69.0 %
อยู่ในสนาม	14.3 %

ใน 1 วัน จะมีเรียน 7 Periods

1 สัปดาห์จะเรียน 35 Periods ๆ ละ 50 นาที หยุดวันเสาร์-อาทิตย์

6.1.3 การกำหนดขนาดของโรงเรียน

เนื่องจากเป็นโครงการกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิจัย ฉะนั้นในส่วนของขนาดโรงเรียนนั้น จึงขอกำหนดขนาดโรงเรียนที่ทำการศึกษาเป็นโรงเรียน มัธยมศึกษาขนาดกลาง มีจำนวนนักเรียน 500 – 1499 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.4 การหาจำนวนนักเรียน , อาจารย์และเจ้าหน้าที่ภายในโรงเรียน

ก. จำนวนกลุ่มนักเรียน / ห้อง

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	=	1499	คน
กำหนด 40 คน / กลุ่ม	=	38	กลุ่ม

ข. การหาจำนวนอาจารย์และเจ้าหน้าที่

อัตราส่วนอาจารย์ : นักเรียน 1 : 18	=	84	คน
อัตราส่วนเจ้าหน้าที่ : นักเรียน 1 : 21	=	72	คน

6.1.5 การหาจำนวนห้องเรียน

- 90% of the Classroom Space Periods can be Utilized
- 75% of the Special Classroom Space Periods can be Utilized

วิธีคิด

ก. Space Periods Utilizable $= \frac{\text{90 or 75 x Periods/week}}{100}$

ข. Space Periods whole Course = Periods/week x No. of Group

= Total Space Periods

ค. Number of Classroom $= \frac{\text{Total Space Periods}}{\text{Space Periods Utilizable}}$

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ห้องเรียน	Space Periods Utilizable	= (90 x 35) / 100	=	31.5	Periods
ห้องเรียนพิเศษ	Space Periods Utilizable	= (75 x 35) / 100	=	26.3	Periods
	จำนวนห้องเรียน	= 594 / 31.5	=	20	ห้อง
	จำนวนห้องเรียนพิเศษ	= 162 / 26.3	=	6	ห้อง

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ห้องเรียน	Space Periods Utilizable	= (90 x 75) / 100	=	67.5	Periods
ห้องเรียนพิเศษ	Space Periods Utilizable	= (75 x 75) / 100	=	56.3	Periods
	จำนวนห้องเรียน	= 330 / 67.5	=	5	ห้อง
	จำนวนห้องเรียนพิเศษ	=396 / 56.3	=	7	ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปจำนวนห้องเรียน

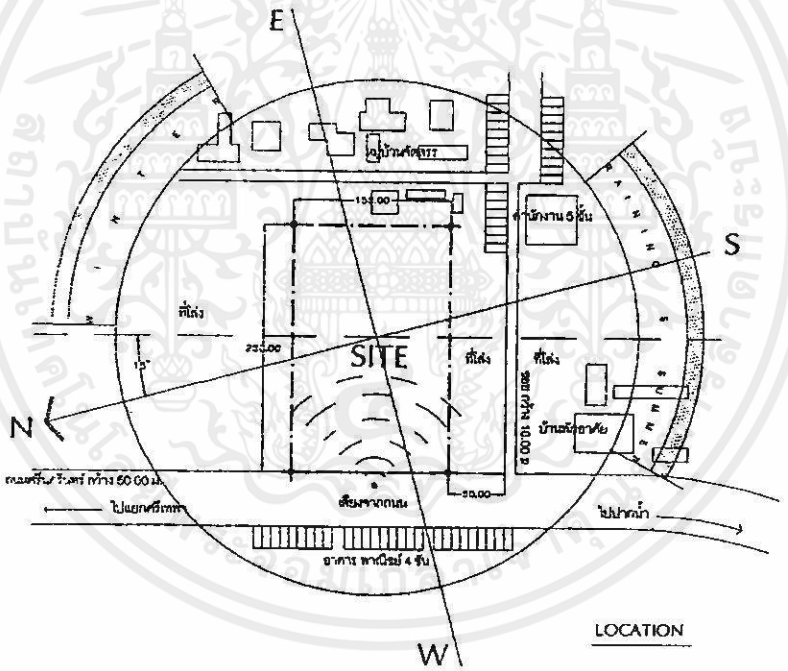
ห้องเรียนปกติ (ไม่ควรน้อยกว่า)	=	25	ห้อง
ห้องเรียนพิเศษ (ไม่ควรน้อยกว่า)	=	13	ห้อง

สรุปพื้นที่ใช้สอยภายในโครงการ (โดยประมาณ)	=	30,721.3	m^2.
พื้นที่ตั้งโครงการ (ไม่ควรน้อยกว่า)	=	19.20	ไร่

6.2 วิเคราะห์สภาพแวดล้อมทั่วไป ของพื้นที่ที่กำหนดเป็นสถานที่ตั้งโครงการ

สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป พื้นที่ดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 35,650 m^2 (22.28 ไร่)

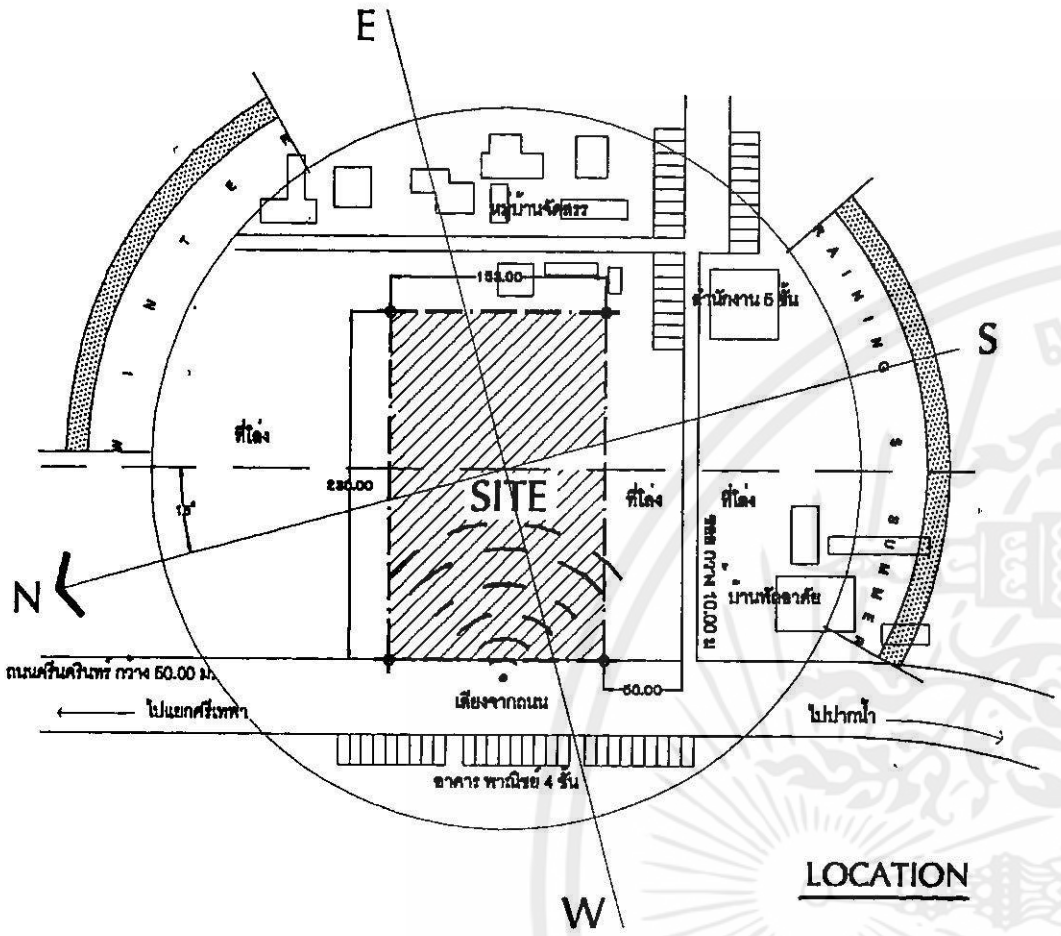
ทิศเหนือ	ติดพื้นที่โล่ง
ทิศใต้	ติดซอยกว้าง 10.00 ม.และที่โล่ง
ทิศตะวันออก	ติดอาคารพาณิชย์ สูง 4 ชั้น และหมู่บ้านจัดสรร
ทิศตะวันตก	ติดถนนใหญ่กว้าง 50.00 ม.



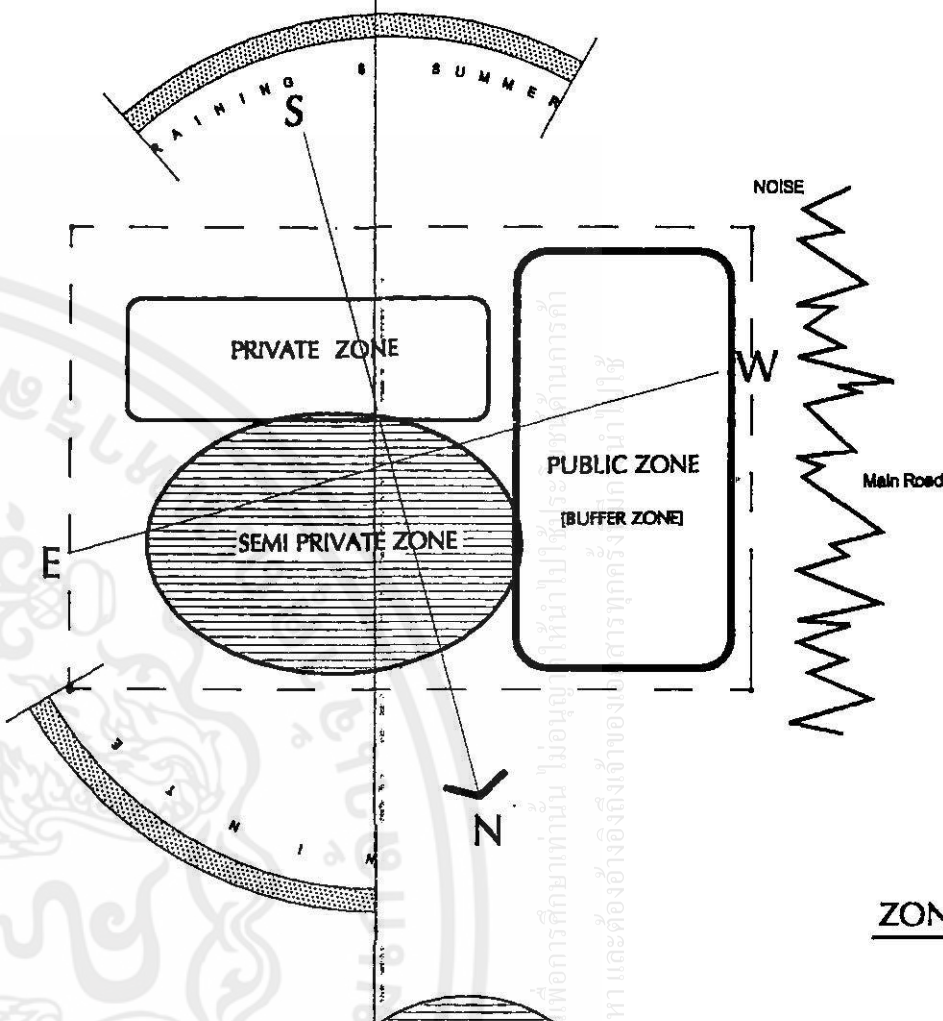
รูปที่ 6.1 แสดงสภาพแวดล้อมโดยรอบที่ตั้งโครงการ

6.3 รูปแบบของอาคารเรียนและอาคารประกอบอื่น ๆ ที่นำเสนอภายในโครงการ

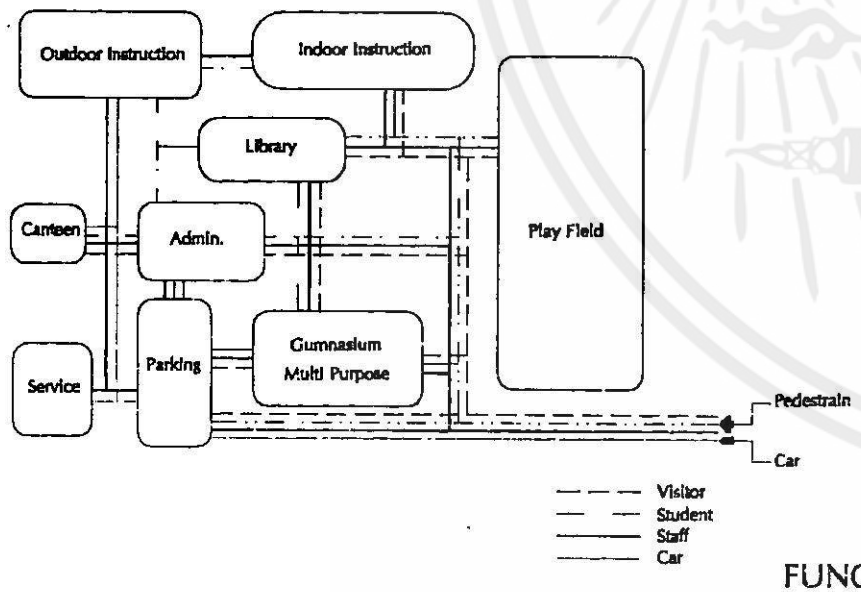
เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



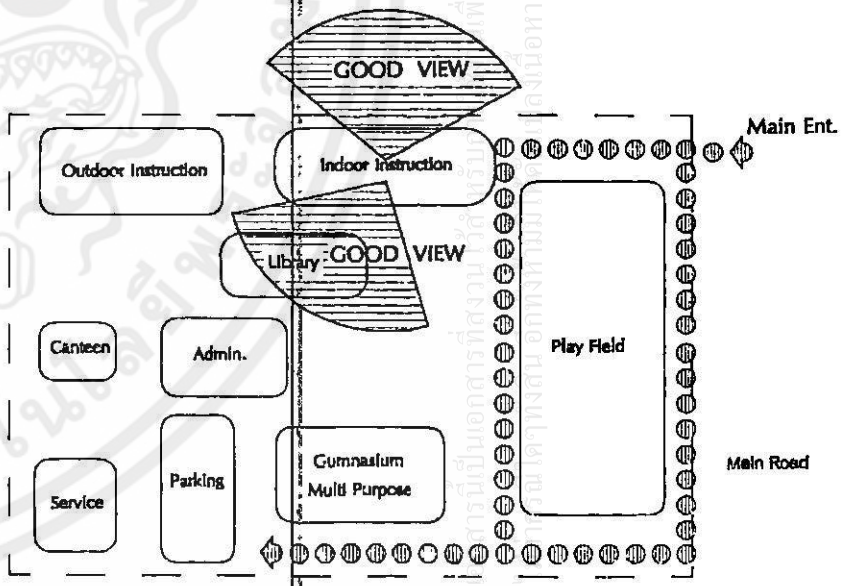
LOCATION



ZONING

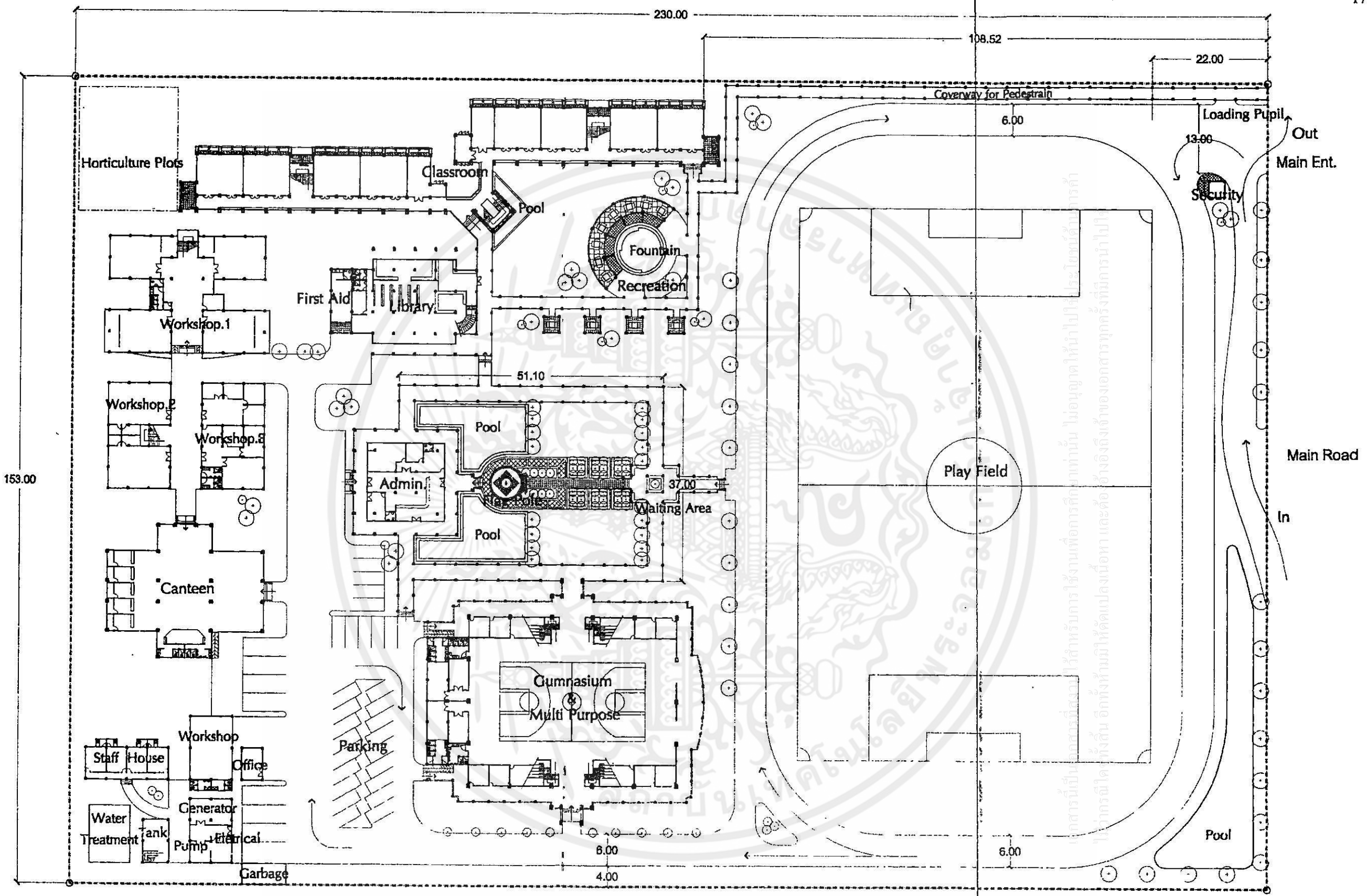


FUNCTION DIAGRAM

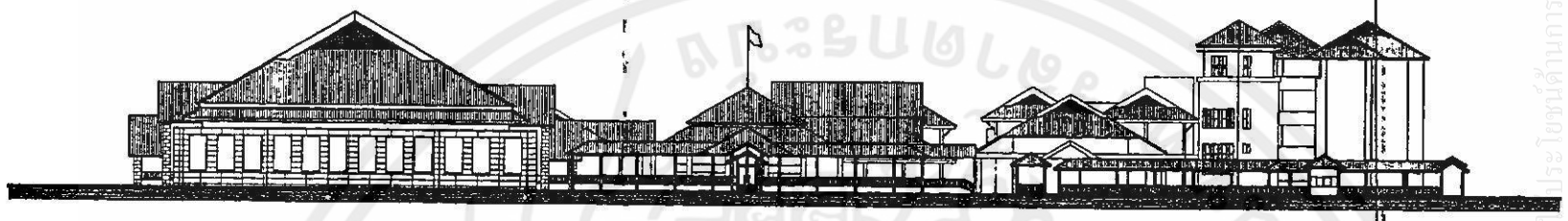


ACCESS & VIEW

รูปที่ 6.2 การวิเคราะห์ LOCATION , ZONING , FUNCTION DIAGRAM , ACCESS & VIEW



รูปที่ 6.3 การจัดผังบริเวณภายในโรงเรียน



FRONT ELEVATION

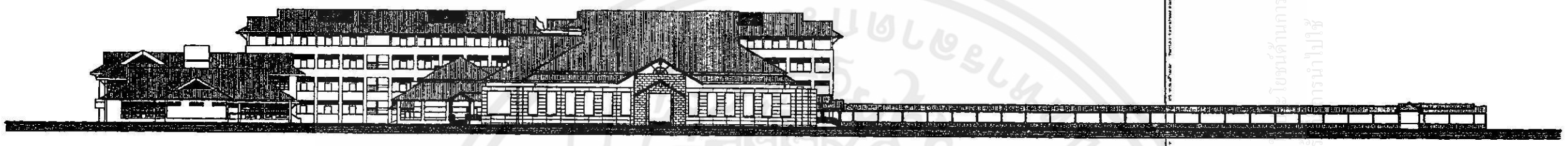
scale 1 : 750

BACK ELEVATION

scale 1 : 750

รูปที่ 6.4 รูปด้านหน้าและด้านหลัง

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
การศึกษาค้นคว้าเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



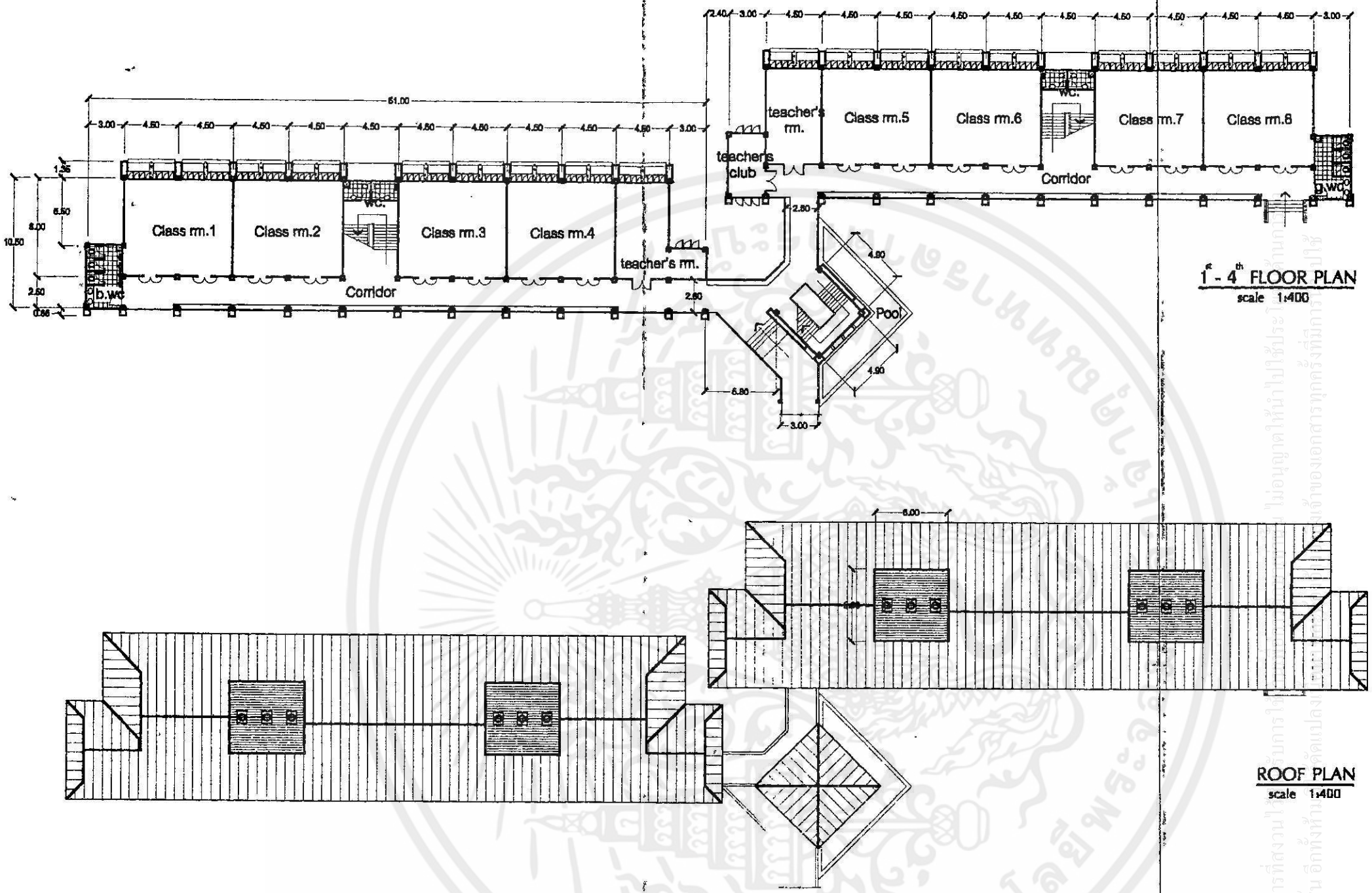
LEFT ELEVATION

scale 1 : 750

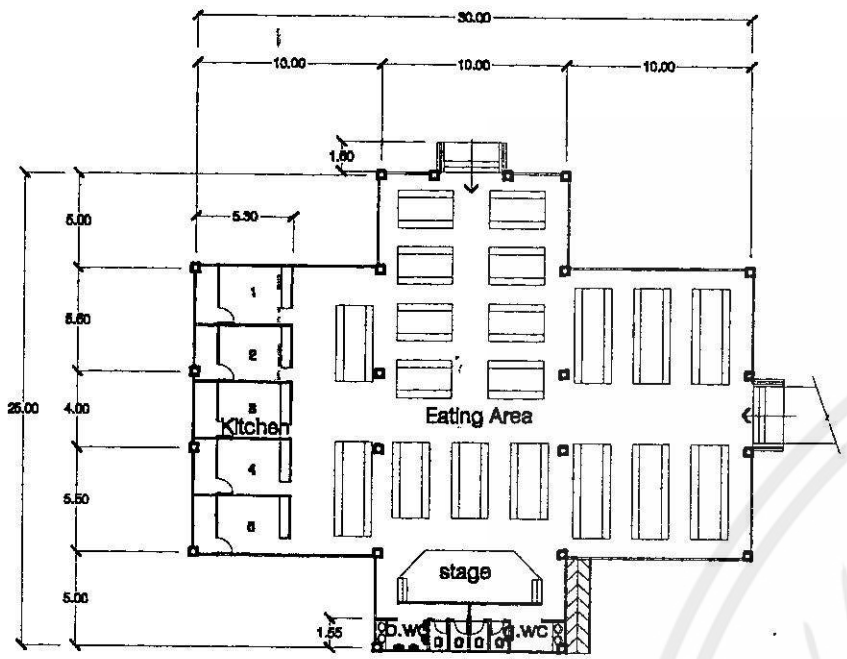
RIGHT ELEVATION

scale 1 : 750

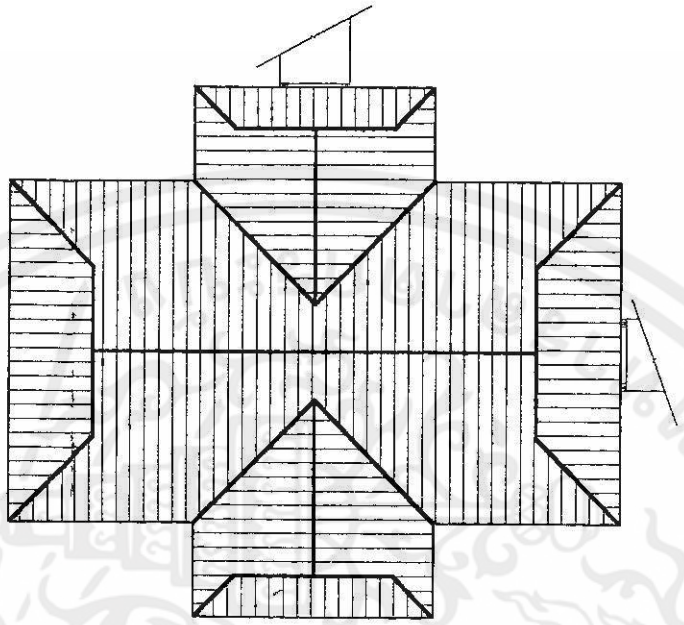
รูปที่ 6.5 รูปด้านซ้ายและด้านขวา



รูปที่ 6.6 แบบอาคาร CLASSROOM

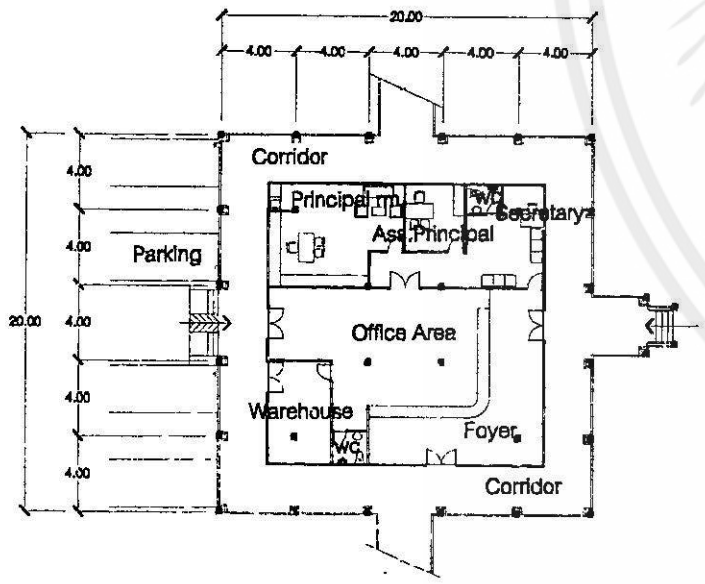


GROUND FLOOR PLAN
scale 1:400

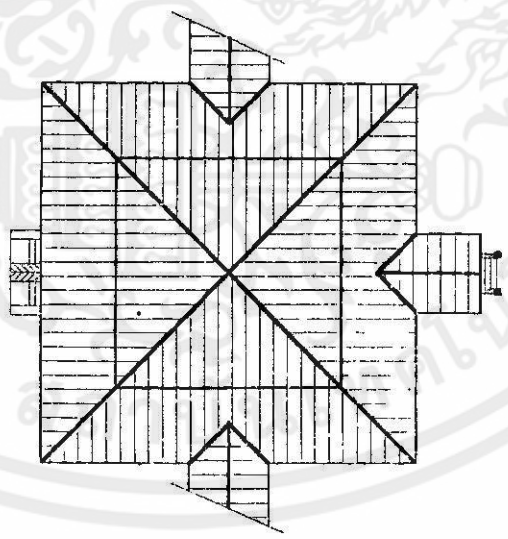


ROOF PLAN
scale 1:400

Canteen

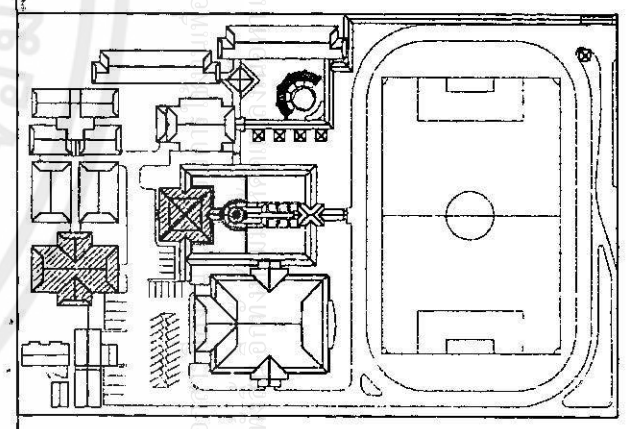


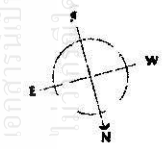
GROUND FLOOR PLAN
scale 1:400



ROOF PLAN
scale 1:400

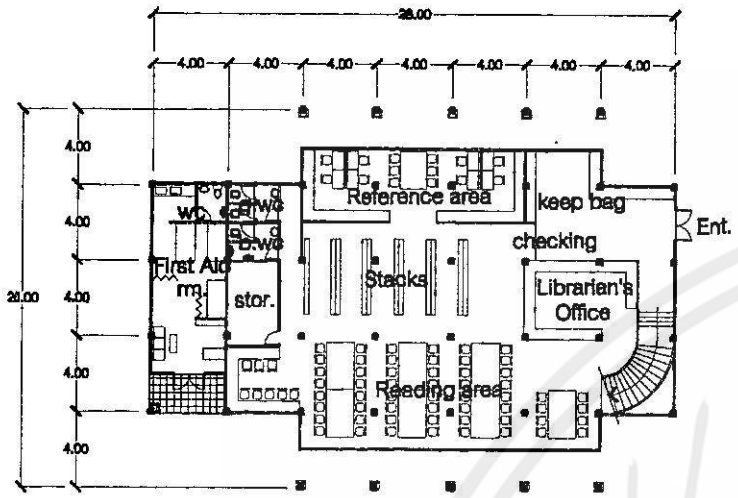
Admin.



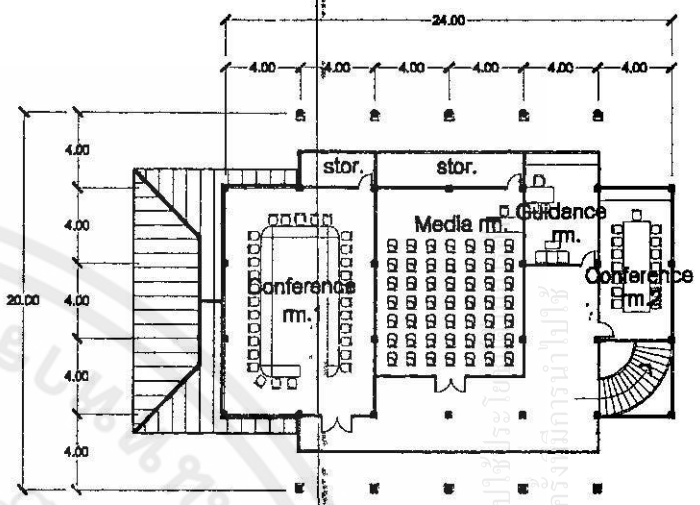


Key Plan

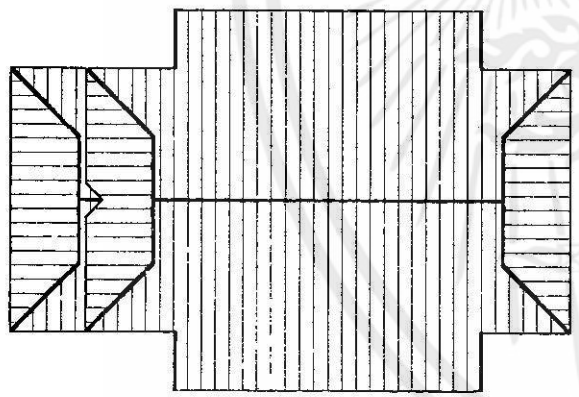
รูปที่ 6.7 แบบอาคาร ADMINISTRATION และ CANTEEN



1st FLOOR PLAN
scale 1:400

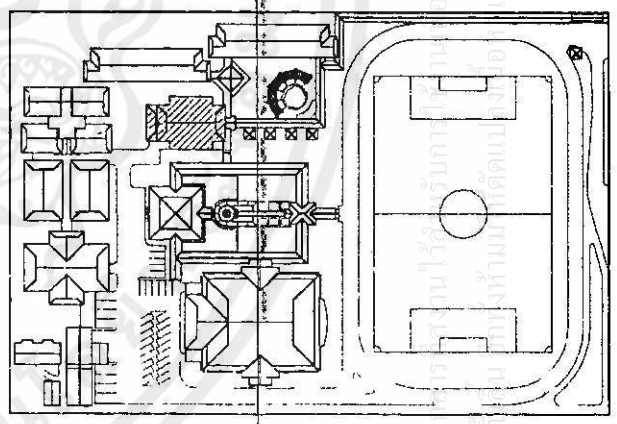


2nd FLOOR PLAN
scale 1:400



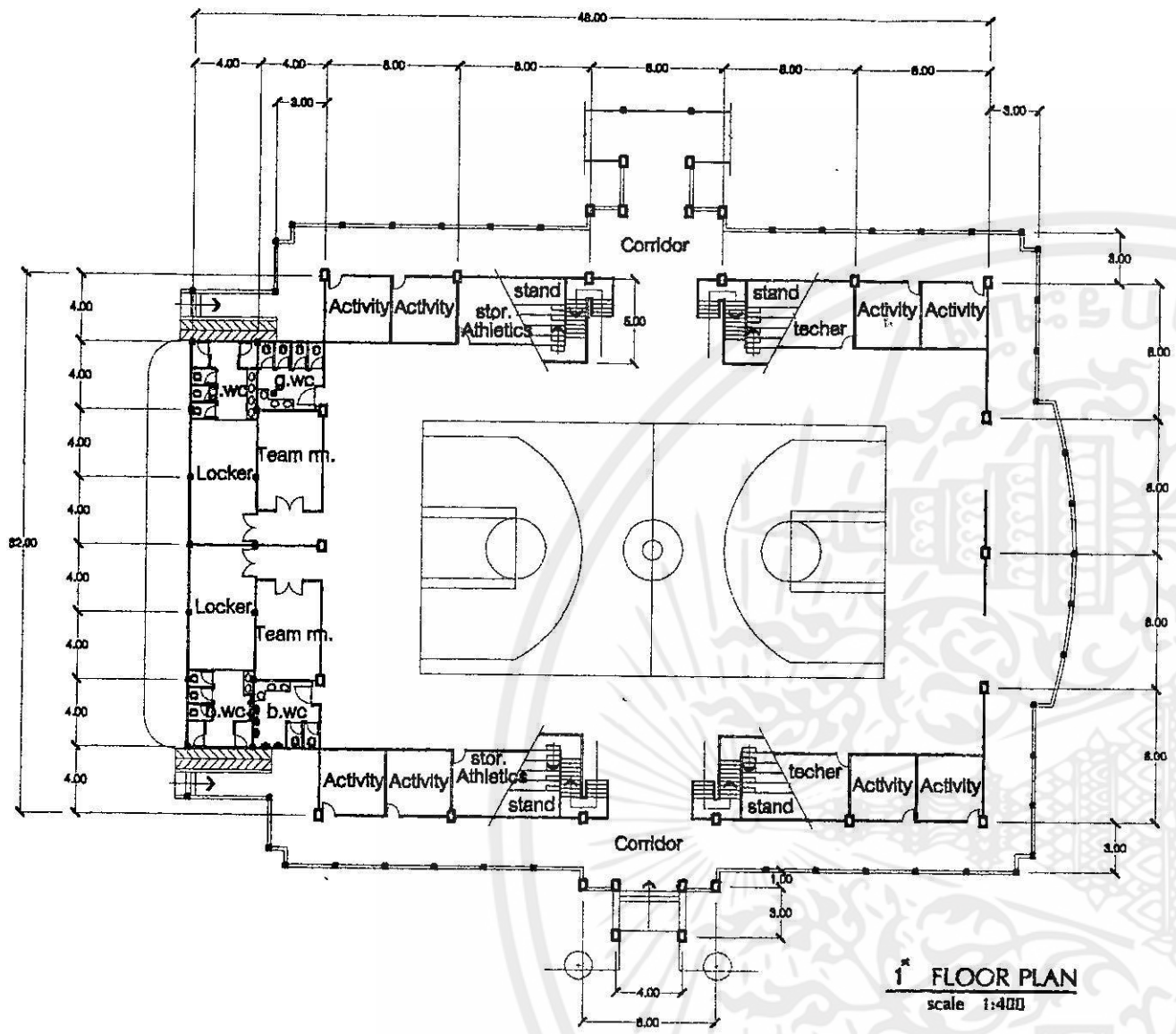
ROOF PLAN
scale 1:400

Library

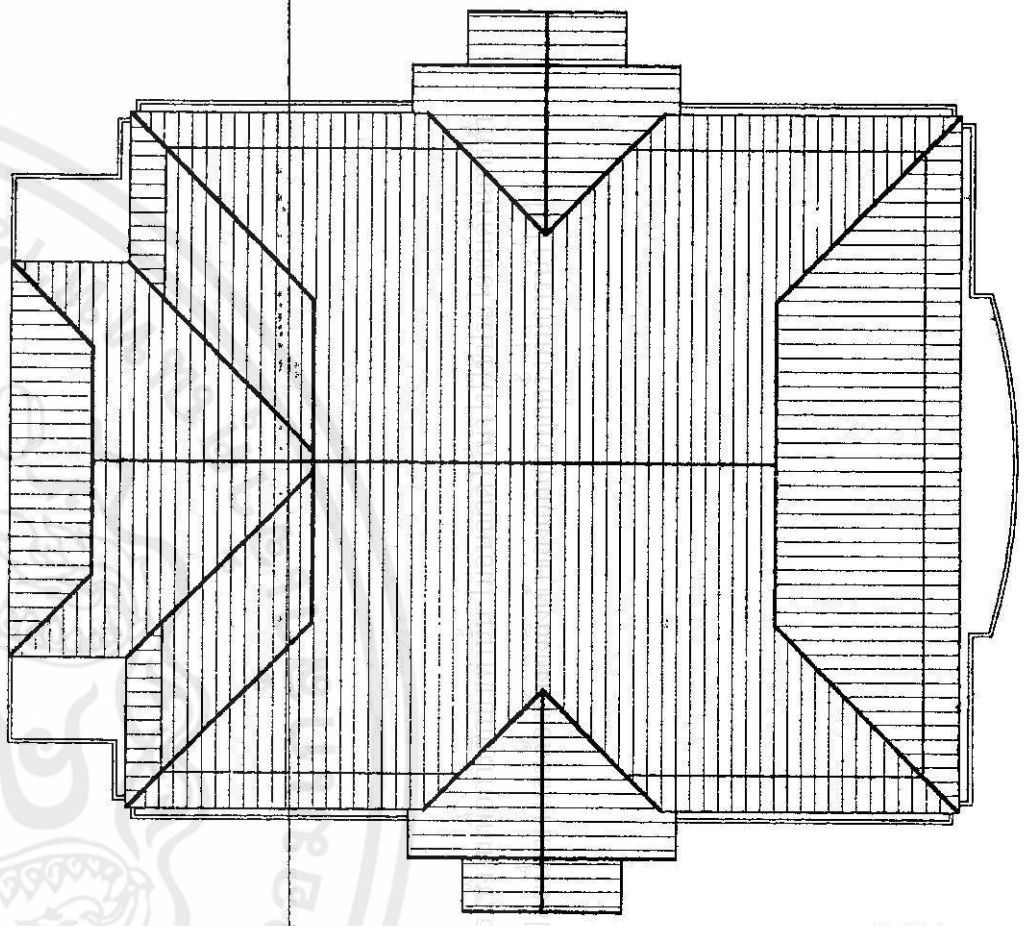


Key Plan

รูปที่ 6.8 แบบอาคาร LIBRARY

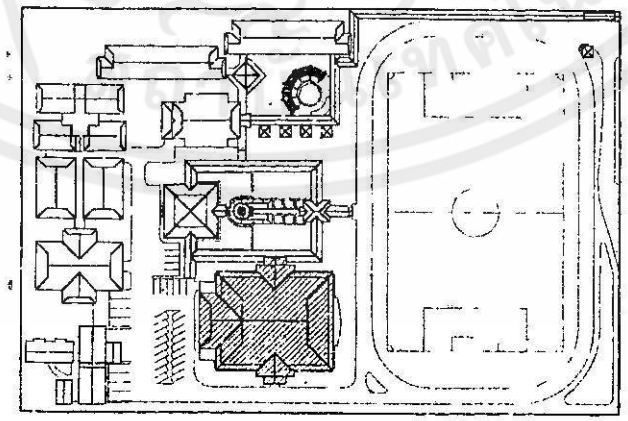


1st FLOOR PLAN
scale 1:400



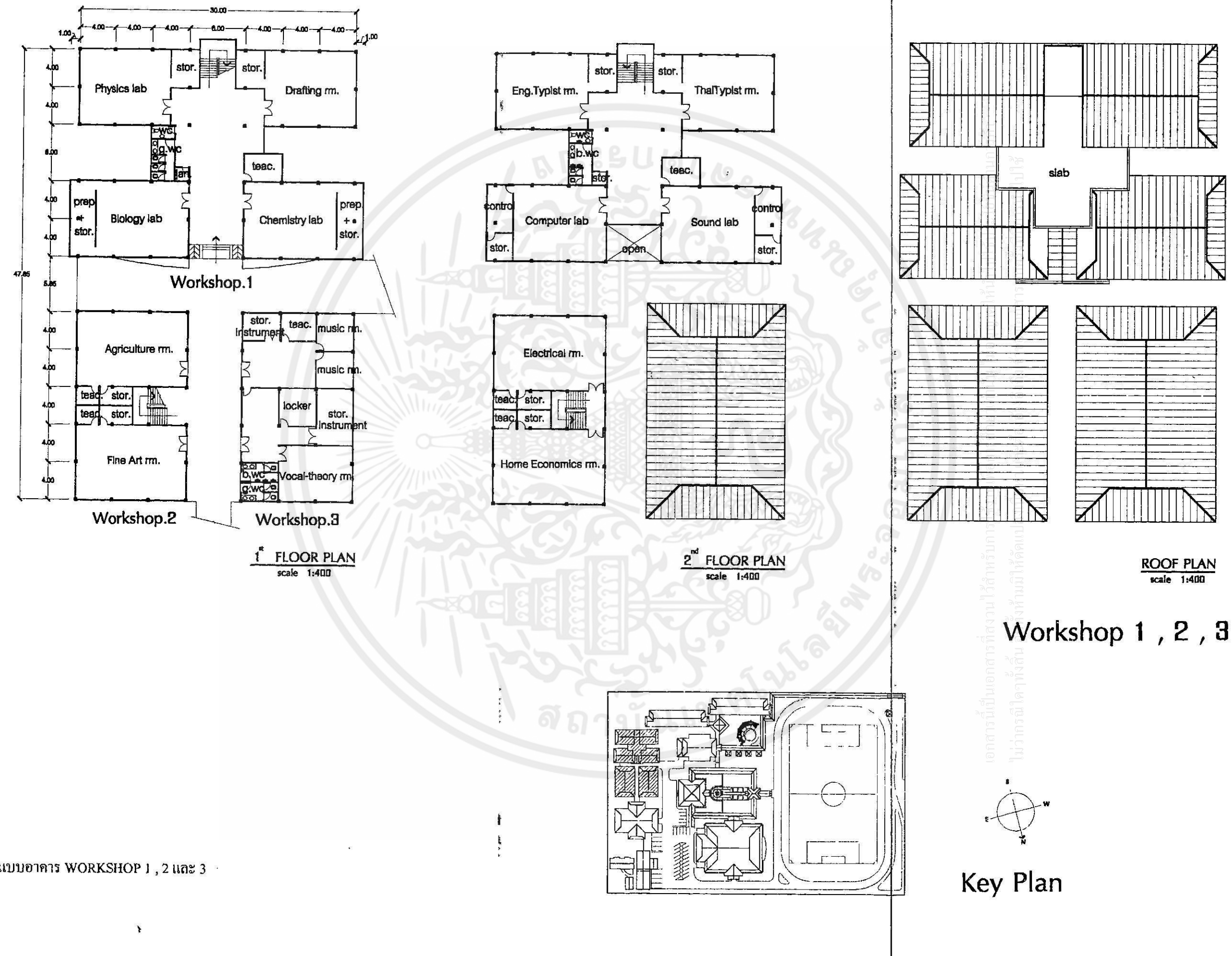
ROOF PLAN
scale 1:400

Gumnasium & Multi Purpose

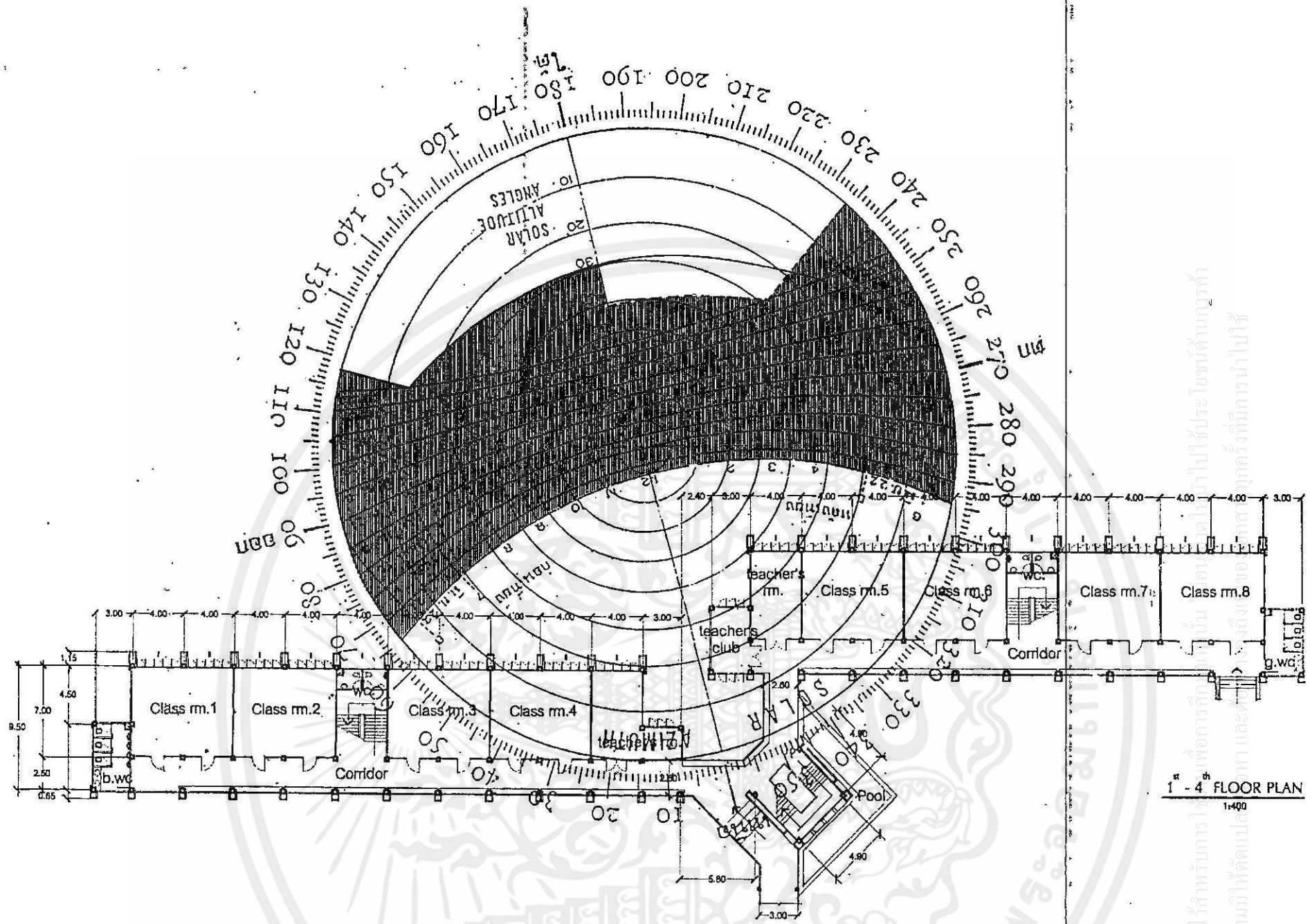


Key Plan

รูปที่ 6.9 แบบอาคาร GUMNASIUM & MULTI PURPOSE

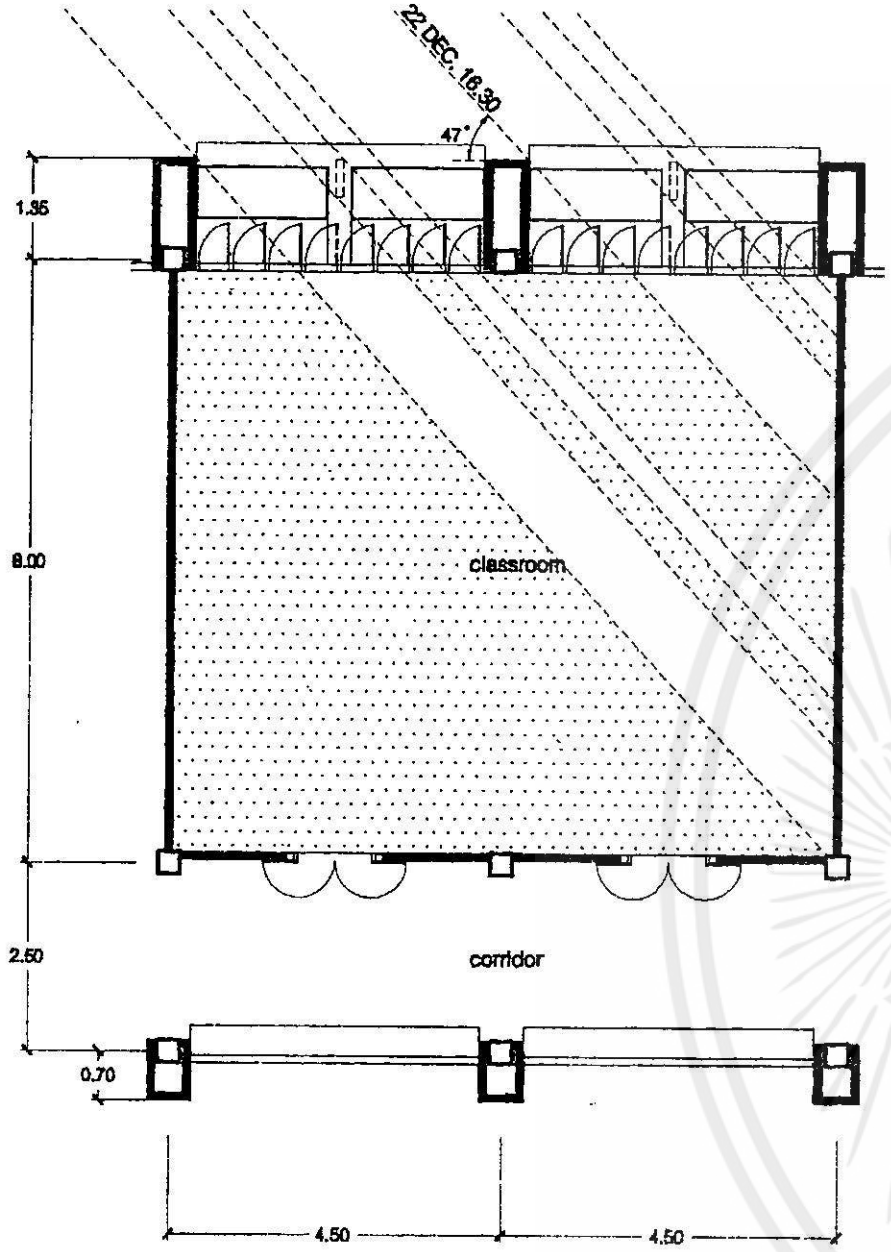


รูปที่ 6.10 แบบอาคาร WORKSHOP 1 , 2 และ 3



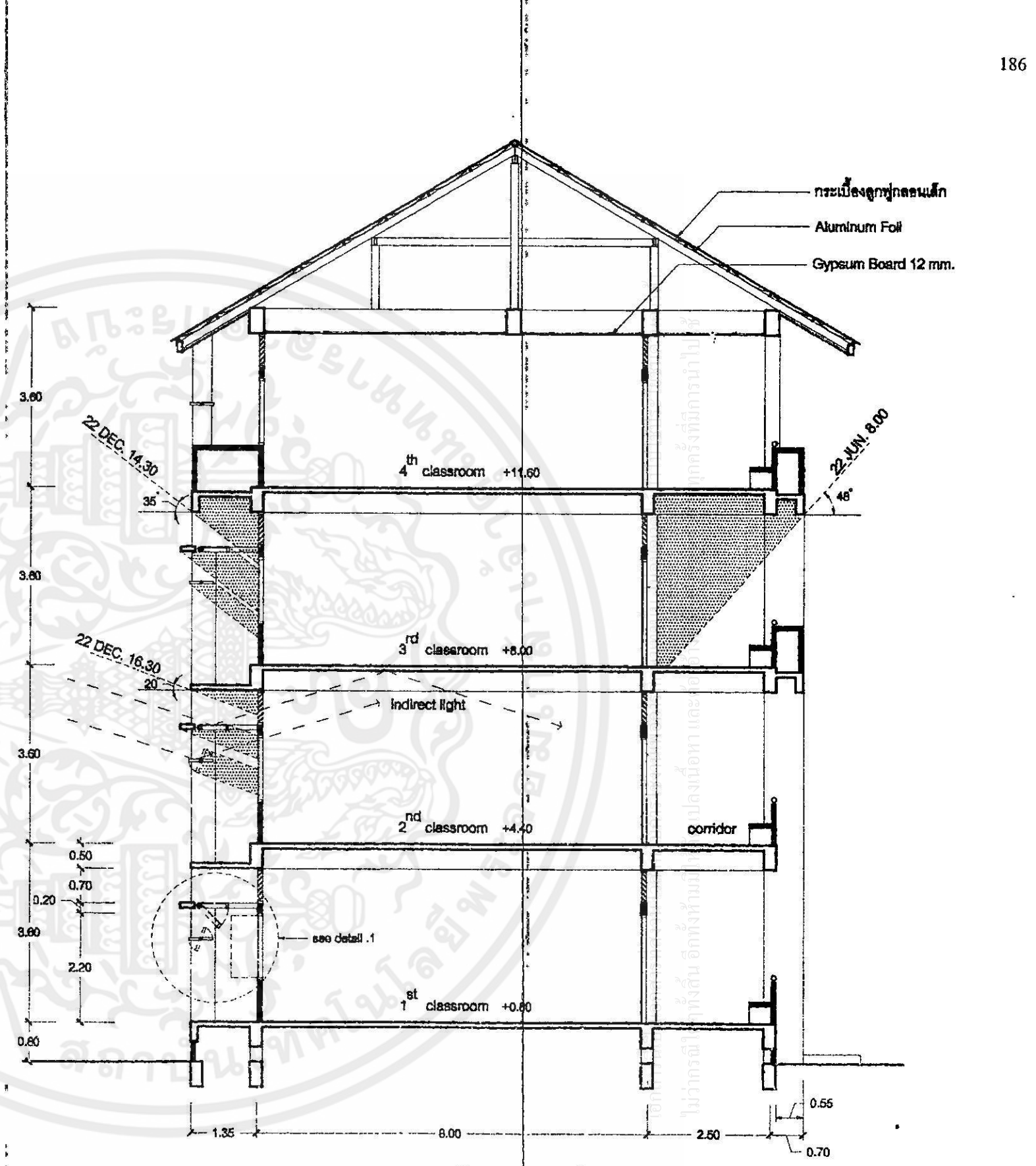
ทิศทางช่องเปิด / เวลา		ALT	AZI	θ_1	θ_2
ทิศใต้ 22 DEC.	7.30 น.	25	-62	47	-77
	8.30 น.	28	-56	56	-71
	9.30 น.	37	-47	59	-62
	14.30 น.	41	31	43	32
	15.30 น.	28	54	35	39
	16.30 น	25	62	20	47

รูปที่ 6.11 การตรวจสอบมุมแดดและช่วงเวลาการบังเงาให้แก่อาคารเรียน ทางช่องเปิดด้านทิศใต้



แบบแสดงการบังแดดแนวนอนของอุปกรณ์บังแดด

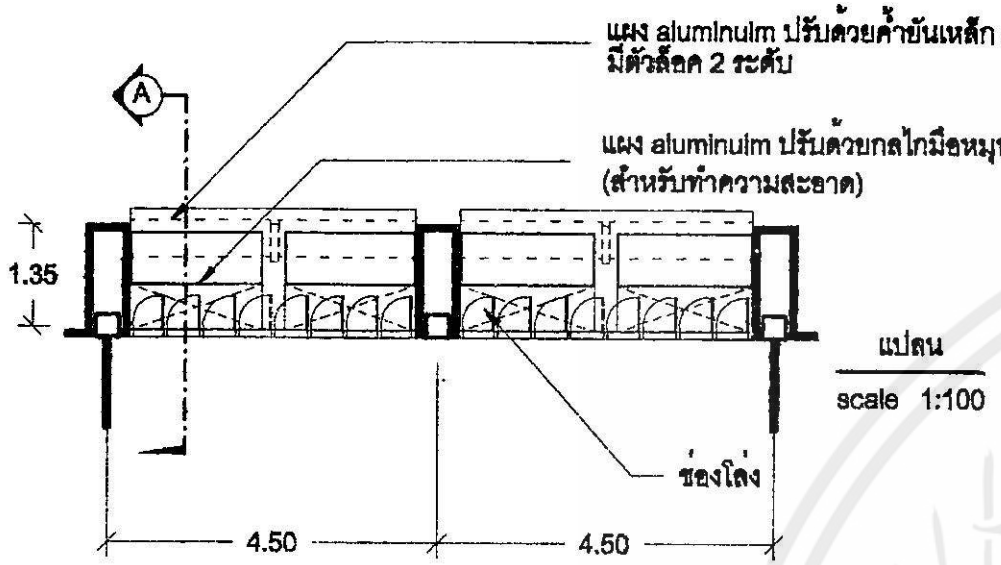
scale 1:100



แบบแสดงการบังแดดแนวตั้งและการสะท้อนแสงของอุปกรณ์บังแดด

scale 1:100

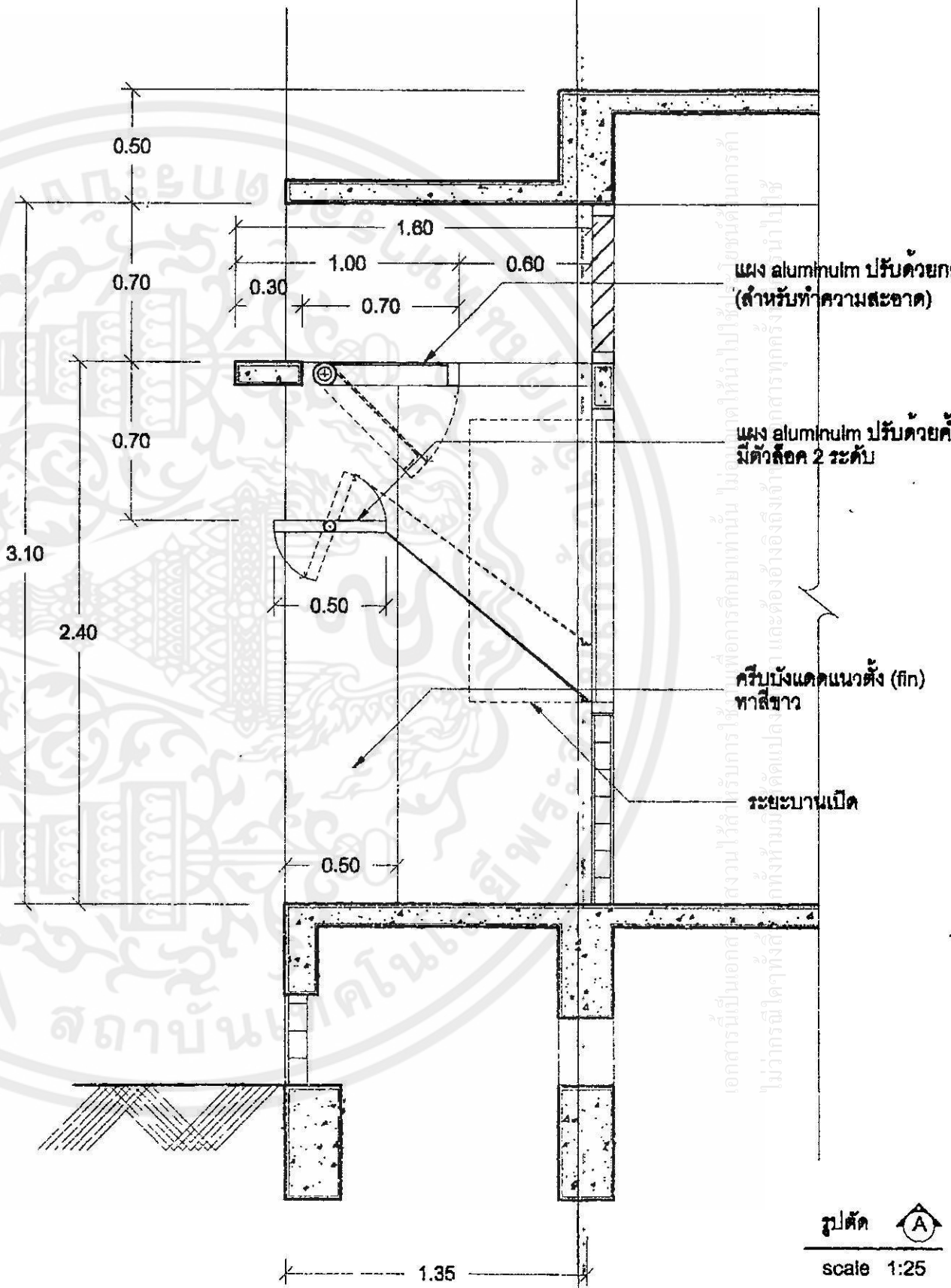
รูปที่ 6.12 แบบรูปตัดและช่วงเวลาการบังแดด รวมทั้งแสดงการทำงานของระบบช่วยเสริมต่าง ๆ



แปลน

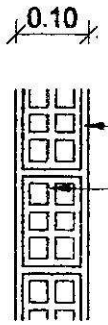
scale 1:100

DETAIL .1 แบบขยายรูปตัดอุปกรณ์บังแดดทางด้านทิศใต้

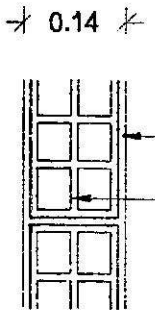


รูปตัด A

scale 1:25



แบบขยายรูปตัดผนังอาคาร ด้านทิศ N และ S



แบบขยายรูปตัดผนังอาคาร ด้านทิศ E และ W

รูปที่ 6.13 แบบขยายอุปกรณ์บังแดดและการควบคุมการใช้งานของอุปกรณ์สะท้อนแสง

6.4 การตรวจสอบการระบายอากาศภายในห้องเรียน

เพื่อตรวจสอบปริมาณกระแสลมที่พัดเข้าภายในห้องเรียน ผ่านทางช่องเปิดทางลมเข้าและออกที่ได้ทำการออกแบบไว้ การตรวจสอบจะใช้หุ่นจำลอง (Model scale 1 : 20) ภายในอุโมงค์ลม (Wind Channel) พร้อมกับอุปกรณ์วัดความเร็วลม (Air flow Meter) ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก. การตรวจสอบกระทำครั้งแรกในวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2543 และ ทำการปรับปรุงครั้งที่ 2 วันที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2543

ข. ตรวจสอบทิศทางการพัดของลมในเขตจังหวัด สมุทรปราการ ภายในช่วงเดือนที่มีการใช้งานอาคาร โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงได้แก่

ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เดือน มิถุนายน ถึง กันยายน มีทิศทางลมพัดชัดเจนทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้

ช่วงที่ 2 ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ มีทิศทางลมพัดชัดเจนทางด้านทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

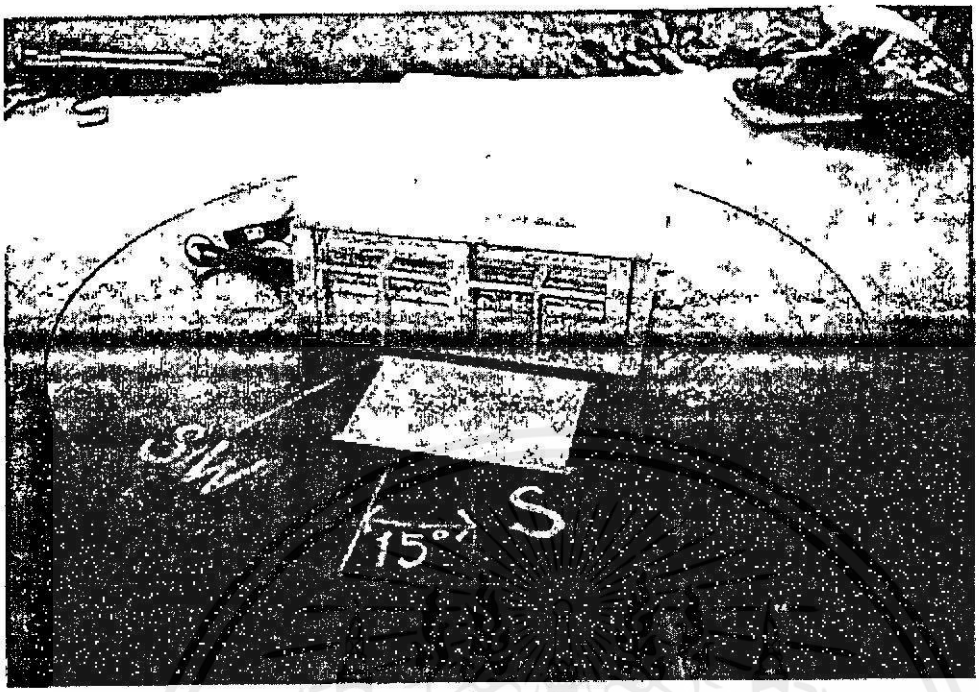
ฉะนั้นในการตรวจวัดทิศทางของกระแสลมที่กระทำกับอาคาร จะทำการตรวจวัดทางทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนในทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะไม่ทำการตรวจวัดเพราะ เป็นกระแสลมที่ไม่พึงปรารถนา

ค. การตรวจวัดจะเริ่มที่วัดกระแสลมภายนอกก่อนตั้งหุ่นจำลอง แล้วจึงย้ายไปตรวจวัดความเร็วของกระแสลมภายในห้อง โดยกำหนดตำแหน่งในการวัด 16 จุด กระจายทั่วทั้งห้อง ส่วนระดับความสูงที่ทำการวัดสูง 0.75 ม. เพราะเป็นระดับที่กระแสลมพัดผ่านตัวนักเรียนขณะนั่งเรียนอยู่

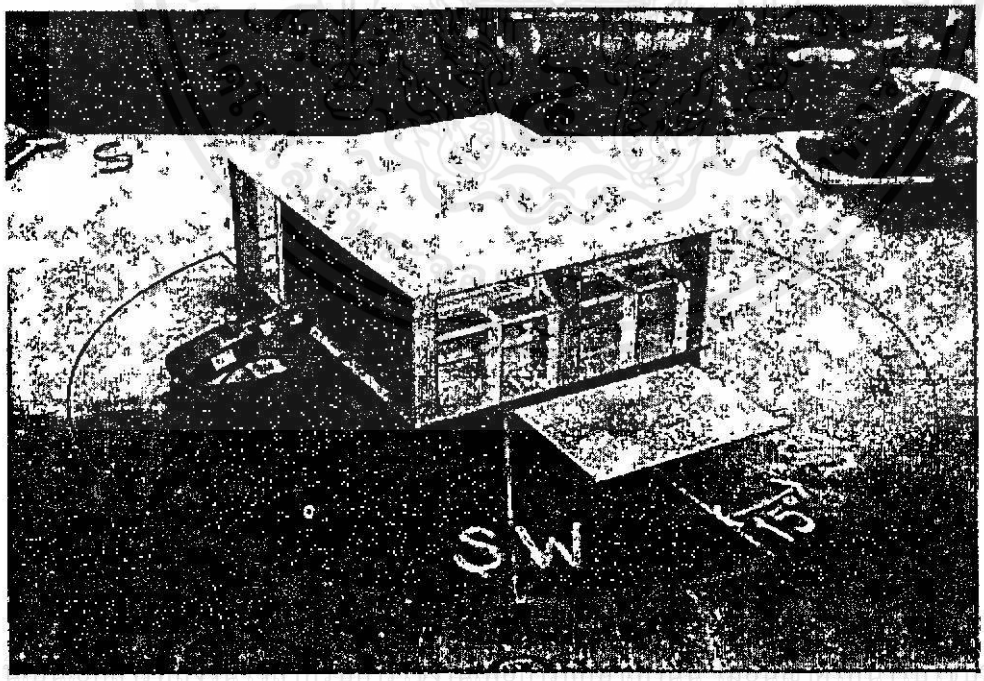
ง. การตรวจวัดจะทำการทดลองทั้งแบบกรณีเปิดประตูห้องเรียน และแบบปิดประตูห้องเรียน แล้วนำผลที่ได้ทั้ง 2 กรณี มาหาค่าเฉลี่ย เทียบสัดส่วนกับค่าของกระแสลมภายนอกที่วัดได้ในข้างต้น ก็จะทราบถึงสัดส่วนของกระแสลมที่พัดเข้าสู่ห้องเรียนผ่านทางขนาดช่องเปิดทางลมเข้าและออก ที่ได้ทำการออกแบบไว้ รวมทั้งเปอร์เซ็นต์การกระจายตัวของกระแสลมภายในห้องเรียนด้วย

จ. หาความเร็วลมที่เกิดขึ้นจริง ในระดับความสูงต่าง ๆ โดยใช้สมการ "Power Law" ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ทราบถึงค่าของความเร็วลมภายนอกที่ระดับ ความสูงของห้องเรียนในชั้นต่าง ๆ ทั้ง 4 ชั้น และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของ Beaufort Wind-Force Scale ก็จะทราบถึงระดับของกระแสลมที่พัดเข้ามาว่าเพียงพอแก่ความต้องการหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

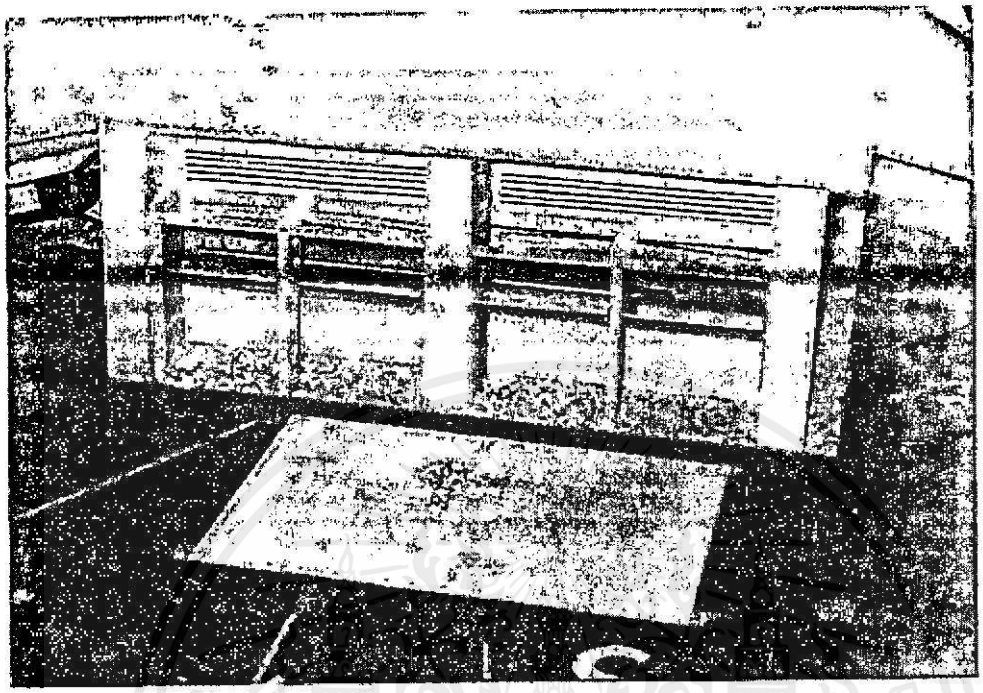


รูปที่ 6.14 การตรวจสอบปริมาณกระแสลมที่พัดเข้าห้องเรียน ภายในอุโมงค์ลม กรณีที่กระแสลมพัดมาทางทิศใต้

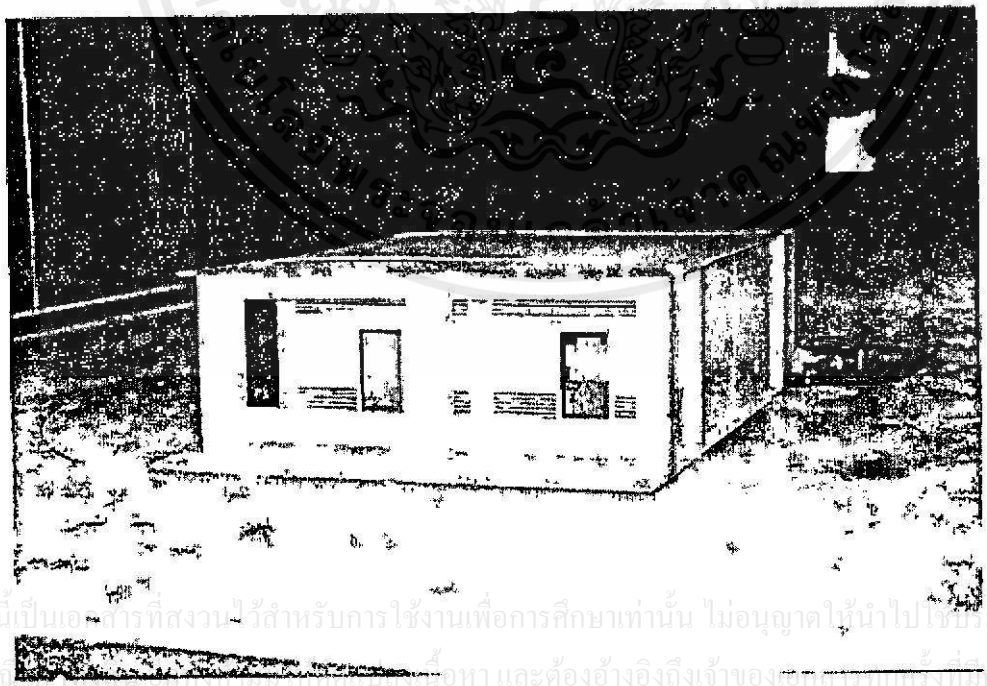


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.15 การตรวจสอบปริมาณกระแสลมที่พัดเข้าห้องเรียน ภายในอุโมงค์ลม กรณีที่กระแสลมพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้



รูปที่ 6.16 การใช้ Air Flow Meter ตรวจวัดปริมาณกระแสลม ในตำแหน่งต่าง ๆ ภายในหุ่นจำลอง



รูปที่ 6.17 รูปแบบช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ (ช่องทางลมออก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการตรวจสอบ

ความเร็วลมภายนอกหน้าต่าง ก่อนเข้าสู่ห้องเรียน = 5.5 m/s

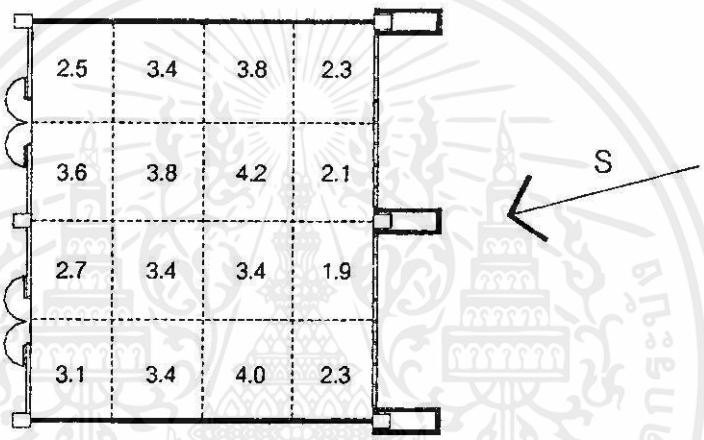
กรณีที่.1 กระแสลมพัดทางทิศใต้ และเปิดประตูห้องเรียน

ค่าเฉลี่ยของกระแสลมภายในห้อง = 49.9 / 16

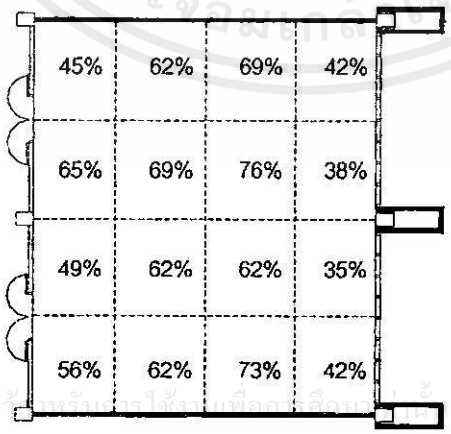
= 3.11 m/s

สัดส่วนของกระแสลมที่พัดเข้าห้อง = 3.11 / 5.5 *100

= 57 %



รูปที่ 6.18 ค่าความเร็วของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.19 อัตราส่วนการกระจายตัวของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่1

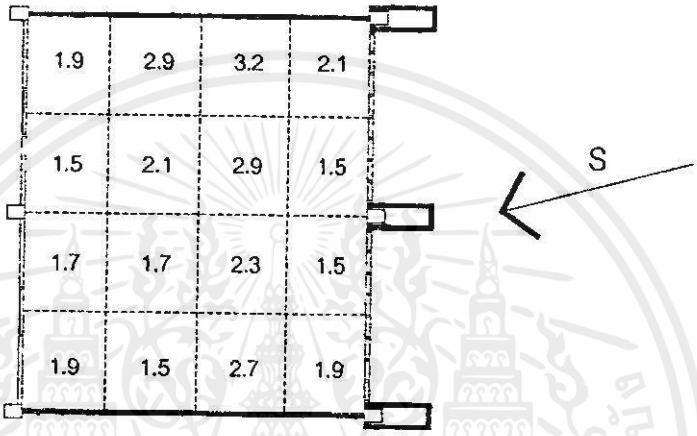
กรณีที่.2 กระแสลมพัดทางทิศใต้ และปิดประตูห้องเรียน

ค่าเฉลี่ยของกระแสลมภายในห้อง = 33.3 / 16

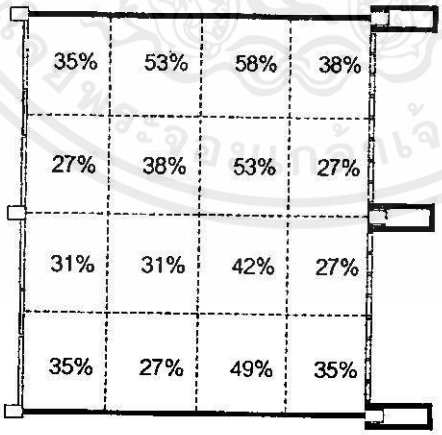
= 2.08 m /s

สัดส่วนของกระแสลมที่พัดเข้าห้อง = 2.08 / 5.5 *100

= 38 %



รูปที่ 6.20 ค่าความเร็วของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่2



รูปที่ 6.21 อัตราส่วนการกระจายตัวของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

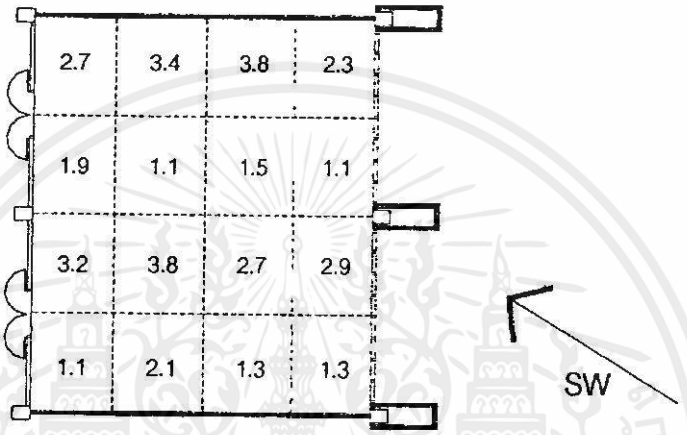
กรณีที่.3 กระแสลมพัดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และเปิดประตูห้องเรียน

ค่าเฉลี่ยของกระแสลมภายในห้อง = 36.2 / 16

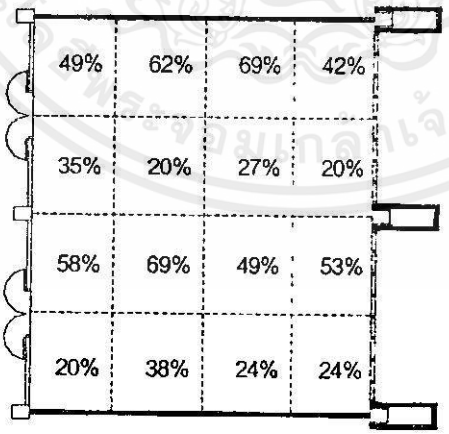
= 2.26 m /s

สัดส่วนของกระแสลมที่พัดเข้าห้อง = 2.26 / 5.5 *100

= 41 %



รูปที่ 6.22 ค่าความเร็วของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.23 อัตราส่วนการกระจายตัวของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่3

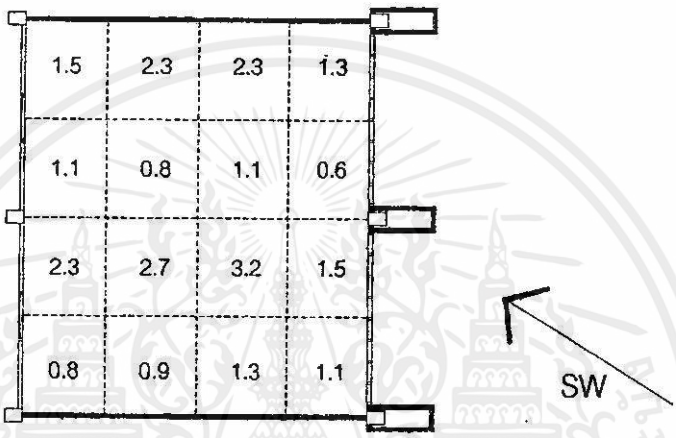
กรณีที่.4 กระแสลมพัดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และปิดประตูห้องเรียน

ค่าเฉลี่ยของกระแสลมภายในห้อง = 24.8 / 16

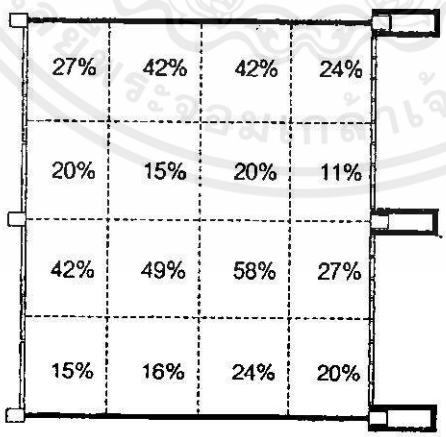
= 1.55 m /s

สัดส่วนของกระแสลมที่พัดเข้าห้อง = 1.55 / 5.5 *100

= 28 %



รูปที่ 6.24 ค่าความเร็วของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.25 อัตราส่วนการกระจายตัวของกระแสลมภายในหุ่นจำลอง กรณีที่4

หาความเร็วที่พัดปะทะหน้าต่าง ในระดับความสูงต่าง ๆ ด้วย

$$V_Z = V_G (Z / Z_g)^{\alpha}$$

โดยที่ V_Z = ความเร็วลม ณ ระดับความสูงที่ต้องการทราบ (km./h)

V_G = Gradient Velocity (km./h)

Z = ความสูงจากพื้นดินถึงจุด Z (m.)

Z_g = Gradient Height (m.)

α = ดัชนีการเสียดทานที่ผิวพื้น

เมื่อ V_G = 3.2 knot หรือ 1.6 m/s ที่ระดับความสูง 33.10 ม.
เป็นค่าความถี่ที่เกิดขึ้นบ่อยมากที่สุดในรอบ 10 ปี

แทนค่า $V_Z = 5.9 \times (33.1 / 396)^{0.28} = 3.0$ km/h

หาความเร็วลมที่ปะทะหน้าต่าง ห้องเรียนชั้น 1 ที่ระดับความสูง 2.20 m. จากพื้นดิน

$V_Z = 3.0 \times (2.20 / 275)^{0.16} = 1.4$ km/h

$= 0.39$ m/s

ตารางที่ 6.1 ความเร็วของกระแสลมที่พัดเข้าภายในห้องเรียน ชั้น 1

ประเภทการทดสอบ / ความเร็วลมที่เข้าห้อง	กรณี 1 S - เปิดประตู	กรณี 2 S – ปิดประตู	กรณี 3 SW – เปิดประตู	กรณี 4 SW – ปิดประตู
ชั้น 1 ความสูง 2.20 m	57 % = 0.22 m/s	41 % = 0.16 m/s	38 % = 0.15 m/s	28 % = 0.11 m/s

หาความเร็วลมที่ปะทะหน้าต่าง ห้องเรียนชั้น 2 ที่ระดับความสูง 5.70 m. จากพื้นดิน

$V_Z = 3.0 \times (5.70 / 275)^{0.16} = 1.6$ km/h

$= 0.45$ m/s

ตารางที่ 6.2 ความเร็วของกระแสลมที่พัดเข้าภายในห้องเรียน ชั้น 2

ประเภทการทดสอบ / ความเร็วลมที่เข้าห้อง	กรณี 1 S - เปิดประตู	กรณี 2 S – ปิดประตู	กรณี 3 SW – เปิดประตู	กรณี 4 SW – ปิดประตู
ชั้น 2 ความสูง 5.70 m	57 % = 0.26 m/s	41 % = 0.18 m/s	38 % = 0.17 m/s	28 % = 0.13 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาความเร็วลมที่ปะทะหน้าต่าง ห้องเรียนชั้น 3 ที่ระดับความสูง 9.20 m. จากพื้นดิน

$V_z = 3.0 \times (9.20 / 275)^{0.16} = 1.7$ km/h

$= 0.48$ m/s

ตารางที่ 6.3 ความเร็วของกระแสลมที่พัดเข้าภายในห้องเรียน ชั้น 3

ประเภทการทดสอบ / ความเร็วลมที่เข้าห้อง	กรณี 1 S - เปิดประตู	กรณี 2 S – ปิดประตู	กรณี 3 SW – เปิดประตู	กรณี 4 SW – ปิดประตู
ชั้น 3 ความสูง 9.20 m	57 % = 0.27 m/s	41 % = 0.20 m/s	38 % = 0.18 m/s	28 % = 0.13 m/s

หาความเร็วลมที่ปะทะหน้าต่าง ห้องเรียนชั้น 4 ที่ระดับความสูง 12.70 m. จากพื้นดิน

$V_z = 3.0 \times (12.70 / 275)^{0.16} = 1.8$ km/h

$= 0.51$ m/s

ตารางที่ 6.4 ความเร็วของกระแสลมที่พัดเข้าภายในห้องเรียน ชั้น 4

ประเภทการทดสอบ / ความเร็วลมที่เข้าห้อง	กรณี 1 S - เปิดประตู	กรณี 2 S – ปิดประตู	กรณี 3 SW – เปิดประตู	กรณี 4 SW – ปิดประตู
ชั้น 4 ความสูง 12.70 m	57 % = 0.29 m/s	41 % = 0.21 m/s	38 % = 0.19 m/s	28 % = 0.14 m/s

จะเห็นได้ว่าความเร็วของกระแสลมที่พัดผ่านเข้าสู่ห้องเรียนจะมีค่าค่อนข้างต่ำ ความเร็วสูงสุดไม่เกิน 0.29 m/s ณ ห้องเรียนชั้น 4 ซึ่งความเร็วดังกล่าวนักเรียนจะไม่รู้สึกว่ามีกระแสลมพัดเข้ามาสัมผัสผิวกาย แสดงว่าการพึ่งกระแสลมธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ไม่อาจสร้างสภาวะความสบายตลอดทั้งปีได้ แต่ในสภาพความเป็นจริงกระแสลมภายนอกจะไม่คงที่ บางช่วงเวลาอาจจะแรงหรือหยุดนิ่ง เมื่อใดก็ตามที่กระแสลมภายนอกแรงขึ้น นักเรียนก็มีโอกาสได้รับความสบายมากขึ้นด้วย สำหรับข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาจะนำเอาระบบ Mechanical Cooling Design เข้ามาช่วย สำหรับการเลือกใช้ระบบ Mechanical Cooling Design ในที่นี้จะพิจารณา 3 ทางเลือก ได้แก่

- ระบบ Air condition
- ระบบพัดลมติดเพดาน (Ceiling Fan)
- ระบบพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan)

ระบบ Air condition เป็นระบบที่สามารถแก้ปัญหาเรื่องความสบายได้ดี แต่เนื่องจากมีราคาแพงและวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นให้โรงเรียนส่วนใหญ่ของประเทศ ที่ไม่ได้ติดระบบ Air condition ได้รับประโยชน์ จึงไม่ทำการพิจารณาในระบบนี้ ส่วนระบบ พัดลมติดเพดาน เป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ อีกทั้งการใช้พัดลมเพดานจะก่อให้เกิดการรบกวนและยังไม่เป็นผลดีต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุขภาพของนักเรียนด้วย สำหรับระบบ พัดลมดูดอากาศ นั้น มีความเห็นว่าเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุด เพราะ

ก. ไม่สร้างผลกระทบด้านลบกับร่างกายนักเรียนเลย เช่น ไม่สร้างความรบกวนและไม่ก่อผลเสียต่อสุขภาพของนักเรียน

ข. ช่วยให้เกิดการหมุนเวียนและถ่ายเทอากาศภายในห้อง ในยามที่ไม่มีกระแสลมภายนอกพัดเข้ามาในห้องเรียน

ค. เป็นการช่วยปรับสภาวะความสบายภายในห้องเรียนอย่างช้า ๆ ซึ่งก็เป็นผลดีต่อร่างกายที่จะทำการปรับความสมดุลย์ต่าง ๆ อย่างค่อยเป็นค่อยไป

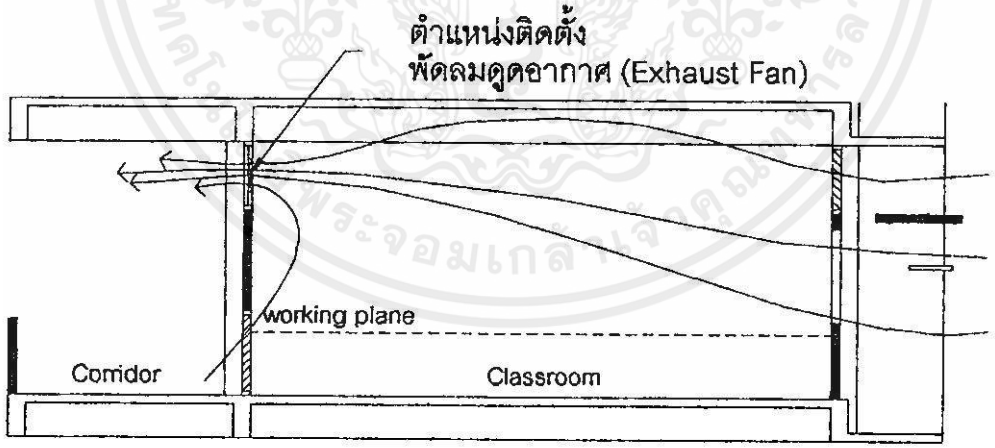
ง. พัดลมดูดอากาศมีขนาดเล็ก สามารถกำหนดตำแหน่งได้หลายจุด เพื่อประสิทธิภาพการระบายอากาศอย่างทั่วถึงทั้งห้อง

จ. ราคาถูกและใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ

ใช้พัดลมดูดอากาศ ขนาด 8" 30 watt/เครื่อง

ตำแหน่งการติดตั้งจะอยู่บริเวณช่องแสงด้านบน ส่วนจะอยู่ด้านเหนือหน้าต่างหรือประตูนั้น มีรายละเอียดการเปรียบเทียบดังนี้

กรณีติดพัดลมดูดอากาศบริเวณช่องแสงที่อยู่ด้านเหนือประตู

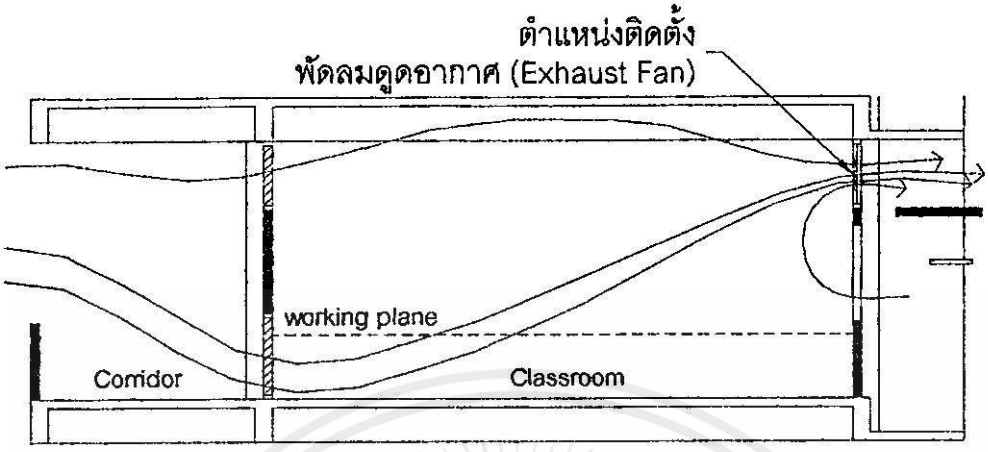


รูปที่ 6.26 การเคลื่อนที่ของอากาศภายในห้องเรียน กรณีติดพัดลมดูดอากาศบริเวณช่องแสงที่อยู่ด้านเหนือประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

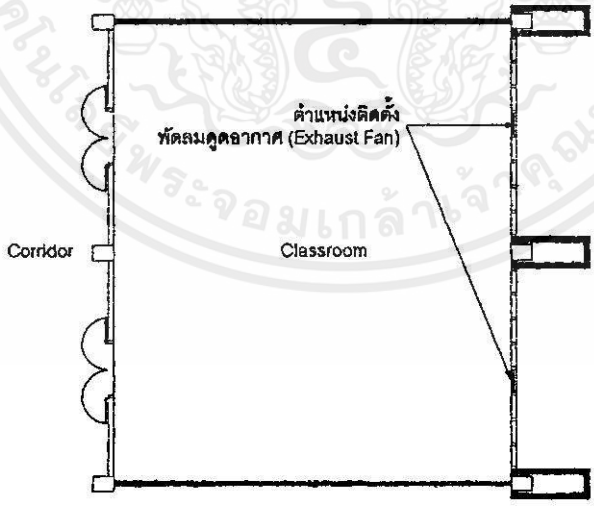
อากาศจะถูกดูดออกไปโดยไม่ผ่านตัวนักเรียน เพราะช่องเปิดฝั่งตรงข้ามอยู่ระดับสูงกว่าระดับนักเรียนขณะนั่ง (ไม่คำนึงถึงอิทธิพลของกระแสลมธรรมชาติ)

กรณีติดพัดลมดูดอากาศบริเวณช่องแสงที่อยู่ด้านเหนือหน้าต่าง



รูปที่ 6.27 การเคลื่อนที่ของอากาศภายในห้องเรียน กรณีติดพัดลมดูดอากาศบริเวณช่องแสงที่อยู่ด้านเหนือหน้าต่าง

Heat Gain ที่สะสมอยู่จะถูกดูดออกไปและจะมีอากาศส่วนหนึ่ง ที่มาทางช่องเปิดด้านล่างจะมีโอกาสผ่านตัวนักเรียนได้ แต่ถ้าต้องการให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จะต้องปิดหน้าต่าง (ต้องไม่คำนึงถึงอิทธิพลของกระแสลมธรรมชาติ)



รูปที่ 6.28 ตำแหน่งการติดตั้งและทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้อง โดยผ่านการดูดของพัดลมดูดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนจำนวนการใช้พัดลมดูดอากาศต่อห้อง สามารถคำนวณคร่าว ๆ ได้ดังนี้

อัตราการระบายอากาศ นักเรียน 1 คน	=	15	cfm
จำนวนนักเรียน 40 คน / ห้อง	=	600	cfm
พัดลมดูดอากาศ ขนาด 8" มีปริมาณลม	=	0.29	m^3/min/watt
หรือ	=	307.26	cfm/เครื่อง
จะต้องใช้พัดลมดูดอากาศ	=	1.95 หรือ 2	เครื่อง

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า

ใช้พลังงานไฟฟ้าจากพัดลมดูดอากาศ 2 เครื่อง	=	30 x 2 = 60	watt
เปิดวันละ 8 ชม./วัน , 1408 ชม./ปี	=	84.48	kWh./ปี/ห้อง
คิดราคาค่าไฟฟ้าหน่วยละ 1.80 บาท	=	152.06	บาท/ปี/ห้อง

สรุปผลการตรวจสอบ

จากการตรวจสอบการระบายอากาศภายในห้องเรียน โดยกระแสลมธรรมชาตินั้นพบว่า

6.4.1 ในกรณีที่ห้องเรียนมีกระแสลมพัดมาทางทิศใต้ และห้องเรียนมีการเปิดประตูไว้ จะมีกระแสลมพัดเข้าสู่ภายในห้องได้สูงสุด ประมาณ 57% ของกระแสลมที่พัดอยู่ภายนอก และมีอัตราส่วนการกระจายตัวทั่วทั้งห้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดีที่สุด ส่วนในกรณีที่มีกระแสลมพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และ ห้องเรียนมีการเปิดประตูไว้ จะมีสัดส่วนของกระแสลมสูงรองลงมาที่ระดับ 41% ของกระแสลมที่พัดอยู่ภายนอกเช่นกัน

6.4.2 สำหรับกรณีที่มีการเปิดประตูห้องเรียน จะเห็นได้ว่าปริมาณของกระแสลมที่พัดเข้าสู่ห้องจะลดลงค่อนข้างมาก คือจะเหลือประมาณ 38% ในกรณีที่มีกระแสลมพัดมาทางทิศใต้ และ 28% ในกรณีที่มีกระแสลมพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทั้งนี้เป็นเพราะพื้นที่ช่องลมออกถูกลดลง ทำให้กระแสลมไม่สามารถออกได้สะดวก

6.4.3 เมื่อใช้สมการคำนวณหาปริมาณความเร็วลมเฉลี่ยที่เข้าสู่ภายในห้องเรียน จะเห็นได้ว่าความเร็วลมโดยรวมทั้งห้องอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าความต้องการ คือค่าสูงสุดที่คำนวณได้จะอยู่ที่ 0.29 m/s ณ.ที่ห้องเรียนชั้น 4 ซึ่งสาเหตุหลักคงเป็นเพราะความเร็วของกระแสลมภายนอกมีค่าต่ำและความสูงของตัวอาคารก็มีเพียง 4 ชั้น

6.4.4 เมื่อกระแสลมไม่เพียงพอที่จะสร้างสภาวะความสบายได้ตลอดเวลา การใช้งานอาคาร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ระบบ Mechanical Cooling Design เข้าช่วย โดยเลือกใช้ระบบพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) 2 เครื่อง/ห้อง ซึ่งพัดลม ฯ นี้จะช่วยเร่งให้เกิดการระบายอากาศภายในห้องเรียน ในยามที่กระแสลมภายนอกหยุดนิ่งหรือการเคลื่อนไหวช้า รวมทั้งยังระบาย Heat Gain ที่สะสมอยู่ให้ออกไปภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 การตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในห้องเรียน

เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนที่ทำการออกแบบ โดยทำการตรวจสอบกับหุ่นจำลอง (Model scale 1 : 20) และจำลองสภาพแวดล้อมภายในรวมทั้งอุปกรณ์บังแดดของหุ่นจำลองให้มีสภาพใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด พร้อมกับใช้อุปกรณ์วัดระดับแสงสว่าง (Lux Meter) จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการตรวจสอบดังต่อไปนี้

ก. ทำการทดลองวันที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2543 เวลา 13.15 น. ณ สถานที่ บริเวณดาดฟ้าอาคารเรียนรวม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. สภาพท้องฟ้า มีเมฆกระจายตัวเต็มท้องฟ้า และมีแสงแดดอ่อน ๆ

ข. วางหุ่นจำลองให้ช่องเปิดหันในทิศทางเดียวกันกับทิศทางที่กำหนดไว้ในแบบ พร้อมทั้งตรวจเช็คความเที่ยงตรงของ Lux Meter ทั้ง 2 เครื่องและหาค่า error เพื่อที่จะได้ใช้เป็นข้อมูลในการปรับแก้

ค. การตรวจสอบจะทำการทดลอง 2 แบบ ได้แก่ 1.แบบไม่มีแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง และ 2.แบบมีแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง เพื่อหาผลต่างทั้ง 2 กรณี

ง. การวัดค่าจะวัดเป็นแนวขนาน กับหน้าต่าง โดยให้ห่างออกมาทีละช่วง ๆ ละ 1.00 m. การบันทึกค่าจะบันทึกค่าความสว่างทั้ง ภายในและภายนอกควบคู่กัน

จ. นำค่าที่ได้มาคำนวณหา DF. ก็จะทราบระดับความสว่างภายในห้องเรียน

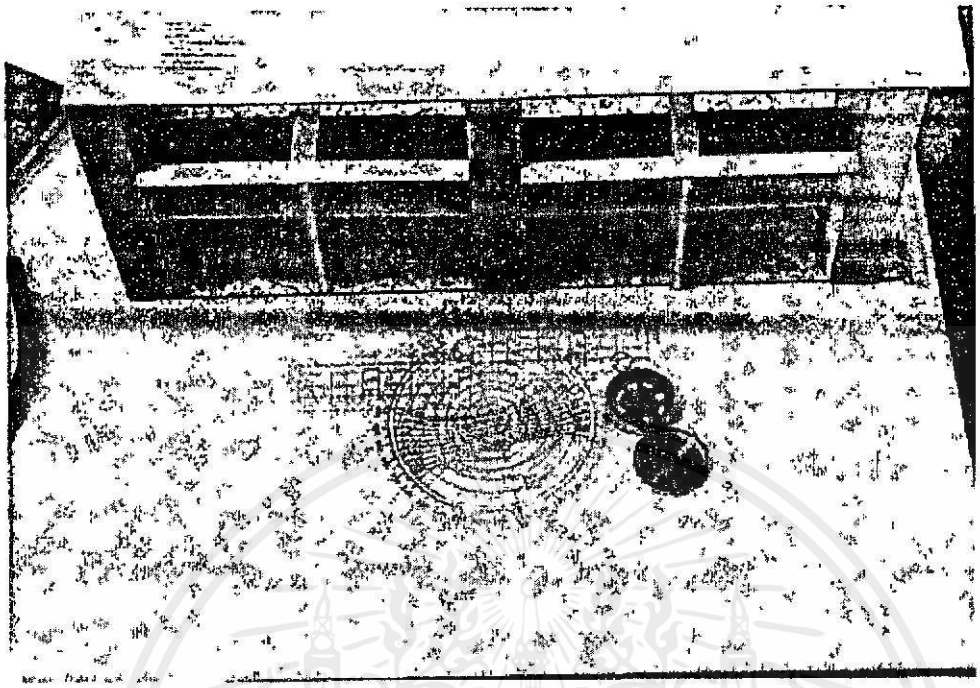
ผลการตรวจสอบ

เริ่มจากหาค่า Error ของ Lux Meter ทั้ง 2 เครื่อง โดยค่าที่ได้จะมีค่าต่างกัน 50 lux ฉะนั้นในการปรับแก้จะใช้ค่าตัวเลขนี้เป็นตัวปรับค่าของเครื่องวัดทั้ง 2 ให้มีค่าเท่ากัน จากนั้นจึงทำการวัดค่าความสว่าง ได้ค่าดังต่อไปนี้

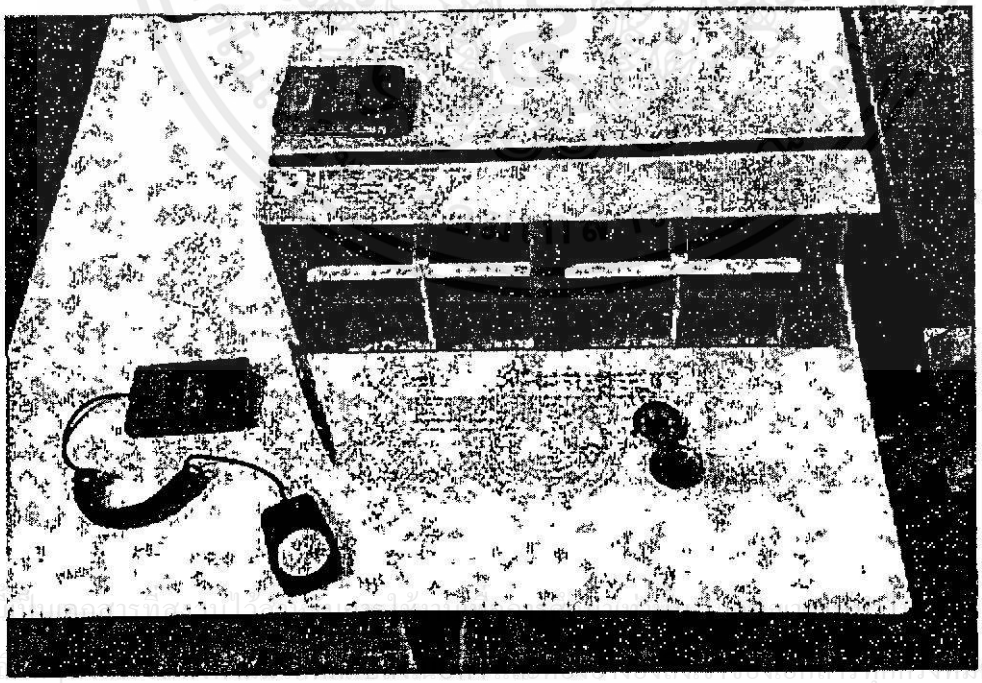
ตารางที่ 6.5 ค่าความสว่างภายนอกและภายในหุ่นจำลองที่ทำการตรวจวัด

ค่าความสว่าง / ระยะห่าง (m)	ค่าความสว่างภายนอก + ตัวปรับแก้ (lux)	ค่าความสว่างภายในแบบมีอลูมิเนียมสะท้อนแสง (lux)	ค่าความสว่างภายในแบบไม่มีอลูมิเนียมสะท้อนแสง (lux)
1.00	72350	3450	3110
2.00	70050	4400	2970
3.00	69450	3040	2630
4.00	69450	2510	2160
5.00	68750	2110	1810
6.00	67550	1850	1670
7.00	66250	2080	1920

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

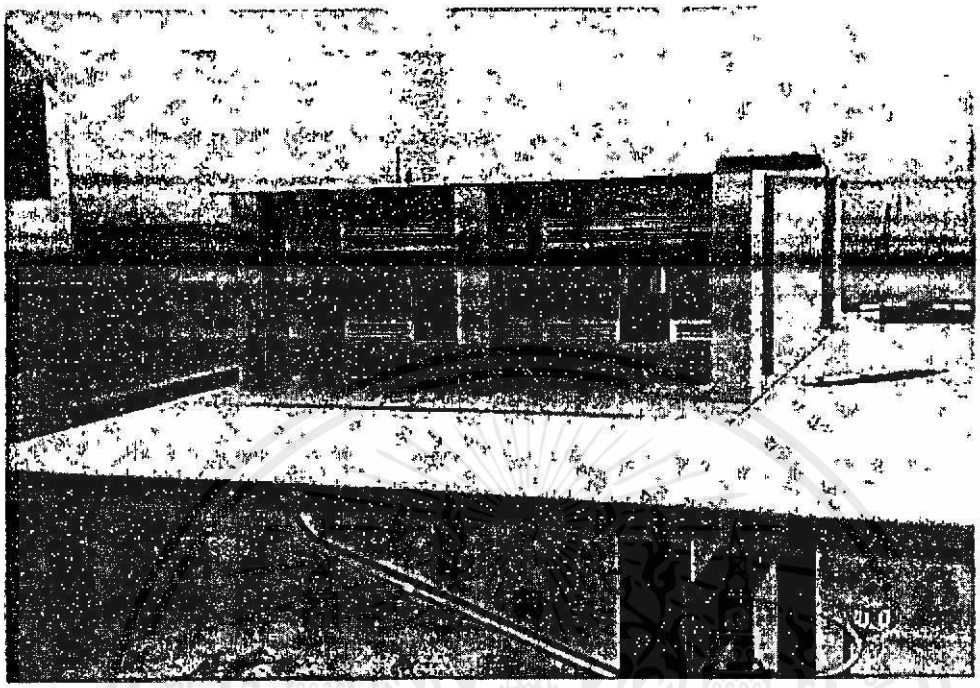


รูปที่ 6.29 การตรวจสอบการวางทิศทางของช่องเปิดของหุ่นจำลอง ให้ตรงกับทิศทางของช่องเปิดที่กำหนดไว้ในแบบ

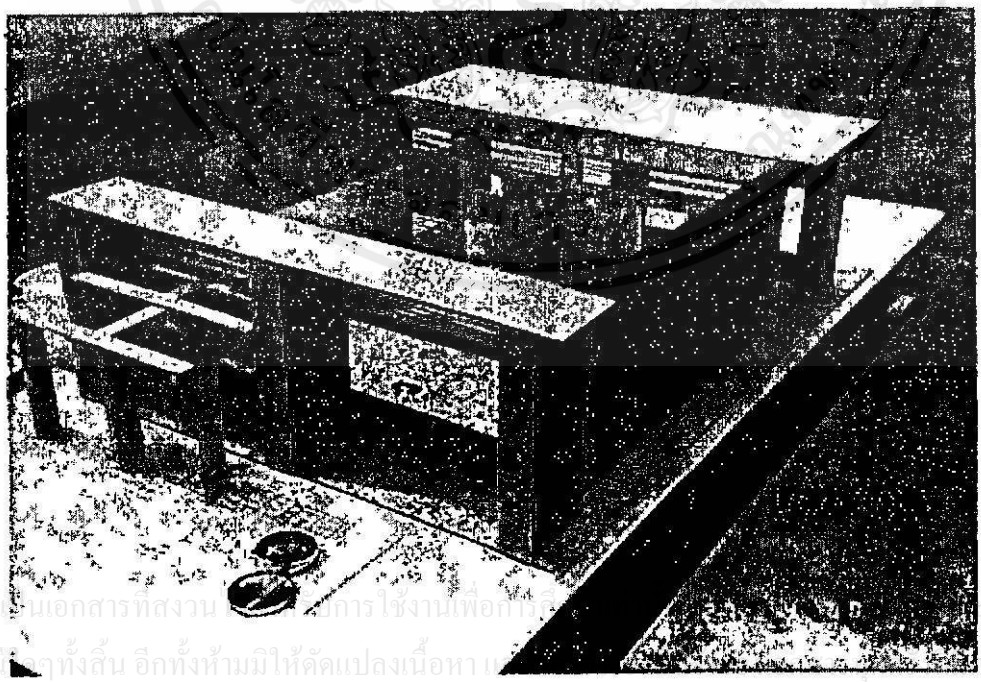


รูปที่ 6.30 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ทำการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

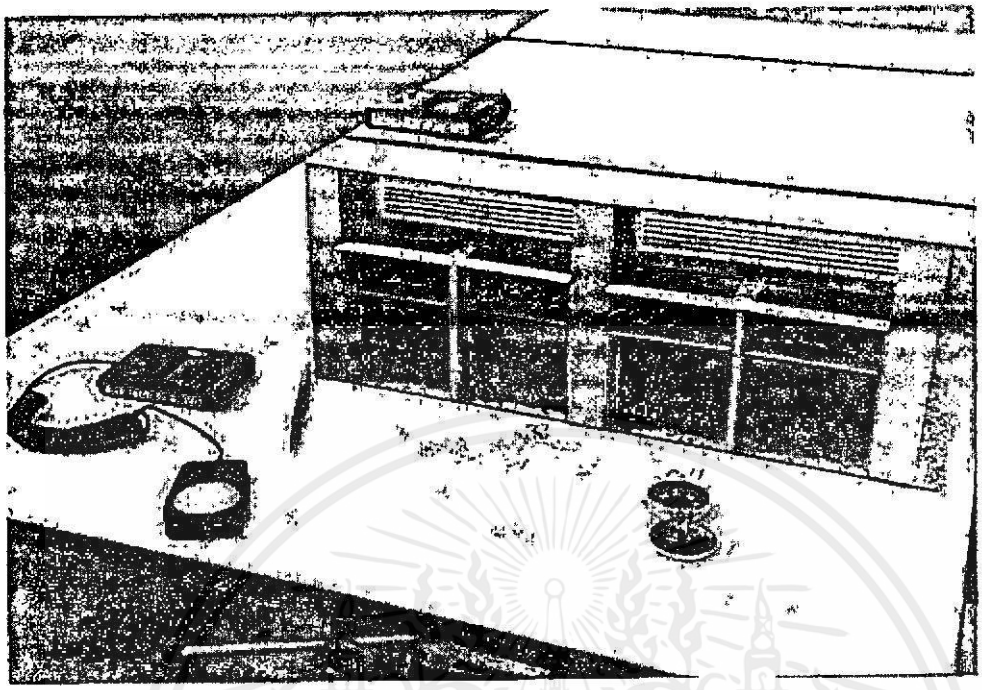


รูปที่ 6.31 รูปแบบลักษณะช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ

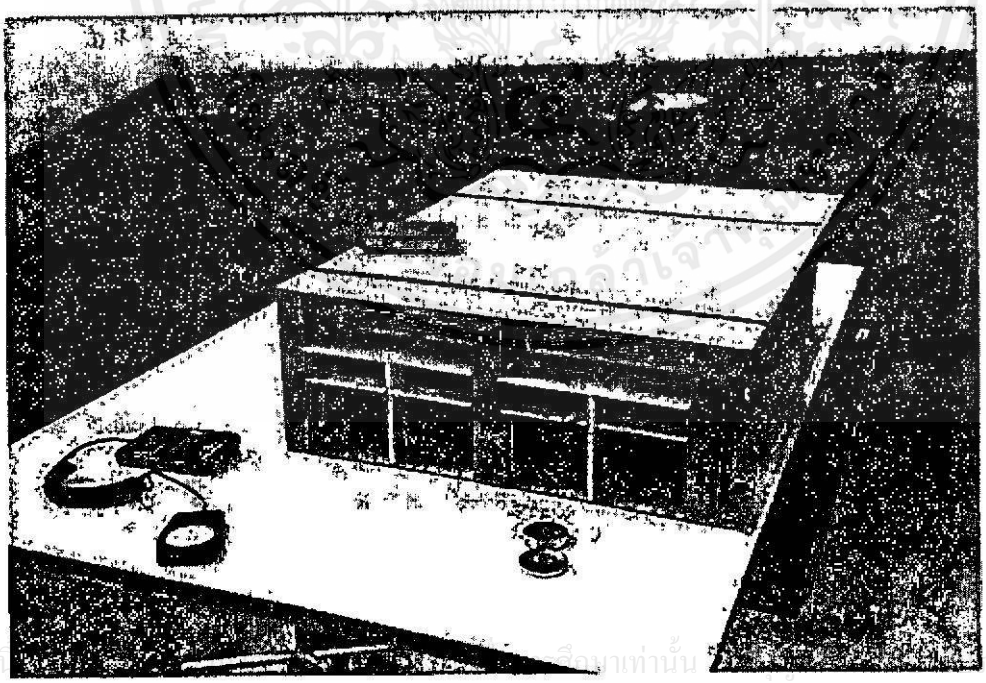


รูปที่ 6.32 สภาพแวดล้อมภายในหุ่นจำลองกำหนด ให้มีสภาพใกล้เคียงกับอาคารจริงให้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.33 การตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในหุ่นจำลอง กรณีที่มีการใช้ประโยชน์จากการติดตั้งแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง



รูปที่ 6.34 การตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในหุ่นจำลอง กรณีที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ประโยชน์ด้านการค้า

ทำการหาค่า Daylight Factor ภายในห้องเรียนด้วยสมการ

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

โดยที่ Dirt Factor = 0.8-0.9

Daylight Transmission for Clear Glass = 90% (0.9)

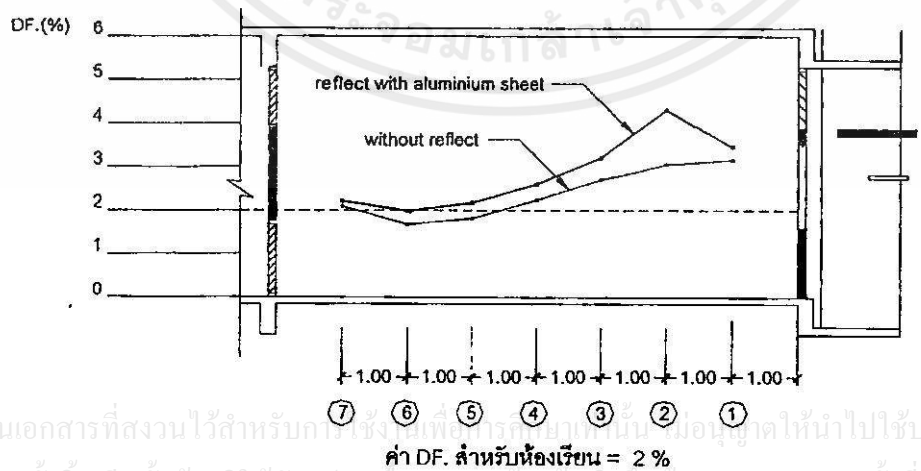
ตัวอย่างแทนค่า

$$DF. = \frac{3450 \times 0.8 \times 0.9 \times 100}{72350}$$

$$= 3.43\ \%$$

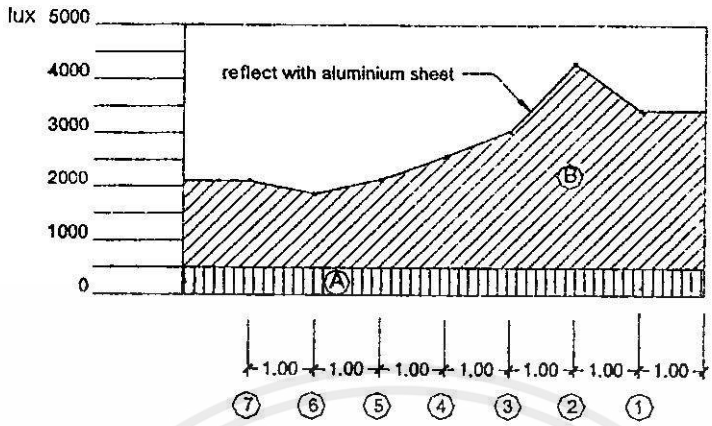
ตารางที่ 6.6 ค่า DF. ภายในห้องเรียนทั้ง 2 กรณี

ระยะห่าง (m.)	ค่า DF. ภายในห้องเรียน ที่มีแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง (%)	ค่า DF. ภายในห้องเรียน ที่ไม่มีแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง (%)
1.00	3.43	3.10
2.00	4.39	3.05
3.00	3.12	2.73
4.00	2.60	2.24
5.00	2.21	1.89
6.00	1.97	1.78
7.00	2.26	2.08



รูปที่ 6.35 เปรียบเทียบค่า DF. ภายในหุ่นจำลอง ทั้ง 2 กรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.36 ระดับความสว่าง (lux) ภายในหุ่นจำลองที่ใช้แผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง

พื้นที่บริเวณ A. = พื้นที่ที่อยู่ใต้เส้นระดับการกระจายแสงสว่างในแนวราบ และเป็นระดับความสว่าง ภายในห้องเรียนที่เหมาะแก่การใช้งาน 500 lux

พื้นที่บริเวณ B. = พื้นที่ที่อยู่ใต้เส้นกราฟการกระจายแสงสว่างในแนวราบ แต่อยู่เหนือเส้นระดับความสว่าง 500 lux เป็นบริเวณที่มีค่าของแสงสว่างธรรมชาติสูงเกินความต้องการ

หมายเหตุ : ค่าที่วัดได้นั้นเป็นค่าที่เกิดขึ้น ณ เวลาหนึ่งในช่วงเดือน เมษายน เท่านั้น

จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการใช้แผ่นอลูมิเนียมช่วยสะท้อนแสงสว่างเข้ามาภายในห้อง ประสิทธิภาพของแสงสว่างดีกว่าแบบที่ไม่มีแผ่นอลูมิเนียม ดังรูปที่ 6.35 ค่า DF. โดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่า 2 % โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ลึก ๆ จะได้รับประโยชน์จากการสะท้อนแสงของอุปกรณ์ชนิดนี้มาก

และเมื่อพิจารณาแนวเส้นกราฟแบบที่ใช้แผ่นอลูมิเนียมช่วยสะท้อนแสงนั้น ระดับแสงสว่างนั้นเพียงพอแก่การใช้งานตลอดทั้งห้อง แทบไม่มีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างช่วยเลย แต่ผลลัพธ์ที่ได้นี้เป็นค่าที่ได้จากการทดลอง ณ ช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องทำการตรวจสอบค่าความถี่ของระดับความสว่างในแนวระนาบของสภาพท้องฟ้ากรุงเทพฯ ดังตารางที่ 6.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.7 ค่าแจกแจงความถี่ของระดับความสว่างในแนวระนาบ (lux) ภายนอกจากการกระจายรังสี สำหรับกรุงเทพฯ

Illumination Level (lux)	Frequency (hours)	Relative Frequency
5,000	25	0.0083
10,000	176	0.0583
15,000	473	0.1513
20,000	524	0.1743
25,000	450	0.1496
30,000	383	0.1274
35,000	298	0.0991
40,000	236	0.0785
45,000	181	0.0620
50,000	126	0.0419
55,000	75	0.0245
60,000	39	0.0129
65,000	19	0.0063
70,000	2	0.0006

ที่มา : Surapong Chirarattananon , Practical Daylighting in Tropical Thailand , AIT

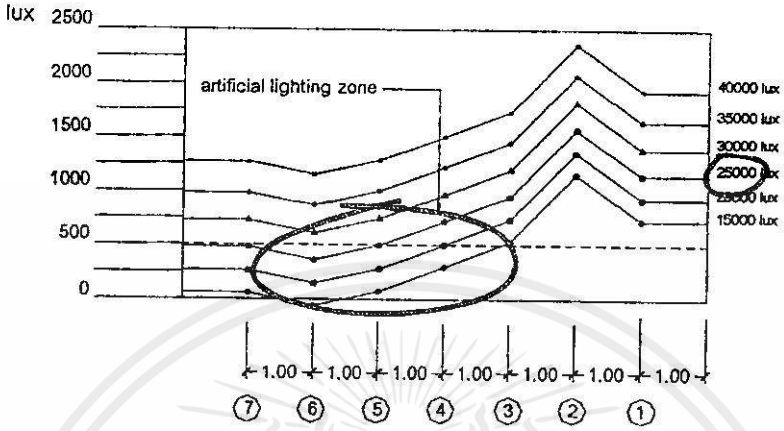
จากตารางจะเห็นว่าในช่วงที่สภาพแสงสว่างภายนอก มีค่าเกิน 60,000 lux นั้น มีประมาณ 2 % เท่านั้น จึงหมายความว่าโอกาสที่สภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนจะมีค่าตามที่ทำการตรวจสอบจะมีเพียง 2% ตลอดทั้งปี แต่ค่าของสภาพแสงสว่างภายนอกส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 15,000-40,000 lux ดังนั้น สภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนก็จะลดลง การหาว่าปริมาณแสงสว่างธรรมชาติภายในห้องจะลดลงถึงระดับใดนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถตรวจสอบทางการทดลองได้ เนื่องจากติดขัดในเรื่องของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ แต่สามารถใช้หลักทฤษฎีเทียบเป็นสัดส่วนกับสภาพแสงสว่างภายนอกได้ โดยที่กำหนดให้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ เหมือนกัน จะได้ผลดังนี้

$$\frac{\text{ค่าความสว่างภายนอกที่ตรวจวัดได้}}{\text{ค่าความสว่างภายใน ณ ระยะ 1.00 ม}} = \frac{3450 \times 100}{72350} = 4.8\ \%$$

ถ้าแสงสว่างภายนอกมีค่า 40,000 lux คิด 4.8% = 1920 lux
ถ้าแสงสว่างภายนอกมีค่า 35,000 lux คิด 4.8% = 1680 lux
ถ้าแสงสว่างภายนอกมีค่า 30,000 lux คิด 4.8% = 1440 lux
ถ้าแสงสว่างภายนอกมีค่า 25,000 lux คิด 4.8% = 1200 lux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

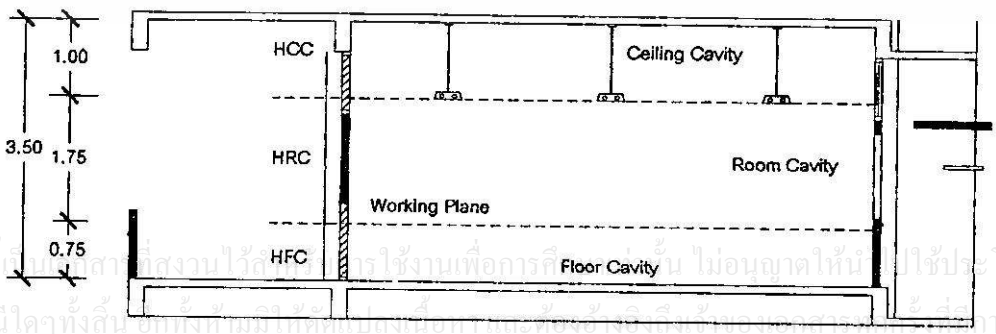
ถ้าแสงสว่างภายนอกมีค่า	20,000 lux	คิด 4.8%	= 920 lux
ถ้าแสงสว่างภายนอกมีค่า	15,000 lux	คิด 4.8%	= 720 lux



รูปที่ 6.37 ค่าประมาณการของระดับความสว่างภายในห้อง ในกรณีที่สภาพแสงสว่างภายนอกเปลี่ยนแปลง

จากการเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนดังกล่าวจะเห็นว่า ในช่วงที่แสงสว่างภายนอกลดลงจนถึง 25,000 lux เป็นต้นไป พื้นที่บริเวณที่ห่างจากหน้าต่างประมาณ 4.00 m.ถึง 7.00 m. จะเป็นบริเวณที่อาจจะได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอ ซึ่งบริเวณดังกล่าวจะต้องใช้แสงสว่างจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างช่วย หรืออาจจะเรียกว่าเป็นบริเวณ Artificial Lighting Zone

สำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้นประการแรกจะต้องทำการออกแบบเต็มพิกัดความต้องการแสงสว่าง (Full Load) เพราะในบางกรณีอาจจะมีความจำเป็นต้องใช้ เช่น วันที่ท้องฟ้ามืดครึ้ม หรือมีการทำกิจกรรมในตอนกลางคืน เป็นต้น ส่วนขั้นตอนการออกแบบจะใช้ใช้วิธี Lumen Method (Zonal Cavity Method) มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 6.38 สัดส่วนของห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดห้องเรียน 8.00 x 9.00 x 3.50 m. = 72 m^2

ความสูงของพื้นงาน = 0.75 m

ค่าการสะท้อนแสงของเพดาน (p_c) = 80 %

ค่าการสะท้อนแสงของตัวห้อง (p_w) = 60 %

ค่าการสะท้อนแสงของพื้น (p_f) = 30 %

ส่วนโพรงเพดาน (H_{cc}) = 1.00 m

ส่วนตัวห้อง (H_{rc}) = 1.75 m

ส่วนใต้พื้นงาน (H_{cc}) = 0.75 m

ขั้นตอนที่ 1 อัตราส่วนโพรงเพดาน CCR

$$\frac{5\,H_{cc}(W+L)}{W \times L} = \frac{5 \times 1.00\,(8+9)}{8 \times 9} = 1.18$$

อัตราส่วนตัวห้อง RCR

$$\frac{5\,H_{rc}(W+L)}{W \times L} = \frac{5 \times 1.75\,(8+9)}{8 \times 9} = 2.07$$

อัตราส่วนใต้พื้นงาน FCR

$$\frac{5\,H_{fc}(W+L)}{W \times L} = \frac{5 \times 0.75\,(8+9)}{8 \times 9} = 0.89$$

ขั้นตอนที่ 2 ประสิทธิผลการสะท้อนแสงของโพรง

จากค่า CCR = 1.18 , p_c = 80 % , p_w = 60 %

ฉะนั้น PCC = 67 %

ประสิทธิผลการสะท้อนแสงใต้พื้นงาน

จากค่า FCR = 0.89 , p_f = 30 % , p_w = 60 %

ฉะนั้น PFC = 29 %

ขั้นตอนที่ 3 สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของดวงโคม (CU)

จากค่า RCR = 2.07 , PCC = 67 % , p_w = 60 % = 0.55

PFC มากกว่า 20% = 1.068

= 0.55 +1.068

= 0.59

ขั้นตอนที่ 4 หาจำนวนหลอดไฟฟ้า

$$N = \frac{E \times A}{\text{จำนวนหลอด/โคม} \times \text{lumen/หลอด} \times CU \times LLD}$$

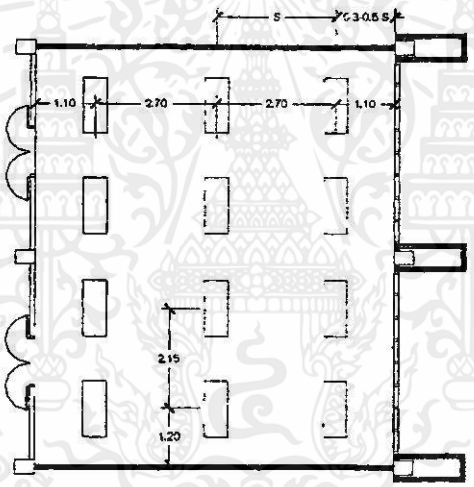
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	E	=	ปริมาณแสงสว่างที่ต้องการ (lux)
	A	=	พื้นที่ที่ต้องการแสงสว่าง (m^2)
	CU	=	สัมประสิทธิการใช้ประโยชน์
	LLD	=	ค่าเสื่อมของหลอดไฟฟ้า
ใช้หลอด FL 36w		=	3250 lm

ติดแบบเต็มพิกัดความต้องการ (Full Load)

$$\text{แทนค่า} = \frac{500 \times 72}{2 \times 3250 \times 0.59 \times 0.8}$$

$$= 12 \text{ โคม x } 2 = 24 \text{ หลอด}$$



รูปที่ 6.39 การจัดวางตำแหน่งโคมไฟ

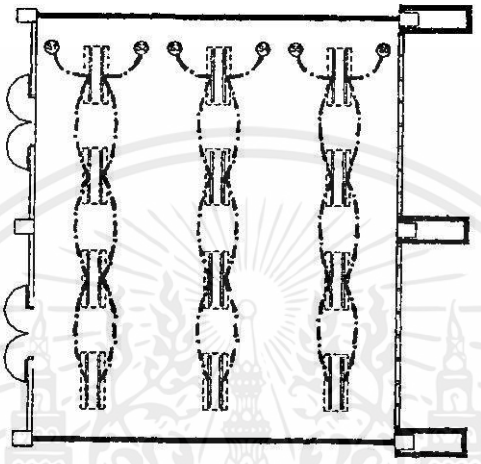
การที่ได้รับประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติ (Daylighting) ทำให้สามารถวางแผนการประหยัดพลังงานในส่วนของการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างได้โดยการใช้ระบบควบคุมการใช้ (Operating Control) โดยที่ระบบจะเป็นตัวปรับเพิ่มหรือลดระดับความสว่างตามแต่พื้นที่การใช้งาน ซึ่งมี 2 ระบบได้แก่

- ระบบ Automatic Control เช่น การใช้ Photo Cell , Timer หรือ Sensor ต่าง ๆ ซึ่งอุปกรณ์จำพวกนี้มีราคาแพง แต่สามารถควบคุมการใช้งานได้อย่างแม่นยำ เที่ยงตรง
- ระบบ Manual Control เป็นการควบคุมโดยผู้ใช้อาคาร เช่น Switch Control , Dimmer เป็นต้น ข้อดีของระบบนี้ก็คือมีราคาถูกกว่าแบบแรก แต่ไม่สามารถควบคุมการใช้งานได้ 100% เพราะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานเป็นคนควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงเห็นว่าระบบ Manual Control เป็นระบบที่เหมาะสมกับการใช้งานมากกว่าเพราะมีราคาถูกกว่าและมีการบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก ซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ ของการทำงานของระบบสามารถอธิบายได้ดังนี้

ก. แบ่งสวิทซ์ควบคุมหลอดไฟฟ้าออกเป็นชุด ๆ



รูปที่ 6.40 สวิทซ์ควบคุมหลอดไฟฟ้าภายในห้องเรียน

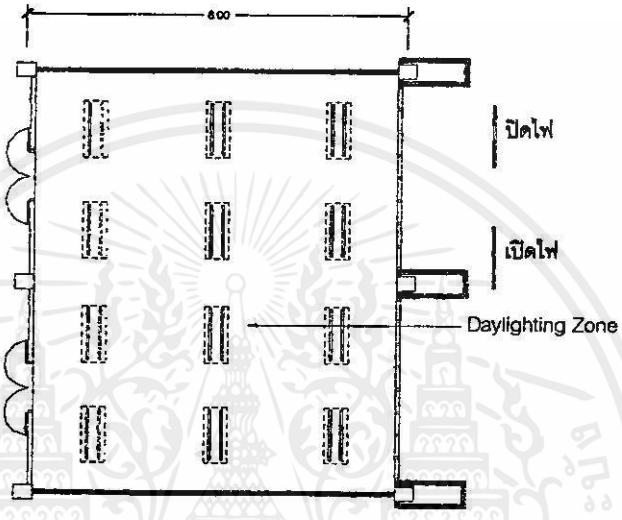
สวิทซ์ 1 ชุด จะควบคุมหลอดไฟฟ้า 4 หลอด ใน 1 แถว (4 โคม) จะมีสวิทซ์ควบคุม 2 ชุด ดังนั้นภายในห้องเรียน 1 ห้องจะใช้สวิทซ์ควบคุมทั้งหมด 6 ชุด ดังรูปที่ 6.31 และสวิทซ์ควบคุมหลอดไฟฟ้าบริเวณกระดานดำ อีก 1 ชุด รวมทั้งหมด 7 ชุด

ข. เมื่อทำการแบ่งสวิทซ์ควบคุมออกเป็นชุด ๆ แล้ว การใช้งานสามารถแบ่งออกเป็น Mode การใช้งานได้ดังนี้

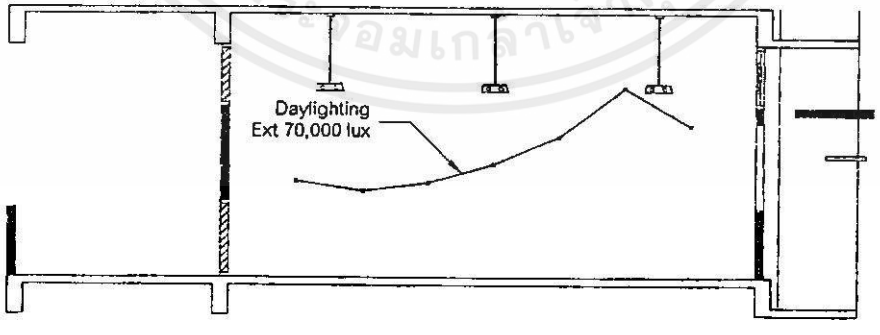
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mode 1

เป็นช่วงเวลาที่สภาพท้องฟ้าปกติ สภาพแสงสว่างภายนอกอยู่ในเกณฑ์ที่สูง และเพื่อความชัดเจนในการประเมินผล ในการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดไว้ว่าสภาพท้องฟ้าลักษณะนี้ เป็นช่วงที่มีสภาพแสงสว่างภายนอกมีค่าตั้งแต่ 25,000 lux ขึ้นไปทั้งหมด คิดเป็น 60% ตลอดทั้งปี เป็นช่วงที่ไม่มีความจำเป็นต้องเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง



รูปที่ 6.41 ผังการทำงานของระบบใน Mode.1 (ไม่เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.42 ระดับ Illumination Gradient ภายในห้องเรียน Mode.1 (ไม่เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ)

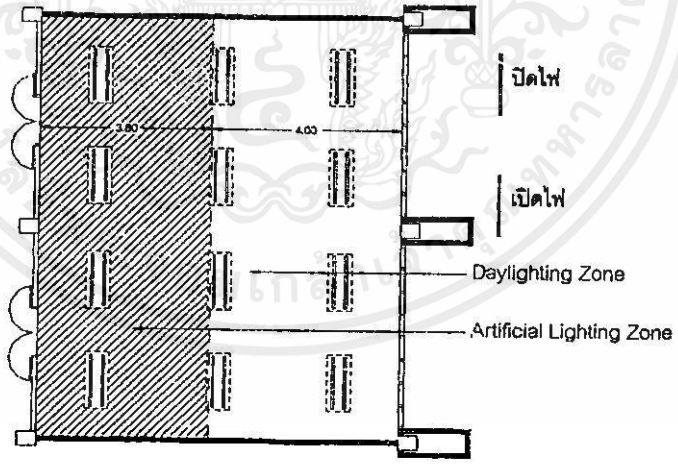
Mode.2

เป็นช่วงสภาวะที่สภาพท้องฟ้าภายนอกไม่ปกติ ซึ่งอาจจะเป็นไปได้หลาย ๆ กรณีเช่น มีฝนตก แต่ท้องฟ้ายังมีแสงสว่างอยู่บ้าง , อาจจะมีเมฆปกคลุมท้องฟ้ามาก , ท้องฟ้ามีแสงสลัว ๆ หรืออาจจะใช้ความรู้สึกของนักเรียนเป็นตัวชี้ก็ได้เช่น รู้สึกว่าเริ่มมองหนังสือไม่ชัด ต้องใช้สายตาเพ่งมาก ก็ได้ ในช่วงนี้จะกำหนดให้ครอบคลุมช่วงที่สภาพแสงสว่างภายนอกมีค่าประมาณ 20,000 – 10,000 lux คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 38% ตลอดทั้งปีจะเป็นช่วงเวลาที่ต้องเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างช่วย

ขนาดพื้นที่ที่ต้องการแสงสว่างเพิ่ม	= 3.80 x 9	=	34.2	m^2
ระดับความสว่างที่ต้องการเพิ่ม		=	500	lux
	34.2 x 500	=	17,100	lm
จะต้องใช้หลอดไฟฟ้า FL 36 w = 17,100 / 3250		=	5.26	หลอด

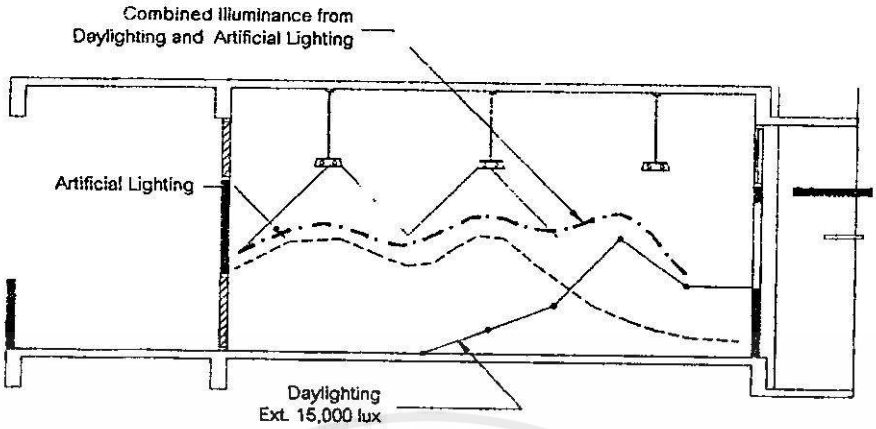
แต่ในการจัดตำแหน่งดวงโคมไม่สามารถแยกการควบคุมเฉพาะหลอดได้ เพราะเกรงว่าอาจจะเกิดความสับสนในการใช้งาน จึงต้องเชื่อมการทำงานของหลอดไฟฟ้าทั้งแถว

ฉะนั้นจะต้องเปิดหลอดไฟฟ้า = 8 หลอด



รูปที่ 6.43 ผังการทำงานของระบบใน Mode.2

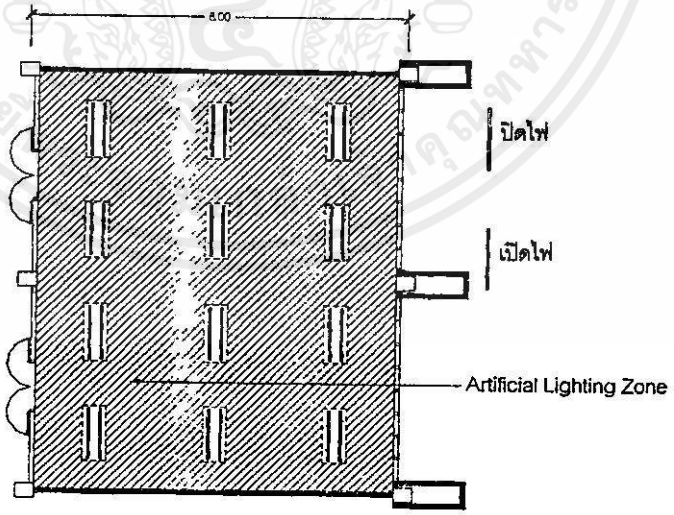
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.44 ระดับ Illumination Gradient ภายในห้องเรียน Mode.2

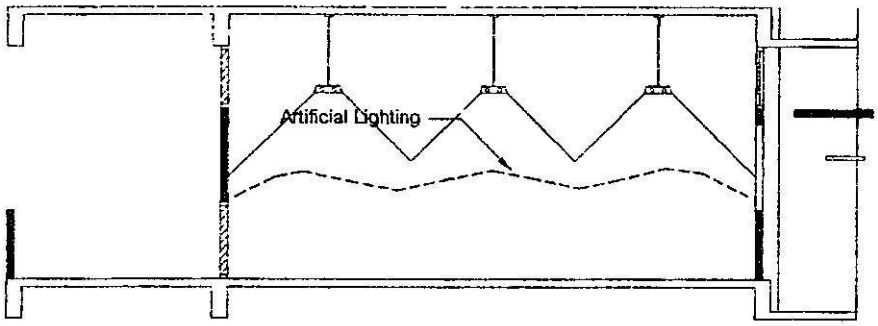
Mode.3

เป็นช่วงที่สภาพท้องฟ้าภายนอกมีสภาพเริ่มมืด หรืออาจจะเป็นช่วงที่มีฝนตกหนัก ท้องฟ้าถูกปกคลุมด้วยเมฆหนาทึบ แสงสว่างภายนอกมีค่าน้อยกว่า 5,000 lux เป็นช่วงที่แสงสว่างภายนอกไม่สามารถให้ความสว่างเพียงพอแก่การใช้งานแล้ว ดังนั้นจำเป็นต้องเปิดระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด (Full Load) คิดเป็น 2% ตลอดทั้งปี



รูปที่ 6.45 ผังการทำงานของระบบใน Mode.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.46 ระดับ Illumination Gradient ภายในห้องเรียน Mode.3

Mode เพิ่มเติม

การใช้งานของหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่บริเวณกระดานดำ จำนวน 3 หลอด คิดเวลาการใช้งานประมาณเหมือนกับ Mode.3 เป็นอัตราส่วน 2%

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หลอดไฟฟ้า FL 36 w + Ballast Lost 10 w = 46 w
2. ระยะเวลาการใช้งานตลอดทั้งปี = 1408 ชม.
3. ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย = 1.80 บาท/kWh

ตารางที่ 6.8 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติผสมผสานกับการควบคุมการทำงานของหลอดไฟฟ้า

Mode	การใช้งาน (ชม./ปี)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ปี/ห้อง)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี/ห้อง)
1	60% = 845	-	-
2	38% = 535	8 หลอด x 46 w x 535 = 196.88	354.384
3	2% = 28	24 หลอด x 46 w x 28 = 30.912	55.64
เพิ่มเติม	2% = 28	3 หลอด x 46 w x 28 = 3.864	6.96
	รวม	**231.656**	**416.984**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการตรวจสอบ

จากการตรวจสอบสภาพแสงสว่างภายในห้องเรียน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

6.5.1 การใช้แผ่นอลูมิเนียมช่วยสะท้อนแสง สามารถช่วยให้ประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องดีขึ้นเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ลึก ๆ จะได้ประโยชน์ค่อนข้างมาก จะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์การใช้งานใน Mode.1 สามารถลดการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้ถึง 60% ตลอดทั้งปี เท่ากับว่ามีช่วงเวลาที่ต้องใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพียง 40% เท่านั้น

6.5.2 ประโยชน์ของการออกแบบช่องเปิดรับแสงสว่าง 2 ทาง จะเป็นตัวช่วยเพิ่มระดับแสงสว่างภายในห้องเรียนได้เป็นอย่างดี สังเกตจากเส้นกราฟของ Daylighting ที่ตรวจวัดได้มีค่าความสว่างสูง รวมทั้งการเปิดช่องแสงบริเวณด้านล่างผนังด้าน Corridor สูงประมาณ 1.00 m. แสงสว่างจากช่องแสงล่างดังกล่าวนั้นจะช่วยเพิ่มความสว่างบริเวณพื้นที่ลึกสุดของห้องได้

6.5.3 การออกแบบอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งและแนวนอนที่เหมาะสม จะมีส่วนช่วยสะท้อนแสงสว่างเข้ามาภายในห้องเรียนได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกใช้สีและวัสดุ รวมทั้งการได้รับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนที่มีค่าการสะท้อนแสงสูง จะเป็นตัวช่วยเสริมสร้างสภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนให้ดียิ่งขึ้น

6.5.4 ในบางกรณีที่มีความจำเป็นต้องปิดหน้าต่าง เช่น ฝนตก หรือมีลมพัดแรง ฯลฯ แสงสว่างธรรมชาติภายในห้องจะลดลง ฉะนั้นเพื่อให้แสงสว่างธรรมชาติสามารถผ่านเข้ามาได้ในขณะที่ปิดหน้าต่าง ควรเลือกใช้หน้าต่างบานไม้ลูกฟักกระจก รวมทั้งบานเกล็ดช่องแสงด้านบนทั้ง 2 ด้านก็ควรเป็นกระจกใส ด้วยเช่นกัน (ยกเว้นบานเกล็ดช่องแสงด้านล่าง ที่ควรเป็นไม้ เพื่อผลทางด้านความคงทนและความปลอดภัย)

6.5.5 การใช้อุปกรณ์สะท้อนแสงสว่างนั้น (Light shelf) จะต้องระมัดระวังในเรื่องตำแหน่งของการสะท้อนแสงและวัสดุที่ใช้ เพราะแสงที่สะท้อนเข้าไปในห้องเรียนนั้น อาจจะสะท้อนเข้าตานักเรียนได้ ฉะนั้นการกำหนดตำแหน่ง , มุมการสะท้อน รวมทั้งวัสดุพื้นผิวที่จะเป็นตัวกระจายแสงสะท้อน จะต้องมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้งานภายในอาคารนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
จุดคุ้มทุนของระบบที่เพิ่มขึ้นและบทสรุป

7.1 จุดคุ้มทุนของระบบที่เพิ่มขึ้น

การหาจุดคุ้มทุนของระบบที่เพิ่มขึ้นนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบเฉพาะศักยภาพการใช้กำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในห้องเรียน โดยเปรียบเทียบระหว่างห้องเรียนจากอาคารเรียนตัวอย่างในบทที่ 4 กับห้องเรียนที่ได้ทำการปรับปรุงใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

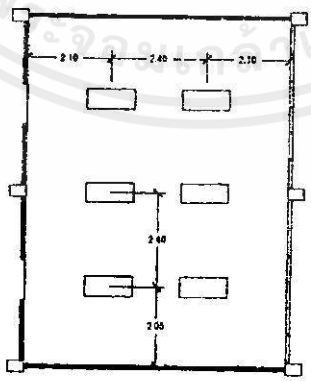
7.1.1 คิดปริมาณไฟฟ้าที่ประหยัดได้ จากการปรับปรุงค่ากำลังไฟฟ้า (System Cost)

จากดัชนีค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับการส่องสว่างภายในอาคาร ในกรณีของสถานศึกษากำหนดไว้ว่าจะต้องไม่เกิน 16 w/m^2

สมการ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ = $\frac{\text{จำนวน watt x จำนวนหลอด/โคม}}{\text{ระยะความกว้างระหว่างโคม x ระยะความยาวระหว่างโคม}}$

ตำแหน่งดวงโคมห้องเรียนแบบเดิม = $\frac{(40 + 10) \times 2}{(2.40 \times 2.40)}$

= 17.36 w/m^2

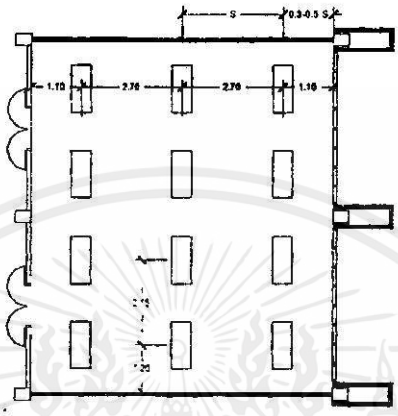


รูปที่ 7.1 การจัดตำแหน่งดวงโคมของห้องเรียนแบบเดิม ขนาด 7.00 x 9.00 m.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งดวงโคมห้องเรียนแบบปรับปรุง= $\frac{(36 + 10) \times 2}{(2.15 \times 2.70)}$

= 15.85 w/m^2



รูปที่ 7.2 การจัดตำแหน่งดวงโคมของห้องเรียนแบบปรับปรุง ขนาด 8.00 x 9.00 m.

ผลต่างของค่ากำลังไฟฟ้า	=	1.51	w/m^2
พื้นที่ห้องเรียนแบบปรับปรุง	=	72	m^2
	=	108.72	w
จำนวนการใช้งานต่อปี	=	1,408	ชม.
	=	**153.08**	**kWh/ปี/ห้อง.....①**

7.1.2 คิดปริมาณไฟฟ้าที่ประหยัดได้ จากการควบคุมการใช้งาน (Operating Cost)

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของห้องเรียนแบบเดิม			
(เป็นค่าเฉลี่ยที่คิดจากอาคารตัวอย่าง)	=	1,339.47	kWh/ปี/ห้อง
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของห้องเรียนแบบปรับปรุง			
	=	231.656	kWh/ปี/ห้อง
ผลต่างของการใช้ปริมาณไฟฟ้า	=	**1,107.814**	**kWh/ปี/ห้อง.....②**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดค่าปริมาณไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ทั้งหมด

	=	153.08 + 1,107.814	
	=	**1,260.894**	**kWh/ปี/ห้อง**

ราคาค่าไฟฟ้าหน่วยละ	=	1.80	บาท/ kWh
เป็นเงิน	=	**2,269.61**	**บาท/ปี/ห้อง**

หาจุดคุ้มทุนโดยเทียบกับค่าใช้จ่ายในส่วนของ อุปกรณ์บังแดดและอุปกรณ์ช่วยสะท้อนแสงพิเศษที่เพิ่มขึ้น

จำนวนห้องเรียนทั้งหมด	=	32	ห้อง
เงินทุนที่ต้องเพิ่มขึ้น 9,000 บาท/ห้อง	=	288,000	บาท
ค่าไฟฟ้าที่ลดลง 2,269.61 บาท/ห้อง	=	44,290.88	บาท

จากตารางที่ 7.1 จะเห็นว่าระยะเวลาที่ถึงจุดคุ้มทุนของ การปรับปรุงระบบแสงสว่างภายในห้องเรียนทั้งระบบนั้น จะใช้เวลาประมาณ 11 ปี จึงจะคุ้มค่าใช้จ่ายที่จะต้องจ่ายเพิ่มขึ้นในตอนแรก (โดยกำหนดให้ตัวแปรทุกอย่างคงที่ไม่มีปัจจัยต่าง ๆ ภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง) อย่างไรก็ตามการประมาณระยะเวลาจุดคุ้มทุนนี้เป็นการประมาณการแบบคร่าว ๆ เท่านั้น เพราะมีอีกหลายปัจจัยที่ไม่ได้นำมาคำนึงถึง เช่น ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาด , การดูแลรักษา เป็นต้น

ส่วนค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงอาคารในส่วนอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็น

- การเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคาร
- การเพิ่ม Wind Turbine
- การเพิ่มพัดลมดูดอากาศ ขนาด 8" ฯลฯ

ประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้ไม่ได้นำมาคิดหาจุดคุ้มทุน เพียงแต่นำเสนอเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของอาคารเรียนให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งในบางประเด็นไม่สามารถพิสูจน์เป็นตัวเลขเพื่อทำการเปรียบเทียบได้ก็ตาม แต่ตามหลักทฤษฎีแล้วการปรับปรุงในส่วนต่าง ๆ นั้น จะเป็นตัวช่วยส่งเสริมให้เกิดสภาวะน่าสบายภายในอาคารเรียนให้มากขึ้นด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 แสดงระยะเวลาคุ้มทุน ของค่าใช้จ่ายที่ต้องเพิ่มขึ้นในส่วนของการปรับปรุงระบบแสงสว่าง

	ปีที่	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11
1. เงินทุนที่ต้องเพิ่มขึ้น	-288000										
2. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%	-25920										
3. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี	44290.88										
4. ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 2		-269629.12									
5. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%		-24266.62									
6. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี		44290.88									
7. ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 3			-249604.86								
8. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%			-22464.44								
9. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี			44290.88								
10. ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 4				-227778.42							
11. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%				-20500.06							
12. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี				44290.88							
13. ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 5					-203987.60						
14. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%					-18358.89						
15. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี					44290.88						
16. ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 6						-178055.61					
17. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%						-16025.10					
18. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี						44290.88					

ตารางที่ 7.1 (ต่อ)

	ปีที่	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11
19.ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 7							-149789.83				
20. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%							-13481.09				
21. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี							44290.88				
22. ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 8								-118980.04			
23. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%								-10708.21			
24. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี								44290.88			
25. ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 9									-85397.37		
26. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%									-7685.76		
27. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี									44290.88		
28. ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 10										-48792.25	
29. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%										-4391.30	
30. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี										44290.88	
31.ยอดยกลงทุนยกมา ปีที่ 11											-8892.67
32. ดอกเบี้ยเงินกู้ 9%											-800.34
33. ค่าไฟฟ้าที่ลดลง/ปี											44290.88
ผลกำไรตอบแทนในปีที่ 11											34597.87

7.2 บทสรุปท้ายการวิจัย

จากการศึกษาการออกแบบอาคารเรียน ฯ ตามขั้นตอนต่าง ๆ ในทุก ๆ บทข้างต้น จะเห็นว่ามีปัจจัยอยู่หลาย ๆ ประการที่มีผลกับการออกแบบอาคาร รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ อยู่หลายวิธี ในบทสรุปนี้จึงขอสรุปปัจจัยที่มีผลกับการออกแบบทั้งหมด พร้อมทั้งแนวทางที่ใช้ออกแบบและแก้ไข ทั้งนี้เพื่อให้อาคารเรียนนั้นสามารถตอบสนองความต้องการสภาวะน่าสบายในด้านต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้อาคารได้อย่างครบถ้วน

ตารางที่ 7.2 สรุปแนวทางการออกแบบ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการระบายอากาศ , แสงสว่าง , อุณหภูมิ และเสียงรบกวน

ปัจจัยที่มีผลกับอาคาร	แนวทางการออกแบบและปรับปรุง
ขนาดห้องเรียน	การออกแบบ - ขนาดห้องเรียนที่เหมาะสมกับจำนวนนักเรียน ประมาณ 40 คน ได้แก่ ขนาด 8.00 x 9.00 x 3.50 m. เฉลี่ย 1.80 m^2 / คน มีองศามุมมองกระดานดำประมาณ 43 – 50 องศา ขึ้นอยู่กับการจัดตำแหน่งโต๊ะเรียน
การระบายอากาศโดยกระแสลม	การออกแบบ - กำหนดทิศทางช่องเปิด ควรให้สัมพันธ์กับทิศทางของลมประจำถิ่นทางด้านเหนือและใต้ - กำหนดขนาดและรูปแบบของช่องเปิด โดยให้ช่องทางลมเข้าและออกมีขนาดใหญ่และมีพื้นที่ใกล้เคียงกัน โดยให้ช่องลมเข้า = 14.238 m^2 และช่องลมออก = 11.57 m^2 ประเภทของหน้าต่างเลือกใช้แบบบานเปิด เพราะมีพื้นที่ช่องเปิดมากสุดถึง 90% และบานเกล็ด ติดตายบริเวณช่องลมบนและล่าง ที่มีพื้นที่ ฯ 75%
	การแก้ปัญหา - ระหว่างการใช้งานห้องเรียน ควรเปิดประตูห้องเรียนไว้ เพราะสามารถช่วยให้การระบายอากาศภายในห้องเรียนได้ดีขึ้น ถึงแม้ว่าอาจจะได้รับการรบกวนจาก Corridor บ้างแต่ก็ไม่ได้สร้างปัญหาให้มากนัก - ในยามที่กระแสลมภายนอกพัดด้วยความเร็วปกติ จะมีปริมาณกระแสลมเข้ามาภายในห้องค่อนข้างน้อย ค่ามากสุดจะมีเพียง 0.29 m/s ที่ห้องเรียนชั้น 4 เท่านั้น เนื่องจากกระแสลมภายนอกพัดด้วยความเร็วไม่มาก อีกทั้งตัวอาคารมีความสูงไม่มากนัก เพียง 4 ชั้น ซึ่งก็จะแสดงว่าช่วงเวลาส่วนใหญ่กระแสลมธรรมชาติจะไม่สามารถสร้างสภาวะน่าสบายให้แก่นักเรียนได้เพียงพอ ดังนั้นจึงจะต้องใช้ระบบ Mechanical Cooling เข้าช่วย โดยใช้เป็นพัดลมดูดอากาศขนาด 8" 2 เครื่อง/ห้อง ซึ่งจะเป็นการช่วยเร่งให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศภายในห้องเรียนให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.2 (ต่อ)

ปัจจัยที่มีผลกับอาคาร	แนวทางการออกแบบและปรับปรุง
แสงสว่างธรรมชาติ	การออกแบบ - กำหนดทิศทางช่องเปิดให้เหมาะสม โดยให้แสงสว่างสามารถเข้าได้ 2 ทาง - การออกแบบอุปกรณ์บังแดดไม่ควรยื่นยาวจนเกินไปและไม่ควรมีมุมเอียง เพราะจะเป็นตัวลดแสงสว่างจากภายนอก อีกทั้งควรออกแบบให้อุปกรณ์บังแดดช่วยสะท้อนแสงเข้าไปในห้องเรียนได้มากขึ้น โดยการกำหนดวัสดุและสีที่ใช้ ให้มีคุณสมบัติการสะท้อนแสงที่ดี เช่นใช้สีขาวทาบริเวณภายนอกอาคาร เป็นต้น - ออกแบบสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนให้เหมาะสม มีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้ เพดาน ใช้สีขาวหรืองาช้าง อัตราการสะท้อนแสง 70-90% ผนังภายใน ใช้สีฟ้า , เหลืองออกน้ำตาล , เทา อัตราสะท้อนแสง 40% พื้นหินขัด ใช้สีเทาอ่อน อัตราการสะท้อนแสง 30-40% กระดาน Whiteboard
	การแก้ปัญหา - กรณีที่ต้องการเพิ่มแสงสว่างภายในห้องเรียนให้มากขึ้นนอกจากจะใช้ประโยชน์จากการสะท้อนแสงจากอุปกรณ์บังแดดแล้ว ควรจะเพิ่มอุปกรณ์ช่วยสะท้อนแสงพิเศษโดยติดตั้งแผ่นอลูมิเนียม ไม่เคลือบสี พับขึ้นรูป เพื่อจะได้ช่วยสะท้อนแสงเข้าในบริเวณลึก ๆ ของห้องโดยอุปกรณ์นี้ควรสามารถปรับองศา เพราะนอกจากใช้ประโยชน์ในการสะท้อนแสงยังสามารถใช้บังแดดได้อีกด้วย - การตรวจสอบค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พบว่ามีค่า 15.85 w/m^2 ซึ่งมีค่าไม่เกินตามมาตรฐานกำหนด - การควบคุมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างจะใช้วิธีการแบ่งสวิทช์ควบคุมการทำงานของหลอดไฟฟ้า ออกเป็นชุด ๆ ละ 4 หลอด ตามแนวขนานกับหน้าต่าง ในกรณีที่สภาพท้องฟ้าปกติ ก็ไม่มีความจำเป็นต้องเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ เพราะระดับแสงสว่างจากธรรมชาติมากเพียงพอ แต่ในยามใดที่สภาพท้องฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง แสงสว่างภายในห้องเรียนลดลง การใช้งานก็เปิดเฉพาะบริเวณที่มีระดับแสงสว่างไม่เพียงพอเท่านั้น - บานหน้าต่างควรเลือกใช้เป็นบานลูกฟักกระจกใส เพราะในยามที่มีความจำเป็นต้องปิดหน้าต่าง จะได้มีแสงสว่างจากภายนอกเข้ามาในห้องเรียนได้ด้วย - บานเกล็ดติดตายบริเวณช่องลมบนทั้งฝั่งหน้าต่างและฝั่งประตู ควรเลือกใช้เป็นกระจกใส เพื่อให้แสงสว่างธรรมชาติเข้ามาในห้องได้มากขึ้น ส่วนบานเกล็ดติดตายล่าง กำหนดให้เป็นบานเกล็ดไม้ เพื่อความคงทนและความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.2 (ต่อ)

ปัจจัยที่มีผลกับอาคาร	แนวทางการออกแบบและปรับปรุง
รังสีดวงอาทิตย์	การป้องกัน - จัดวางอาคารให้เหมาะสม โดยให้ด้านสกัดอยู่ทางด้านตะวันตกและตะวันออก - ออกแบบอุปกรณ์บังแดดให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้ดี แต่ในขณะเดียวกันจะต้องคำนึงถึงเรื่องการบดบังแสงสว่างภายนอกด้วย ในการวิจัยนี้จะเลือกใช้อุปกรณ์บังแดด แบบ overhang สามารถปรับองศาได้ เพื่อป้องกันแดดในมุมต่ำด้านทิศใต้ - เลือกใช้วัสดุที่มีค่าการสะสมความร้อนต่ำและมีค่าการต้านทานความร้อนได้สูง โดยใช้ ผนังทางทิศเหนือและใต้ เป็น อิฐโปร่ง 8 x 12 x 25 cm.ค่า U=2.26 w/m^2 ผนังทางทิศตะวันออกและตก เป็น อิฐโปร่ง 12 x 20 x 25 cm.ค่า U=1.99 w/m^2 หลังคาใช้กระเบื้องลูกฟูกฉนวนเล็ก + แผ่นยิบซั่มบอร์ดหนา 12 mm. + Aluminum Foil ค่า U=0.378 w/m^2
เสียงรบกวน	การป้องกันเสียงจากภายนอก เช่น ยานพาหนะ , สิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดเสียงดัง - กำหนดสถานที่ตั้งโครงการให้เหมาะสม หลีกเลี่ยงบริเวณที่มีปัญหามลภาวะทางเสียง - กำหนดตำแหน่งอาคารเรียนให้อยู่ห่างจากแหล่งเสียงดังให้มากที่สุด ขึ้นอยู่กับระดับเสียงรบกวนภายนอก ในงานวิจัยนี้กำหนดไว้ที่ 100 m. ขึ้นไป (อ้างอิงข้อมูลจากบทที่ 4) - แบ่ง Zoning ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Public Zone , Semi Private Zone และ Private Zone และกำหนดให้บริเวณ Public Zone เป็นแนวกันเสียงรบกวน - สามารถใช้รั้วทึบ , ต้นไม้ หรือเนินดิน ช่วยลดเสียงรบกวนได้ ในกรณีที่ไม่สามารถเพิ่มระยะห่างระหว่างอาคารเรียนกับแหล่งกำเนิดเสียงดังได้
	การป้องกันเสียงจากภายใน เช่น การเรียนการสอนหรือกิจกรรมต่าง ๆ ภายในโรงเรียน - กำหนดบริเวณที่ก่อให้เกิดเสียงดัง ให้อยู่ห่างจากอาคารเรียน เช่นสนามกีฬา , โรงอาหาร , โรงยิม ฯ เป็นต้น - เลือกใช้วัสดุผนังกั้นห้องภายในที่สามารถลดการส่งผ่านของเสียงได้สูง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุทึบตัน และควรมีราคาถูกด้วย จึงเลือกใช้ผนังคอนกรีตบล็อก ขนาด 7 x 19 x 39 cm. ไม่ฉาบผิว สามารถลดการส่งผ่านของเสียงได้ 45 dB.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาตัวแปรของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติในงานวิจัยชิ้นนี้ เป็นการแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปรทางธรรมชาติที่มีผลกับสภาวะน่าสบายด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเอาคุณสมบัติของกระแสลมและแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ ให้เกิดประโยชน์กับอาคารเรียน การได้รับอิทธิพลจากตัวแปร ฯ ดังกล่าวจะเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนให้ลดลงได้เป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่าจะต้องลงทุนในระบบเสริมต่าง ๆ มากขึ้นกว่าระบบปกติทั่วไปในตอนแรก แต่ถ้าคำนึงถึงผลตอบแทนในระยะยาวแล้ว จะเห็นว่ามีความคุ้มค่ากับเงินทุนที่ต้องลงไปในครั้งแรกมากกว่า และเมื่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงเรียนแต่ละแห่งลดลง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งประเทศก็จะลดลงตามไปด้วยเช่นกัน ซึ่งก็จะเป็นการช่วยประเทศชาติประหยัดพลังงานและงบประมาณอีกทางหนึ่งด้วย

และจากการศึกษาวิจัยนี้ข้าพเจ้ายังพบว่ายังมีอีกหลาย ๆ ประเด็นที่น่าสนใจควรทำการศึกษาวิจัยต่อไป เช่น

- เรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้ระบบเครื่องกลประเภทต่าง ๆ ในกรณีที่กระแสลมภายนอกไม่สามารถสร้างสภาวะน่าสบายได้อย่างเพียงพอ
- เรื่องการศึกษารูปแบบของอุปกรณ์บังแดดประเภทต่าง ๆ ที่มีผลต่อสภาพแสงสว่างภายในห้องเรียน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Stein B., Reynold J.S And Mcguinnes W.J. **Mechavical And Electrical Equipment For Buildings.** 7th Niley. New York. 1986.

[2] Fanger P.O. **Thermal Comfort.** Copenhagen :Danish Technical Press. 1970.

[3] Ellis F.P. **Thermal Comfort in Warm and Humid Atmospheres ; Observations on Ground and Individual in Singapore.** London : Medical Research Council. 1952.

[4] มานิจ ทองประเสริฐ , รศ.ดร. **แสงอาทิตย์กับอาคาร.** เอกสารประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29 เรื่อง การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง. สมาคมสถาปนิกสยาม. 2529.

[5] มาลินี ศรีสุวรรณ. **การใช้แสงสว่างธรรมชาติเพื่อประหยัดพลังงานในอาคาร.** เอกสารการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29 เรื่อง การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง. สมาคมสถาปนิกสยาม. 2529.

[6] Olgyay V . **Design With Climate.** Princeton. N J : Princeton University Press. 1963.

[7] Evans M. **Housing Climate And Comfort.** London :The Architectural Press. 1980.

[8] Givoni B. **Man Climate $ Architecture.** N.Y : Van Norstrand Reinhold Press. 1969.

[9] Moore F. **Environmental Control Systems : heating cooling lighting.** McGraw-Hill Inc, New York , 1993.

[10] วันชัย โพธิ์พิจิตร , รศ.ดร. **การควบคุมเสียงรบกวนในชนวนการอุตสาหกรรม.** เอกสารอัดสำเนา. ม.ป.ป(ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

[11] Jittasatra R., kubaha K. and tia W. **The use of Daylighting in an Academic Building** , in Second Asean Renewable Energy Conference. Proceeding Volume.1 5-9 November. 1997. pp.237-241.

[12] สุชาติ ผิวงาม. **การสุ่มตัวอย่าง.** เอกสารประกอบการสอน วิชา ระเบียบวิธีวิจัย ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ม.ป.ป(ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

[13] Moore F. **Concept and Practice of Architecture Daylighting.** Van Norstrand Reinhold. N.Y . 1985.

[14] Kaufman E John., PE., FIES., **IES Lighting Handbook Reference Volume.** Illuminating Engineering Society of North America. New York . 1981.

[15] Flym E John., Samuel M.Mills. **Architectural Lighting Graphics.** New York. Reinhold Pushishing Corporation. 1962.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

- ค่า OTTV และ RTTV ของอาคารเรียน 1 , 2 และ 3 ของรร.วิสุทธิ์กษัตรี
- ค่า OTTV และ RTTV ของอาคารเรียน 2 , 3 และ 4 ของรร.ราชประชา สมาสัย ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร 1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน North Azimuth 180 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
North 1	76.80	1.824	11							1,540.92
North 2	88.00	2.088	11							2,021.18
North 3	138.60	2.531	15							5,261.95
North 4				277.20	5.893	5	112.00	0.85	1.00	34,693.74
ผลรวม	303.40			277.20					0.48	43,517.79

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 74.953 w/m.^{2}

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน East Azimuth -90 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
East 1	24.00	1.824	11							481.54
East 2	20.00	2.088	11							459.36
East 3	108.00	2.417	15							3,915.54
ผลรวม	152.00									4,856.44

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 31.950 w/m.^{2}

ด้านที่ 3 ชื่อด้าน South Azimuth 0 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
South 1	70.00	1.824	11							1,404.48
South 2	80.00	2.088	11							1,837.44
South 3	92.60	2.531	15							3,515.56
South 4	72.00	2.703	17							3,308.47
South 5				78.40	5.893	5	177.60	0.53	1.00	9,701.94
South 6				25.20	5.893	5	177.60	0.59	1.00	3,376.27
ผลรวม	314.60			103.60					0.25	23,144.16

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 55.342 w/m.^{2}

ด้านที่ 4 ชื่อด้าน West Azimuth 90 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
West 1	24.00	1.824	11							481.54
West 2	20.00	2.088	11							459.36
West 3	86.40	2.417	15							3,132.43
ผลรวม	130.00									4,073.33

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 31.237 w/m.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคา (RTTV)

ชื่ออาคาร 1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ด้านที่ 1 , 3 **ชื่อด้าน** Roof North , Roof South Azimuth 180 , 0

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof North	269.00	1.184	32							10,191.87
ผลรวม	269.00									10,191.87

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 37.888 w/m.^{2}

ด้านที่ 2 , 4 **ชื่อด้าน** Roof East , Roof West Azimuth -90 , 90

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof East	48.00	1.184	32							1,818.62
ผลรวม	48.00									1,818.62

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 37.888 w/m.^{2}

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบผนังอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร 1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	WWR	Q	OTTV
รวมทั้งอาคาร	900.40	380.80	1,281.20	0.30	75,591.72	59.001

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคาอาคาร (RTTV)

ชื่ออาคาร 1 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

หลังคาอาคารส่วนอยู่เหนือพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	SRR	Q	RTTV
รวมทั้งอาคาร	634.00		634.00		24,020.99	37.888

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน North Azimuth 180 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
North 1	24.90	1.824	11							499.59
North 2	25.00	2.088	11							574.20
North 3	112.80	2.312	16							4,172.70
ผลรวม	162.70									5,246.49

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 32.246 w/m.^{2}

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน East Azimuth -90 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
East 1	146.30	1.824	11							2,935.36
East 2	150.00	2.088	11							3,445.20
East 3	179.80	2.531	16							7,281.18
East 3	132.00	2.897	16							6,118.46
East 3				147.00	5.863	5	112.00	0.85	1.00	18,334.97
ผลรวม	608.10			147.00						38,115.17

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 50.477 w/m.^{2}

ด้านที่ 3 ชื่อด้าน South Azimuth 0 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
South 1	24.90	1.824	11							499.59
South 2	25.00	2.088	11							574.20
South 3	112.80	2.312	16							4,172.70
ผลรวม	162.70									5,246.49

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 32.246 w/m.^{2}

ด้านที่ 4 ชื่อด้าน West Azimuth 90 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
West 1	157.70	1.824	11							3,164.09
West 2	180.00	2.088	11							4,134.24
West 3	266.18	2.531	16							10,779.22
West				453.60	5.893	5	112.00	0.85	1.00	56,722.81
ผลรวม	603.88			453.60					0.43	74,800.36

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 70.735 w/m.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคา (RTTV)

ชื่ออาคาร2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน Roof East Azimuth -90

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof East	468.00	1.184	32							17,641.73
ผลรวม	468.00									17,641.73

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 37.696 $w/m.^2$

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน Roof West Azimuth 90

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof West	468.00	1.184	32							17,641.73
ผลรวม	468.00									17,641.73

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 37.696 $w/m.^2$

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบผนังอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ผนังอาคารคิดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	WWR	Q	OTTV
รวมทั้งอาคาร	1,537.38	600.60	2,137.98	0.28	123,408.50	57.722

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคาอาคาร (RTTV)

ชื่ออาคาร2 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

หลังคาอาคารส่วนอยู่เหนือพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	SRR	Q	RTTV
รวมทั้งอาคาร	936.00		936.00		35,283.46	37.696

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน North Azimuth 180 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
North 1	79.20	1.824	11							1,589.07
North 2	108.00	2.088	11							2,480.54
North 3	264.00	2.312	16							9,765.89
North 4	96.00	2.897	16							4,449.79
North 5				140.80	5.893	5	112.00	0.85	1.00	17,561.66
ผลรวม	547.20			140.80					0.20	35,846.95

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 52.103 w/m.^{2}

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน East Azimuth -90

ไม่นำมาคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม เนื่องจากพื้นที่บริเวณด้านนี้เป็นช่องบันได

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = - w/m.^{2}

ด้านที่ 3 ชื่อด้าน South Azimuth 0 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
South 1	82.80	1.824	11							1,721.49
South 2	108.00	2.088	11							2,480.54
South 3	172.80	2.312	16							6,392.22
South 4				364.80	5.893	5	177.60	0.54	1.00	46,014.50
ผลรวม	366.60			364.80					0.50	56,608.75

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 77.398 w/m.^{2}

ด้านที่ 4 ชื่อด้าน West Azimuth 90 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
West 1	13.20	1.824	11							264.84
West 2	14.00	2.088	11							321.55
West 3	728.00	2.312	16							26,930.18
ผลรวม	755.20									27,516.57

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 36.436 w/m.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคา (RTTV)

ชื่ออาคาร3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน Roof North Azimuth 180

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof North	394.20	1.202	32							15,162.51
ผลรวม	394.20									15,162.51

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 $w/m.^2$

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน Roof South Azimuth 0

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof South	394.20	1.184	32							15,162.51
ผลรวม	394.20									15,162.51

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 $w/m.^2$

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบผนังอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	WWR	Q	OTTV
รวมทั้งอาคาร	1,669.00	505.60	2,174.60	0.23	119,972.30	55.170

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคาอาคาร (RTTV)

ชื่ออาคาร3 โรงเรียน วิสุทธิ์กษัตรี

หลังคาอาคารส่วนอยู่เหนือพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	SRR	Q	RTTV
รวมทั้งอาคาร	788.40		788.40		30,325.02	38.464

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร 2 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

ด้านที่ I ชื่อด้าน North West Azimuth 120 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
NW 1	104.55	1.824	11							2,097.69
NW 2	108.00	2.088	11							2,480.54
NW 3	123.60	2.531	16							5,005.31
NW 4	73.80	2.897	16							3,420.78
NW 5				64.80	5.893	5	126.93	0.77	1.00	8,226.35
NW 6				10.80	5.893	5	126.93	0.77	1.00	1,371.06
NW 7				72.00	5.893	5	126.93	0.77	1.00	9,193.03
NW 8				13.20	5.893	5	126.93	0.77	1.00	1,685.39
ผลรวม	409.95			160.80					0.28	33,480.15

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 58.660 $w/m.^2$

ด้านที่ 2 , 4 ชื่อด้าน North East , South West Azimuth -150 , 30

ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
NE 1	18.00	1.824	11							361.15
NE 2	19.00	2.088	11							436.39
NE 3	108.00	2.312	16							3,995.14
ผลรวม	145.00									4,792.68

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 33.053 $w/m.^2$

ด้านที่ 3 ชื่อด้าน South East Azimuth -60 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
SE 1	104.55	1.824	11							2,097.69
SE 2	108.00	2.088	11							2,480.54
SE 3	131.40	2.531	16							5,321.17
SE 4				240.00	5.893	5	184.53	0.55	1.00	31,305.98
ผลรวม	343.95			240.00					0.41	41,205.38

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 70.563 $w/m.^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคา (RTTV)

ชื่ออาคาร 2 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน Roof North West Azimuth 120

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof NW	368.00	1.178	32							13,872.13
ผลรวม	368.00									13,872.13

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 37.696 w/m.^{2}

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน Roof South East Azimuth -60

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof SE	368.00	1.178	32							13,872.13
ผลรวม	368.00									13,872.13

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 37.696 w/m.^{2}

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบผนังอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร 2 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	WWR	Q	OTTV
รวมทั้งอาคาร	1,043.90	400.80	1,444.70	0.28	84,270.89	58.331

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคาอาคาร (RTTV)

ชื่ออาคาร 2 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

หลังคาอาคารส่วนอยู่เหนือพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	SRR	Q	RTTV
รวมทั้งอาคาร	736.00		736.00		27,744.26	37.696

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร 3 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน North West Azimuth 120 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
NW 1	102.00	1.824	11							2,046.53
NW 2	135.00	2.088	11							3,100.68
NW 3	256.00	2.531	16							10,366.98
NW 4	160.00	2.897	16							7,416.32
NW 5				158.40	5.893	5	126.93	0.77	1.00	20,108.85
NW 6				104.00	5.893	5	126.93	0.79	1.00	13,494.26
ผลรวม	653.00			262.40					0.29	56,533.62

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 61.758 $w/m.^2$

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน North East Azimuth -150 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
NE 1	42.00	1.824	11							842.69
NE 2	52.00	2.088	11							1,194.34
NE 3	178.00	2.531	16							7,208.29
NE 4				10.80	5.893	5	112.00	0.73	1.00	1,196.10
NE 5				48.00	5.893	5	112.00	0.74	1.00	5,377.94
ผลรวม	272.00			58.80					0.18	15,819.36

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 47.822 $w/m.^2$

ด้านที่ 3 ชื่อด้าน South East Azimuth -60 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
SE 1	108.00	1.824	11							2,166.91
SE 2	144.00	2.088	11							3,307.39
SE 3	256.00	2.531	16							10,366.98
SE 4				256.00	5.893	5	184.53	0.53	1.00	32,667.44
ผลรวม	508.00			256.00					0.34	48,508.72

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 63.493 $w/m.^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านที่ 4 ชื่อด้าน South West Azimuth 30 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
SW 1	42.00	1.824	11							842.69
SW 2	52.00	2.088	11							1,194.34
SW 3	199.20	2.531	16							8,066.80
SW 4	30.00	2.897	16							1,390.56
SW 5				57.60	5.893	5	175.47	0.56	1.00	7,353.80
ผลรวม	323.20			57.60					0.15	18,848.19

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 49.496 w/m.^{2}

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคา (RTTV)

ชื่ออาคาร3 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน Roof North West Azimuth 120

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof NW	332.00	1.202	32							12,770.05
ผลรวม	332.00									12,770.05

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 w/m.^{2}

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน Roof North East Azimuth -150

0Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof NE	142.25	1.202	32							5,471.50
ผลรวม	142.25									5,471.50

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 w/m.^{2}

ด้านที่ 3 ชื่อด้าน Roof South East Azimuth -60

0Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof SE	299.00	1.202	32							11,500.74
ผลรวม	299.00									11,500.74

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 w/m.^{2}

ด้านที่ 4 ชื่อด้าน Roof South West Azimuth 30

0Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof SW	142.25	1.202	32							5,471.50
ผลรวม	142.25									5,471.50

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 w/m.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบผนังอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร3 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	WWR	Q	OTTV
รวมทั้งอาคาร	1,756.20	634.80	2,391.00	0.27	139,709.91	58.432

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคาอาคาร (RTTV)

ชื่ออาคาร3 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

หลังคาอาคารส่วนอยู่เหนือพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	SRR	Q	RTTV
รวมทั้งอาคาร	915.50	915.50	915.50		35,213.79	38.464

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร 4 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน North West Azimuth 120 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
NW 1	73.95	1.824	11							1,483.73
NW 2	144.00	2.088	11							3,307.39
NW 3	109.60	2.531	16							4,438.36
NW 4	96.00	2.897	16							4,449.79
NW 5				172.80	5.893	5	126.93	0.77	1.00	21,936.93
NW 6				24.00	5.893	5	126.93	0.78	1.00	3,087.74
ผลรวม	423.55			196.80					0.32	38,703.94

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 62.390 w/m.^{2}

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน North East Azimuth -150 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
NE 1	48.00	1.824	11							963.07
NE 2	63.00	2.088	11							1,446.98
NE 3	75.75	2.312	16							2,802.14
NE 4				60.00	5.893	5	112.00	0.74	1.00	6,722.42
ผลรวม	186.75			60.00					0.24	11,934.61

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 48.367 w/m.^{2}

ด้านที่ 3 ชื่อด้าน South East Azimuth -60 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
SE 1	73.95	1.824	11							1,483.73
SE 2	144.00	2.088	11							3,307.39
SE 3	172.80	2.531	16							6,997.71
SE 4				192.00	5.893	5	184.53	0.53	1.00	24,500.58
ผลรวม	390.75			192.00					0.33	36,289.41

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 62.273 w/m.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านที่ 4 ชื่อด้าน South West Azimuth 30 ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	WWR	Q
SW 1	48.00	1.824	11							963.07
SW 2	63.00	2.088	11							1,446.98
SW 3	60.15	2.312	16							2,225.07
SW 4	48.00	2.897	16							2,224.90
SW 5				86.40	5.893	5	175.47	0.56	1.00	11,030.71
ผลรวม	219.15			86.40					0.28	17,890.73

ค่า OTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 58.553 w/m.^{2}

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคา (RTTV)

ชื่ออาคาร 4 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

ด้านที่ 1 ชื่อด้าน Roof North West Azimuth 120

Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof NW	525.60	1.202	32							20,216.68
ผลรวม	525.60									20,216.68

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 w/m.^{2}

ด้านที่ 2 ชื่อด้าน Roof North East Azimuth -150

0Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof NE	194.40	1.202	32							7,477.40
ผลรวม	194.40									7,477.40

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 w/m.^{2}

ด้านที่ 3 ชื่อด้าน Roof South East Azimuth -60

0Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof SE	525.60	1.202	32							20,216.68
ผลรวม	525.60									20,216.68

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 w/m.^{2}

ด้านที่ 4 ชื่อด้าน Roof South West Azimuth 30

0Section	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	SRR	Q
Roof SW	194.40	1.202	32							7,477.40
ผลรวม	194.40									7,477.40

ค่า RTTV ของผนังอาคารด้านนี้ = 38.464 w/m.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบผนังอาคาร (OTTV)

ชื่ออาคาร 4 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

ผนังอาคารติดกับพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	WWR	Q	OTTV
รวมทั้งอาคาร	1,220.20	535.20	1,755.40	0.30	104,818.70	59.712

สรุปค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหลังคาอาคาร (RTTV)

ชื่ออาคาร 4 โรงเรียน ราชประชา สมาสัย ฯ

หลังคาอาคารส่วนอยู่เหนือพื้นที่ไม่มีการปรับอากาศ

	Aw	Af	A	SRR	Q	RTTV
รวมทั้งอาคาร	1,440.00		1,440.00		55,388.16	38.464

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

- ตัวอย่างแบบสอบถาม สภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ , การระบายอากาศ , แสงสว่าง , ความหนาแน่น และเสียงรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามสภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ , การระบายอากาศ , แสงสว่าง , ความหนาแน่นและเสียงรบกวน

วันที่.....

โรงเรียน..... .....อาคาร.....ชั้น.....

1. เพศ ❑ ชาย ❑ หญิง

2. อายุ ❑ 10 – 12 ปี ❑ 13 – 15 ปี ❑ 16 – 18 ปี ❑ 19 – 21 ปี ❑ 22 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

❑ ม.1 ❑ ม.2 ❑ ม.3 ❑ ม.4 ❑ ม.5 ❑ ม.6

4. บริเวณที่ท่านนั่งเรียน

❑ อยู่ติดหน้าต่าง

❑ อยู่ห่างจากหน้าต่าง

❑ 1 ม. ❑ 2 ม. ❑ 3 ม. ❑ 4 ม. ❑ 5 ม. ❑ 6 ม. ❑ 7 ม. ❑ 8 ม.

5. สภาพโดยรวมทั้งวันในช่วงเวลาเรียน ท่านมีความรู้สึกเกี่ยวกับสภาพแสงสว่าง ภายในห้องอย่างไร

❑ มากจนระคายเคืองตา ❑ มาก ❑ พอดี ❑ น้อย ❑ น้อยจนต้องเปิดไฟช่วย

6. ในขณะนี้ท่านต้องการให้สภาพแสงสว่างภายในห้องเป็นอย่างไร

❑ เพิ่มมากขึ้น ❑ ไม่เปลี่ยนแปลง ❑ ลดน้อยลง

7. โดยปกติในขณะเรียนท่านเปิดไฟฟ้าแสงสว่างช่วยหรือไม่

❑ เปิดตลอดเวลา ❑ เปิดเป็นบางครั้ง ❑ ไม่ได้เปิด

8. สภาพโดยรวมทั้งวันในช่วงเวลาเรียน ท่านมีความรู้สึกเกี่ยวกับสภาพอุณหภูมิ ภายในห้องอย่างไร

❑ หนาวมาก ❑ หนาว ❑ พอดี ❑ ร้อน ❑ ร้อนมาก

9.ในขณะนี้ท่านรู้สึกอย่างไร

❑ หนาวมาก ❑ หนาว ❑ พอดี ❑ ร้อน ❑ ร้อนมาก

10. ในขณะนี้ท่านต้องการให้สภาพอุณหภูมิภายในห้องเป็นอย่างไร

❑ เพิ่มขึ้น (ร้อนขึ้น) ❑ ไม่เปลี่ยนแปลง ❑ ลดลง (เย็นลง)

11. ในขณะเรียนท่านรู้สึกอย่างไร เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของอากาศภายในห้อง

❑ อากาศนิ่งมาก ❑ อากาศนิ่ง ❑ พอดี ❑ มีการเคลื่อนไหว ❑ มีการเคลื่อนไหวมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ท่านรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับสภาพความชื้นในอากาศภายในห้อง (ถ้าความชื้นน้อย ผิวกายจะรู้สึกแห้ง แต่ถ้าความชื้นมากจะรู้สึกเปียกชื้น)

❑ แห้งเกินไป ❑ แห้งไปเล็กน้อย ❑ กำลังพอดี ❑ ชื้นไปเล็กน้อย ❑ ชื้นเกินไป

13. ท่านรู้สึกอย่างไรเมื่อมีกระแสลมภายนอกพัดเข้ามาภายในห้องเรียน

❑ ไม่รู้สึกอะไรเลย ❑ รู้สึกมีลมพัดเล็กน้อย ❑ เย็นสบาย

❑ ถูกรบกวนเล็กน้อย ❑ ถูกรบกวนเล็กน้อยมาก

14. จำนวนนักเรียนในชั้นของท่านมีเท่าไร

❑ น้อยกว่า 40 คน ❑ 41-45 คน ❑ 46-50 คน ❑ 51-55 คน ❑ 51-60 คน

15. ท่านมีความรู้สึกอย่างไรกับจำนวนนักเรียนภายในห้อง

❑ แน่นเกินไป ❑ แน่นเล็กน้อย ❑ กำลังพอดี ❑ น้อยไปเล็กน้อย ❑ น้อยเกินไป

16. ตำแหน่งที่ท่านนั่งเรียนอยู่บริเวณใดของห้อง

❑ หลังห้อง ❑ ค่อนมาทางหลัง ❑ กลางห้อง ❑ ค่อนมาทางหน้า ❑ หน้าห้อง

17. ในระหว่างที่เรียนท่านได้ยินเสียงของครูผู้สอน เมื่อยืนอยู่หน้าห้องอย่างไร

❑ ไม่ได้ยินเลย ❑ ได้ยินบ้างไม่ได้ยินบ้าง ❑ ได้ยินชัดเจน ❑ ค่อนข้างดัง ❑ ดังเกินไป

18. ในขณะเรียน ครูผู้สอนมีการใช้ไมโครโฟนช่วยสอนหรือไม่

❑ มีและใช้เป็นประจำ ❑ มีใช้เป็นบางครั้ง ❑ ไม่มีใช้

19. ในขณะที่เรียนท่านได้การรบกวนจากสภาพแวดล้อมหรือไม่

❑ ไม่มี ❑ มี (ถ้ามีกรุณาตอบข้อต่อไป)

20. กรุณาระบุปัญหาที่ท่านได้รับขณะเรียน (เรียงจากมากไปหาน้อย)

- ❑ เสียงจากห้องเรียนข้างเคียง
- ❑ เสียงจากสนามกีฬาภายในโรงเรียน
- ❑ เสียงจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น รถยนต์ ,จักรยานยนต์ , เรือยนต์ ,โรงงานอุตสาหกรรม , สถานที่ก่อสร้าง , ตลาด ฯลฯ
- ❑ ควันและกลิ่นจากการประกอบอาหาร
- ❑ กลิ่นของเสีย เช่น ขยะ , ห้องน้ำ , สารเคมี ฯลฯ
- ❑ ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม
- ❑ อื่นๆ ระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

- ค่าระดับความเร็วลมตามสภาพความรู้สึก ตามมาตรฐานของ Beaufort Wind Force Scale
- ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุประเภทต่าง ๆ (Reflectivity of Materials)
- ค่าความต้องการการระบายอากาศ (Outdoor Air Requirement for Ventilation)
- ค่า Coefficient of Utilization for Typical Luminaries
- ค่า Floor Multiplying Factors
- ค่าระดับความดังของเสียงใน zone ต่าง ๆ (Sound Level Zone)
- ค่าการลดเสียงของผนังบางประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าระดับความเร็วลมตามสภาพความรู้สึก ตามมาตรฐานของ Beaufort Wind Force Scale

ลำดับขั้น	สภาพลม	สภาพความรู้สึก	ความเร็วลม	
			m/s	knot
1	สงบ	ไม่รู้สึกว่ามีลมพัด	0-1.5	2.92
2	ลมอ่อน	มีความรู้สึกลมปะทะหน้า	1.6-3.3	3.1-6.4
3	ลมสบาย	ธงสะบัด ผมชี้	3.4-5.4	6.6-10.5
4	ลมปานกลาง	ฝุ่นตลบ กระดาษปลิว	5.5-7.9	10.7-15.4
5	ลมแรง	รู้สึกลมปะทะร่างกาย	8.0-10.7	10.5-20.8
6	ลมจัด	ผมปลิว กางร่มยาก	10.8-13.8	21.0-26.8
7	พายุอ่อน	รู้สึกไม่สบายเวลาเดิน	13.9-17.1	27.0-33.3
8	พายุ	รู้สึกทรงตัวลำบาก	17:2-20.7	33.5.40.3
9	พายุแรง	ตัวจะปลิวตามแรงลม	20.8-24.4	40.5-47.5

- ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุประเภทต่าง ๆ (Reflectivity of Materials)

วัสดุ	ค่าเฉลี่ยการสะท้อนแสง (%)
คอนกรีต	0.30
อิฐสีแดง	0.15
ปูนฉาบทาสีขาว	0.80
อลูมิเนียม	0.85
โครเมียม	0.65
ทองแดง	0.40
กระจกส้าง	0.20
หินอ่อนสีขาว	0.80
ยางมะตอย	0.07
สนามหญ้า	0.06
ดิน	0.07
ทรายพันธ์	0.25
ผิวน้ำนิ่ง	0.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าความต้องการการระบายอากาศ (Outdoor Air Requirement for Ventilation)

ประเภทอาคาร	Estimated Max. Occupancy 100 m^2	Outdoor Air Requirements		Comments
		cfm/person	L/s person	
สถานศึกษา				Special contaminant control systems may be required for processes or functions including laboratory animal occupancy
ห้องเรียน	50	15	8	
ห้องทดลอง	30	20	10	
ห้องดนตรี	50	15	8	
ห้องสมุด	20	15	8	
ห้องเอนกประสงค์ขนาดใหญ่	150	15	8	

- ค่า Coefficient of Utilization for Typical Luminaries

Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lump Lumens		ρ_{CC}	80			70			50			30			10			0
			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)															
29	II	1.1	0	.75	.75	.75	.69	.69	.69	.57	.57	.57	.46	.46	.46	.37	.37	.37	.32
			1	.67	.64	.62	.61	.59	.57	.51	.50	.49	.42	.41	.40	.34	.33	.32	.29
			2	.59	.55	.52	.55	.51	.49	.45	.44	.42	.38	.36	.35	.31	.30	.29	.25
			3	.53	.48	.45	.49	.45	.42	.41	.39	.36	.35	.32	.31	.28	.27	.26	.23
			4	.47	.42	.39	.44	.40	.35	.37	.34	.32	.31	.29	.27	.26	.24	.23	.20
			5	.43	.37	.33	.40	.35	.31	.34	.30	.28	.28	.26	.24	.23	.22	.20	.18
			6	.39	.33	.29	.36	.31	.28	.31	.27	.25	.25	.23	.21	.22	.20	.18	.16
			7	.35	.30	.26	.33	.28	.25	.28	.24	.22	.24	.21	.19	.20	.18	.16	.15
			8	.32	.26	.23	.30	.25	.22	.25	.22	.19	.22	.19	.17	.18	.16	.15	.13
			9	.29	.24	.20	.27	.22	.19	.23	.20	.17	.20	.17	.15	.16	.15	.13	.12
			10	.26	.21	.18	.25	.20	.17	.21	.18	.15	.18	.15	.14	.15	.13	.12	.10

Metal or dense diffusing sides with 45°CW • 45° LW shielding

- ค่า Floor Multiplying Factors

Multiplying Factors for Other than 20 Percent Effective Floor Cavity Reflectance

% Effective Ceiling Cavity Reflectance, ρ_{CC}	80				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	1.008	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	1.008	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	1.008	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	1.018	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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

- ค่าระดับความดังของเสียงใน zone ต่าง ๆ (Sound Level Zone)

ระดับความดังเสียง (dB)	ความรู้สึก	ที่มาของเสียง
100 (C)	เสียงดังมาก	เสียงแตรจากยวดยาน ห่างประมาณ 5.00 ม.
90(C)	เสียงดังมาก	รถบรรทุกขนาดใหญ่
80(B)	เสียงดังมาก	เสียงดังจากเครื่องเสียงกลางแจ้ง
70(B)	เสียงดัง	การติดต่อสื่อสาร ห่างประมาณ 1.00 ม.
60(B)	เสียงดัง	การติดต่อสื่อสาร ห่างประมาณ 2.00 ม. ,รถยนต์ที่อยู่ห่างประมาณ 10.00 ม.
50(A)	เสียงค่อย	การพูดคุยแบบค่อย ๆ ที่ห่างประมาณ 2.00 ม.
40(A)	เสียงค่อย	บริเวณย่านพักอาศัย ไม่มีการจราจร
30(A)	เสียงค่อยมาก	อยู่บริเวณสวนที่เงียบสงบ
20(A)	เสียงค่อยมาก	เสียงเดินของนาฬิกา

- ค่าการลดเสียงของผนังบางประเภท

Frequency (Hz)	100	200	400	800	1600	3200	average
Brick wall 112 mm.	31	36	38	50	55	60	45
Brick wall 225 mm.	41	43	47	54	57	60	50
Concrete wall 150 mm.	32	37	42	51	57	67	47
Concrete floor 130 mm.	32	36	40	45	55	62	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย วินัย หมั่นคติธรรม เกิดเมื่อ วันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2513 ที่กรุงเทพ ฯ ได้รับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม จากสถาบันราชภัฏ พระนคร เมื่อปีการศึกษา 2538 และได้เข้ารับการศึกษาในระดับปริญญาโทสาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2538 ปัจจุบันเป็นสถาปนิก บ.ธาดา คอนแทรกเตอร์ จก.และอาจารย์พิเศษ ภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม สถาบันราชภัฏ สวนสุนันทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้