ศึกษารูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่ไม่เพิ่มการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

A STUDY ON SKYLIGHT ELEMENT IN CONSIDERATION OF HEAT TRANSMISSION IN BUILDINGS

วิรวัฒ อติกูล

WITAWAT ATIGOOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมชุมชนเมือง

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1333-1

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ศึกษารูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่ไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร

A STUDY ON SKYLIGHT ELEMENT IN CONSIDERATION OF HEAT TRANSMISSION IN BUILDINGS

วิธวัช อธิกูล

WITAWAT ATIGOOL

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....60565
วัน,เดือน,ปี.....- 3 ก.ค. 2549

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1833-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY ON SKYLIGHT ELEMENT IN CONSIDERATION OF HEAT TRANSMISSION IN BUILDINGS

WITAWAT ATIGOOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUY'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2005

ISBN 974-15-1833-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศึกษารูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่ไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร
นักศึกษา	นายวิธวัช อธิกูล
รหัสนักศึกษา	43063104
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ. ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

บทคัดย่อ

การออกแบบอาคารโดยใช้แสงสว่างธรรมชาติให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเป็นทางออกหนึ่งที่มีส่วนในการลดผลกระทบจากการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพบว่าปัญหาหลักของการใช้แสงสว่างธรรมชาติ คือปัญหาเรื่องความร้อนที่มาพร้อมรังสีตรงของดวงอาทิตย์และปริมาณแสงที่มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการใช้งาน เป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษาลักษณะรูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่มีคุณสมบัติในการช่วยลดผลกระทบจากรังสีความร้อนดวงอาทิตย์และมีประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้กับอาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

โดยในช่วงต้นของงานวิจัยเป็นขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพรูปแบบเปิดช่องรับแสงสว่างธรรมชาติที่ทำการศึกษาพัฒนาได้แก่ รูปแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง(Saw - tooth with Reflector) กับรูปแบบช่องเปิดรับแสงแบบมาตรฐานได้แก่ รูปแบบแผ่นรับแสงแนวราบ (Flat Sheeting), รูปแบบหลังคามอนิเตอร์ (Monitor Roof) และรูปแบบฟันเลื่อย (Saw-tooth) ผลจากการศึกษาพบว่ารูปแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง มีคุณสมบัติในการลดภาระการนำความร้อนได้ดีที่สุดและมีคุณสมบัติการนำแสงสว่างที่เหมาะสมต่อการใช้งานและการศึกษาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ขั้นตอนการศึกษาพัฒนาประสิทธิภาพรูปแบบช่องรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง โดยทำการศึกษาตัวแปรและคุณสมบัติที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสง ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อเพิ่มขนาดช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายในและแนวตั้งภายนอกมีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณแสงสว่างผ่านช่องรับแสงในปริมาณที่สูงขึ้นเป็นลักษณะแปรผันตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ในส่วนของวัสดุผิวสะท้อนพบว่ากระจกเงาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงสว่างได้ดีที่สุดเมื่อทำการทดลองติดตั้งในตำแหน่งตัวแปรที่ทำหน้าที่สะท้อนแสงส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของช่องรับแสง โดยที่ลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงแบบเว้าในตำแหน่งพื้นที่สะท้อนแสงภายในและแผงสะท้อนแสงลักษณะแบบนูนในตำแหน่งแผงสะท้อนแสงภายนอกมีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพการสะท้อนแสงสว่างผ่านช่องรับแสง ในส่วนตำแหน่งการติดตั้งแผงสะท้อนแสงพบว่าระยะความสูงแผงสะท้อนแสงที่ตำแหน่งกึ่งกลางของช่องรับแสงแนวตั้ง(0.15 เมตร) และระยะห่างที่เท่ากับความสูงช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก (0.30 เมตร) มุมรับแสง 75 องศา มีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงสว่างธรรมชาติผ่านช่องรับแสงได้ดีที่สุดในการทำการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Study on Skylight Element in Consideration of Heat Transmission in Building
Student	Mr. Witawat Atigool
Student ID.	43063104
Degree	Master of Architecture
Programme	Tropical Architecture
Year	2005
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Teeramon Wairojanakij
Thesis Co.Advisor	Asst. Prof. Chaiyut Seepadet

ABSTRACT

Designing the building by using the daylight for the effectiveness. It is the way out for using the energy economically. The problem which comes from with the sunlight is the solar radiation from the sun. It is from the research form of the channel getting the daylight on the top can make the reduction of the effectiveness and get the suitable light for the way to bring the light for using in the building.

In the beginning of the research , it is the step of comparing the usefulness of the channel getting the light and is developed to be Saw-tooth with Reflector and Flat Sheeting ,Monitor Roof and Saw-tooth which is from studying Saw-tooth with Reflector that has property for reduce heat from the sun.

The step of developing of the effectiveness of the Saw-tooth with Reflector by studying the variation to increase the light to the channel getting the light and increase the size and form concave in the position internal and Reflector outside is quality position stand line 0.15 meters 0.30 meters corner 75 Degree is the best

The summary of usefulness of Saw- tooth with Reflector can reduce the heat and the light for designing small building direction size refection focus of reflection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ บริษัท เซ็นทริส จำกัด ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินการวิจัย และคุณโกวิทย์ - คุณอุษา อธิกูล ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษาตลอดมา คุณประโยชน์ทั้งหลายที่เกิดขึ้นจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณ

วิธวัช อธิกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญรูปภาพ..... VIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 3

1.4 สมมุติฐานการวิจัย..... 3

1.5 ระเบียบวิธีในการวิจัย..... 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง..... 5

2.1.1 แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ..... 5

2.1.2 พฤติกรรมแสง..... 7

2.1.3 สภาพท้องฟ้า..... 7

2.1.4 ทฤษฎีการให้ความสว่างกับอาคารโดยใช้แสงธรรมชาติ..... 7

2.1.5 ค่าความส่องสว่างมาตรฐาน..... 10

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความร้อน..... 12

2.2.1 แหล่งกำเนิดความร้อน..... 12

2.2.2 การถ่ายเทพลังงานความร้อน..... 13

2.2.3 ลักษณะพื้นผิวที่มีผลต่อการแผ่รังสีความร้อน..... 13

2.2.4 การถ่ายเทความร้อนผ่อนช่องอากาศ..... 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย..... 15

3.1 เครื่องมือและหุ่นทดลองในการวิจัย..... 15

3.2 การบันทึกข้อมูล..... 18

3.3 สถานที่ในการทดลอง..... 19

3.4 รูปแบบช่องเปิดรับแสงที่ทำการศึกษา..... 19

3.5 การตรวจสอบประสิทธิภาพหุ่นทดลอง..... 22

บทที่ 4 การทดลองและวิเคราะห์..... 25

4.1 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติ..... 25

4.2 การศึกษาแนวทางพัฒนาประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติ..... 36

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย..... 58

บรรณานุกรม..... 59

ภาคผนวก..... 60

ประวัติผู้เขียน..... 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่าเฉลี่ยของท้องฟ้าในลักษณะต่าง ๆ.....	10
2.2	การเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) ตามประเภทการใช้งาน.....	11
2.3	การเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) และมาตรฐานการกำหนดค่า Daylight Factor โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)...	12
4.1	ขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายในที่ทำการศึกษา.....	39
4.2	ขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอกที่ทำการศึกษา.....	41
4.3	ลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายในที่ทำการศึกษา.....	43
4.4	รายละเอียดวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงที่ทำการศึกษา.....	45
4.5	รายละเอียดระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา.....	47
4.6	รายละเอียดระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนภายนอกที่ทำการศึกษา.....	49
4.7	ลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา.....	51
4.8	รายละเอียดวัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา.....	53
4.9	รายละเอียดมุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา.....	54
4.10	รายละเอียดวัสดุสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอกที่ทำการศึกษา.....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การสะท้อนของแสงเมื่อตกกระทบวัตถุ	10
2.2	การกระจายแสงแบบ Diffuse Reflect และการกระจายแบบ Combine Specular	11
2.3	สเปกตรัมของรังสีดวงอาทิตย์	12
3.1	เครื่องวัดแสงแบบลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter)	15
3.2	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)	15
3.3	ลักษณะหน่วยทดลอง	16
3.4	รายละเอียดวัสดุที่ใช้ทำหุ่นจำลอง	17
3.5	รายละเอียดขนาดหน่วยทดลอง	17
3.6	ตำแหน่งบันทึกข้อมูลการทดลองศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสง	18
3.7	ตำแหน่งบันทึกข้อมูลการทดลองศึกษาแนวทางพัฒนาประสิทธิภาพช่องเปิด	18
3.8	ตำแหน่งบันทึกข้อมูลการทดลอง	19
3.9	ลักษณะสถานที่ในการทดลอง	19
3.10	ลักษณะช่องเปิดรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวราบ	20
3.11	ลักษณะช่องรับเปิดแสงแบบหลังคามอนิเตอร์	20
3.12	ลักษณะช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อย	21
3.13	ลักษณะช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง	21
3.14	รูปแบบช่องรับแสงที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพหน่วยทดลอง	22
3.15	การเก็บข้อมูลขั้นตอนการศึกษาประสิทธิภาพหน่วยทดลอง	23
3.16	กราฟข้อมูลผลการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพหน่วยทดลอง	23
3.17	กราฟข้อมูลผลการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพหน่วยทดลอง	24
4.1	รูปแบบช่องรับแสงในการทดลองที่ 4.1.1	25
4.2	การทดลองที่ 4.1.1	26
4.3	กราฟข้อมูลผลทดลองที่ 4.1.1	26
4.4	กราฟสรุปผลการทดลองที่ 4.1.1	27
4.5	รูปแบบช่องรับแสงในการทดลองที่ 4.1.2	28
4.6	การทดลองที่ 4.1.2	28
4.7	ทิศทางช่องเปิดรับแสงขณะทำการทดลอง 4.1.2	29
4.8	กราฟข้อมูลผลการทดลองที่ 4.1.2	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.9	ทิศทางช่องเปิดรับแสงขณะทำการทดลอง 4.1.2	29
4.10	กราฟข้อมูลผลการทดลองที่ 4.1.2	30
4.11	กราฟข้อมูลสรุปผลการทดลองที่ 4.1.2	31
4.12	รูปแบบช่องรับแสงในการทดลองที่ 4.1.3	32
4.13	การทดลองที่ 4.1.3	32
4.14	ทิศทางช่องเปิดรับแสงขณะทำการทดลอง 4.1.3	33
4.15	กราฟผลการเก็บข้อมูลการทดลอง 4.1.3	33
4.16	ทิศทางช่องเปิดรับแสงขณะทำการทดลอง 4.1.3	33
4.17	กราฟผลการเก็บข้อมูลการทดลอง 4.1.3	34
4.18	กราฟข้อมูลสรุปผลการทดลองที่ 4.1.3	35
4.19	รายละเอียดลักษณะช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง	36
4.20	รายละเอียดพฤติกรรมของแสงและตัวแปรที่มีผลต่อการนำแสงผ่านช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง	37
4.21	ลักษณะตัวแปรช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสงที่ทำการศึกษา	39
4.22	ขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายในที่ทำการศึกษา	40
4.23	การศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายใน	40
4.24	กราฟผลการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายใน	40
4.25	ขนาดช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอกที่ทำการศึกษา	42
4.26	การศึกษาขนาดช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก	42
4.27	กราฟผลการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก	42
4.28	ลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายในที่ทำการศึกษา	44
4.29	การศึกษาลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายใน	44
4.30	กราฟผลการศึกษาลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายใน	44
4.31	วัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงภายในที่ทำการศึกษา	45
4.32	การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงภายใน	46
4.33	กราฟผลการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงภายใน	46
4.34	ตำแหน่งระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.35	การศึกษาระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก	48
4.36	กราฟผลการศึกษาระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก	48
4.37	ระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา	49
4.38	การศึกษาระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก	50
4.39	กราฟผลการศึกษาระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก	50
4.40	ลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา	51
4.41	การศึกษาลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอก	52
4.42	กราฟผลการศึกษาลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอก	52
4.43	วัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา	53
4.44	การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอก	53
4.45	กราฟผลการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอก	54
4.46	รายละเอียดมุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา	55
4.47	การศึกษามุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอก	55
4.48	กราฟผลการศึกษามุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอก	55
4.49	วัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอกที่ทำการศึกษา	56
4.50	การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก	57
4.51	กราฟผลการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การออกแบบงานทางด้านสถาปัตยกรรม ในปัจจุบันผู้ออกแบบได้ให้ความสำคัญกับเรื่องของการใช้พลังงานภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งซึ่งมีการใช้งานภายในอาคารอยู่อย่างต่อเนื่องและมีการสิ้นเปลืองพลังงานที่สูง หากสามารถลดการใช้ปริมาณพลังงานแสงสว่างภายในอาคารโดยการนำแสงธรรมชาติมาประกอบกับแสงประดิษฐ์อย่างมีประสิทธิภาพ น่าจะเป็นแนวทางในการลดการสิ้นเปลืองการใช้พลังงานแนวทางหนึ่ง การออกแบบระบบแสงสว่างโดยการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารเพื่อลดปริมาณการใช้แสงไฟประดิษฐ์ต้องพิจารณาองค์ประกอบสำคัญหลายประการในการตัดสินใจ ทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม งบประมาณ การควบคุมความร้อนที่จะเกิดภายในอาคาร ฯลฯ เนื่องจากแสงสว่างที่เราได้จากแสงธรรมชาติไม่ได้ให้แต่ความสว่างเพียงอย่างเดียว แต่ยังอาจจะส่งผลกระทบที่เราไม่พึงปรารถนาตามมาด้วยคือ ปัญหาด้านความร้อนและการหลีกเลี่ยงแสงจ้าที่จะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกตาพร่า ซึ่งเป็นผลกระทบจากรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ เข้ามาภายในอาคารใน 2 ลักษณะ ดังนี้

- การแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Radiation) ในรูปของรังสีคลื่นสั้นผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร เมื่อกระทบกับวัตถุทึบแสงก็จะเปลี่ยนเป็นรูปของรังสีคลื่นยาว และปล่อยพลังงานความร้อนออกมาสะสมอยู่ภายในอาคาร
- ความเข้มของการส่องสว่างโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งจะทำให้เกิดความส่องสว่างที่มากเกินกว่าความต้องการใช้งานภายในอาคาร

ดังนั้นผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงการควบคุมการแผ่รังสีและแสงตรงจากดวงอาทิตย์ในการออกแบบอาคารที่มีการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารให้มีประสิทธิภาพ รวมถึงการออกแบบควบคุมปริมาณและทิศทางการกระจายแสงธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการ การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติกับภายในอาคาร นอกจากจะช่วยในการประหยัดพลังงานที่อาคารต้องสูญเสียไปกับการใช้แสงประดิษฐ์และการปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศ ล้วนเป็นสิ่งที่ต้องศึกษาและพิจารณา

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการการใช้พลังงานในด้านต่าง ๆ ภายในอาคารเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยขาดการคำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานไฟฟ้าและแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สว่าง ในแต่ละปีต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารเป็นจำนวนมาก การออกแบบอาคารโดยปราศจากการคำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพหรือแนวทางการนำพลังงานทดแทน เช่น แสงสว่างธรรมชาติมาใช้กับอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานให้กับอาคาร ซึ่งจะต้องพิจารณาการนำมาใช้ตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบ ดังนั้น หากสถาปนิกผู้ออกแบบอาคารมีความรู้และความเข้าใจในการประยุกต์ใช้แสงสว่างธรรมชาติกับอาคารให้เกิดประสิทธิภาพและมีความเหมาะสม ก็น่าจะเป็นส่วนสำคัญในการช่วยลดปัญหาการสิ้นเปลืองพลังงานได้อีกทางหนึ่ง

การใช้แสงธรรมชาติจากทางช่องเปิดด้านบน (Top Aperture) คือ ช่องเปิดที่อยู่บริเวณด้านบนสุดของอาคาร เช่น บริเวณดาดฟ้าหรือหลังคาอาคาร เป็นแนวทางในการออกแบบอีกทางหนึ่งที่มีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยทั่วไปจะเป็นการเปิดช่องเปิดด้านบนเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารโดยตรง ซึ่งพบว่าปัญหาหลักของการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้กับอาคารคือปัญหาความร้อนที่มาพร้อมรังสีตรงของดวงอาทิตย์ เกิดการสะสมและมีอุณหภูมิภายในที่สูงขึ้น เป็นภาระในการปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเป็นส่วนหลักของการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและน่าจะเป็นข้อจำกัดหลักในการออกแบบอากาศที่นำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้กับพื้นที่ที่มีอากาศร้อนชื้น

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.2.1 ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมของแสงธรรมชาติ เพื่อหาแนวทางที่เหมาะในการควบคุมการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารผ่านช่องรับแสงสว่างด้านบน

1.2.2 ศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบน ที่มีประสิทธิภาพในการรับแสงสว่างและไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร

1.2.3 ศึกษาแนวทางพัฒนาประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนและไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคารให้มีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 การวิจัยใช้ที่ตั้งของกรุงเทพมหานคร (ละติจูดที่ 14 องศาเหนือ) เป็นกรณีศึกษา รวมถึงข้อมูลพื้นฐานด้านภูมิอากาศและการโคจรของดวงอาทิตย์

1.3.2 การวิจัยเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้หน่วยจำลองในการศึกษาเก็บข้อมูล และใช้สภาพท้องฟ้าจริงในการศึกษาเพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีประสิทธิภาพและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 เนื่องจากระยะเวลาในการวิจัยและงบประมาณในการวิจัยมีจำกัด รวมถึงข้อจำกัดในการจัดหาเครื่องมือ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นในการพัฒนาแนวทางในส่วนของปริมาณแสงสว่างเป็นหลักเท่านั้น ไม่พิจารณาในเรื่องของปริมาณความร้อน

1.3.4 การวิจัยพิจารณาปริมาณแสงธรรมชาติที่ตกกระทบบนพื้นที่ใช้งานเฉพาะในแนวระนาบเท่านั้น

1.3.5 ในการวิจัยจะทำการทดสอบเก็บข้อมูลเฉพาะส่วนการทดลอง โดยถือว่าไม่มีปัจจัยจากสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารมาเกี่ยวข้อง

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

1.4.1 รูปแบบช่องรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่ทำการศึกษาและพัฒนามีผลช่วยในการไม่เพิ่มภาระในการนำความร้อนเข้าสู่อาคารผ่อนช่องรับแสง เมื่อเปรียบกับรูปแบบช่องรับแสงมาตรฐานแบบต่าง ๆ

1.4.2 ทิศทางช่องรับแสง ขนาดช่องรับแสงในแนวระนาบและแนวตั้ง ลักษณะรูปแบบและวัสดุสะท้อนผิวสะท้อนแสง มีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงสว่างธรรมชาติผ่านช่องรับแสงธรรมชาติด้านบนเข้าสู่อาคารงานวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบงานทางสถาปัตยกรรมที่มีประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ผ่อนช่องรับแสงด้านบน

1.5 ระเบียบวิธีในการศึกษาวิจัย

1.5.1 การสำรวจและศึกษาปัญหาเบื้องต้น

1.5.2 การวางแผนการดำเนินการวิจัย

1.5.3 การศึกษาทฤษฎีและรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย

1.5.4 การดำเนินการออกแบบการทดลอง

1.5.5 การทดลองและเก็บข้อมูล

1.5.6 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1.5. การสรุปผลการศึกษา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยมุ่งเน้นที่จะเสนอรูปแบบของช่องรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่มีคุณสมบัติในการลดภาระการนำความร้อนและมีการส่งผ่านแสงสว่างธรรมชาติที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าจะได้รับประโยชน์ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.1 ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของรูปแบบช่องรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่มีประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติ และไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร

1.6.2 เป็นแนวทางในการออกแบบช่องรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนและการใช้แสงสว่างธรรมชาติกับงานสถาปัตยกรรมให้เกิดประสิทธิภาพและมีคุณภาพที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงธรรมชาติ

2.1.1 แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ

2.1.1.1 แสงตรงจากดวงอาทิตย์ เป็นแสงที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์โดยตรง มีความเข้มสูง โดยเฉพาะในช่วงที่สภาพท้องฟ้ามีเมฆน้อย แสงตรงจะไม่ถูกใช้โดยตรงเพื่อให้ความสว่างภายในอาคาร เนื่องจากแสงมีปัญหาเรื่องความแปรปรวนของแสงสูงรวมทั้งปริมาณความร้อนจากรังสีความร้อนดวงอาทิตย์ที่มาพร้อมแสง

2.1.1.2 แสงจากท้องฟ้า เป็นแสงที่เกิดจากการกระจายและสะท้อนของแสงตรงในบรรยากาศ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ให้ความสว่างภายในอาคาร เนื่องจากมีคุณภาพของแสงที่สูง

2.1.1.3 แสงสะท้อนจากพื้นดินและพื้นผิวใกล้เคียง เป็นแสงที่เกิดจากการสะท้อนของแสงตรงดวงอาทิตย์และแสงจากท้องฟ้าของพื้นดินและสภาพแวดล้อม โดยคิดเป็นประมาณ 10 – 30% และคิดเป็นสัดส่วนประมาณ15 % ของประปริมาณแสงธรรมชาติทั้งหมด

2.1.2 พฤติกรรมแสง

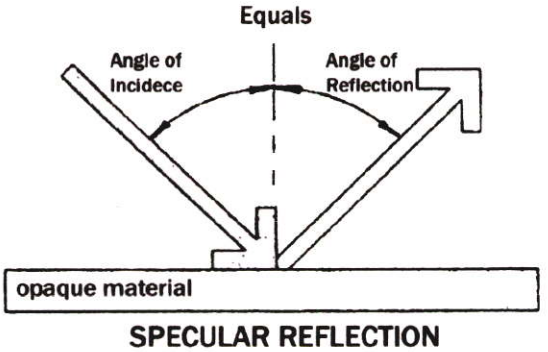
เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านตัวกลางชนิดต่าง ๆ เช่น อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง วัตถุทึบแสง ฯลฯ ทางเดิน พฤติกรรมของแสงจะเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น พฤติกรรมของแสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางใดๆ มีลักษณะที่สามารถจำแนกได้ดังนี้

2.1.2.1 การดูดกลืน (Absorption) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง และเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน (heat)

2.1.2.2 การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมแสงที่ตกกระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนออกโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะของการสะท้อนพิจารณาออกได้เป็นลักษณะต่างๆ ดังนี้

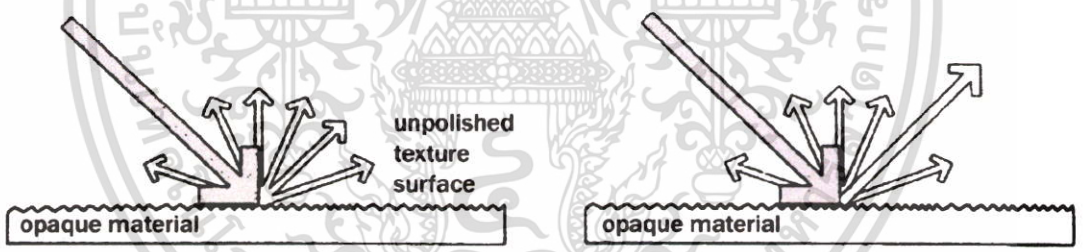
1)การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection) เป็นลักษณะการสะท้อนที่เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่เป็นวัตถุทึบแสง (opaque material) มีลักษณะเป็นผิวเรียบขัดมัน (polish surface) การสะท้อนจะมีลักษณะของมุมของแสงที่ตกกระทบ (Angle of incident) เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน (angle of refection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การสะท้อนของแสงเมื่อตกกระทบวัตถุ

2) การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) เป็นลักษณะที่เกิดเมื่อแสงตกกระทบวัตถุทึบแสงที่มีผิวหยาบไม่เรียบสม่ำเสมอ แสงที่สะท้อนออกมาจะถูกสะท้อนออกไปในหลาย ๆ ทิศทาง ซึ่งส่วนมากมุมของแสงที่สะท้อนที่กระจายออกไปนั้นจะไม่เท่ากับมุมของแสงที่ตกกระทบ หากผิววัตถุมีลักษณะไม่เรียบสม่ำเสมออย่างสมบูรณ์แสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นการกระจายแสงแบบสมบูรณ์ เป็นการสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างเท่า ๆ กัน ในทุกมุมสะท้อน แต่หากผิววัตถุไม่เรียบไม่สม่ำเสมอ แสงสะท้อนที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็นการสะท้อนแบบกระจัดกระจาย



รูปที่ 2.2 การกระจายแสงแบบ Diffuse Reflect และการกระจายแบบ Combine Specular

2.1.2.3 **การส่องผ่าน** (Transmission) เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลางแล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง หากไม่พิจารณาคุณสมบัติหรือลักษณะของตัวกลางที่แสงผ่านแล้ว มุมของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับมุมของแสงที่ทะลุผ่าน และแสงที่ทะลุผ่านจะมีปริมาณของแสงคงเดิม อย่างไรก็ตามเมื่อแสงตกกระทบตัวกลางที่แสงสามารถส่องผ่านได้ใด ๆ แสงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืน ส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับ และส่วนที่เหลือจะทะลุผ่าน หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับ ปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนรวมกับปริมาณแสงที่สะท้อนกลับรวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 สภาพท้องฟ้า

ค่าความสว่างและความจ้าของท้องฟ้าอันเนื่องมาจากธรรมชาติที่แปรเปลี่ยนตลอดเวลา เป็นผลเกิดจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ปริมาณของเมฆ และอนุภาคในอากาศ เช่น ฝุ่น, ควัน หรือไอน้ำ โดยทั่วไปสภาพของท้องฟ้าแยกพิจารณาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

2.1.3.1สภาพท้องฟ้าปิด(Overcast Sky) เป็นสภาพท้องฟ้าที่ปกคลุมด้วยเมฆจนไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงหรือดวงอาทิตย์และมีการเปลี่ยนแปลงแบบช้ากว่าท้องฟ้าชนิดอื่นๆ ความสว่างของท้องฟ้าลักษณะนี้มีความสว่างในปริมาณที่แตกต่างกัน (Non Uniform Brightness) ซึ่งความสว่างในระดับสูงสุดจะอยู่ที่บริเวณกึ่งกลางท้องฟ้า (Zenith – Brightness) และมีสัดส่วนความสว่างที่เส้นขอบฟ้าเท่ากับ 1/3 มีผลให้พื้นผิวในระนาบมีความสว่างมากกว่าพื้นผิวในแนวตั้ง

2.1.3.2 **สภาพท้องฟ้าโปร่งใสไม่มีเมฆปกคลุม** (Clear Sky) ค่าความสว่างของท้องฟ้าแบบนี้ เกิดจาก 2 องค์ประกอบคือ แสงกระจายท้องฟ้า (Diffuse Illumination) และแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sun) ซึ่งปริมาณความสว่างของทั้ง 2 องค์ประกอบขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ (Solar altitude) เป็นหลัก โดยมีความสว่างของท้องฟ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน ความสว่างในระดับสูงสุดที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวระนาบ มีค่าน้อยกว่าความสว่างในแนวระนาบที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวตั้ง ปริมาณ 3 เท่า หากไม่พิจารณาถึงมุมที่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์

2.1.3.3 **สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Party Cloudy Sky)** การหาค่าความสว่างของท้องฟ้าลักษณะนี้จะทำได้ยากเนื่องจากมีการเปลี่ยนของเมฆอยู่ตลอดเวลา โดยทั่วไปการพิจารณาค่าความส่องสว่างของท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วนนี้ หากเมฆที่ปกคลุมมีลักษณะเบาบาง ไม่หนาทึบ (น้อย) ค่าความสว่างจากท้องฟ้านี้มีค่ามากกว่าค่าความสว่างที่ได้จากท้องฟ้าแบบโปร่ง 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการสะท้อนของเมฆ (Nadamura and Oki, 1983)

2.1.4 ทฤษฎีการให้ความสว่างกับอาคารโดยอาศัยแสงธรรมชาติ

การนำแสงธรรมชาติมาใช้ให้แสงสว่างภายในอาคาร นับว่าเป็นการนำแสงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาใช้งาน เพราะแสงธรรมชาติได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ การใช้แสงธรรมชาติจึงเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อีกส่วนหนึ่งด้วย แต่ถ้าไม่สามารถควบคุมแสงธรรมชาติที่จะนำมาใช้กับอาคารได้ ก็อาจจะทำให้แสงที่เข้ามามีความจ้ามากเกินไปจนเกิดเป็นแสงบาดตา ได้ นอกจากนี้ยังนำมาซึ่งความร้อนเข้าสู่อาคารอีกด้วย ดังนั้นการศึกษาการนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมชาติมาใช้ในอาคารอย่างเหมาะสม จึงเป็นเรื่องที่สถาปนิกควรให้ความสำคัญควบคู่ไปกับความงามทางสถาปัตยกรรม

แนวทางการนำแสงธรรมชาติสามารถเข้ามาภายในสถาปัตยกรรม สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีหลัก ๆ คือ แสงที่เข้ามาจากทางด้านข้าง และแสงที่เข้ามาจากทางด้านบน จากการศึกษาพบว่าแสงที่มาจากทางด้านบนนั้นเป็นแสงที่ประสิทธิภาพสูงกว่าแสงที่มาจากด้านข้างในของการให้ความสว่างแก่ที่ว่างภายในอาคาร นอกจากนั้นอาจมีการแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่าง โดยใช้อุปกรณ์ช่วย เช่น ท่อนำแสง(Light Pipe) และแผ่นสะท้อนแสง (Light Shelf) เป็นต้น สิ่งที่ควรระวัง คือ แสงธรรมชาติของประเทศไทยจะมีความเข้มข้นของการส่องสว่างสูง ดังนั้น ในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร ก็จะมีความร้อนเข้ามาสู่ภายในอาคารด้วย จึงไม่ควรนำแสงธรรมชาติเข้ามาโดยตรง แต่นำเข้ามาในทางอ้อมหรือที่เรียกว่า Indirect Light เท่านั้น

แนวทางการนำแสงธรรมชาติในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นมาใช้ จึงจะต้องมีความระมัดระวังและรอบคอบเป็นพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องของปริมาณความสว่าง (Brightness) ของท้องฟ้าจะมีปริมาณที่สูง เนื่องจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะอยู่ในแนวเหนือศีรษะ หรือตั้งฉากกับพื้นโลกมากกว่าในเขตภูมิอากาศหนาว ดังนั้นการกำหนดปริมาณแสงที่จะเข้ามาภายในอาคาร ต้องเป็นไปตามความต้องการที่จะใช้งานเท่านั้น เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร ในกรณีที่แสงธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคารเกินความจำเป็นในการใช้งาน ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานตามมาจากการปรับอากาศและความร้อนจากสภาพแวดล้อมได้

ดังนั้นสำหรับประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น (Hot – Humid Climate) การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติ ควรต้องมีหลักการสำคัญ ดังนี้

- หลีกเลี่ยงแสงตรงจากดวงอาทิตย์ โดยเน้นการใช้แสงสว่างที่ได้จากการสะท้อนจากดวงอาทิตย์ (Diffuse light)

- ขนาดของช่องเปิด ไม่ควรมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น คือมีขนาดพอดีต่อการนำแสงธรรมชาติเข้ามาส่องสว่างพื้นที่ภายใน ในระดับที่เพียงพอต่อการใช้งาน

วิธีการออกแบบเพื่อนำเอาแสงสว่างจากธรรมชาติ (Day lighting Design) มาใช้ในอาคาร โดยทั่วไปมีอยู่ 3 วิธี ได้แก่ Daylight Factor Method, CIE Method, และ IES Method

Daylight Factor Method เป็นการพิจารณาปริมาณความสว่างภายในอาคารที่ได้จากแสงธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ระดับแสงภายในจะขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าเป็นหลัก ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับมุมที่ดวงอาทิตย์กระทำต่อพื้นที่แต่ละที่ (Altitude. Azimuth) ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามวันและเวลาที่แตกต่างกันองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อแสงธรรมชาติ โดยทั่วไปพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- องค์ประกอบจากท้องฟ้า Sky Componant (SC)

  แสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้าโดยตรง

  SC = Incident Sky Light – Window Losses

- องค์ประกอบภายนอก Externally Reflected Componant (ERC)

  แสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุหรืออาคารที่ตั้งอยู่ภายนอกหรือบริเวณใกล้เคียง

  ERC = Sky Component × RF (of Obstruction)

- องค์ประกอบภายนอก Internally Reflected Componant (IRC)

แสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุหรืออาคารที่ตั้งอยู่ภายในอาคารได้รับแสงจาก SC และ ERC การกำหนดว่า Daylight Factor (DF.) ก็คือค่าสัดส่วนของปริมาณแสงที่ตกลงพื้นที่ภายในอาคารแต่ละจุดใด ๆ ต่อปริมาณแสงที่ตกลงพื้นที่แนวระนาบภายนอกอาคาร ภายใต้สภาพ Clear Sky ที่ไม่มีสิ่งกีดขวางไม่รวมแสงตรงดวงอาทิตย์ ค่าที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์

$$D.F\ (\%) = \frac{\text{ความสว่างภายใน}}{\text{ความสว่างภายนอก}} \times 100$$

2.1.5 มาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES

ในการกำหนดระดับความส่องสว่างสำหรับการใช้งานต่าง ๆ นั้นมีการกำหนดโดยหน่วยงานแต่ละแห่ง เช่น IES (USA), IES (BS) เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้สอยและสภาพอากาศ ดังนั้นค่าที่กำหนดอาจมีความแตกต่างกันส่วนมาตรฐานที่กำหนดเป็นมาตรฐานสากลไม่ขึ้นกับประเทศใด ประเทศหนึ่งได้แก่ CIE (International Commission on Illumination) กำหนดความสว่างออกเป็น 3 ค่า โดยค่ากลางเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนอีก 2 ค่า ใช้ในกรณีอื่น ๆ คืออาจใช้ค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยขึ้นอยู่กับสภาพต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) ตามประเภทการใช้งาน

พื้นที่ใช้งาน (ก)	CIE (Lux)	IES (Lux)	**พื้นที่ใช้งาน (ข)**
ทางเดิน, พื้นที่ทำงานภายนอก	20-30-50	20-30-50	Public space with dark Surrounding
ทางเดินภายในและการแวะผ่านระยะสั้น	50-75-100	50-75-100	Simple space where visual tasks
ห้องที่ไม่ได้ใช้งานแบบต่อเนื่องเป็นเวลานาน	100-150-200	100-150-200	Working space where visual tasks are only occasionally performed
งานที่ใช้สายตาไม่มาก เช่น โรงงาน, งานชิ้นใหญ่	200-300-500	200-300-500	Performance of visual tasks of high contrast or Large size
งานที่ใช้สายตาปานกลาง เช่น สำนักงาน	300-500-750	500-750-1000	Performance of visual tasks of medium contrast or Small size
งานที่ใช้สายตามาก เช่น การเขียน งานที่ใช้สายตามาก ๆ	500-750-1000	1000-150-2000	Performance of visual tasks of low contrast or Very small size
เช่น การประกอบชิ้นส่วน	750-1000-1500	2000-3000-5000	Performance of visual tasks of low contrast or Very small size, Prolonged period
งานที่ใช้สายตาเป็นพิเศษ	1000-1500-2000	5000-75000-1000	Performance of very prolonged and exacting
งานที่ใช้สายตาพิถีพิถันเช่น การผ่าตัด	มากกว่า 2000	10000 up	Performance of very special visual tasks of extremely low contrast and small size

นอกเหนือจากการกำหนดระดับการส่องสว่างเป็นลักซ์หรือฟุตแคนเดิลแล้วการกำหนดระดับการส่องสว่างยังสามารถกำหนดมาตรฐานเป็นค่า Daylight Factor โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.2 การเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) และมาตรฐานการกำหนดค่า Daylight Factor โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

พื้นที่ใช้งาน	**ค่าการส่องสว่างตามมาตรฐาน IES (ข)**		**ค่าการส่องสว่าง (Lux) ตามมาตรฐาน IES (ข)**	**ค่า Daylight Factor (%), (ค)**		
อาคารทั่วไป				**เฉลี่ย**	**ต่ำ**	**จุดที่วัด**
ทางเดิน		50-100-150	50-75-100	2	0.6	พื้น
บันได-บันไดเลื่อน		100-150-200	100-150-200	5	0.6	ลูกนอน
ที่เก็บของ, ห้องเก็บของ		100-150-200	100-150-200	1.5	0.5	Work plane
ห้องน้ำ		100-150-200	100-150-200	1.5	0.5	Work plane
สำนักงาน						
พื้นที่ทั่วไป, พิมพ์ดีด		300-500-750	500-750-1000	5	2.5	Work plane
คอมพิวเตอร์						
เขียนแบบ		500-750-1000	500-750-1000	5	2.5	Work plane
ห้องประชุม		300-500-750	200-300-500			
โถงทางเข้า			100-150-200	2	0.6	Work plane
ห้องสมุด						
หิ้งหนังสือ		150-200-300	200-300-500	5	1.5	Vertical
โต๊ะอ่านหนังสือ		300-500-700	200-300-500	5	1.5	Work plane
เคาน์เตอร์		200-300-500	200-300-500	5	2	Work plane
ห้องประชุม						
เอนกประสงค์		150-200-300	200-300-500	5	2.5	Work plane

ที่มา : IES Illuminating Engineering Society (1983 : A3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

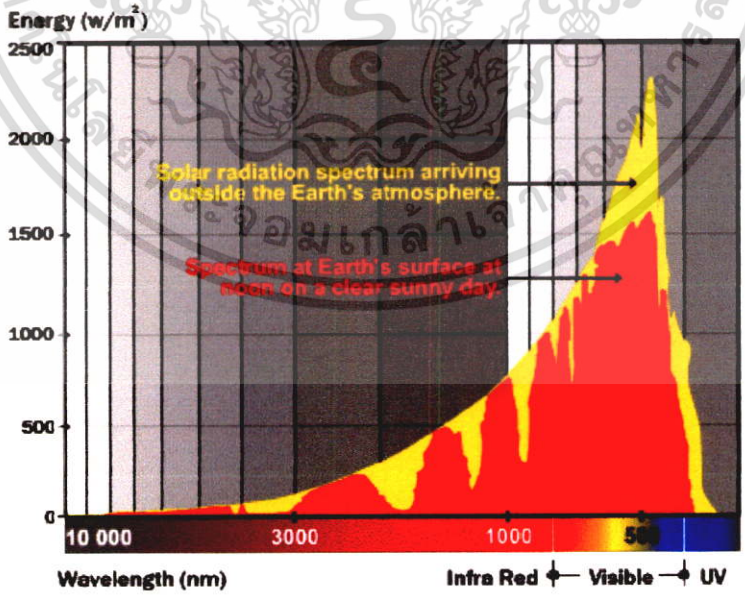
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความร้อน

2.2.1 แหล่งกำเนิดความร้อน

ประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนชื้นแถบศูนย์สูตรระหว่างละติจูด 5-21 องศาเหนือ ลองติจูด 97-106 องศาตะวันออก ลักษณะกายภาพนี้ส่งผลให้ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในปริมาณมากกว่าภูมิภาคอื่นๆ ของโลก โดยเฉลี่ยความเข้มของการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลกผ่านสภาพบรรยากาศ มีค่าเท่ากับ 1370 w/m_2 ค่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์

ลักษณะกายภาพของรังสีดวงอาทิตย์จะประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นต่างกันและพฤติกรรมทางด้านอุณหภูมิที่ต่างกันไป 3 ลักษณะดังนี้

- รังสีอุลตราไวโอเลต (Ultraviolet Radiation) มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.20 – 0.38 นาโนเมตร มีปริมาณของพลังงานเท่ากับ 7% เป็นช่วงของความยาวคลื่นที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณไม้แต่ทำให้วัตถุมีสีจางลง
- รังสีที่ตามองเห็น(Visible Radiation) มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.38 – 0.78 นาโนเมตรมีปริมาณของพลังงานเท่ากับ 47% เป็นช่วงคลื่นของแสงสว่างที่ใช้ในการมองเห็นของมนุษย์
- รังสีความร้อน(Heat Radiation) มีความยาวคลื่น ตั้งแต่ 0.78 นาโนเมตร มีปริมาณของพลังงานเท่ากับ 46% เป็นช่วงคลื่นที่มีปริมาณความร้อนมากที่สุด



รูปที่ 2.3 สเปกตรัมของรังสีดวงอาทิตย์

ที่มา : http://www.squ1.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การถ่ายเทพลังงานความร้อน (Heat Transfer)

โดยธรรมชาติ การถ่ายเทความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีความร้อนสูงกว่าไปสู่ที่ที่มีความร้อนต่ำกว่าและจะหยุดไหลเมื่อมีอุณหภูมิโดยอาศัยขบวนการ 3 ขบวนการคือ

2.2.2.1 การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านวัตถุซึ่งจะส่งความร้อนผ่านโมเลกุลของสสารไหลจากที่ที่มีความร้อนสูงกว่าไปสู่ที่ที่มีความร้อนต่ำกว่า เช่นเมื่อนำปลายแท่งโลหะด้านหนึ่งวางบนไฟสักครู่หนึ่งปลายอีกด้านที่จับไว้ก็จะเริ่มร้อน จะร้อนเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความเป็นตัวนำของโลหะนั้นๆ

2.2.2.2 การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของไหล เช่นอากาศวิ่งผ่านหม้อน้ำรังผึ้งของรถยนต์ ความร้อนจากหม้อน้ำรังผึ้งก็ระบายออกผ่านทางอากาศทำให้หม้อน้ำมีอุณหภูมิลดลง

2.2.2.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยไม่อาศัยตัวกลางเป็นวิธีการเดียวกับการที่ความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่งมาถึงโลก อาศัยความถี่หรือความยาวคลื่นของความร้อนนั้นเอง

2.2.3 ลักษณะพื้นผิวที่มีผลต่อการแผ่รังสี (Surface Radiation)

รังสีความร้อนเป็นรังสีในรูปคลื่นยาวและมีพลังงานต่ำ รังสีเมื่อกระทบวัสดุใด ๆ จะสะท้อน ส่งผ่านและดูดซึมไว้ในวัสดุนั้น ๆ วัสดุแต่ละประเภท จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ทิศทาง (มุม) ของการแผ่รังสี การคายรังสีจะมีค่าสูงที่ทิศทางตั้งฉาก
2. ความยาวคลื่นของการแผ่รังสี การคายรังสีเชิงสเปกตรัม ทิศทางตั้งฉากของโลหะจะลดเมื่อความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น
3. อุณหภูมิของพื้นผิว การคายรังสีของโลหะจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่วนการคายรังสีของอโลหะจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
4. ความขรุขระของพื้นผิว เนื่องจากผลของความขรุขระที่ไม่สม่ำเสมอของพื้นผิวเสมือนโพรง จึงทำให้เกิดความสะท้อนรังสีได้หลายครั้ง ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการดูดซึมรังสีค่าสูงขึ้น นั่นคือ การคายรังสีมีค่าสูงขึ้น

ลักษณะของพื้นผิวจะมีอิทธิพลสูงต่อการแผ่รังสีและดูดซึมรังสี วัสดุต่าง ๆ จะมีค่าการดูดซึมรังสี (Absorbability) และค่าการสะท้อนรังสี (Reflectivity) แตกต่างกันออกไปตามลักษณะผิวของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การถ่ายเทความร้อนผ่านช่องอากาศ (Air Gap) เมื่อพื้นผิวของวัสดุอยู่ระหว่างช่องอากาศ การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นโดย การพาความร้อน และการแผ่รังสี (โดยมีผลกระทบจากการกำหนดทิศทาง (Orientation) ของช่องอากาศ, ทิศทางการถ่ายเทความร้อน (Direction of Heat Flow), ระยะความกว้างของช่องอากาศ, ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นผิวและคุณสมบัติของพื้นผิว เมื่อพื้นผิวของวัสดุทึบตันสัมผัสอากาศ และมีการเคลื่อนไหวของอากาศตามพื้นผิววัสดุ (Air Film) มีน้อย

ความเป็นฉนวนของชั้นอากาศที่นิ่งตามพื้นผิวทางแนวดิ่งมีค่า R เท่ากับค่า R ของไม้อัดหนาครึ่งนิ้ว แต่เมื่ออากาศมีการเคลื่อนไหวในความเร็วคงที่ 6.7 เมตรต่อวินาที ชั้นอากาศนี้จะถูกทำลายค่า R จะลดลงเหลือเพียง ¼ ของค่า R ที่เกิดขึ้นตอนอากาศนิ่ง

อัตราการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านวัสดุ (Conductance) และค่าความต้านทาน R ของอากาศเป็นการแสดงถึงความสามารถในการถ่ายเทรังสีความร้อนของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือและหุ่นทดลองในการวิจัย

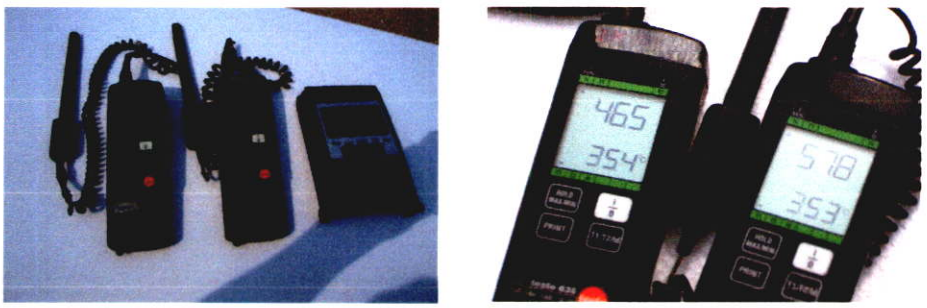
3.1.1 ลักซ์มิเตอร์(Lux Meter)

ลักซ์มิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณแสงสว่าง มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) โดยการทำงานเริ่มจากที่อนุภาคของแสง (Flux) ตกกระทบในบริเวณจุดรับแสงแล้วทำให้เกิดค่าความต่างศักย์ของไฟฟ้าในบริเวณจุดรับแสงดังกล่าว ส่งผลให้เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดจะอ่านว่าความต่างศักย์ของไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแล้วแปลข้อมูลดังกล่าวออกมาเป็นหน่วยความสว่างของแสงตามที่เราต้องการโดยในการวิจัยจะใช้ลักซ์มิเตอร์ ที่มีช่วงการวัดแสง อยู่ระหว่าง 0 – 50,000 ลักซ์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่เพียงพอสำหรับใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3.1 เครื่องวัดแสงแบบลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter)

3.1.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

เทอร์โมมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าปริมาณอุณหภูมิความร้อนมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (^{0}C) และองศาฟาเรนไฮต์ (^{0}F) โดยการวิจัยจะทำการใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบ Digital ทำการวัดอุณหภูมิผ่านตัวเก็บ (Sensor) แล้วส่งข้อมูลแสดงผลเป็นตัวเลขบนหน้าจอโดยในการทดลองจะทำบันทึกผลข้อมูลเป็นหน่วย องศาเซลเซียส (^{0}C)



รูปที่ 3.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 หน่วยทดลองที่ใช้ในการวิจัย (Model)

งานทำการวิจัยชิ้นนี้มีจุดมุ่งหมายที่สามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้กับลักษณะอาคารแบบต่างๆที่ให้แสงธรรมชาติด้านบน และสามารถนำไปใช้กับกิจกรรมที่หลากหลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้อาคารนั้น ๆ ในการออกแบบลักษณะหน่วยจำลองจึงเลือกใช้ลักษณะผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบผังพื้นแบบต่าง ๆ ที่ขนาดพื้นที่ใช้งานเท่ากัน (After Ternoey, ctal., 1983) พบว่าอาคารที่มีผังพื้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีอัตราความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด เนื่องจากเป็นรูปร่างที่มีพื้นที่กรอบอาคารโดยรอบน้อยที่สุด การได้รับแสงธรรมชาติของด้านข้างของอาคาร จึงมีปริมาณไม่เพียงพอและไม่สามารถเข้าถึงบริเวณส่วนกลางอาคารได้ ดังนั้นรูปร่างผังพื้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จึงเหมาะสมที่จะนำมาทำการวิจัยเพื่อหาเทคนิค การนำแสงสว่างผ่านทางช่องเปิดด้านบนและยังเป็นรูปแบบที่เอื้ออำนวยต่อการทดสอบการให้แสงธรรมชาติผ่านทางช่องเปิดในทิศเหนือ ใต้ ตะวันออกและตะวันตกได้อย่างชัดเจน

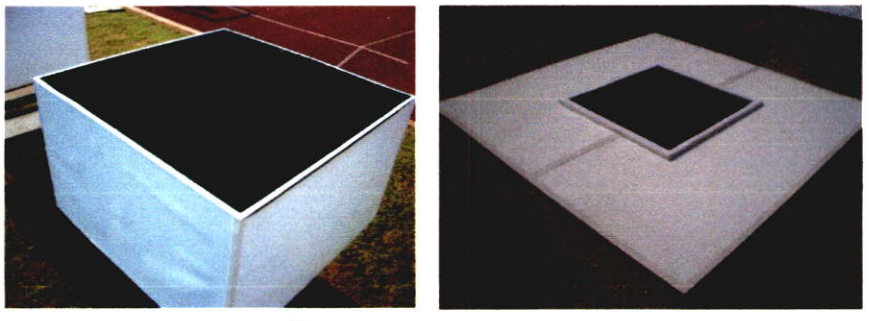
3.1.3.1 เงื่อนไขในการออกแบบหน่วยทดลอง

- หน่วยทดลองต้องไม่มีการรั่วซึมของอากาศเพื่อไม่ให้แสงจากจุดที่ไม่ต้องการเล็ดลอดเข้าไป
- หน่วยทดลองต้องมีปริมาตรอากาศภายในเท่ากันทุกหน่วยทดลอง
- ค่าการสะท้อนแสงภายในต้องมีปริมาณที่เท่ากัน ในทุกหน่วยทดลอง
- ขนาดมีความเหมาะสมต่อการเก็บข้อมูลและการเก็บข้อมูลนอกสถานที่

3.1.3.2 รายละเอียดของหุ่นทดลอง

หน่วยทดลองที่ใช้ในการวิจัยเป็น กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1.00 ม. × 1.00 ม. × 0.60 ม. มีแนวผนังกล่องโดยรอบ และมีช่องทางด้านบนตรงแนวกึ่งกลาง ขนาด 0.40 ม. × 0.40 ม. และช่องติดตั้งอุปกรณ์บริเวณกึ่งกลางด้านล่างของแนวผนังหนึ่งด้าน โดยที่มีรายละเอียดวัสดุดังนี้

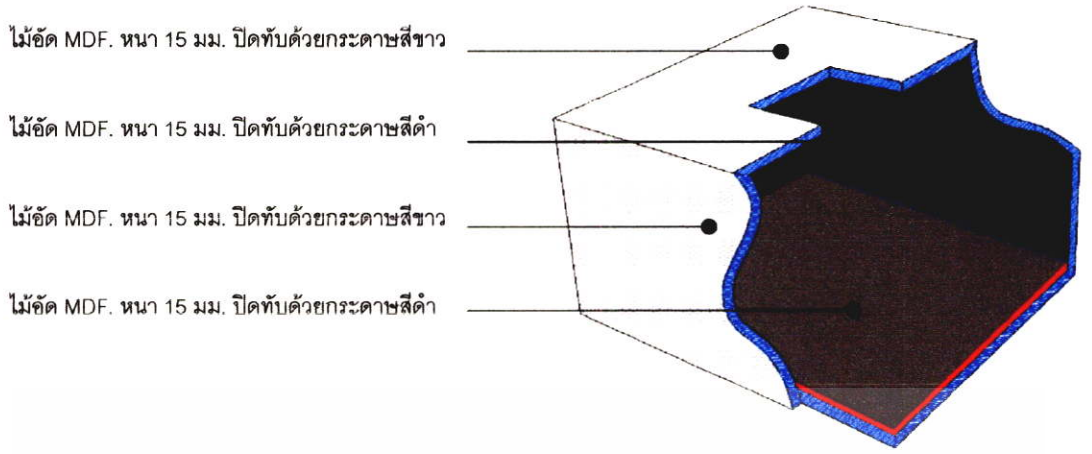
- วัสดุโครงสร้างหน่วยทดลองเป็นไม้อัด MDF. ขนาดหนา 15 มม.
- วัสดุปิดผิวภายในทั้งหมดเป็นกระดาษสีดำ
- วัสดุปิดผิวภายนอกทั้งหมดเป็นกระดาษสีขาว



รูปที่ 3.3 ลักษณะหน่วยทดลอง

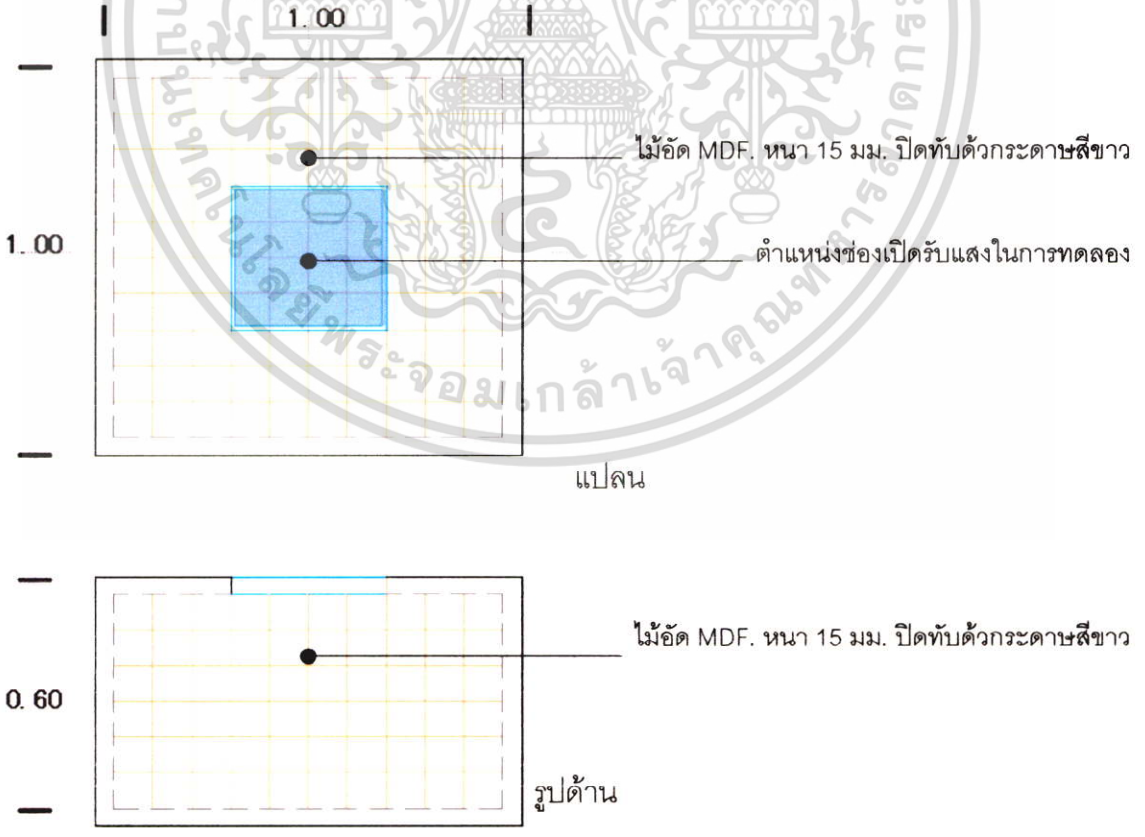
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.4 รายละเอียดวัสดุที่ใช้ทำหน่วยทดลอง

การศึกษามุ่งเน้นการศึกษาประสิทธิภาพ การนำแสงสว่างของช่องรับแสงเป็นหลักแนวทางการออกแบบหุ่นจำลอง จึงพิจารณาใช้วัสดุภายในปิดผิวที่เป็นสีดำเพื่อลดผลกระทบจากการสะท้อนแสงของผนังเพื่อให้อุปกรณ์รับแสงเฉพาะแสงจากช่องเปิดรับแสงด้านบนที่ทำการศึกษาเป็นหลักเท่านั้น



รูปที่ 3.5 รายละเอียดขนาดหน่วยทดลอง

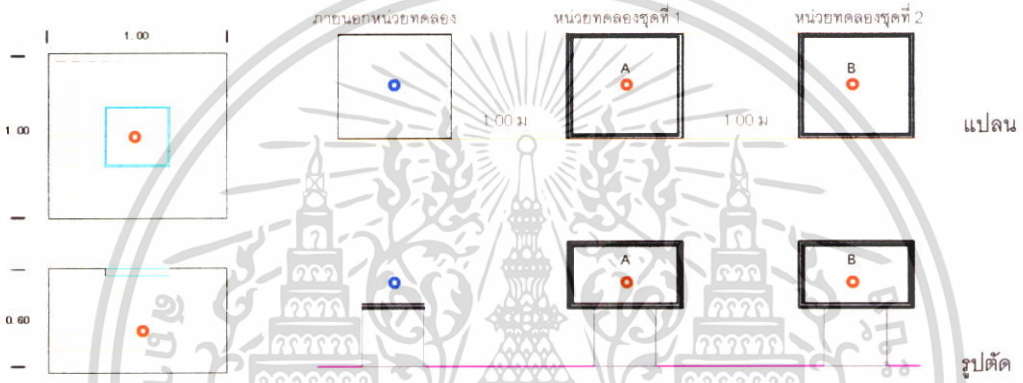
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60565

3.2 การบันทึกข้อมูล

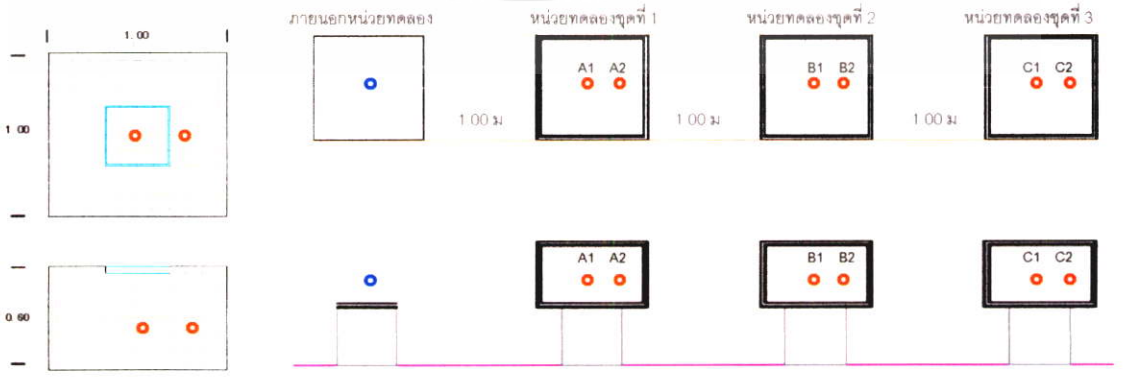
การเก็บข้อจะทำการเก็บข้อมูลของค่าความส่องสว่าง และอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง โดยจุดเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ภายนอกและภายในหน่วยทดลอง โดยจุดที่จะทำการเก็บข้อมูลจะแบ่งออกตามขั้นตอนการทดลองดังนี้

ขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่างที่ทำการศึกษาพัฒนา โดยจะใช้หน่วยทดลองในการศึกษา จำนวน 2 ชุดการทดลอง จุดที่ทำการบันทึกแบ่งเป็น 3 จุด คือ ภายในหน่วยทดลองที่บริเวณจุดกึ่งกลางสูงจากระดับพื้นหน่วยทดลอง 0.20 ม. และตำแหน่งจุดบันทึกภายนอกหน่วยทดลองจุดระนาบเดียวกัน โดยมีระยะห่างระหว่างชุดทดลองอยู่ที่ 1.00 เมตร และสูงจากระดับพื้นดินที่ระดับ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.6 ตำแหน่งบันทึกข้อมูลขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่าง

ขั้นตอนการศึกษาการพัฒนาประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสง จะใช้หน่วยทดลองในการศึกษา จำนวน 3 ชุด จุดที่ทำการบันทึกแบ่งเป็น 7 จุด คือ ภายในหน่วยทดลองมี 2 จุด คือที่จุดกึ่งกลางสูงจากระดับพื้น 0.20 ม. และแนวกึ่งกลางวัดออกจากด้านริมผนังหน่วยทดลอง 0.20 ม.และตำแหน่งภายนอกหน่วยทดลองในจุดระนาบเดียวกัน 1 จุด โดยที่ระยะห่างระหว่างชุดทดลองอยู่ที่ 1.00 เมตร และสูงจากพื้น 0.80 เมตร



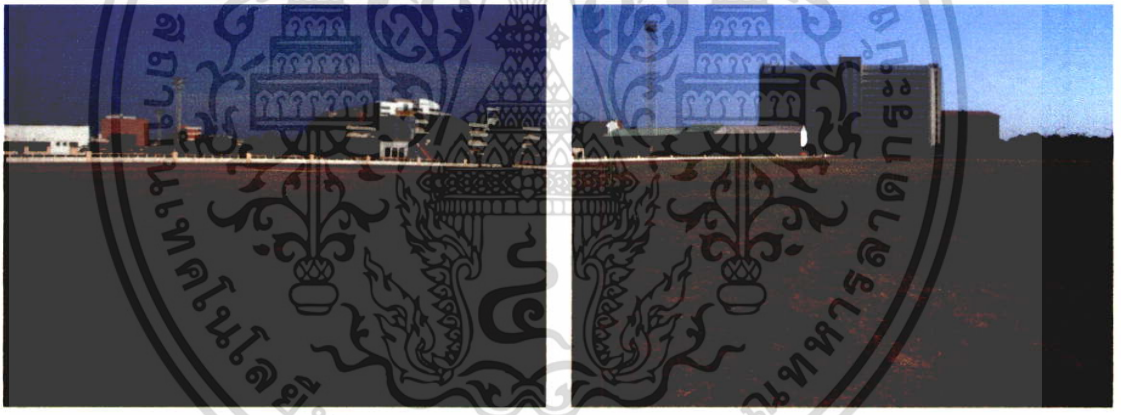
รูปที่ 3.7 ตำแหน่งบันทึกข้อมูลขั้นตอนการศึกษาพัฒนาช่องเปิดรับแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 ตำแหน่งบันทึกข้อมูลการทดลอง

3.3 สถานที่ในการทดลอง

สถานที่ทำการวิจัยมีลักษณะเป็นที่เปิดโล่งไม่มีส่วนของอาคาร หรือต้นไม้ที่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณแสงสว่างและความร้อนที่จะผ่านเข้าสู่หน่วยทดลอง โดยในการวิจัยชิ้นนี้จะใช้พื้นที่ของสนามฟุตบอลกลาง ศูนย์กีฬาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 3.9 ลักษณะพื้นที่ในการทดลอง

3.4 รูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนในการวิจัย

จากการศึกษาวิเคราะห์รูปแบบช่องเปิดรับแสงธรรมชาติด้านบนที่นำมาใช้กับอาคารในปัจจุบัน พบว่าเป็นรูปแบบที่ส่งผลกระทบต่ออาคารในเรื่องของความร้อนและปริมาณแสงที่มากเกินความจำเป็น การศึกษาพัฒนารูปแบบช่องเปิดรับแสงที่มีประสิทธิภาพในการลดภาระการนำความร้อนและมีปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมจึงเป็นทางออกที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบที่เป็นแบบมาตรฐานและมีการใช้อยู่อย่างแพร่หลายกับรูปแบบที่ทำการศึกษาพัฒนา โดยทำการควบคุมขนาดช่องเปิดรับแสงภายในให้มีขนาดเท่ากันทุกรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีรูปแบบที่ทำการศึกษาเป็นตัวแปร โดยสามารถแบ่งรายละเอียดของช่องรับแสงที่ทำการศึกษาดังนี้

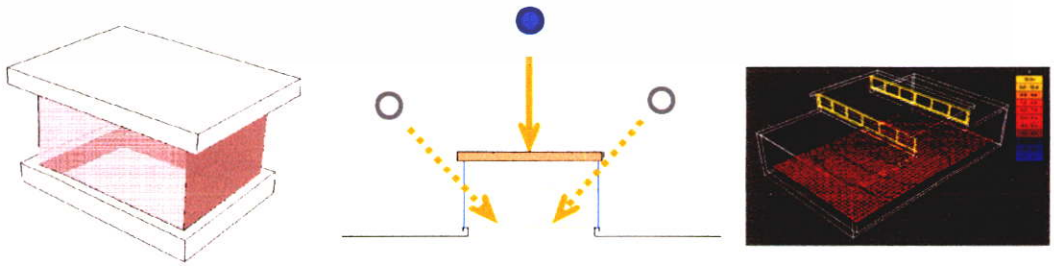
3.4.1 ช่องรับแสงสว่างแบบแผ่นรับแสงแนวราบ (Flat Sheeting)

ช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบแผ่นรับแสงแนวราบ เป็นรูปแบบช่องรับแสงที่ไม่มีการควบคุมอิทธิพลของแสงตรงดวงอาทิตย์ โดยสามารถรับแสงสว่างได้จากทุกทิศทาง ทำการเปิดช่องรับแสงในแนวระนาบเพียงแนวเดียวเท่านั้น เป็นรูปแบบมาตรฐานที่มีการใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย นิยมใช้กับอาคารในภูมิอากาศเขตหนาว และพื้นที่กิจกรรมที่ต้องการปริมาณแสงสว่างที่สูง โดยมีปัญหาหลักได้แก่ ความร้อนและการแปรปรวนที่ผ่านช่องรับแสงสว่างมีปริมาณที่สูงรวมทั้งมี

รูปที่ 3.10 ลักษณะช่องรับแสงสว่างแบบแผ่นรับแสงแนวราบ

3.4.2 ช่องเปิดรับแสงสว่างแบบหลังคามอนิเตอร์ (Monitor Roof)

ช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติแบบหลังคามอร์นิเตอร์ เป็นรูปแบบที่มีช่องรับแสงในแนวตั้งเปิดรับแสงได้จาก 4 ทิศทาง มีส่วนทึบในแนวระนาบเหนือแนวรับแสง ซึ่งสามารถป้องกันปริมาณรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ได้ในบางช่วงเวลาของวัน มีการใช้ติดตั้งกันอยู่แพร่หลายเหมาะกับพื้นที่กิจกรรมที่ต้องการปริมาณแสงสว่างที่สูงพอสมควร ปัญหาหลักของช่องรับแสงชนิดนี้ได้แก่ ลักษณะการติดตั้งและปริมาณความร้อนรวมทั้งค่าความแปรปรวนของแสงที่ยังมีปริมาณที่สูงอยู่

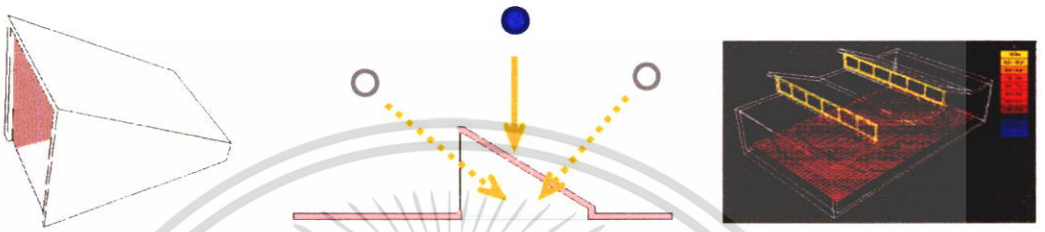


รูปที่ 3.11 ลักษณะช่องรับแสงแบบหลังคามอนิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ช่องเปิดรับแสงสว่างแบบฟันเลื่อย (Saw - tooth)

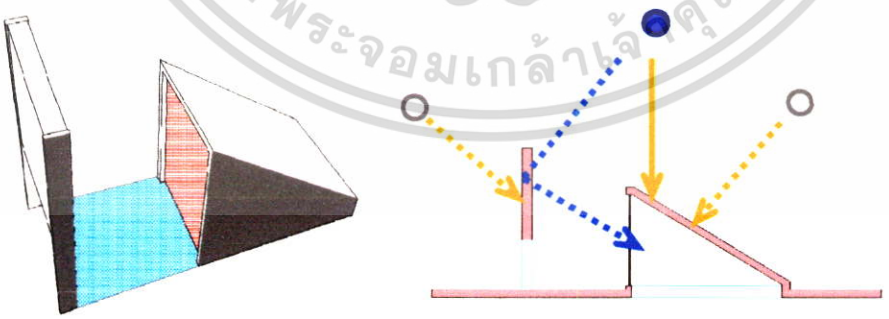
ช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อย เป็นรูปแบบที่มีช่องเปิดรับแสงที่สามารถรับแสงได้ทางแนวตั้งเพรียงด้านเดียว โดยที่อีก 3 ด้านเป็นส่วนทึบแนวระนาบด้านบนมีความลาดเอียงเสมอแนวช่องเปิดด้านล่าง เป็นรูปแบบที่สามารถป้องกันรังสีตรงของดวงอาทิตย์ได้สูงในทิศทางติดตั้งช่องเปิดที่มีความเหมาะสมรวมทั้งสามารถควบคุมค่าความแปรปรวนของแสงได้ดีเหมาะสมกับการติดตั้งได้ในทุกพื้นที่กิจกรรม



รูปที่ 3.12 ลักษณะช่องรับแสงแบบฟันเลื่อย

3.4.4 ช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง (Saw - tooth with Reflector)

ช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง เป็นรูปแบบที่ทำการพัฒนาจากแบบมาตรฐานโดยเพิ่มส่วนแผงสะท้อนแสง(Reflector) จากรูปแบบฟันเลื่อยแบบเดิมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันอิทธิพลแสงตรงจากดวงอาทิตย์และเป็นส่วนเพิ่มประสิทธิภาพแสงสะท้อนในกรณีเปิดช่องปิดทางทิศตรงข้ามดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ยังไม่มีการใช้และทำการศึกษา โดยงานวิจัยชิ้นนี้จะทำการศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบนี้เพื่อหาลักษณะที่เหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบติดตั้งต่อไป



รูปที่ 3.13 ลักษณะช่องรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การตรวจสอบประสิทธิภาพหน่วยทดลอง

ขั้นตอนการตรวจสอบประสิทธิภาพหน่วยทดลอง เป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถอ้างอิงและน่าเชื่อถือในคุณสมบัติของหน่วยทดลอง ซึ่งแต่ละหน่วยต้องมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันในส่วนของขนาดช่องรับแสง วัสดุและการถ่ายเทความร้อน โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของหน่วยทดลองที่จะทำการใช้ในการทดลองในงานวิจัยในขั้นตอนต่อไปว่ามีคุณสมบัติที่น่าเชื่อถือและอ้างอิงได้

3.5.1 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลในขั้นตอนการทดลองนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าความส่องสว่างคือ ลักมิเตอร์ และเครื่องมือที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิภายใน คือ เครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยการเก็บข้อมูลจะใช้สภาพท้องฟ้าจริง ๆ โดยเก็บข้อมูลจำนวน 12 ครั้ง ในช่วงเวลาต่าง ๆ กันของวันเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าความส่องสว่างและอุณหภูมิของหน่วยทดลองที่ทำการศึกษา

รูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติที่ใช้ในการทดลองขั้นตอนนี้ จะเป็นแบบช่องรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวราบ ที่เหมือนกันทั้ง 2 ชุดการทดลองเพื่อให้ทราบคุณสมบัติที่น่าเชื่อถือ เพราะเป็นรูปแบบที่สามารถรับอิทธิพลของรังสีตรงสูงที่สุดทำให้ได้รับอุณหภูมิและปริมาณแสงส่งผลต่อประสิทธิภาพของหน่วยทดลองได้โดยตรง

ชุดทดลองที่ 1 แบบแผ่นรับแสงแนวราบ ชุดทดลองที่ 2 แบบแผ่นรับแสงแนวราบ

รูปที่ 3.14 รูปแบบช่องเปิดรับแสงที่ใช้ทำการศึกษาประสิทธิภาพหน่วยทดลอง

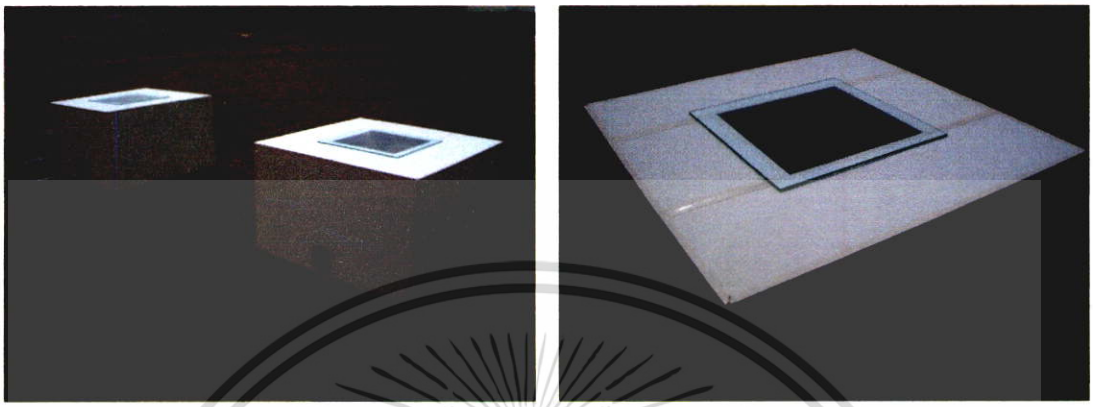
3.5.2 ตัวแปรที่ทำการควบคุม

- คุณสมบัติของหน่วยทดลอง
- อุปกรณ์การเก็บข้อมูล
- สภาวะแวดล้อมขณะทำการทดลอง
- ตำแหน่งการเก็บข้อมูล
- ขนาดพื้นที่รับแสงภายใน
- รูปแบบช่องเปิดรับแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

- ปริมาณค่าความส่องสว่าง
- ปริมาณอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง

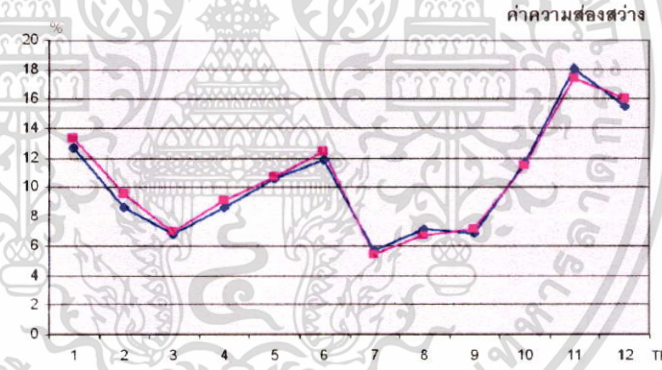


รูปที่ 3.15 การศึกษาประสิทธิภาพหน่วยทดลอง

3.5.4 ผลการเก็บข้อมูล

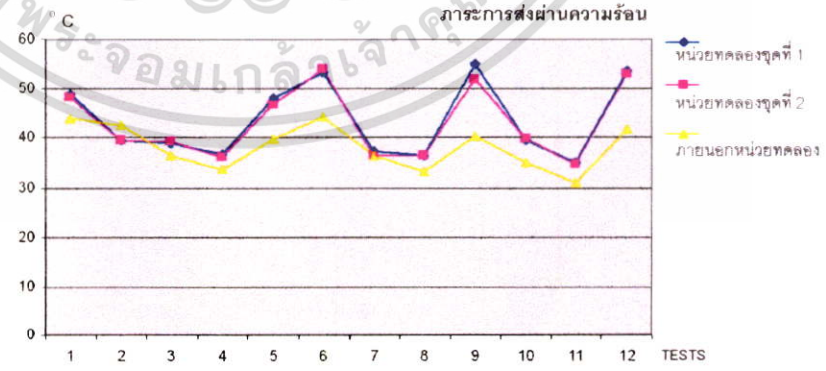
ชุดทดลองที่ 1
DF (%) AVERAGE : 10.5
DF (%) MIN : 5.7
DF (%) MAX : 18.1

ชุดทดลองที่ 2
DF (%) AVERAGE : 10.8
DF (%) MIN : 5.4
DF (%) MAX : 17.4



อุณหภูมิภายในหุ่นทดลอง
ชุดทดลองที่ 1 : 43.4 C
ชุดทดลองที่ 2 : 43.6 C

อุณหภูมิภายนอกหุ่นทดลอง
: 38.2 C

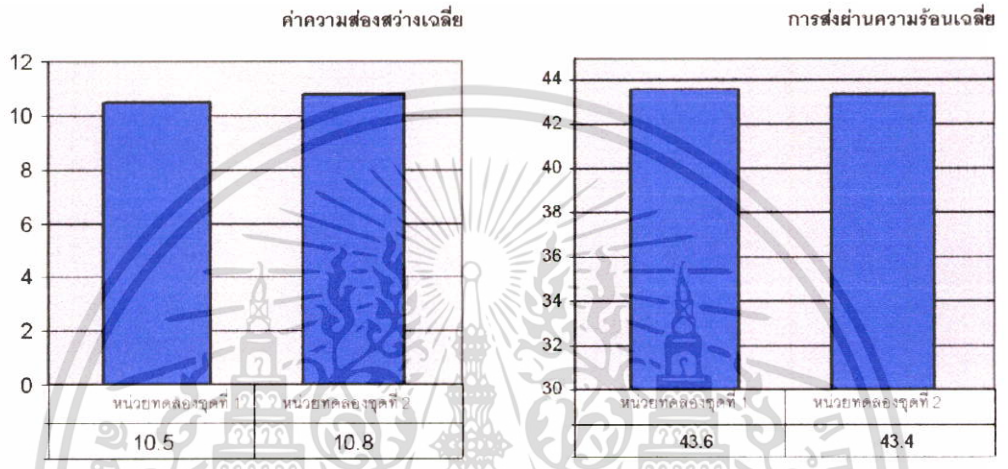


รูปที่ 3.16 กราฟผลการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพหน่วยทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 สรุปผลการตรวจสอบประสิทธิภาพหุ่นทดลอง

จากขั้นตอนการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพและคุณสมบัติหน่วยทดลอง โดยทำการควบคุมรูปแบบช่องเปิดรับแสง รวมทั้งสภาวะแวดล้อมขณะทำการทดลอง พบว่าปริมาณของค่าความส่องสว่างและอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ทั้ง 2 ชุด มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก และมีการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์และเป็นไปในทิศทางเดียวกันในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล จึงสามารถสรุปได้ว่าประสิทธิภาพและคุณสมบัติของหน่วยทดลองที่จะใช้ในการวิจัย มีความน่าเชื่อในข้อมูลและผลการศึกษา



รูปที่ 3.17 กราฟข้อมูลผลการทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพหน่วยทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและวิเคราะห์

4.1 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติ

การทดลองขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนแบบมาตรฐาน ได้แก่ แบบแผ่นรับแสงแนวราบ, แบบหลังคามอนิเตอร์, แบบฟันเลื่อย และแบบที่ทำการศึกษาพัฒนาได้แก่ แบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการนำแสงสว่างและภาระการนำความร้อน โดยแบบขั้นตอนการศึกษาแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

4.1.1 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวราบกับแบบหลังคามอนิเตอร์

การทดลองนี้เป็นการศึกษาข้อมูลของปริมาณค่าความส่องสว่างและค่าภาระการนำความร้อนของช่องรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวราบกับรูปแบบหลังคามอร์นิเตอร์ โดยใช้หน่วยทดลองที่ทำการศึกษาจำนวน 2 ชุด ทำการเก็บข้อมูลภายในหน่วยทดลองชุดละ 1 จุด และภายนอก 1 จุด จำนวน 12 ครั้ง โดยมีรายละเอียดในการทดลองดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 แบบแผ่นรับแสงแนวราบ ชุดทดลองที่ 2 แบบแผ่นหลังคามอนิเตอร์

รูปที่ 4.1 รูปแบบช่องรับแสงการทดลองที่ 4.1.1

4.1.1.1 ตัวแปรที่ทำการควบคุม

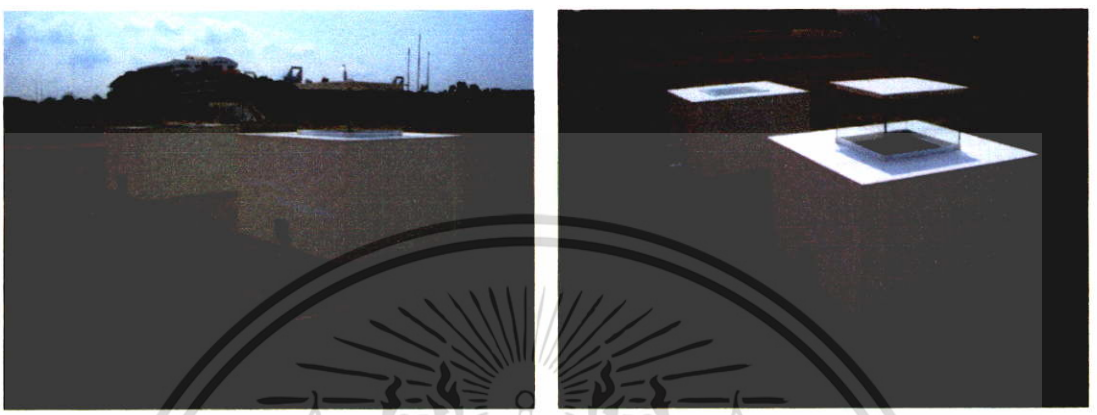
- คุณสมบัติหน่วยทดลอง
- ขนาดช่องเปิดรับแสงแนวนอนภายใน
- ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล
- สภาวะแวดล้อมขณะทำการทดลอง
- อุปกรณ์การเก็บข้อมูล
- รูปแบบช่องเปิดแสงที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

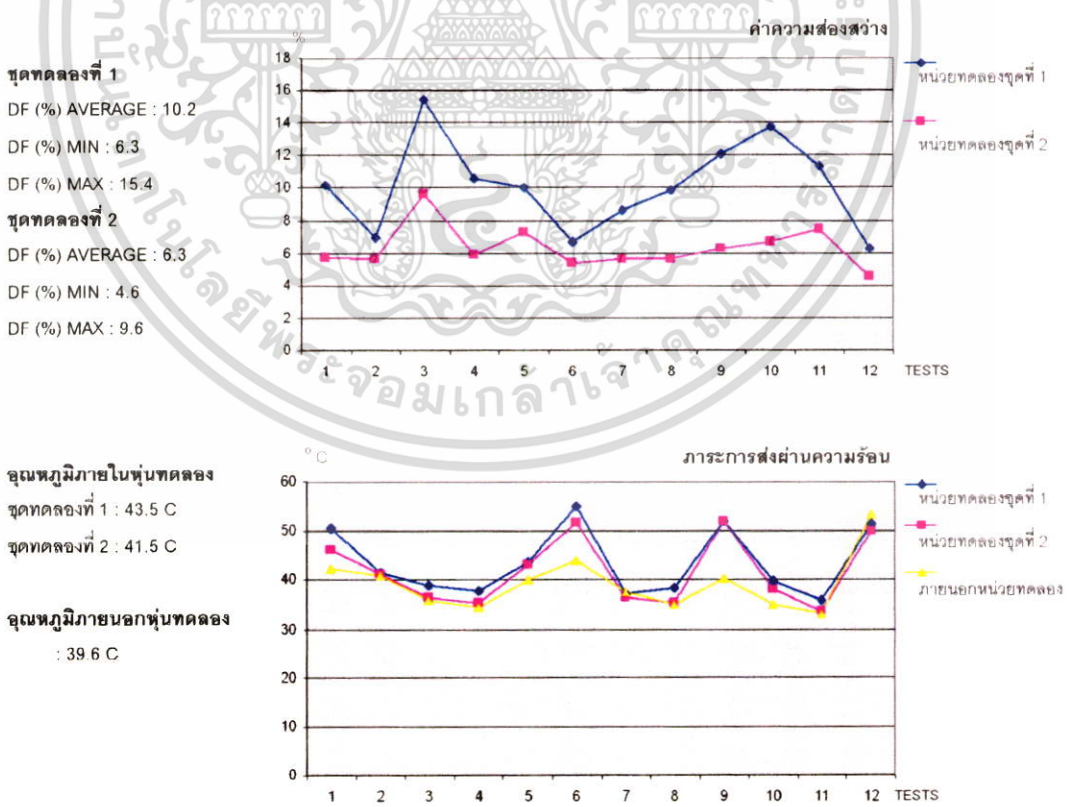
ประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวนาบและหลังคามอร์นิเตอร์

- ค่าความส่องสว่าง
- ค่าการส่งผ่านความร้อน



รูปที่ 4.2 การทดลองที่ 4.1.1

4.1.1.3 ผลการทดลอง

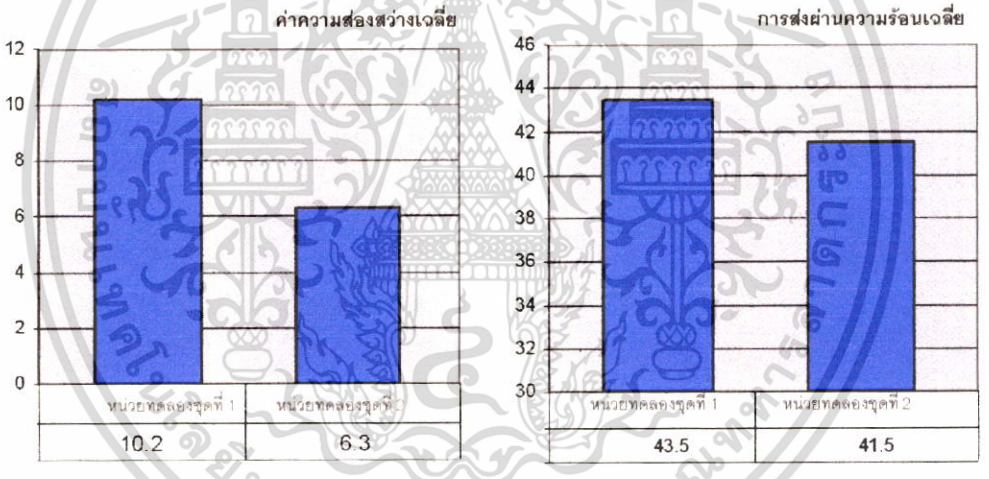


รูปที่ 4.3 กราฟข้อมูลผลการทดลองที่ 4.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 4.1.1 เป็นศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่งผ่านแสงสว่างธรรมชาติและภาระการนำความร้อนของช่องรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวราบกับแบบหลังคามอนิเตอร์ ผลจากการเก็บข้อมูลสามารถสรุปได้ว่าช่องรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวราบ ในชุดทดลองที่ 1 มีค่าความส่องสว่าง เฉลี่ย 10.2% สูงกว่าช่องรับแสงแบบหลังคามอนิเตอร์ที่มีเฉลี่ยความส่องสว่าง 6.3% คิดเป็น 38% และมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าประมาณ 2 องศาเซลเซียส และเมื่อศึกษาค่าความแปรปรวนของแสงพบว่าช่องรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวราบมีปราณที่สูงกว่าเมื่อศึกษาจากกราฟ 4.3 จากผลข้อมูลดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ช่องรับแสงสว่างแบบหลังคามอนิเตอร์ ซึ่งที่มีส่วนทึบแสงแนวระนาบด้านบน สามารถป้องกันรังสีตรงของดวงอาทิตย์ได้ในบางช่วงเวลาและสามารถลดภาระการนำความร้อนได้ดีในระดับหนึ่งและมีค่าการส่งผ่านแสงสว่างธรรมชาติในปริมาณที่สูง เมื่อตรวจสอบค่าความแปรปรวนของแสงสว่างพบว่าทั้ง 2 รูปแบบยังมีค่าความแปรปรวนของแสงที่สูงอยู่มาก ซึ่งเป็นปัญหาในการนำไปประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรม



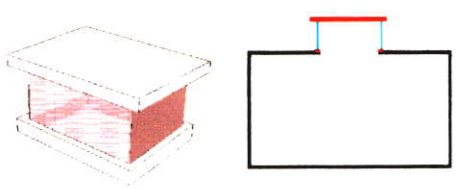
รูปที่ 4.4 กราฟสรุปผลทดลองที่ 4.1.1

4.1.2 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบหลังคามอนิเตอร์กับแบบฟันเลื่อย

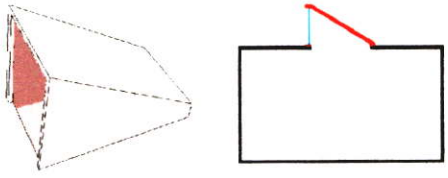
การทดลองนี้จะทำการศึกษาข้อมูลของปริมาณค่าความส่องสว่างและภาระการนำความร้อนของช่องรับแสงแบบหลังคามอร์นิเตอร์และแบบฟันเลื่อย โดยใช้หน่วยทดลองในการศึกษาจำนวน 2 ชุดทดลอง ทำการเก็บข้อมูลภายในหน่วยทดลอง ชุดละ 1 จุด และภายนอก 1 จุด โดยในการทดลองนี้จะทำการเก็บข้อมูล 2 ลักษณะ คือ ทำการเก็บข้อมูลขณะเปิดช่องเปิดรับแสงทางทิศเหนือขณะที่ดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้และเปิดช่องเปิดทางด้านทิศใต้ขณะที่ดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้ เพื่อศึกษาทิศทางในการติดตั้งช่องเปิดรับแสงที่มีความเหมาะสมในส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของภาระการนำความร้อนและการส่องผ่านแสงสว่างของช่องรับแสงและเพื่อเป็นแนวทางประยุกต์ใช้ประกอบการติดตั้งต่อไป



ชุดทดลองที่ 1 แบบหลังคามอนิเตอร์



ชุดทดลองที่ 2 แบบฟันเลื่อย

รูปที่ 4.5 รูปแบบช่องเปิดรับแสงในการทดลองที่ 4.1.2

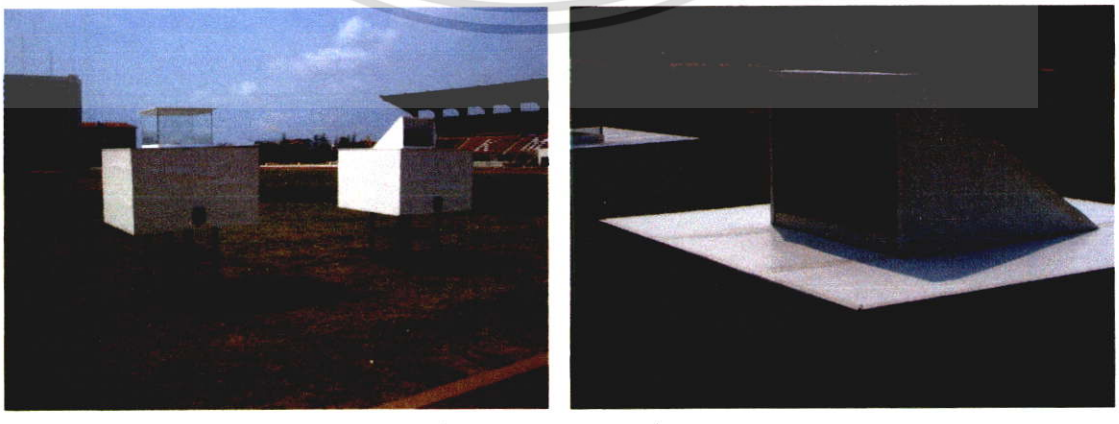
4.1.2.1 ตัวแปรที่ทำการควบคุม

- คุณสมบัติหน่วยทดลอง
- ขนาดช่องเปิดรับแสงแนวนอนภายใน
- ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล
- สภาวะแวดล้อมขณะทำการทดลอง
- อุปกรณ์การเก็บข้อมูล
- รูปแบบช่องเปิดแสงที่ใช้ในการทดลอง

4.1.2.2 ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงที่ทำการศึกษา

- ค่าความส่องสว่าง
- ค่าการส่งผ่านความร้อน

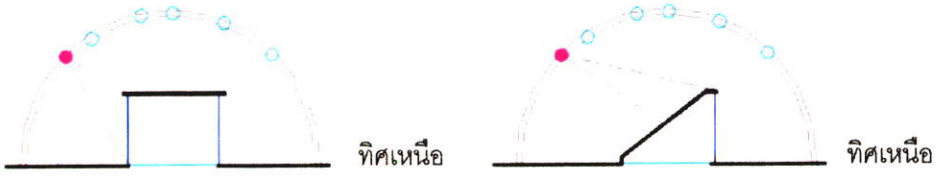


รูปที่ 4.6 การทดลองที่ 4.1.2

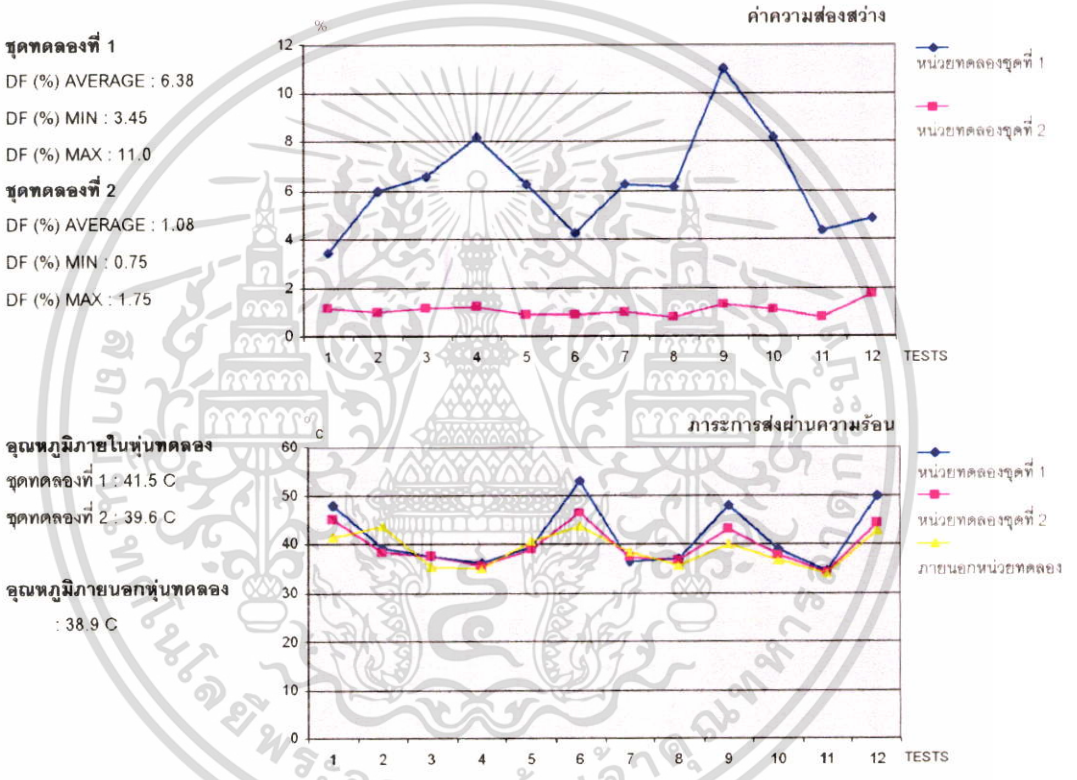
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.3 ผลการทดลอง

การเก็บข้อมูลขณะเปิดช่องเปิดทางทิศเหนือขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมได้

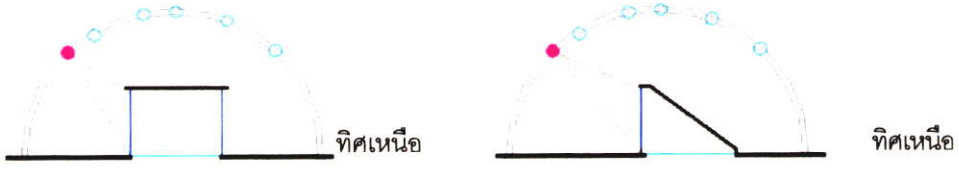


รูปที่ 4.7 ทิศทางช่องเปิดรับแสงขณะทำการทดลองที่ 4.1.2



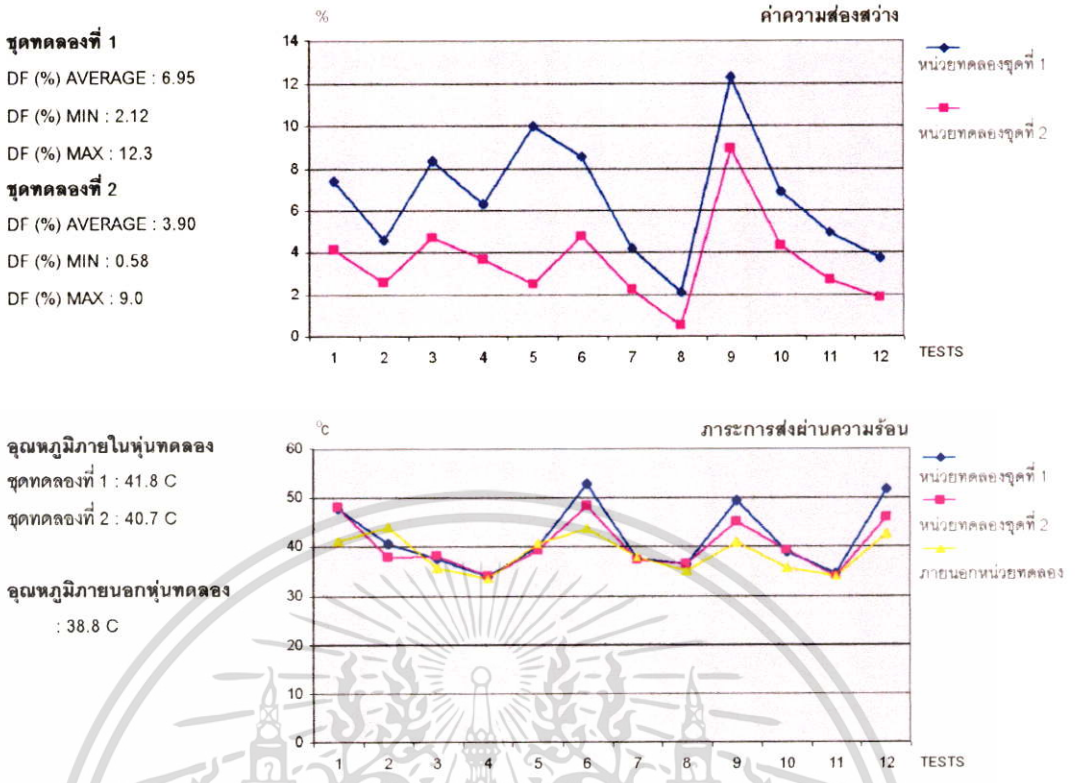
รูปที่ 4.8 กราฟข้อมูลผลการทดลองที่ 4.1.2

การเก็บข้อมูลขณะเปิดช่องเปิดทางทิศใต้ขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมได้



รูปที่ 4.9 ทิศทางช่องเปิดรับแสงขณะทำการทดลอง 4.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



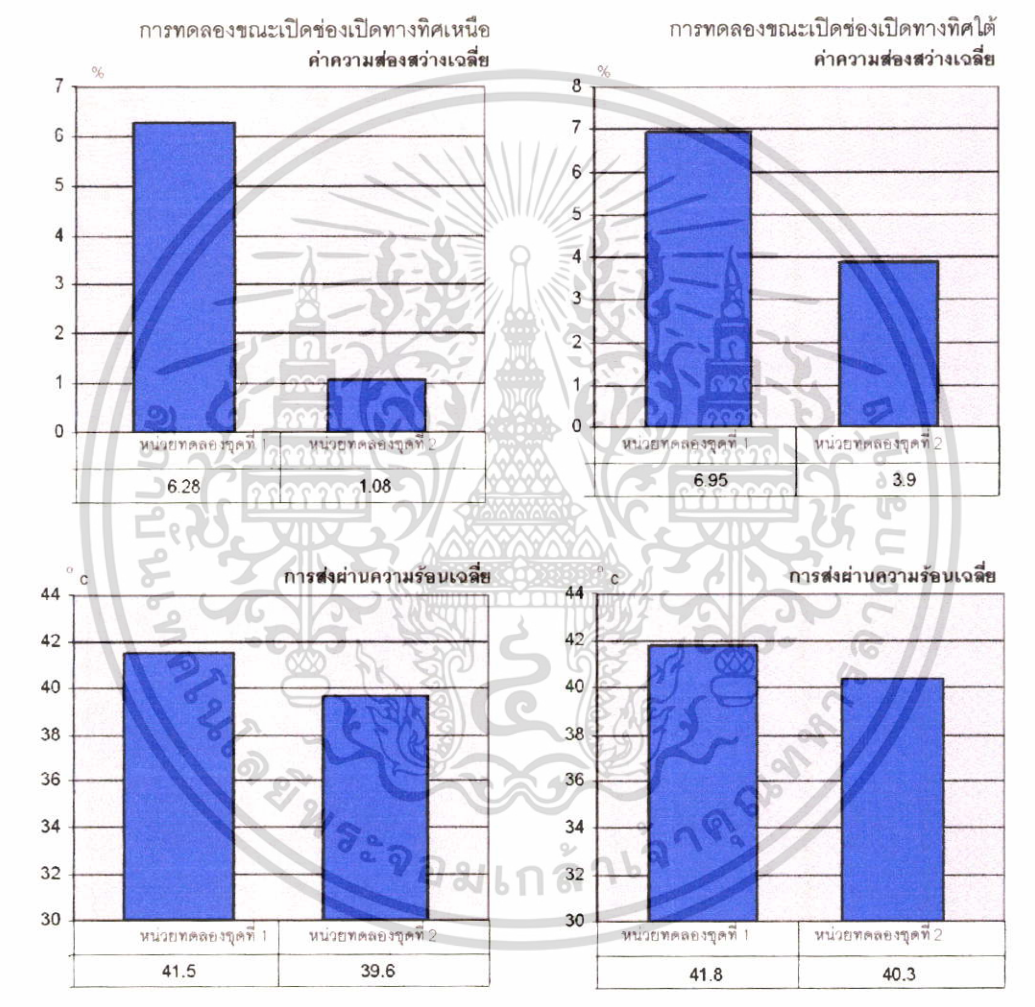
รูปที่ 4.10 กราฟข้อมูลผลการทดลองที่ 4.1.2

4.1.2.4 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 4.1.2 เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่งผ่านแสงสว่างธรรมชาติและภาระการนำความร้อนของช่องนำแสงสว่างธรรมชาติแบบหลังคามอนิเตอร์กับแบบฟันเลื่อย ทำการเก็บข้อมูลโดยเปิดช่องในทางด้านทิศเหนือและใต้ขณะที่ดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้ เพื่อศึกษาทิศทางการเปิดช่องเปิดที่เหมาะสมในการพัฒนาการออกแบบและติดตั้ง ผลจากการเก็บข้อมูลพบว่าช่องรับแสงแบบหลังคามอนิเตอร์ มีค่าความส่องสว่างเมื่อเปิดช่องเปิดทางทิศเหนือและใต้อยู่ที่ 6.28% และ 6.95% ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 41.5 และ 41.8 องศาเซลเซียส ในส่วนรูปแบบฟันเลื่อย มีค่าความส่องสว่างเมื่อเปิดช่องเปิดทางทิศเหนือ 1.08% และ 3.9% ทางทิศใต้ และค่าอุณหภูมิในทางทิศเหนือน้อยกว่าทางทิศใต้ ประมาณ 1 องศาเซลเซียส จากข้อมูลดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ทิศทางของช่องเปิดไม่มีผลต่อการส่งผ่านแสงสว่างและการนำความร้อนในรูปแบบหลังคามอนิเตอร์ แต่มีผลต่อรูปแบบฟันเลื่อย โดยเมื่อเปิดช่องเปิดทางทิศใต้สามารถส่งผ่านแสงสว่างได้มากกว่าทิศเหนือประมาณ 2.16 เท่า ส่วนอุณหภูมิเมื่อหันช่องเปิดทางทิศเหนืออุณหภูมิจะลดลง 0.7 องศา เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่งผ่านแสงสว่างและภาระการนำความร้อนของทั้ง 2 รูปแบบ พบว่าเมื่อเปิดช่องเปิดทางทิศเหนือ แบบหลังคามอนิเตอร์ มีประสิทธิภาพการส่งผ่านแสงสว่างสูงกว่า คิดเป็นประมาณเกือบ 6 เท่าและอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า ประมาณ 2 องศาเซลเซียส และมีค่าความแปรปรวนของแสงที่สูง ส่วนเมื่อเปิดช่องเปิดทางทิศใต้ รูปแบบหลังคามอนิเตอร์ มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสงสว่างที่สูงกว่า ประมาณ 1.8 เท่า และมีอุณหภูมิสูงกว่า 1 องศาเซลเซียส แต่มีปริมาณความแปรปรวนของแสงที่สูงและเป็นไปในทิศทางเดียวกันของทั้ง 2 รูปแบบ สรุปได้ว่าช่องนำแสงสว่างธรรมชาติรูปแบบฟันเลื่อย มีประสิทธิภาพในการไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคารได้สูงกว่าแบบหลังคามอร์นิเตอร์และมีประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติที่เหมาะสมเพียงพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้กับกิจกรรมที่เหมาะสมในงานสถาปัตยกรรม



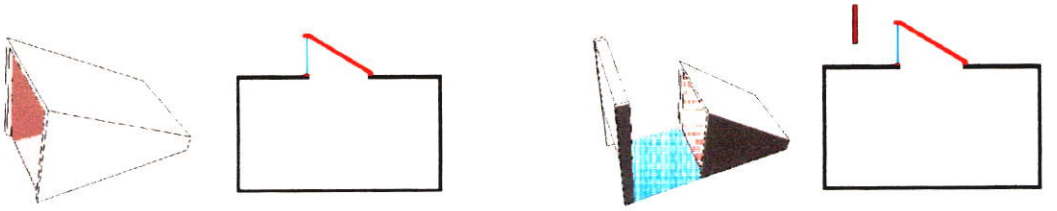
รูปที่ 4.11 กราฟข้อมูลสรุปผลการทดลองที่ 4.1.2

4.1.3 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยกับแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง

การทดลองนี้จะทำการศึกษาข้อมูลของปริมาณค่าความส่องสว่างและค่าภาระการนำความร้อนของช่องรับแสงฟันเลื่อนมีแผงสะท้อนแสง โดยจะทำการเก็บข้อมูลในหน่วยทดลองชุดละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 จุด และภายนอก 1 จุด โดยในการทดลองนี้จะทำการเก็บข้อมูล 2 ครั้งในคือทางทิศเหนือขณะที่ดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้และทิศใต้ขณะที่ดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้เพื่อศึกษาทิศทางที่ในการติดตั้งทิศทางช่องเปิดรับแสงที่มีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้



ชุดทดลองที่ 1 แบบฟันเลื่อน ชุดทดลองที่ 2 แบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง

รูปที่ 4.12 รูปแบบช่องรับแสงในการทดลองที่ 4.1.3

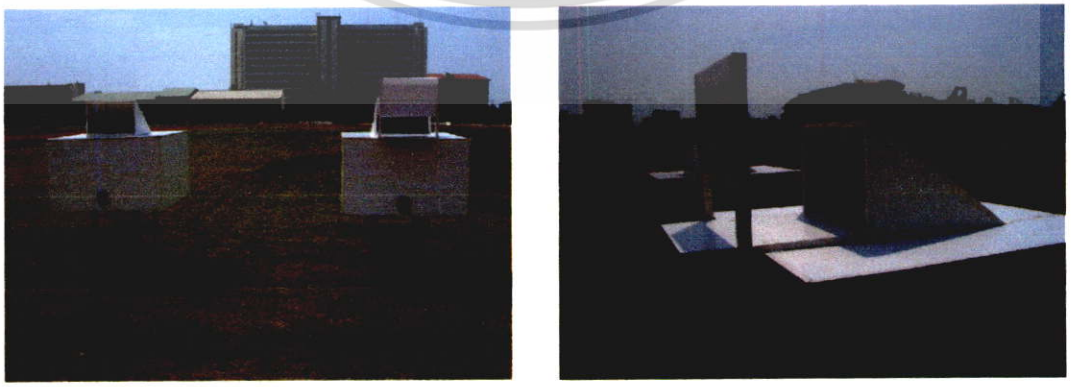
4.1.3.1 ตัวแปรที่ทำการควบคุม

- คุณสมบัติหน่วยทดลอง
- ขนาดช่องเปิดรับแสงแนวนอนภายใน
- ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล
- สภาวะแวดล้อมขณะทำการทดลอง
- อุปกรณ์การเก็บข้อมูล
- รูปแบบช่องเปิดแสงที่ใช้ในการทดลอง

4.1.3.2 ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงที่ทำการศึกษา

- ค่าความส่องสว่าง
- ค่าการส่งผ่านความร้อน

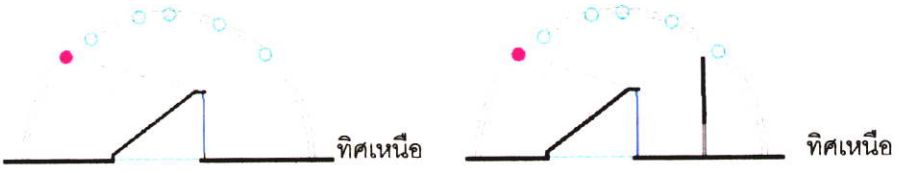


รูปที่ 4.13 การทดลองที่ 4.1.3

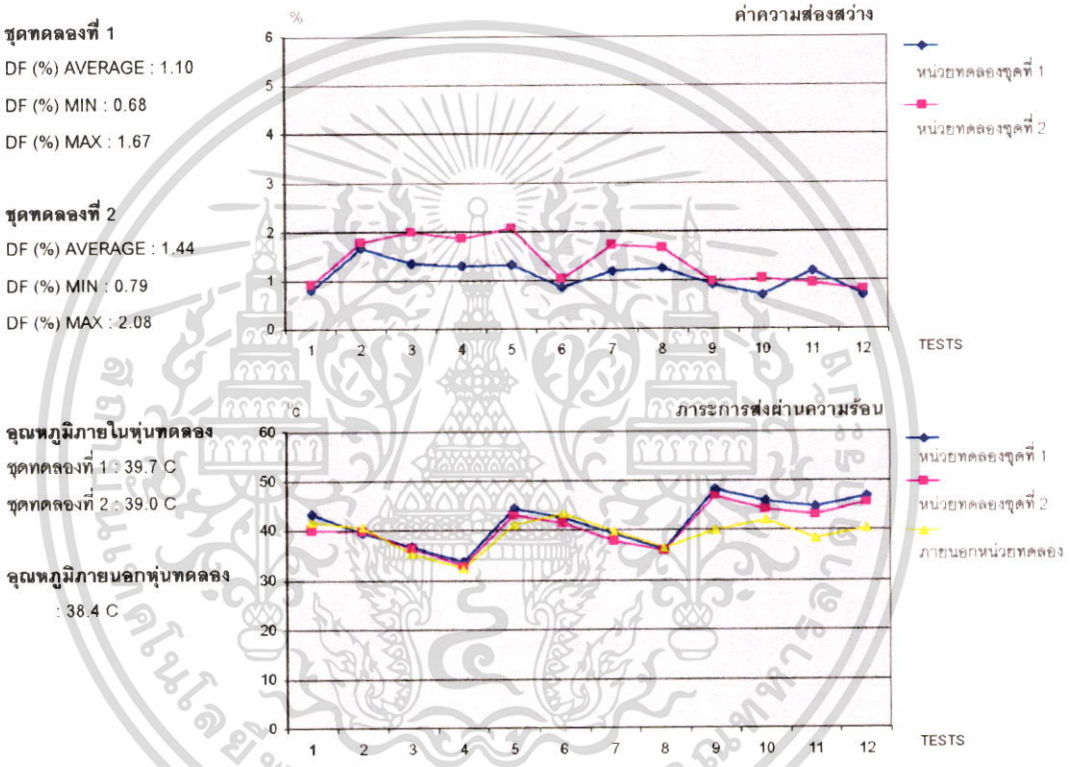
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.3 ผลการทดลอง

การเก็บข้อมูลขณะเปิดช่องเปิดทางทิศเหนือขณะดวงอาทิตย์ทางอ้อมใต้

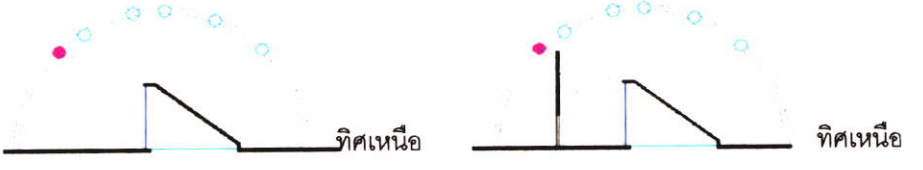


รูปที่ 4.14 ทิศทางช่องเปิดรับแสงขณะทำการทดลองที่ 4.1.3



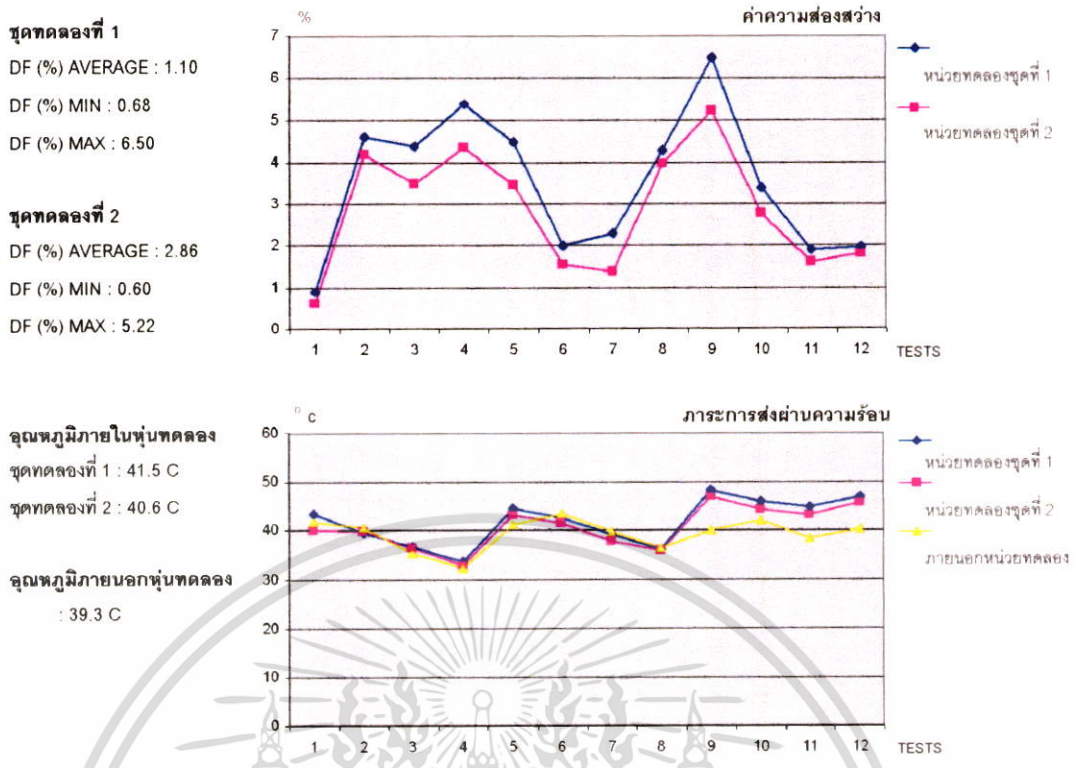
รูปที่ 4.15 กราฟข้อมูลผลการทดลองที่ 4.1.3

การเก็บข้อมูลขณะเปิดช่องเปิดทางทิศใต้ขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้



รูปที่ 4.16 ทิศทางช่องเปิดรับแสงขณะทำการทดลอง 4.1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

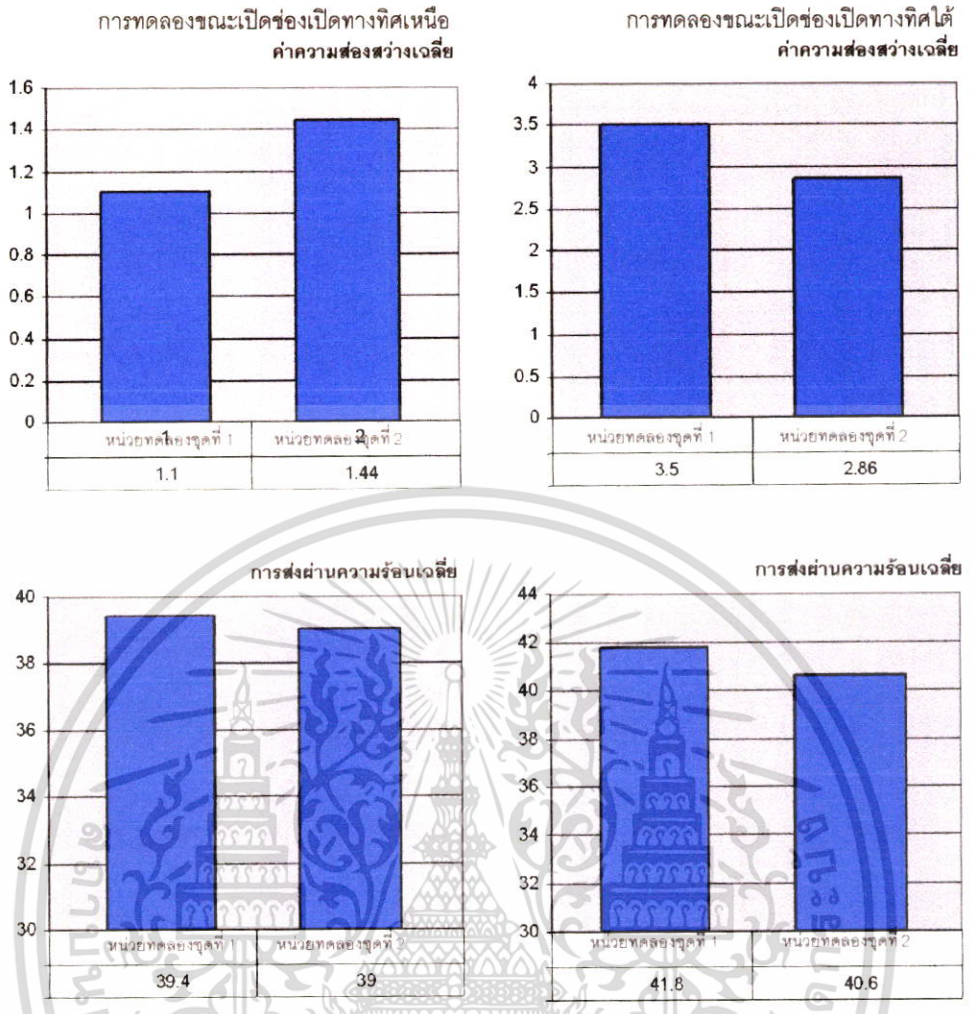


รูปที่ 4.17 กราฟข้อมูลผลการทดลองที่ 4.1.3

4.1.3.4 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 4.1.3 เป็นการศึกษาค่าการส่งผ่านแสงสว่างธรรมชาติและภาระการนำความร้อนของช่องนำแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยและแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง ทำการเก็บข้อมูลโดยหันช่องเปิดทางด้านทิศเหนือและใต้ขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้ เพื่อศึกษาทิศทางที่เหมาะสมในการพัฒนาการออกแบบติดตั้ง ซึ่งผลจากการเก็บข้อมูลพบว่า เมื่อหันช่องเปิดทางด้านทิศเหนือขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้ช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อย มีปริมาณค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 1.1% และเมื่อหันช่องเปิดทางทิศใต้ขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้มีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 3.5% โดนมีอุณหภูมิเฉลี่ยเมื่อเปิดช่องเปิดทางด้านทิศใต้สูงกว่าทิศเหนือประมาณ 2 องศาเซลเซียส ส่วนช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง มีการส่งผ่านแสงสว่างธรรมชาติสูงกว่าแบบฟันเลื่อย ประมาณ 23.5% แต่อุณหภูมิต่ำกว่า 0.7 องศาเซลเซียส และมีความแปรปรวนของแสงในปริมาณที่ใกล้เคียงกันส่วน และเมื่อหันช่องเปิดช่องรับแสงสว่างทางด้านทิศใต้ พบว่าช่องรับแสงสว่างแบบฟันเลื่อย มีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงกว่า แบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง ประมาณ 18% และมีอุณหภูมิสูงกว่า 1.2 องศาเซลเซียส แต่มีลักษณะการแปรปรวนของแสงในปริมาณที่สูงทั้งสองรูแบบเมื่อเปรียบเทียบขณะเปิดช่องเปิดรับแสงสว่างทางทิศเหนือ อาจสรุปได้ว่ารูปแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสงมีประสิทธิภาพในการลดภาระการนำความร้อนที่สูงกว่าและมีประสิทธิภาพในการส่องผ่านแสงสว่างธรรมชาติที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 กราฟข้อมูลสรุปผลการทดลองการที่ 4.1.3

สรุปผลการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติ

จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพค่าส่งผ่านแสงสว่างธรรมชาติและภาระการนำความร้อนผ่านช่องรับแสงธรรมชาติด้านบนที่ทำการศึกษาพบว่า ผลจากการศึกษามีปริมาณค่าความส่องสว่างและภาระการนำความร้อนที่ต่างกันในแต่ละรูปแบบและการทดลอง โดยที่รูปแบบช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแผ่นรับแสงแนวราบและรูปแบบหลังคามอนิเตอร์ มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสงสว่างธรรมชาติสูงที่สุดอยู่ที่ ประมาณ 10.2% และ 6.3% ตามลำดับ ในส่วนรูปแบบช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยและรูปแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสงซึ่งเป็นรูปแบบที่มีการศึกษาพัฒนาจากรูปแบบฟันเลื่อย มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสงสว่างที่น้อยกว่า 2 แบบแรก โดยเฉพาะเมื่อหันช่องเปิดในด้านทิศเหนือขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมได้ คือมีค่าความส่องสว่าง เฉลี่ยอยู่ที่ 1.10% และ 1.44% เมื่อทำการศึกษาลักษณะค่าความแปรปรวนของแสงและอุณหภูมิที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ 2 แบบแรก โดยเฉพาะเมื่อเปิดช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ

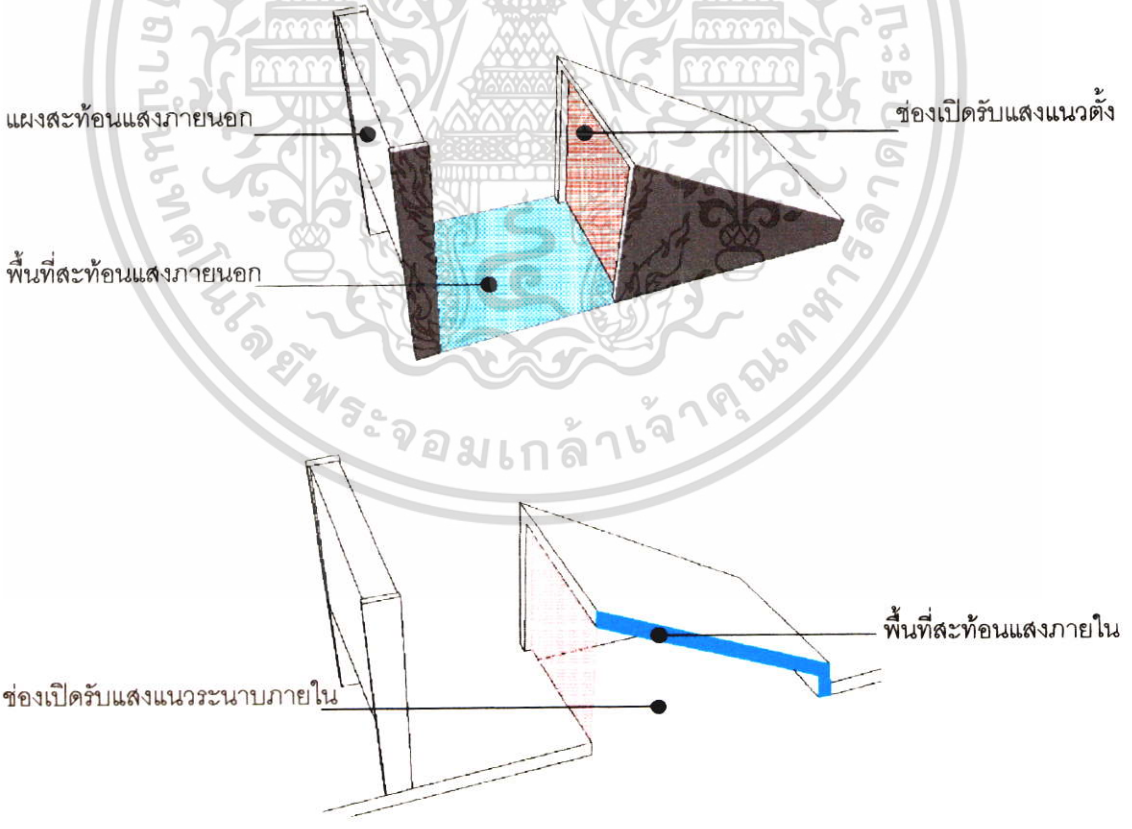
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาพบว่า แผงสะท้อนแสงมีช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสงธรรมชาติและเมื่อเปรียบเทียบกับแบบฟันเลื่อยและมีปริมาณแสงสว่างที่มีความเหมาะสม ที่จะทำการศึกษาพัฒนาให้มีคุณสมบัติและประสิทธิภาพที่ดีขึ้นในการทดลองต่อไป

4.2 การศึกษาแนวทางพัฒนาประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบน

ขั้นตอนการศึกษานี้ เป็นขั้นตอนการศึกษาแนวทางพัฒนาประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติที่ผ่านการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งได้แก่รูปแบบช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง โดยจะทำการศึกษาวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบและตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสงตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

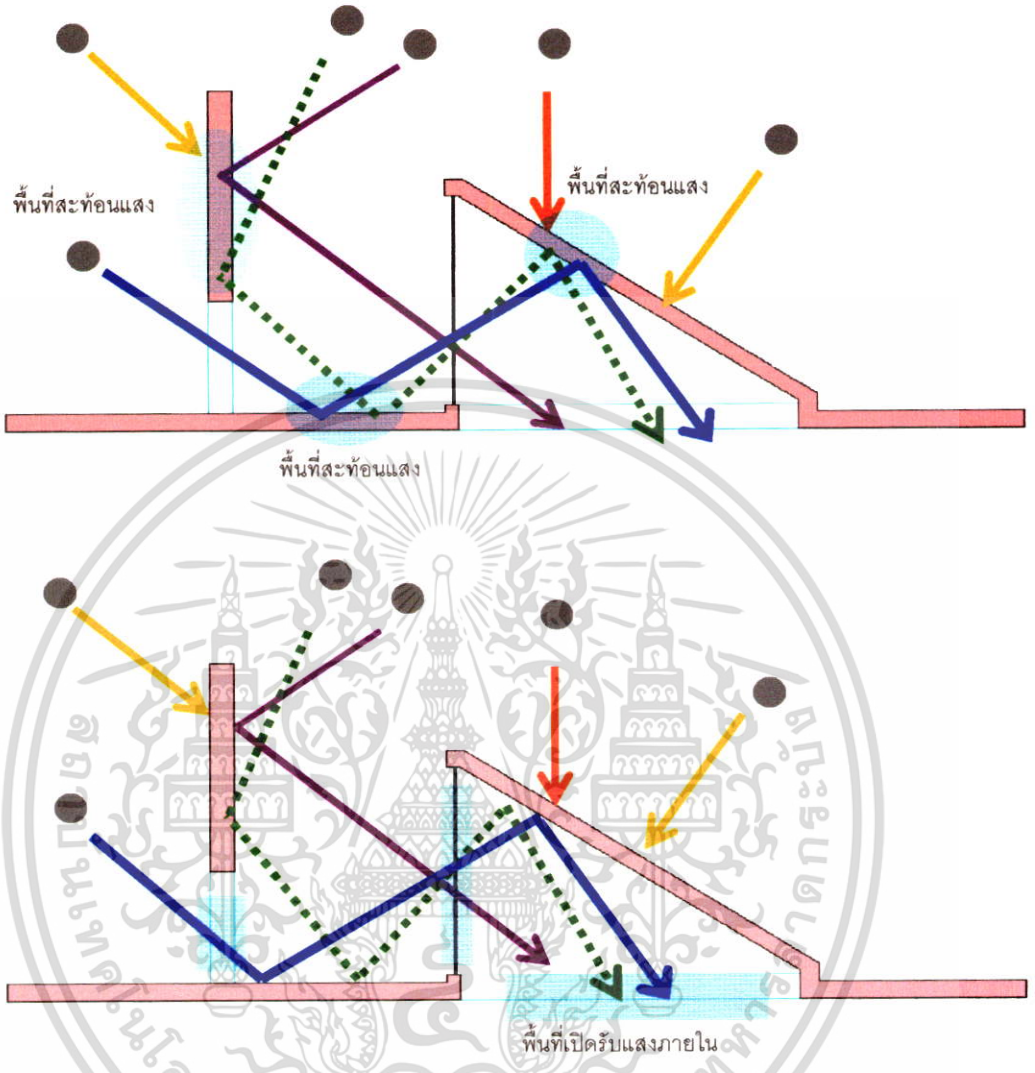
4.2.1 การศึกษาลักษณะรูปแบบช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง



รูปที่ 4.19 รายละเอียดช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

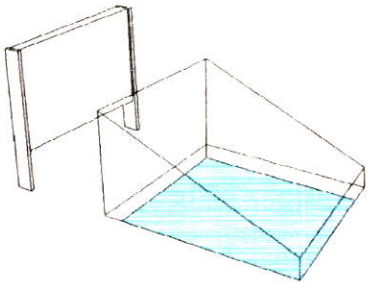
4.2.2 การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสง



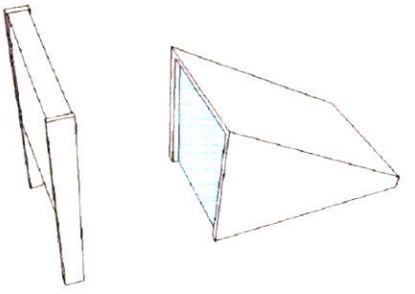
รูปที่ 4.20 รายละเอียดพฤติกรรมของแสงและตัวแปรที่มีต่อผลต่อการนำแสงผ่านช่องรับแสงแบบฟันเลื่อนมีแผงสะท้อนแสง

จากการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการส่งผ่านแสงสว่างผ่านช่องรับแสงสว่างแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อน พบว่าตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสง สามารถแบ่งได้หลักเป็น 2 ลักษณะ คือ ส่วนพื้นที่ช่องเปิดรับแสงผ่านและส่วนพื้นที่สะท้อนแสงผ่านเข้าสู่ช่องรับแสงโดยในขั้นตอนการศึกษาวิจัยนี้ จะทำการศึกษาตัวแปรดังกล่าวเพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพช่องรับแสงให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพและคุณภาพสูงสุด ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ พบว่าสามารถแบ่งตัวแปรในการศึกษาได้เป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

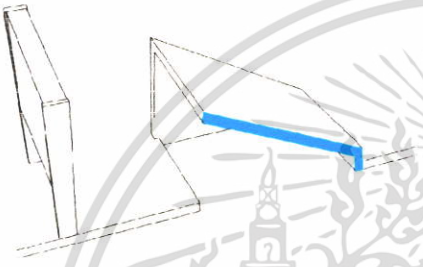
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



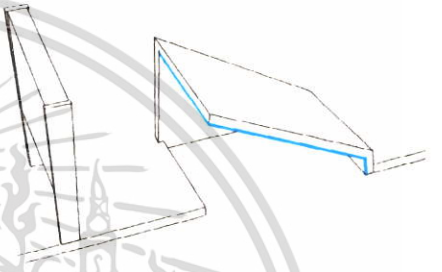
ขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงสว่างแนวระนาบภายใน



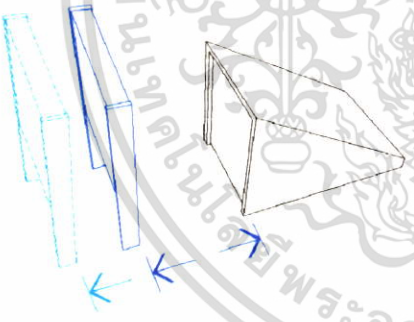
ขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงสว่างแนวตั้งภายนอก



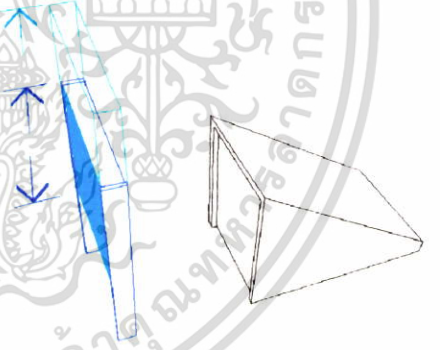
ลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายใน



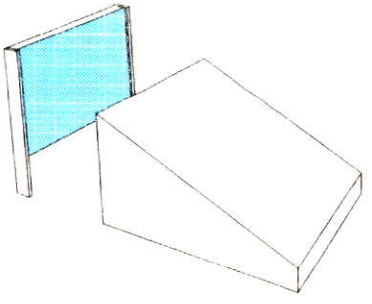
วัสดุสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงภายใน



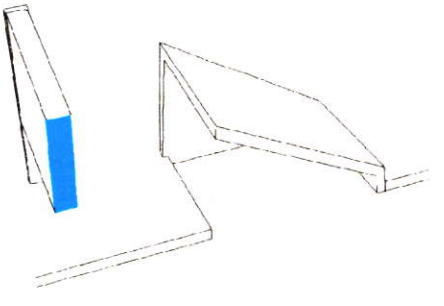
ตำแหน่งติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก



ขนาดความสูงแผงสะท้อนแสงภายนอก

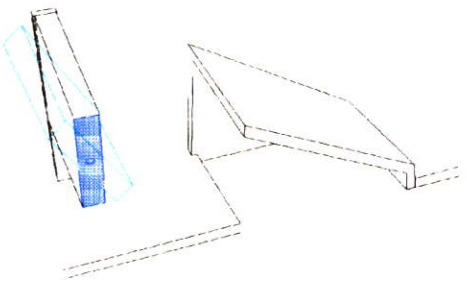


วัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอก

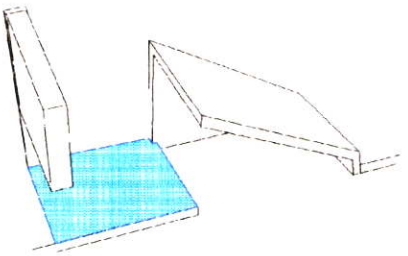


รูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



มุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอก



วัสดุผิวสะท้อนพื้นรับแสงภายนอก

รูปที่ 4.21 ลักษณะตัวแปรช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสงที่ทำการทดลอง

รายละเอียดขั้นตอนการทดลองจะทำการศึกษาโดยใช้การเปรียบเทียบหาคุณสมบัติที่เหมาะสมของตัวแปรลักษณะต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสง โดยแต่ละการทดลองจะมี 3 คุณลักษณะที่ทำการศึกษา ทำการแบ่งแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุด โดยที่การเก็บข้อมูลการทดลองทำการเก็บข้อมูลเฉพาะค่าความส่องสว่าง จุดบันทึกข้อมูลจะแบ่งเป็นจุดบันทึกภายในหน่วยทดลองหน่วยละ1 จุด และภายนอก 1 จุด

4.2.3 การทดลองศึกษาคุณสมบัติตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการนำแสงผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง

4.2.3.1 การศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายใน

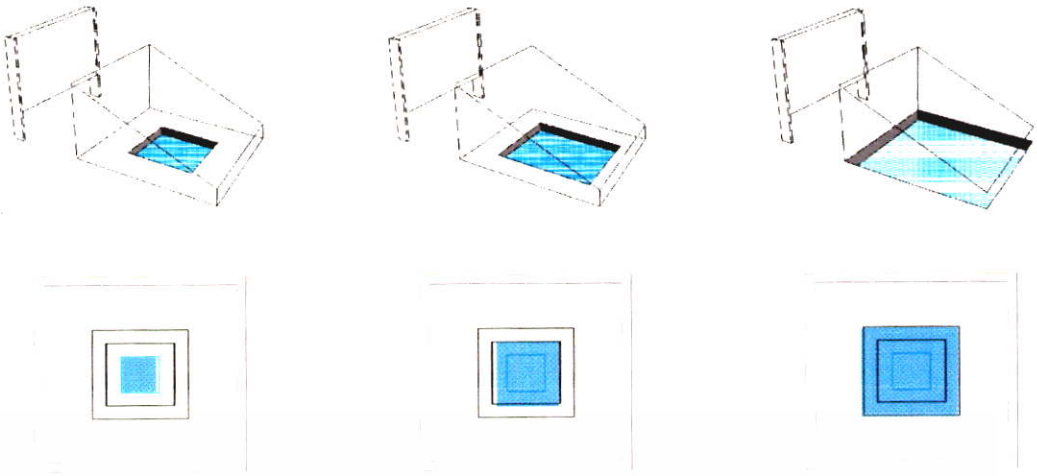
การศึกษาขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบขนาดช่องเปิดที่มีความเหมาะสมต่อการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสง โดยแบ่งขนาดช่องเปิดที่ทำการศึกษาตามรายละเอียดตามชุดการทดลองดังนี้

ตาราง 4.1 ขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายในที่ทำการศึกษา

	ให้พื้นที่ช่องเปิดเป็น	ขนาดพื้นที่ช่องเปิด (ม.)	ขนาดพื้นที่ช่องเปิด (ม.^{2})
ชุดทดลองที่ 1	100%	0.20×0.20	0.04
ชุดทดลองที่ 2	150%	0.30×0.30	0.09
ชุดทดลองที่ 3	200%	0.40×0.40	0.16

หมายเหตุ : ให้พื้นที่ขนาดช่องเปิดคิดเป็นอัตราส่วน 1: 1

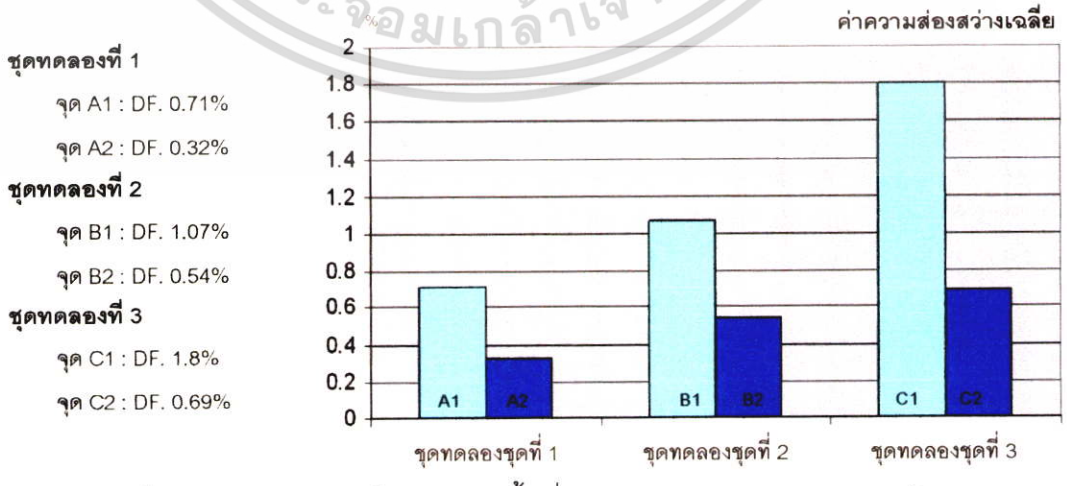
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.22 ลักษณะขนาดช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายในที่ทำการศึกษา

รูป 4.23 การทดลองการศึกษาขนาดช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายใน

ผลการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายใน



รูปที่ 4.24 กราฟผลการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายใน

จากการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงสว่างแนวระนาบภายใน พบว่าขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบมีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสงที่ทำการวิจัย มีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

ปริมาณค่าส่องสว่างที่ตำแหน่งจุดบันทึกข้อมูลกึ่งกลางหน่วยทดลองทดลอง (จุดที่1) ชุดทดลองที่ 2 (0.30×0.30 ม.) มีค่าคิดเป็นประมาณ 1.48 เท่าของช่องเปิดรับแสง ชุดทดลองที่ 1 (0.20×0.20 ม.) และชุดทดลองที่ 3 (0.40×0.40 ม.) มีปริมาณค่าส่องสว่างคิดเป็นประมาณ 2.4 เท่าของชุดทดลองที่ 1 และ 1.6 เท่าของชุดทดลองที่ 2

ส่วนในตำแหน่งบันทึกข้อมูลจุดที่ 2 พบว่าช่องเปิดรับแสงในชุดทดลองที่ 2 มีปริมาณค่าความส่องสว่าง คิดเป็น 1.6 เท่าของชุดทดลองที่ 1 และชุดทดลองที่ 3 มีปริมาณคิดเป็นประมาณ 2.15 เท่าของช่องเปิดชุดทดลองที่ 1 และ 1.3 เท่าของช่องเปิดชุดทดลองที่ 2

ผลจากการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายใน พบว่าเมื่อเพิ่มขนาดช่องเปิดรับแสง มีผลทำให้ปริมาณแสงและค่าการกระจายแสงมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นในลักษณะที่สัมพันธ์กันในลักษณะแปรผันตามอัตราส่วนช่องเปิดรับแสงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ออกแบบหาขนาดช่องเปิดรับแสงที่มีความเหมาะสมต่อไป

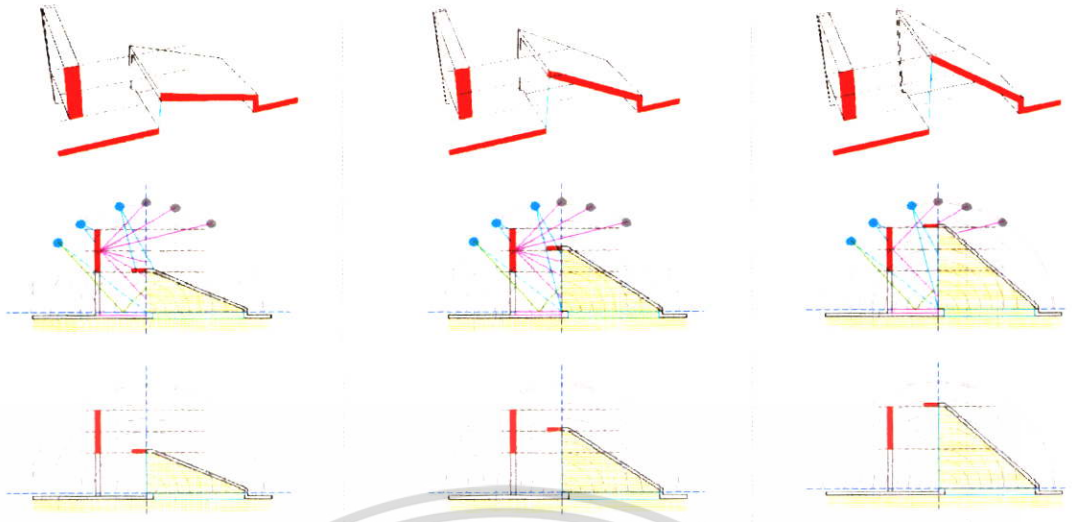
4.2.3.2 การศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก

การศึกษาขั้นตอนนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบขนาดช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอกที่มีความเหมาะสมต่อการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง โดยสามารถแบ่งขนาดช่องเปิดที่ทำการศึกษาเป็น 3 ขนาดตามรายละเอียดของชุดการทดลองดังนี้

ตาราง 4.2 ขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอกที่ทำการศึกษา

	ให้พื้นที่ช่องเปิดเป็น	ขนาดพื้นที่ช่องเปิด (ม.)	ขนาดพื้นที่ช่องเปิด (ม.^{2})
ชุดทดลองที่ 1	100%	0.15	0.06
ชุดทดลองที่ 2	200%	0.30	0.12
ชุดทดลองที่ 3	300%	0.45	0.18

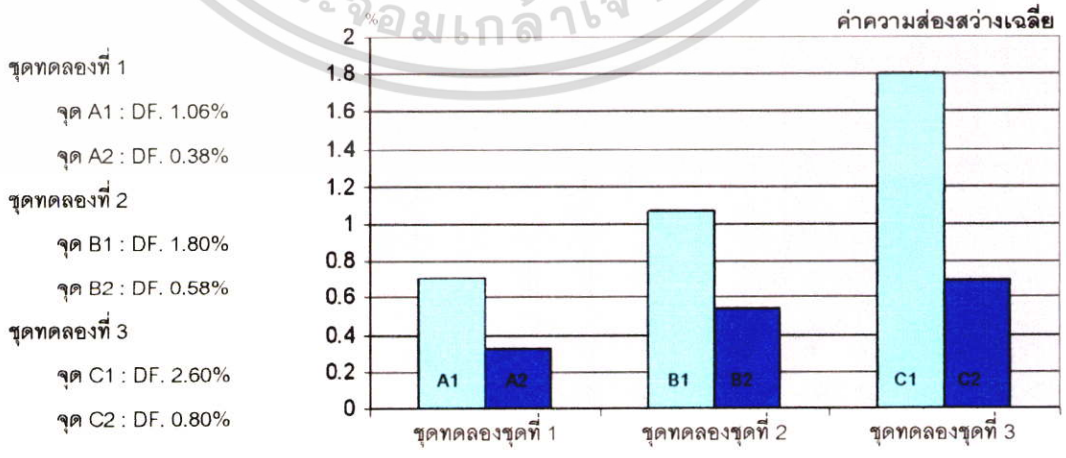
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 รายละเอียดขนาดช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอกที่ทำการศึกษา

รูปที่ 4.26 การศึกษาขนาดช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก

ผลการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก



ชุดทดลองที่ 1
- จุด A1 : DF. 1.06%
- จุด A2 : DF. 0.38%

ชุดทดลองที่ 2
- จุด B1 : DF. 1.80%
- จุด B2 : DF. 0.58%

ชุดทดลองที่ 3
- จุด C1 : DF. 2.60%
- จุด C2 : DF. 0.80%

รูปที่ 4.27 กราฟผลการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก

จากการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงสว่างแนวตั้งภายนอก พบว่าขนาดของช่องเปิดมีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสง ซึ่งมีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

ปริมาณค่าความส่องสว่างในตำแหน่งจุดบันทึกข้อมูล จุดที่ 1 ชุดทดลองที่ 2 (0.30 ม.)มีค่าความส่องสว่าง คิดเป็นประมาณ 1.76 เท่าของช่องเปิด ชุดทดลองที่ 1 (0.15 ม.) และค่าความส่องสว่างช่องเปิด ชุดทดลองที่ 3 (0.45 ม.) มีปริมาณค่าความส่องสว่าง คิดเป็นประมาณ 2.36 เท่าของช่องเปิดชุดทดลองที่ 1 และ 1.34 เท่าของช่องเปิดชุดทดลองชุดที่ 2

การบันทึกข้อมูลในตำแหน่งบันทึกข้อมูล จุดที่ 2 พบว่าช่องเปิดชุดทดลองที่ 2 มีปริมาณค่าความส่องสว่าง คิดเป็นประมาณ 1.5 เท่าของชุดทดลองที่ 1 และช่องเปิดชุดทดลองที่ 3 มีค่าความส่องสว่าง คิดเป็นประมาณ 2.1 เท่าของช่องเปิดชุดทดลองที่ 1 และ 1.37 เท่าของช่องเปิดชุดทดลองที่ 2

ผลจากการศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก พบว่าเมื่อช่องรับแสงมีขนาดที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่างและค่าการกระจายแสงมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นในลักษณะลักษณะที่แปรผันกันตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลจากการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปเป็นประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบขนาดช่องเปิดรับแสงที่มีความเหมาะสมกับปริมาณค่าส่องสว่างผ่านช่องรับแสงต่อไป

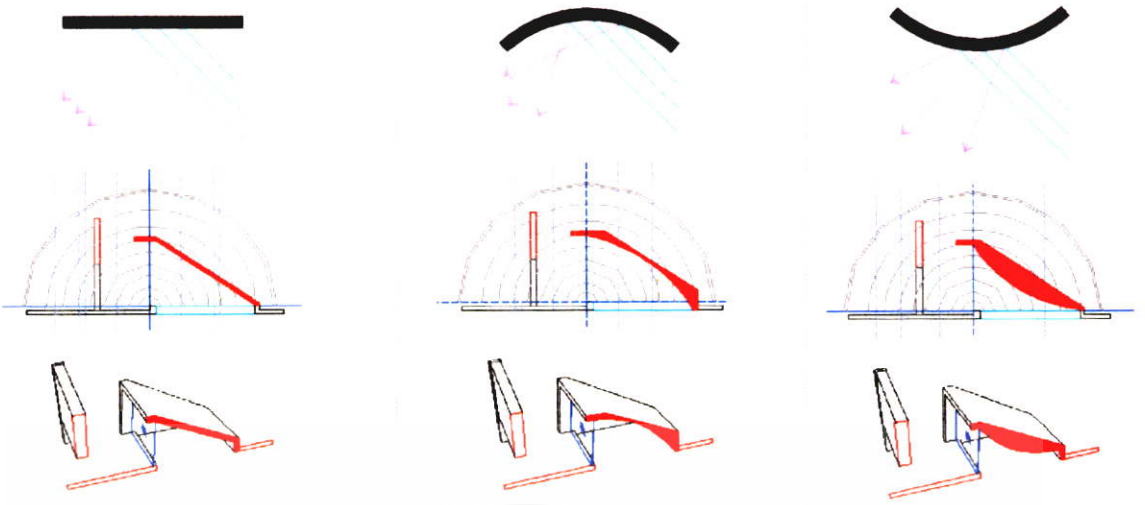
4.2.3.3 การศึกษาลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายใน

การทดลองขั้นตอนนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายในมีความเหมาะสมต่อการสะท้อนแสงผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง โดยแบ่งลักษณะรูปแบบที่ทำการศึกษาเป็น 3 ลักษณะ ตามรายละเอียดชุดการทดลองดังนี้

ตาราง 4.3 ลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนภายในที่ทำการศึกษา

	ลักษณะรูปแบบ	มุมสะท้อนแสง	วัสดุผิวสะท้อน
ชุดทดลองที่ 1	เรียบ	37^{0}	เรียบสีขาว
ชุดทดลองที่ 2	เว้า	37^{0}	เรียบสีขาว
ชุดทดลองที่ 3	โค้ง	37^{0}	เรียบสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชุดทดลองที่ 1(เรียบ) ชุดทดลองที่ 2(เว้า) ชุดทดลองที่ 3(โค้ง)

รูปที่ 4.28 ลักษณะรูปพื้นที่สะท้อนแสงภายในที่ทำการศึกษา

รูปที่ 4.29 การศึกษาลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงที่ทำการศึกษา

ผลการศึกษาลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายใน

ชุดทดลองที่ 1

จุด A1 : DF. 1.44%

จุด A2 : DF. 0.64%

ชุดทดลองที่ 2

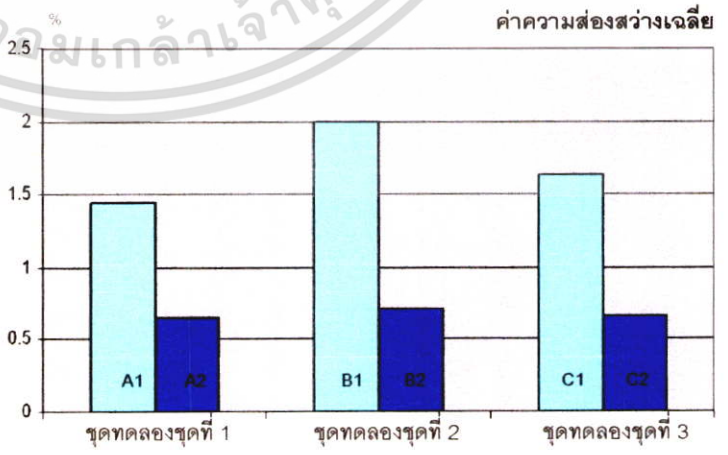
จุด B1 : DF. 2.00%

จุด B2 : DF. 0.71%

ชุดทดลองที่ 3

จุด C1 : DF. 1.63%

จุด C2 : DF. 0.66%



รูปที่ 4.30 กราฟผลการศึกษาลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาลักษณะพื้นที่สะท้อนแสงภายใน

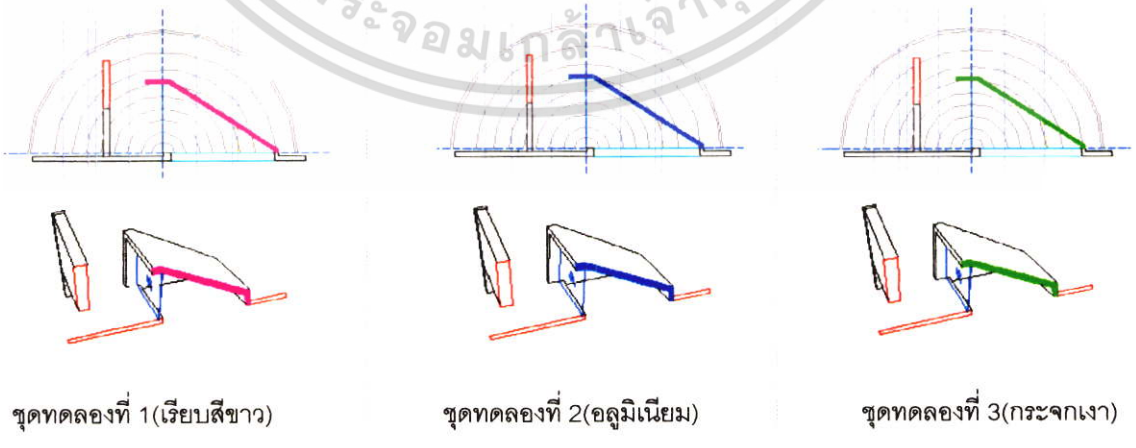
จากการศึกษาลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายใน พบว่าลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายในมีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสงที่ทำการศึกษา โดยมีลักษณะแบบเว้า มีประสิทธิสูงสุด คือมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 2% ในจุด B1 และลักษณะแบบนูนมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 1.63% ส่วนแบบเรียบมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 1.44% และเมื่อศึกษาค่าการกระจายแสงในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 2 ของทุกชุดทดลอง พบว่ามีปริมาณค่าความส่องสว่างของแสงในปริมาณที่ใกล้เคียงกันทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลอง ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถนำไปออกแบบพัฒนารูปแบบช่องรับแสงในส่วนของพื้นที่สะท้อนแสงภายในให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

4.2.3.4 การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงภายใน

การทดลองขั้นตอนนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงภายในที่มีความเหมาะสมต่อการส่งผ่านแสงสว่างผ่านช่องรับแสงสว่าง โดยแบ่งวัสดุที่ทำการศึกษาออก 3 ชนิด ตามรายละเอียดตามชุดการทดลองดังนี้

ตาราง 4.4 รายละเอียดวัสดุพื้นที่สะท้อนแสงที่ทำการศึกษา

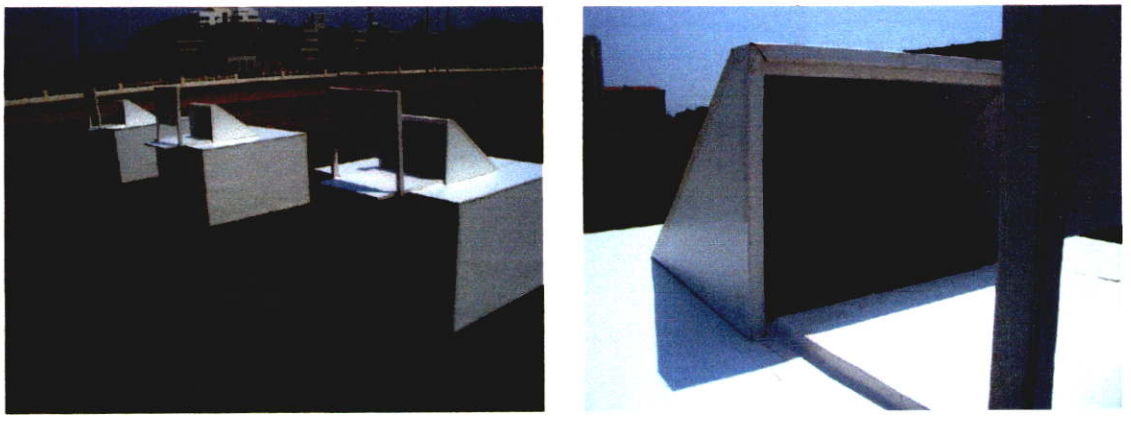
	วัสดุผิวสะท้อนแสง	ค่าการสะท้อนแสง (%)	รูปแบบพื้นที่สะท้อนแสง
ชุดทดลองที่ 1	เรียบสีขาว	70 – 75	เรียบ
ชุดทดลองที่ 2	อลูมิเนียม	80 – 85	เรียบ
ชุดทดลองที่ 3	กระจกเงา	95 – 100	เรียบ



ชุดทดลองที่ 1(เรียบสีขาว) ชุดทดลองที่ 2(อลูมิเนียม) ชุดทดลองที่ 3(กระจกเงา)

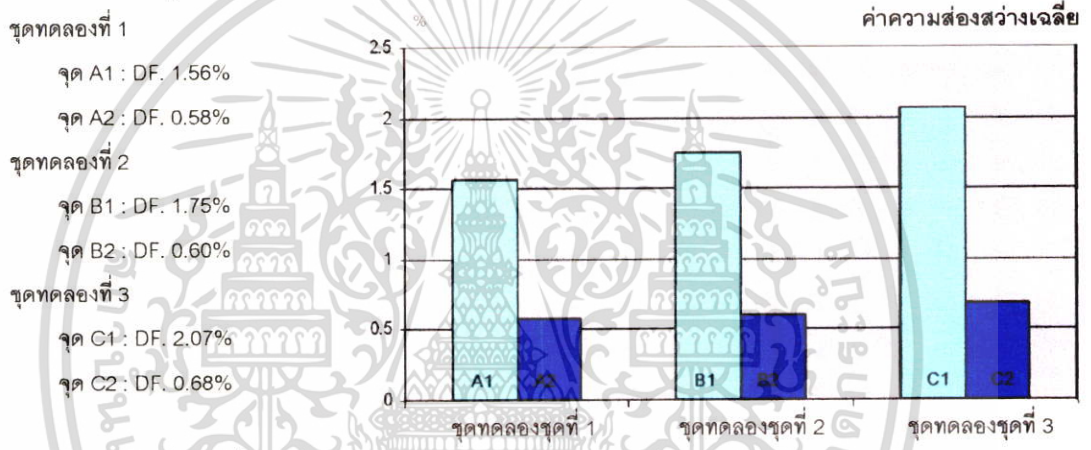
รูปที่ 4.31 ตำแหน่งติดตั้งและวัสดุสะท้อนแผงสะท้อนแสงที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 การศึกษาวัสดุสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงที่ทำการศึกษา

ผลการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงภายใน



รูปที่ 4.33 กราฟผลศึกษาลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสง

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงภายใน

จากการศึกษาขั้นตอนาการทดลองเปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุผิวสะท้อนของพื้นที่สะท้อนแสงภายในพบว่า วัสดุกระจกเงามีประสิทธิภาพในสะท้อนแสงสูงที่สุด คือมีค่าความส่องสว่างคิดเป็น 2.07% ในจุดบันทึกข้อมูลที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอลูมิเนียมคือมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 1.75% และพื้นเรียบสีขาว 1.56% โดยค่าความส่องสว่างของวัสดุผิวกระจกเงาในชุดทดลองที่ 3 คิดเป็น 1.34 เท่าของวัสดุเรียบสีขาวในชุดทดลองชุดที่ 1 และ 1.18 เท่าของวัสดุอลูมิเนียมในชุดทดลองชุดที่ 2 เมื่อศึกษาลักษณะค่าการกระจายแสง ที่จุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 2 ของแต่ละชุดทดลองพบว่า มีค่าความส่องสว่างเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 1 จึงอาจสรุปได้ว่า วัสดุผิวสะท้อนของพื้นที่สะท้อนแสงภายในมีผลต่อประสิทธิภาพการส่งแสงสว่างผ่านช่องรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแสงสะท้อน ซึ่งผลดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบช่องรับแสงสว่างให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

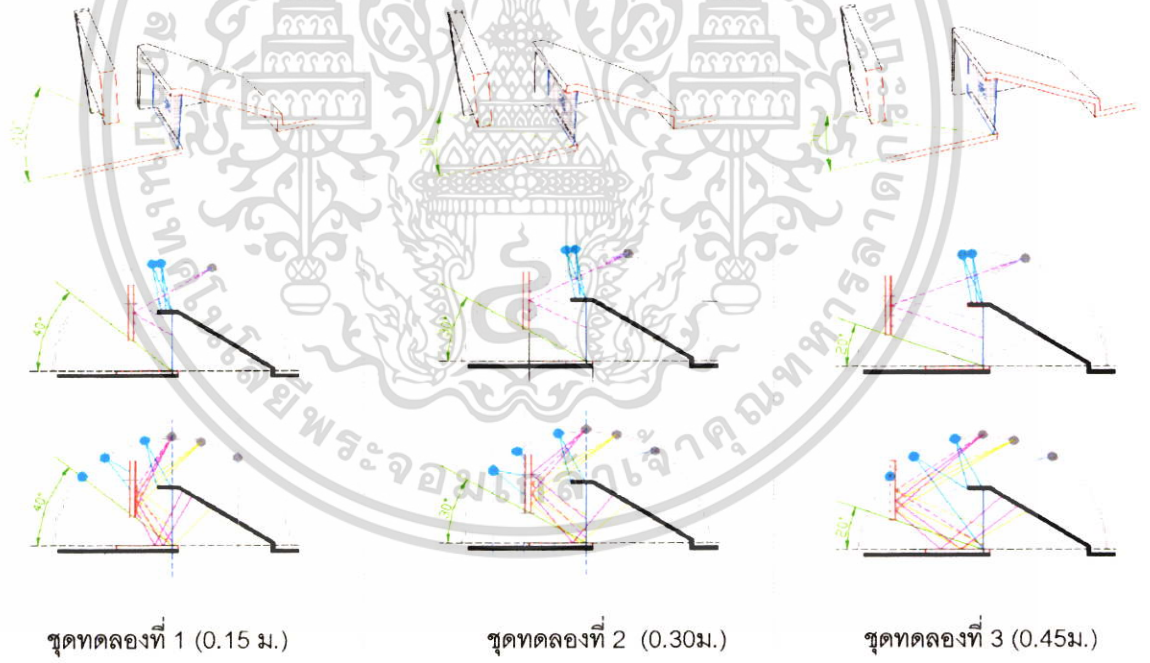
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.5 การศึกษาระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก

การทดลองขั้นตอนนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบหาระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอกของช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง ที่มีความเหมาะสมต่อการสะท้อนแสงสว่างผ่านช่องรับแสงโดยสามารถระยะที่ทำการศึกษาเป็น 3 ระยะตามรายละเอียดตามชุดการทดลองดังนี้

ตาราง 4.5 รายละเอียดระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา

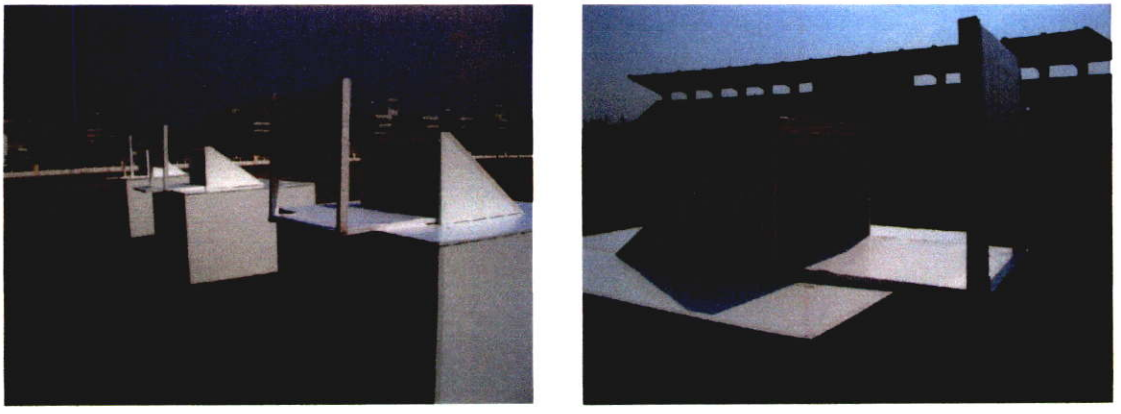
	ระยะติดตั้งคิดเป็น (%)	ระยะติดตั้ง (ม.)	รูปแบบแผงสะท้อน
ชุดทดลองที่ 1	100%	0.15	เรียบ
ชุดทดลองที่ 2	200%	0.30	เรียบ
ชุดทดลองที่ 3	300%	0.45	เรียบ



ชุดทดลองที่ 1 (0.15 ม.) ชุดทดลองที่ 2 (0.30ม.) ชุดทดลองที่ 3 (0.45ม.)

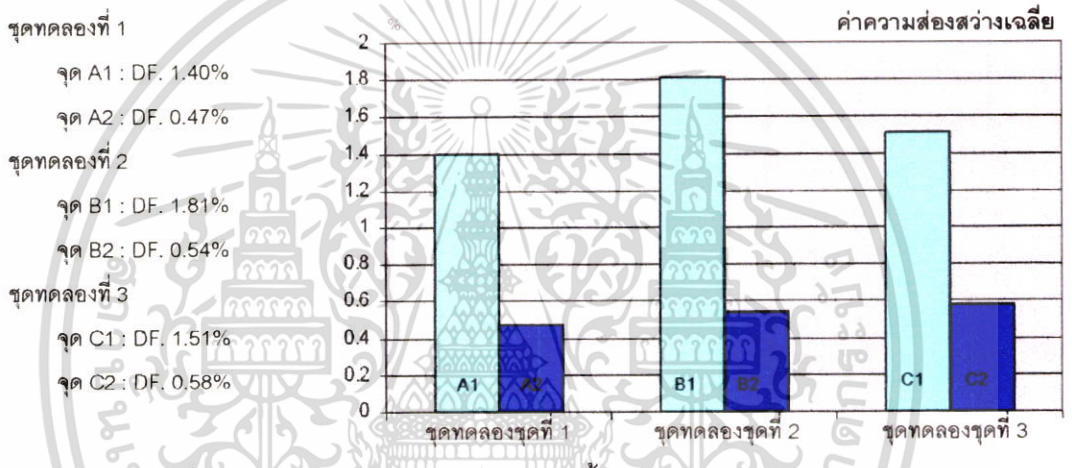
รูปที่ 4.34 ตำแหน่งระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 การศึกษาระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก

ผลการศึกษาระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก



รูปที่ 4.36 กราฟผลการศึกษาระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนออก

จากขั้นตอนการศึกษาตำแหน่งติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอกของช่องรับแสงสว่างแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง พบว่าระยะตำแหน่งติดตั้งแผงสะท้อนแสงมีผลต่อประสิทธิภาพการสะท้อนแสงผ่านรับแสงสว่าง โดยผลจากการเก็บข้อมูล พบว่าในชุดทดลองที่ชุดที่ 2 ที่มีระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสง 0.30 ม. หรือเท่ากับความสูงช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก มีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงที่สุดที่จุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 1 มีค่า 1.81% โดยมีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงกว่าในชุดทดลองชุดที่ 1 ประมาณ 1.30 เท่า และมากกว่าชุดทดลองชุดที่ 2 ประมาณ1.2 เท่า และเมื่อศึกษาค่าการกระจายแสง ในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 2 ของทุกชุดทดลอง พบว่ามีปริมาณค่าความส่องสว่างแปรผันเป็นไปในทิศทางที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงห่างมากขึ้นปริมาณแสงก็เพิ่มขึ้น แต่เมื่อดูโดยรวมอาจสรุปได้ว่า ระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสง ในจุดที่ใกล้หรือห่างช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอกมากเกินไปมีผลทำให้ประสิทธิภาพการส่งผ่านแสงลดลงการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

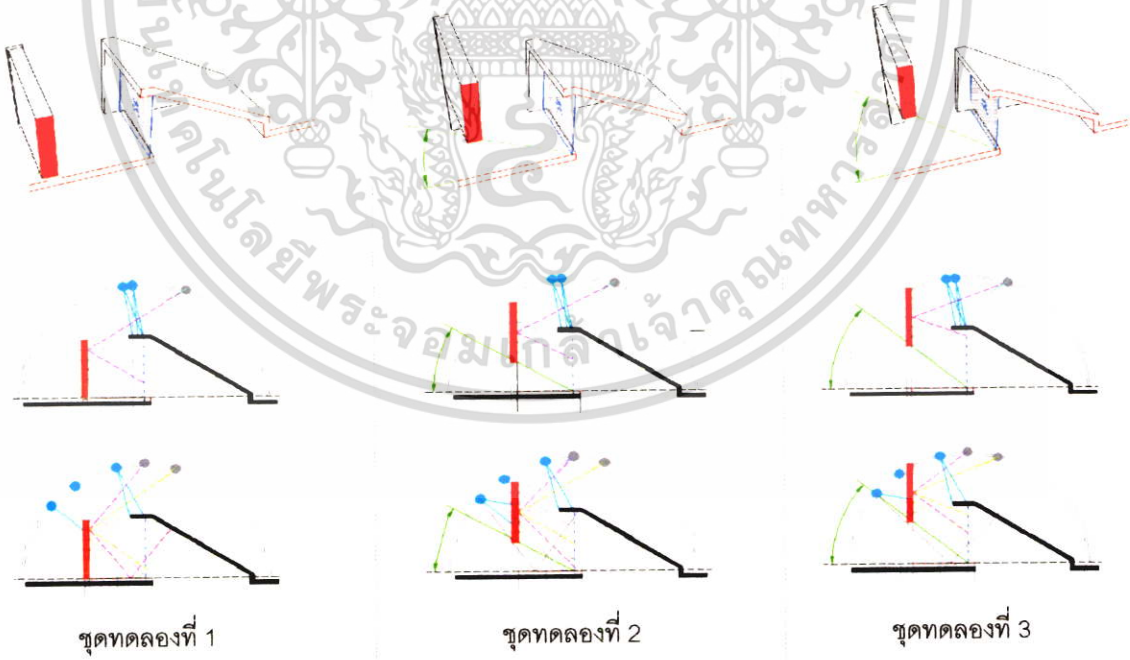
ระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงควรอยู่ในระยะใกล้เคียงกับขนาดความสูงของช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอกของช่องรับแสง

4.2.3.6 การศึกษาระยะความสูงที่ติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก

การทดลองขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบหาระยะสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงที่มีความเหมาะสมต่อการสะท้อนแสงของแผงสะท้อนแสงผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อน โดยแบ่งระยะความสูงที่ทำการศึกษาเป็น 3 ระยะตามรายละเอียดตามชุดการทดลองดังนี้

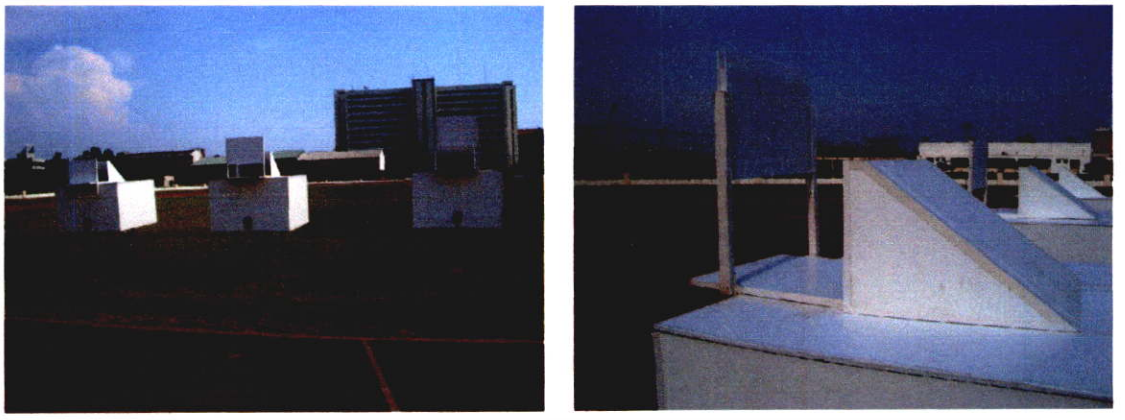
ตาราง 4.6 รายละเอียดระยะความสูงติดตั้งแผนสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา

	ระยะติดตั้งคิดเป็น (%)	ระยะติดตั้ง (ม.)	รูปแบบแผงสะท้อน
ชุดทดลองที่ 1	100%	0.15	เรียบ
ชุดทดลองที่ 2	200%	0.30	เรียบ
ชุดทดลองที่ 3	300%	0.45	เรียบ



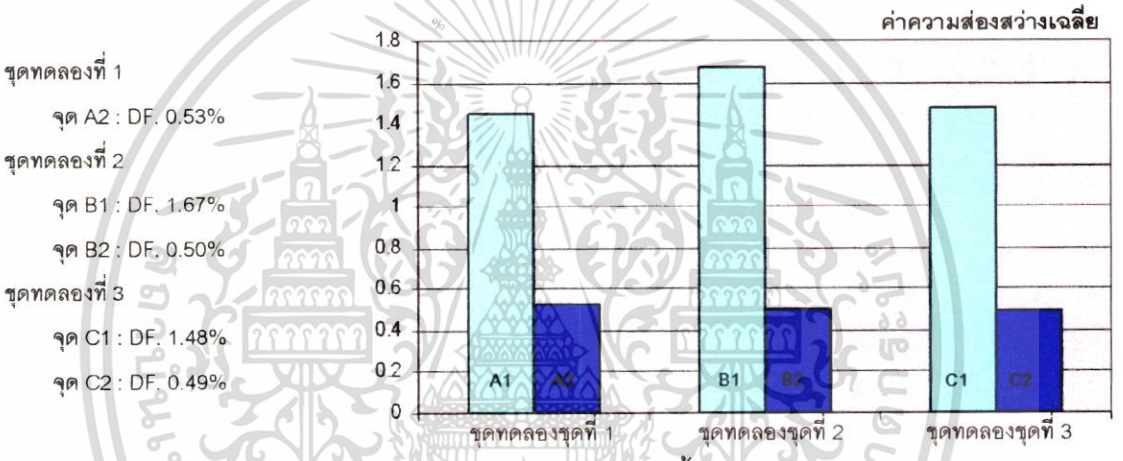
รูปที่ 4.37 ระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 การศึกษาระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก

ผลการศึกษาระยะติดตั้งความสูงแผงสะท้อนภายนอก



รูปที่ 4.39 กราฟผลการศึกษาระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก

จากการศึกษาตำแหน่งระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก พบว่าระยะความสูงที่ติดตั้งแผงสะท้อนแสงมีผลต่อประสิทธิภาพการสะท้อนแสงผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง โดยผลจากการเก็บข้อมูลพบว่า ชุดทดลองที่ 2 ที่มีระยะติดตั้งสูง 0.15 ม. มีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงที่สุดในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 1 มีค่า 1.67% โดยมากกว่าปริมาณค่าความส่องสว่างชุดทดลองชุดที่ 1 ประมาณ1.14 เท่า และมากกว่าค่าความส่องสว่างชุดทดลองที่ 3 ประมาณ 1.13 เท่า และเมื่อศึกษาค่าการกระจายแสง ในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 2 ของทุกชุดทดลองพบว่า มีค่าแปรผันในทิศทางที่ลดลง เมื่อระยะความสูงของแผงสะท้อนแสงมากขึ้น และเมื่อดูโดยรวมอาจสรุปได้ว่า ระยะติดตั้งแผงสะท้อนแสงในจุดที่สูงหรือต่ำมากเกินไปมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงของแผงสะท้อนแสงมีปริมาณที่ลดลง

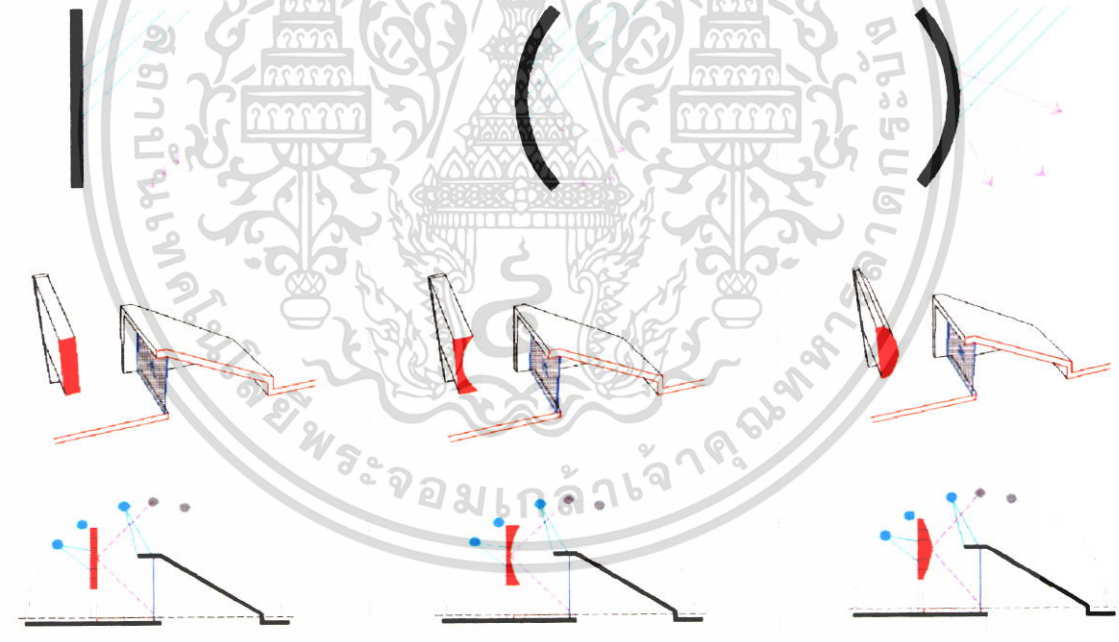
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.7 การศึกษาลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอก

การศึกษาขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอกที่มีความเหมาะสมในการสะท้อนแสงผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสงโดยแบ่งลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงที่ทำการศึกษาตามรายละเอียดตามชุดการทดลองดังนี้

ตาราง 4.7 รายละเอียดลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา

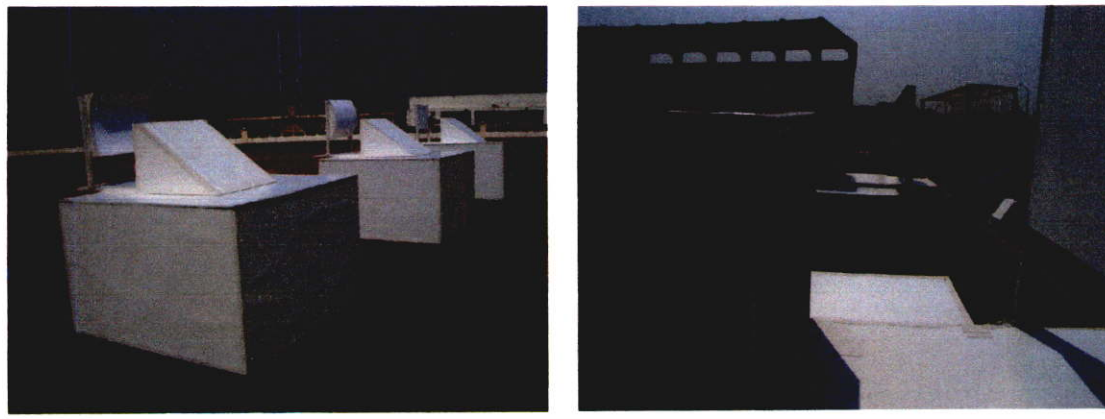
	ลักษณะรูปแบบ	มุมสะท้อนแสง	วัสดุผิวสะท้อน
ชุดทดลองที่ 1	เรียบ	90^0	เรียบสีขาว
ชุดทดลองที่ 2	เว้า	90^0	เรียบสีขาว
ชุดทดลองที่ 3	โค้ง	90^0	เรียบสีขาว



ชุดทดลองที่ 1(เรียบ) ชุดทดลองที่ 2(เว้า) ชุดทดลองที่ 3(โค้ง)

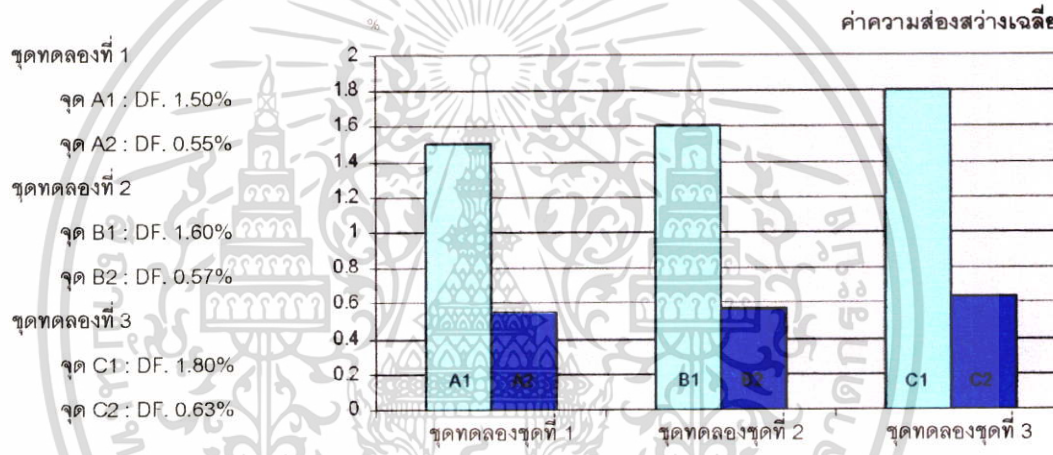
รูปที่ 4.40 ลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 การศึกษาลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงที่ทำการศึกษา

ผลการศึกษาระยะติดตั้งความสูงแผงสะท้อนภายนอก



รูปที่ 4.42 กราฟผลการศึกษาลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอก

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก

จากการศึกษาลักษณะรูปและแผงสะท้อนแสงภายนอกช่องรับแสงธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง พบว่าลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนมีผลต่อประสิทธิภาพการสะท้อนแสงผ่านช่องรับแสง โดยลักษณะรูปแบบแผงแบบนูน มีค่าความส่องสว่างสูงสุดคิดเป็น 1.80% ในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 1 และแบบเว้า มีค่าความส่องสว่าง 1.60% ส่วนแบบพื้นเรียบสีขาวมีค่าความส่องสว่าง 1.50% และเมื่อศึกษาการกระจายแสงในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 2 ของทุกชุดทดลอง พบว่ามีลักษณะค่าความส่องสว่างเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับจุดบันทึกจุดที่ 1 ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบพัฒนารูปแบบช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อนให้มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสงสว่างที่มีปริมาณที่สูงขึ้น

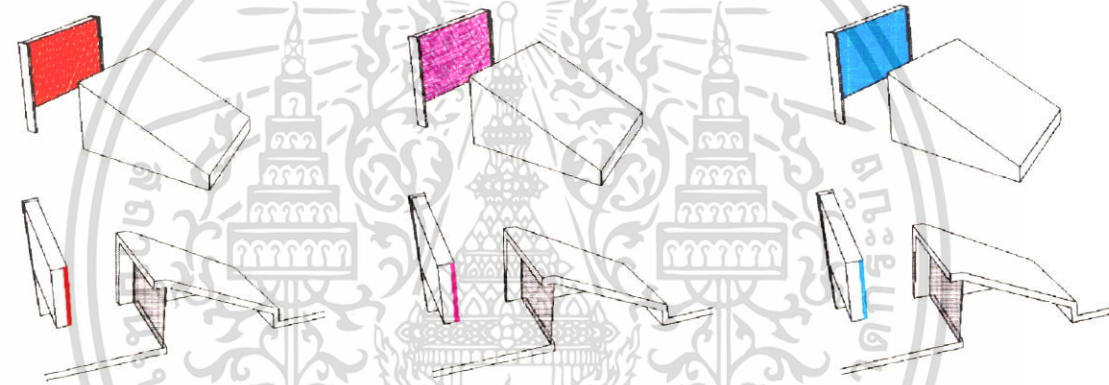
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.8 การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอก

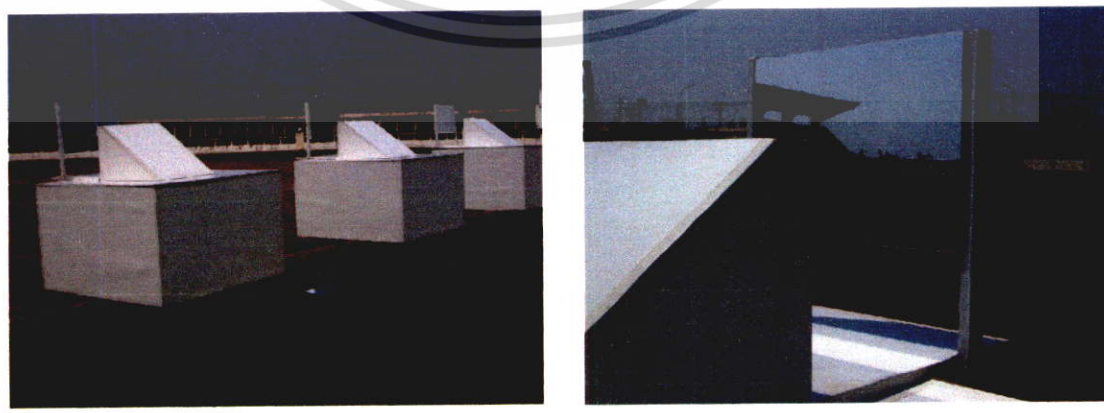
การทดลองขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบวัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอก ที่มีความเหมาะสมต่อการสะท้อนแสงสว่างผ่านช่องรับแสง โดยแบ่งลักษณะรูปแบบที่การศึกษา เป็น 3 ลักษณะตามรายละเอียดตามชุดการทดลองดังนี้

ตาราง 4.8 รายละเอียดวัสดุรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา

	วัสดุผิวสะท้อนแสง	ค่าการสะท้อนแสง (%)	รูปแบบพื้นที่สะท้อนแสง
ชุดทดลองที่ 1	เรียบสีขาว	70 – 75	เรียบ
ชุดทดลองที่ 2	อลูมิเนียม	80 – 85	เรียบ
ชุดทดลองที่ 3	กระจกเงา	95 – 100	เรียบ



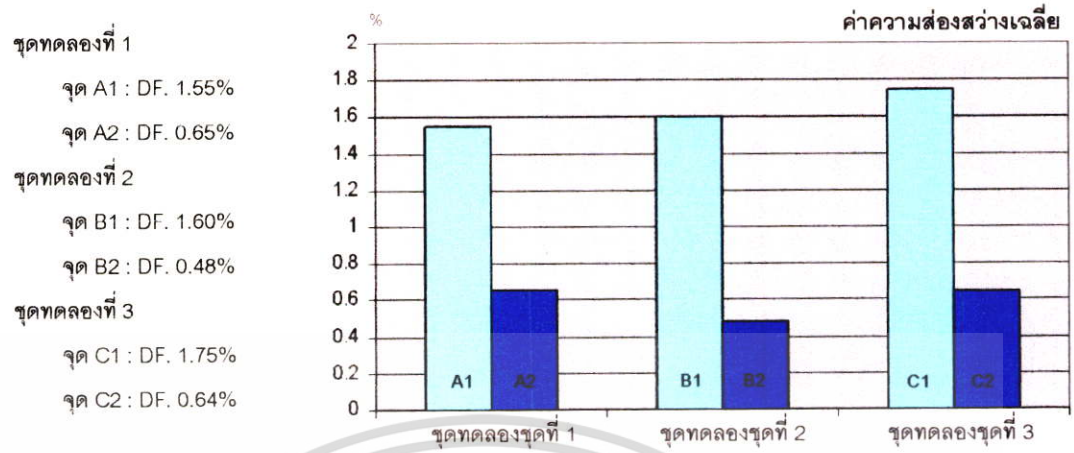
รูปที่ 4.43 วัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา



รูปที่ 4.44 การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาระยะติดตั้งความสูงแผงสะท้อนภายนอก



รูปที่ 4.45 กราฟผลการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอก

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก

จากการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนของแผงสะท้อนแสงภายนอก พบว่าวัสดุผิวสะท้อนกระจกเงามีประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงผ่านช่องรับแสงสูงที่สุด คือมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 1.75% ในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความส่องสว่างของวัสดุอลูมิเนียม คือ 1.60% และพื้นวัสดุเรียบสีขาว 1.55% จะเห็นได้ว่ามีปริมาณค่าความส่องสว่างที่ต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อศึกษาลักษณะการกระจายแสงที่จุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 2 ของแต่ละชุดการทดลอง พบว่าวัสดุอลูมิเนียมมีค่าปริมาณส่องสว่างน้อยที่สุดคือ 0.48% เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุกระจกเงาและพื้นเรียบสีขาวที่มีค่าใกล้เคียงกัน จึงอาจสรุปได้ว่าวัสดุสะท้อนของพื้นที่สะท้อนแสงแผงสะท้อนแสงภายนอกมีผลต่อประสิทธิภาพการส่งผ่านเพียงส่วนน้อยเท่านั้น

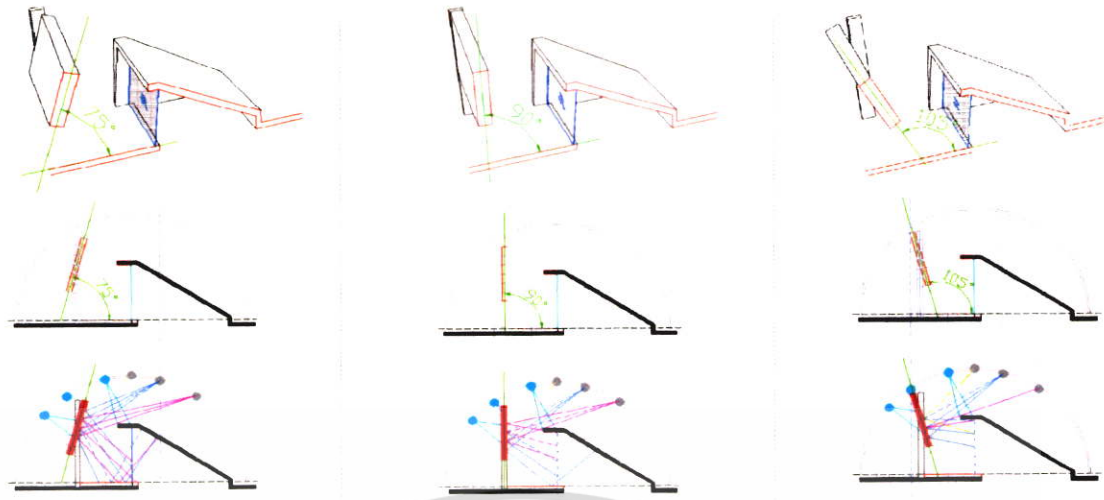
4.2.3.9 การศึกษามุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอก

การทดลองขั้นตอนนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบมุมรับแสงสว่างแผงสะท้อนแสงภายนอกที่มีความเหมาะสมต่อการสะท้อนแสงผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง โดยแบ่งมุมที่รับแสงสะท้อนที่ทำการศึกษาตามรายละเอียดตามชุดการทดลองดังนี้

ตาราง 4.9 รายละเอียดมุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา

	ระยะติดตั้งคิดเป็น (%)	ระยะติดตั้ง (ม.)	รูปแบบแผงสะท้อน
ชุดทดลองที่ 1	100%	0.15	เรียบ
ชุดทดลองที่ 2	200%	0.30	เรียบ
ชุดทดลองที่ 3	300%	0.45	เรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

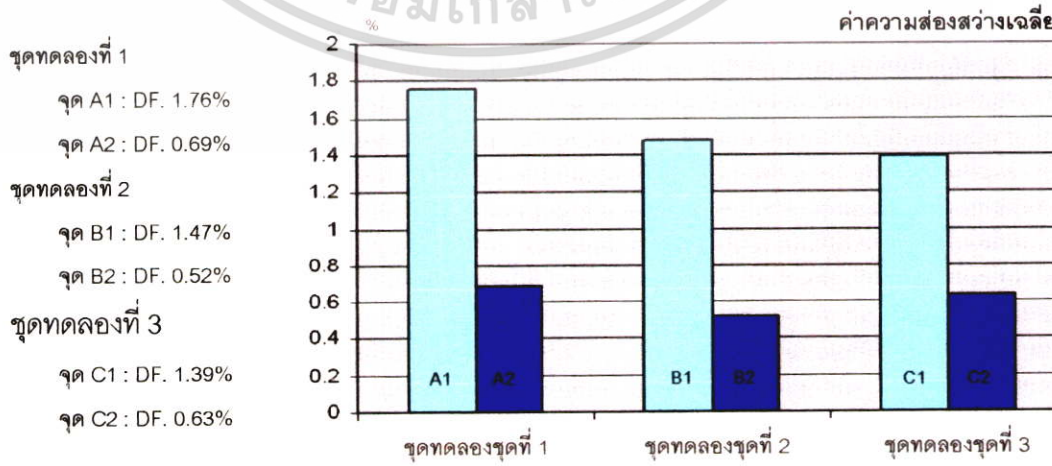


ชุดทดลองที่ 1(75 องศา) ชุดทดลองที่ 2(90 องศา) ชุดทดลองที่ 3(105 องศา)

รูปที่ 4.46 รายละเอียดมุมรับแสงแผงสะท้อนแสงที่ทำการศึกษา

รูปที่ 4.47 การศึกษามุมรับแสงแผงสะท้อนภายนอก

ผลการศึกษามุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอก



ชุดทดลองที่ 1

จุด A1 : DF. 1.76%

จุด A2 : DF. 0.69%

ชุดทดลองที่ 2

จุด B1 : DF. 1.47%

จุด B2 : DF. 0.52%

ชุดทดลองที่ 3

จุด C1 : DF. 1.39%

จุด C2 : DF. 0.63%

รูปที่ 4.48 กราฟผลการศึกษามุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษามุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอก

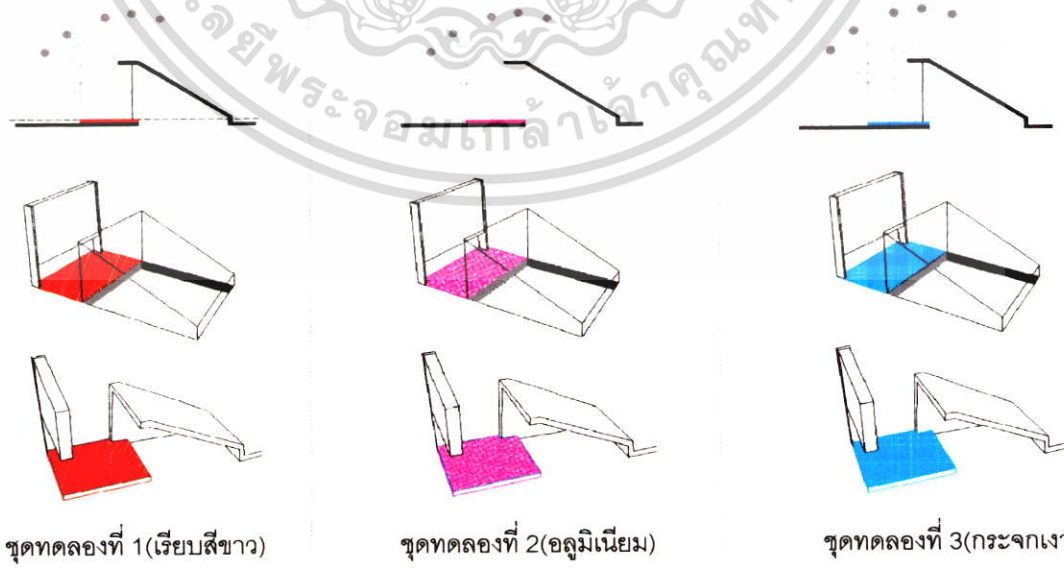
จากขั้นตอนการศึกษามุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอก พบว่ามุมรับแสงสะท้อนของแผงสะท้อนแสงภายนอกมีผลต่อประสิทธิภาพการการสะท้อนแสงผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง โดยที่มุมรับแสงสะท้อนที่ 75 องศาในชุดทดลองที่ 1 มีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 1.76% คิดเป็น 1.2 เท่าของชุดทดลองชุดที่ 2 ที่มีมุมรับแสง 90 องศา และคิดเป็น 1.3 เท่าของมุมรับแสง 105 องศาในชุดทดลองชุดที่ 3 ในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 1 ในส่วนการกระจายแสงพบว่าในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 2 พบว่ามุมรับแสง 90 องศา มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมุมรับแสงที่ 75 และ 105 องศา

4.2.3.10 การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก

การทดลองขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก ที่มีความเหมาะสมต่อการสะท้อนแสงสว่างผ่านช่องรับแสง โดยแบ่งลักษณะรูปแบบที่การศึกษา เป็น 3 ลักษณะตามรายละเอียดตามชุดการทดลองดังนี้

ตาราง 4.10 รายละเอียดวัสดุรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอกที่ทำการศึกษา

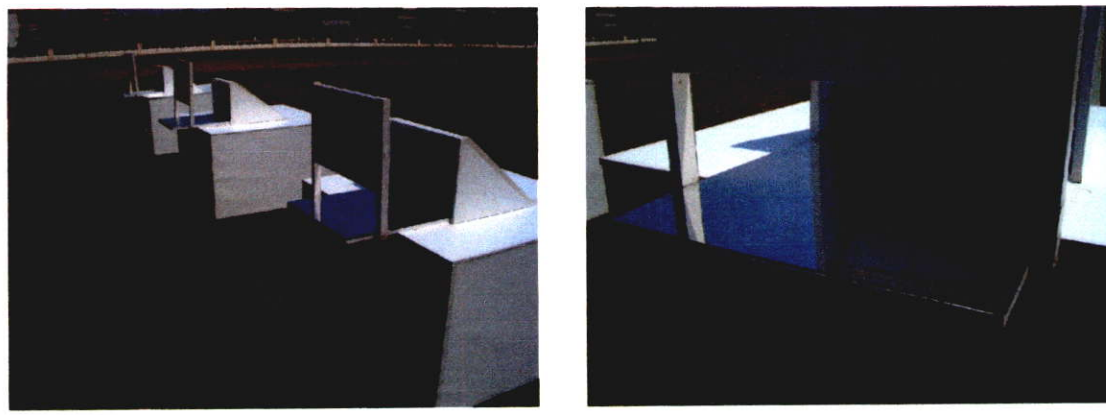
	วัสดุผิวสะท้อนแสง	ค่าการสะท้อนแสง (%)	รูปแบบพื้นที่สะท้อนแสง
ชุดทดลองที่ 1	เรียบสีขาว	70 – 75	เรียบ
ชุดทดลองที่ 2	อลูมิเนียม	80 – 85	เรียบ
ชุดทดลองที่ 3	กระจกเงา	95 – 100	เรียบ



ชุดทดลองที่ 1(เรียบสีขาว) ชุดทดลองที่ 2(อลูมิเนียม) ชุดทดลองที่ 3(กระจกเงา)

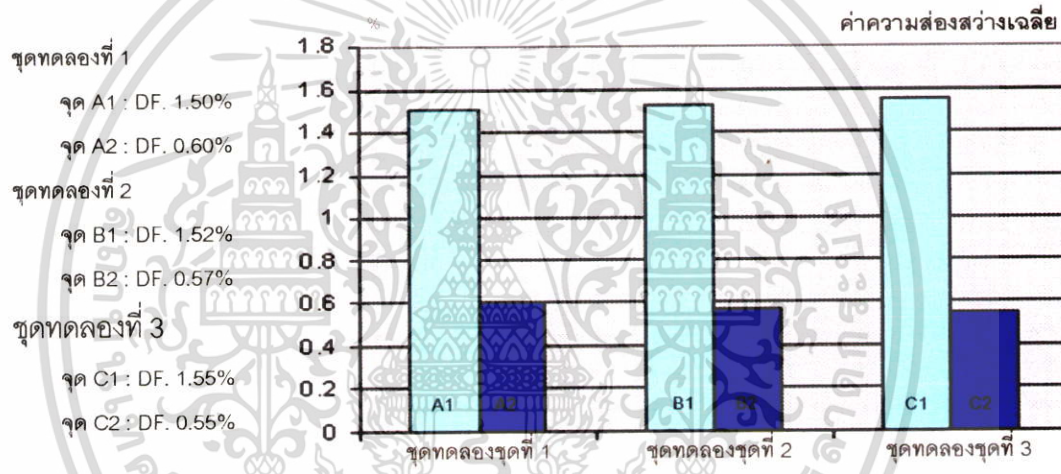
รูปที่4.49 วัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอกที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.50 การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก

ผลการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก



รูปที่ 4.51 กราฟผลการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก

จากการศึกษาประสิทธิภาพวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก พบว่ามีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงสุดอยู่ที่ 1.55% ที่จุดบันทึกข้อมูลที่ 1 ของชุดทดลองที่ 3 โดยมีกระจกเงาเป็นวัสดุสะท้อนแต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่ 2 และ 3 พบว่ามีปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก รวมทั้งค่าการกระจายแสง ในจุดบันทึกข้อมูลจุดที่ 2 ที่มีค่าใกล้เคียงเช่นกัน จึงอาจสรุปได้ว่า วัสดุผิวสะท้อนในพื้นที่สะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก ไม่มีผลต่อการสะท้อนแสงผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่มีประสิทธิภาพในการลดผลกระทบจากรังสีความร้อนดวงอาทิตย์ผ่านช่องรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนและมีประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างที่เหมาะสม พบว่ารูปแบบช่องรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง(Saw-tooth with Reflector) มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในการลดภาระการนำความร้อนผ่านช่องรับแสงและมีการนำแสงสว่างที่เหมาะสม เมื่อทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับรูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างแบบมาตรฐานได้แก่ แบบแผ่นรับแสงแนวราบ (Flat Sheeting), แบบหลังคามอร์นิเตอร์ (Mornitor Roof) และแบบฟันเลื่อย (Saw -tooth)

ในการศึกษาคุณสมบัติของตัวแปรที่มีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับช่องเปิดรับแสงสว่างแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง เป็นแนวทางเพิ่มคุณภาพของแสงสว่างที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบแสงสว่างกับอาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งพบว่าคุณสมบัติของตัวแปรของช่องรับแสงสว่างมีผลต่อปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องรับแสง โดยผลจากการวิจัยพบว่าเมื่อเพิ่มขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายในและพื้นที่รับแสงแนวตั้งภายนอกมีปริมาณแสงสว่างผ่านช่องรับแสงเพิ่มขึ้นในลักษณะที่สัมพันธ์กับขนาดช่องเปิดที่เพิ่มขึ้น ในส่วนของวัสดุผิวสะท้อนพบว่าคุณสมบัติของกระจกเงามีประสิทธิภาพสูงสุดในการสะท้อนแสงเมื่อทำการติดตั้งในพื้นที่สะท้อนแสงจุดต่างๆของช่องรับแสงสว่าง ขณะที่ลักษณะพื้นที่สะท้อนแสงภายในแบบเว้า และลักษณะแบบนูนในพื้นที่สะท้อนแสงแผงสะท้อนแสงภายนอกมีคุณสมบัติในการเพิ่มปริมาณแสงผ่านช่องรับแสงสูงที่สุด โดยที่ตำแหน่งติดตั้งแผงสะท้อนแสงที่ความสูงเท่ากับครึ่งหนึ่งของความสูงช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก และระยะติดตั้งแผงสะท้อนที่เท่ากับระยะความสูงของช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก มุมรับแสง 75 องศา มีประสิทธิภาพสูงสุดในการสะท้อนแสงของแผงสะท้อนผ่านช่องรับแสงสว่างที่ทำการศึกษา

เนื่องจากการศึกษาเป็นการจำลองขนาดของช่องเปิดรับแสงสว่างที่มีขนาดที่ความเหมาะสมในขณะทำการทดลอง แนวทางการประยุกต์ใช้ช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสงต้องมีการคำนึงถึงขนาดแผงสะท้อนแสง คุณสมบัติของวัสดุและการติดตั้งที่มีความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ที่จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นสำคัญด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] เจริญ เตชเจษฎาวงศ์ "การศึกษารูปแบบช่องเปิดรับแสงและขนาดที่เหมาะสม จากการใช้แสงธรรมชาติโดยไม่เพิ่มภาระความร้อน สำหรับห้องเรียนคอมพิวเตอร์ทั่วไป" วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545

[2] ไพศาล จันเตยูร "Climatic Design in Tropical Housing & Building" คณะวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ,2539

[3] สมสิทธิ์ นิตยะ "การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2541

[4] อรวลี อมรลีตระกูล. "การออกแบบหลังคาโถงสูงเพื่อความสบายทางด้านแสงสว่างและประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา : อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์ 3 ชั้น" วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2545

[5] Andrew Marsh & Caralie "Lighting Design" [online] Available : http://www.squ1.com ,2004

[6] Chirarattannon, Surapong and Chaiwiwatworakul, Pipat. 2001. "**Daylight Availability Model for Global and Diffuse Horizontal Illuminance and Irrediance and Model for Sky Luminance for Bangkok**" 1st. ed. Pathum Thani. School of Environment Resources and Development Asian Institute of Technology.

[7] Joshi, Manoj. 1998. "**A study of the Lumen Method for Daylight From and Overhead Aperture**" The Degree of Master of Science, School of Environment, Resources and Development, Asian Institute of Technology.

[8] Norbert Lechner. 1991. "**Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects**" John Wiley & Son.

[9] P Oteiza, C Brito. 1999. "**Skylights and Solar Protection**" (PLEA'99) Departmento de Fisica y Instalaciones Aplicadas Escuela Te'enica Superior de Arquitectura Universidad Politenica de Madrid.

[10]Szokolay, S.V. 1998. "**Daylighting : Passive and Low Energy Architecture International, Design Tools and Techniques** (PLEA Note) 1st. ed. Queensland : The University of Queensland Printery, Managerian Taylor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางรายละเอียดผลการทดลอง

การตรวจสอบประสิทธิภาพหน่วยทดลอง (ค่าความส่องสว่าง)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1		ชุดทดลองที่ 2	
					INTERIOR ILLUMINATE (E_{int})	DF(%)	INTERIOR ILLUMINATE (E_{int})	DF(%)
1st	21 March '05	12.00	Cloudy Sky	27,550	3,510	12.75	3,690	12.75
2nd	21 March '05	14.00	Cloudy Sky	22,000	1,920	8.70	2,100	10.80
3rd	21 March '05	16.00	Cloudy Sky	15,900	1,090	6.85	1,120	9.55
4th	22 March '05	10.00	Cloudy Sky	27,600	2,400	8.70	2,530	7.0
5th	22 March '05	12.00	Clear Sky	28,900	3,060	10.60	3,090	9.10
6th	22 March '05	14.00	Clear Sky	22,500	2,670	11.85	2,800	5.40
7th	22 March '05	16.00	Cloudy Sky	15,800	900	5.70	860	6.70
8th	23 March '05	09.00	Cloudy Sky	24,700	1,780	7.20	1,650	7.20
9th	23 March '05	10.00	Cloudy Sky	29,000	2,010	6.90	2,100	11.50
10th	23 March '05	11.00	Cloudy Sky	27,800	3,250	11.70	3,200	17.40
11th	23 March '05	13.00	Clear Sky	24,700	4,480	18.10	4,290	16.00
12th	23 March '05	16.00	Cloudy Sky	14,700	2,280	15.50	2,480	12.75

การตรวจสอบประสิทธิภาพหน่วยทดลอง (ภาระการนำความร้อน)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. TEMPERATURE (C)	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
					INTERIOR TEMPERATURE (C)	INTERIOR TEMPERATURE (C)
1st	03 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	43.9	49	48.3
2nd	03 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	42.5	39.5	39.5
3rd	03 Feb '05	16.00	Cloudy Sky	36.6	38.9	39.2
4th	04 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	33.7	36.9	36.2
5th	04 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	39.8	48	46.6
6th	04 Feb '05	14.00	Clear Sky	44.3	53.4	54
7th	04 Feb '05	16.00	Clear Sky	36.6	37.4	36.4
8th	07 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	33.1	36.4	36.4
9th	07 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.3	54.9	51.9
10th	07 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	35.0	39.6	39.7
11th	08 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	30.9	35.2	34.9
12th	08 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	41.7	53.6	53.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายละเอียดผลการทดลองที่ 4.1.1

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวราบกับแบบหลังคามอร์นิเตอร์ (ค่าความส่องสว่าง)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1		ชุดทดลองที่ 2	
					INTERIOR ILLUMINATE (lux)	DF(%)	INTERIOR ILLUMINATE (lux)	DF(%)
1st	24 March '05	10.00	Cloudy Sky	24,550	2,510	10.2	1,420	5.7
2nd	24 March '05	11.00	Cloudy Sky	29,300	2,080	7.0	1,670	5.6
3rd	24 March '05	12.00	Cloudy Sky	28,700	4,420	15.4	2,750	9.6
4th	24 March '05	13.00	Cloudy Sky	24,500	2,610	10.6	1,450	5.9
5th	24 March '05	14.00	Cloudy Sky	22,000	2,220	10.0	1,620	7.3
6th	24 March '05	15.00	Cloudy Sky	19,200	1,300	6.7	1,040	5.40
7th	24 March '05	16.00	Cloudy Sky	13,900	1,200	8.6	780	5.6
8th	25 March '05	10.00	Cloudy Sky	25,300	2,510	9.9	1,420	5.6
9th	25 March '05	12.00	Cloudy Sky	27,800	3,370	12.1	1,770	6.3
10th	25 March '05	13.00	Cloudy Sky	25,000	3,250	13.8	1,690	6.7
11th	25 March '05	14.00	Clear Sky	23,500	2,690	11.4	1,770	7.5
12th	25 March '05	16.00	Clear Sky	15,0 00	950	6.3	690	4.6

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบแผ่นรับแสงแนวราบกับแบบหลังคามอร์นิเตอร์ (ภาระการนำความร้อน)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. TEMPERATURE (C)	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
					INTERIOR TEMPERATURE (C)	INTERIOR TEMPERATURE (C)
1st	10 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	42.2	50.5	41.5
2nd	10 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	41.0	41.5	41.2
3rd	10 Feb '05	16.00	Cloudy Sky	35.9	39.0	36.6
4th	11 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	34.7	37.9	35.5
5th	11 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.2	43.7	43.2
6th	11 Feb '05	14.00	Clear Sky	44.0	54.9	51.7
7th	11 Feb '05	16.00	Clear Sky	37.6	37.2	36.5
8th	12 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	35.1	38.4	35.5
9th	12 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.3	52.0	51.0
10th	12 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	35.2	39.7	38.2
11th	13 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	33.2	35.9	33.7
12th	13 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	53.5	51.5	50.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายละเอียดผลการทดลองที่ 4.1.2

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบหลังคามอร์นิเตอร์กับแบบฟันเลื่อย (ค่าความส่องสว่าง)

No.	DATE	TIME	SKY COMPOMENT	EXT. ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1		ชุดทดลองที่ 2	
					INTERIOR ILLUMINATE (lux)	DF(%)	INTERIOR ILLUMINATE (lux)	DF(%)
1st	24 March '05	10.00	Cloudy Sky	22,500	1,670	7.42	930	4.13
2nd	24 March '05	11.00	Cloudy Sky	26,000	1,200	4.61	670	2.58
3rd	24 March '05	12.00	Cloudy Sky	29,800	2,500	8.40	1,400	4.7
4th	24 March '05	13.00	Clear Sky	31,000	1,950	6.30	1,150	3.7
5th	24 March '05	14.00	Clear Sky	22,000	2,200	10.0	550	2.5
6th	24 March '05	15.00	Cloudy Sky	19,500	1,680	8.60	940	4.8
7th	24 March '05	16.00	Cloudy Sky	17,600	740	4.20	400	2.27
8th	25 March '05	10.00	Cloudy Sky	24,500	520	2.12	130	0.58
9th	25 March '05	12.00	Cloudy Sky	25,900	3,190	12.30	2,340	9.0
10th	25 March '05	13.00	Cloudy Sky	25,600	1,790	6.90	1,110	4.30
11th	25 March '05	14.00	Cloudy Sky	20,400	1,010	4.95	560	2.7
12th	25 March '05	16.00	Cloudy Sky	19,300	720	3.73	360	1.86

หมายเหตุ : เปิดช่องเปิดรับแสงทางทิศใต้ขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบหลังคามอร์นิเตอร์กับแบบฟันเลื่อย (ภาระการนำความร้อน)

No.	DATE	TIME	SKY COMPOMENT	EXT. TEMPERATURE (c)	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
					INTERIOR TEMPERATURE(c)	INTERIOR TEMPERATURE(c)
1st	10 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	41.3	47.8	48.2
2nd	10 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	43.9	40.6	38.0
3rd	10 Feb '05	16.00	Cloudy Sky	35.7	37.5	38.1
4th	11 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	33.4	34.0	34.0
5th	11 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.6	40.0	39.2
6th	11 Feb '05	14.00	Clear Sky	43.8	52.9	48.4
7th	11 Feb '05	16.00	Clear Sky	38.0	37.7	37.2
8th	12 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	35.1	36.5	36.5
9th	12 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.9	49.5	45.2
10th	12 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	35.7	38.9	39.3
11th	13 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	34.1	34.5	34.0
12th	13 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	42.7	51.8	45.9

หมายเหตุ : เปิดช่องเปิดรับแสงทางทิศใต้ขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายละเอียดผลการทดลองที่ 4.1.2

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบหลังคามอร์นิเตอร์กับแบบฟันเลื่อย (ค่าความส่องสว่าง)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1		ชุดทดลองที่ 2	
					INTERIOR ILLUMINATE (E_{int})	DF(%)	INTERIOR ILLUMINATE (E_{int})	DF(%)
1st	24 March '05	10.00	Cloudy Sky	24,000	830	3.45	280	1.16
2nd	24 March '05	11.00	Cloudy Sky	28,500	1,700	5.95	290	1.00
3rd	24 March '05	13.00	Cloudy Sky	25,700	1,690	6.57	300	1.16
4th	24 March '05	14.00	Cloudy Sky	22,000	1,810	8.20	270	1.22
5th	24 March '05	15.00	Cloudy Sky	20,000	1,250	6.25	180	0.90
6th	24 March '05	16.00	Cloudy Sky	17,000	720	4.25	150	0.88
7th	24 March '05	10.00	Cloudy Sky	27,600	1,730	6.25	290	1.00
8th	25 March '05	12.00	Cloudy Sky	29,300	1,800	6.15	220	0.75
9th	25 March '05	13.00	Clear Sky	24,500	2,700	11.0	330	1.34
10th	25 March '05	14.00	Clear Sky	25,700	2,100	8.17	280	1.08
11th	25 March '05	15.00	Cloudy Sky	22,500	980	4.35	180	0.80
12th	25 March '05	16.00	Cloudy Sky	16,500	800	4.85	290	1.75

หมายเหตุ : เปิดช่องเปิดรับแสงทางทิศเหนือขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบหลังคามอร์นิเตอร์กับแบบฟันเลื่อย (ภาระการนำความร้อน)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. TEMPERATURE (C)	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
					INTERIOR TEMPERATURE(C)	INTERIOR TEMPERATURE(C)
1st	10 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	41.1	48.0	45.0
2nd	10 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	43.6	39.3	38.3
3rd	10 Feb '05	16.00	Cloudy Sky	35.4	37.6	37.5
4th	11 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	35.0	36.1	35.7
5th	11 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.6	39.5	39.0
6th	11 Feb '05	14.00	Clear Sky	43.8	53.0	46.4
7th	11 Feb '05	16.00	Clear Sky	38.4	36.4	37.3
8th	12 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	35.8	37.0	36.7
9th	12 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.0	48.0	43.0
10th	12 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	36.9	39.1	38.0
11th	13 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	34.1	34.5	34.2
12th	13 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	42.8	50.0	44.2

หมายเหตุ : เปิดช่องเปิดรับแสงทางทิศเหนือขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายละเอียดผลการทดลองที่ 4.1.3

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยกับแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง(ค่าความส่องสว่าง)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1		ชุดทดลองที่ 2	
					INTERIOR ILLUMINATE (E_{int})	DF(%)	INTERIOR ILLUMINATE (E_{int})	DF(%)
1st	24 March '05	10.00	Cloudy Sky	24,200	200	0.80	220	0.90
2nd	24 March '05	11.00	Cloudy Sky	28,000	470	1.67	500	1.78
3rd	24 March '05	12.00	Cloudy Sky	25,700	350	1.36	520	2.00
4th	24 March '05	13.00	Cloudy Sky	21,500	280	1.36	400	1.86
5th	24 March '05	14.00	Cloudy Sky	20,100	270	1.30	420	2.08
6th	24 March '05	15.00	Cloudy Sky	18,500	160	1.34	190	1.02
7th	24 March '05	16.00	Cloudy Sky	25,100	300	0.86	400	1.71
8th	25 March '05	10.00	Clear Sky	29,500	370	1.20	430	1.66
9th	25 March '05	12.00	Clear Sky	24,400	220	1.25	490	0.98
10th	25 March '05	13.00	Cloudy Sky	26,000	180	0.90	270	1.03
11th	25 March '05	14.00	Cloudy Sky	21,000	250	1.19	200	0.95
12th	25 March '05	16.00	Cloudy Sky	17,600	120	0.68	140	0.79

หมายเหตุ : เปิดช่องเปิดรับแสงทางทิศเหนือขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยกับแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง(ภาระการนำความร้อน)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. TEMPERATURE (C)	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
					INTERIOR TEMPERATURE (C)	INTERIOR TEMPERATURE (C)
1st	10 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	41.3	39.9	41.2
2nd	10 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	41.8	38.8	38.2
3rd	10 Feb '05	16.00	Cloudy Sky	35.2	37.4	36.5
4th	11 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	31.4	33.5	32.9
5th	11 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.8	40.4	40.0
6th	11 Feb '05	14.00	Clear Sky	43.3	42.5	43.6
7th	11 Feb '05	16.00	Clear Sky	39.6	37.9	37.4
8th	12 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	35.8	37.0	36.5
9th	12 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.0	45.0	43.0
10th	12 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	36.9	39.1	39.0
11th	13 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	32.4	33.7	32.8
12th	13 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	43.0	47.6	47.4

หมายเหตุ : เปิดช่องเปิดรับแสงทางทิศเหนือขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายละเอียดผลการทดลองที่ 4.1.3

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยกับแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง(ค่าความส่องสว่าง)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1		ชุดทดลองที่ 2	
					INTERIOR ILLUMINATE (E_{int})	DF(%)	INTERIOR ILLUMINATE (E_{int})	DF(%)
1st	24 March '05	10.00	Cloudy Sky	20,400	200	0.90	130	0.60
2nd	24 March '05	11.00	Cloudy Sky	22,100	1,030	4.6	940	4.2
3rd	24 March '05	12.00	Cloudy Sky	25,500	1,120	4.4	850	3.50
4th	24 March '05	13.00	Cloudy Sky	22,200	1,200	5.4	990	4.43
5th	24 March '05	14.00	Cloudy Sky	23,100	1,050	4.5	800	3.46
6th	24 March '05	15.00	Cloudy Sky	19,200	400	2.0	300	1.56
7th	24 March '05	16.00	Cloudy Sky	17,600	420	2.3	200	1.40
8th	25 March '05	10.00	Clear Sky	24,600	1,080	4.3	980	3.98
9th	25 March '05	12.00	Clear Sky	40,200	2,640	6.5	2,100	5.22
10th	25 March '05	13.00	Cloudy Sky	24,500	840	3.4	680	2.77
11th	25 March '05	14.00	Cloudy Sky	19,900	380	1.90	320	1.60
12th	25 March '05	16.00	Cloudy Sky	16,300	320	1.96	300	1.80

หมายเหตุ : เปิดช่องเปิดรับแสงทางทิศใต้ขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงแบบฟันเลื่อยกับแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง(ภาระการนำความร้อน)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXT. TEMPERATURE (C)	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
					INTERIOR TEMPERATURE (C)	INTERIOR TEMPERATURE (C)
1st	10 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	41.8	43.5	40.0
2nd	10 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	40.6	39.5	39.8
3rd	10 Feb '05	16.00	Cloudy Sky	35.3	36.8	36.5
4th	11 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	32.3	33.6	33.0
5th	11 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	41.1	44.5	43.0
6th	11 Feb '05	14.00	Clear Sky	43.3	42.7	41.4
7th	11 Feb '05	16.00	Clear Sky	39.9	39.3	38.0
8th	12 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	36.4	36.3	36.0
9th	12 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.2	48.5	47.0
10th	12 Feb '05	14.00	Cloudy Sky	42.0	46.0	44.2
11th	13 Feb '05	10.00	Cloudy Sky	38.5	44.8	43.0
12th	13 Feb '05	12.00	Cloudy Sky	40.3	47.0	45.4

หมายเหตุ : เปิดช่องเปิดรับแสงทางทิศใต้ขณะดวงอาทิตย์เดินทางอ้อมใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายละเอียดผลการทดลอง

การศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวระนาบภายใน (การทดลองที่ 4.2.4.1)

No	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF
1st	24 March '05	12.00	Clear Sky	31,000	260	0.80	95	0.36	400	1.30	197	0.63	490	1.58	236	0.76
2nd	26 March '05	15.00	Clear Sky	23,500	179	0.71	75	0.32	266	1.07	133	0.54	431	1.80	171	0.69
3rd	27 March '05	14.00	Cloudy Sky	23,000	176	0.75	76	0.32	266	1.13	109	0.46	427	1.81	165	0.70
4th	27 March '05	16.00	Cloudy Sky	19,500	110	0.56	61	0.31	160	0.82	117	0.6	390	2.0	139	0.70

การศึกษาขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก (การทดลองที่ 4.2.4.2)

No	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF
1st	26 March '05	12.00	Clear Sky	23,500	259	1.10	98	0.40	348	1.48	126	0.53	429	1.82	164	0.69
2nd	26 March '05	15.00	Cloudy Sky	23,000	240	1.00	85	0.36	460	2.00	135	0.58	500	2.17	175	0.76
3rd	27 March '05	14.00	Cloudy Sky	23,000	262	1.06	94	0.38	462	1.80	139	0.58	619	2.60	194	0.80
4th	27 March '05	16.00	Cloudy Sky	19,500	210	1.00	83	0.42	350	1.80	127	0.65	680	3.48	163	0.83

การศึกษาลักษณะรูปแบบพื้นที่สะท้อนแสงภายใน (การทดลองที่ 4.2.4.3)

No	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF
1st	26 March '05	12.00	Clear Sky	29,500	390	1.32	197	0.66	624	2.10	210	0.71	490	1.66	200	0.67
2nd	26 March '05	15.00	Cloudy Sky	23,000	342	1.48	159	0.69	489	2.10	178	0.77	379	1.65	167	0.72
3rd	27 March '05	14.00	Cloudy Sky	23,500	342	1.44	156	0.64	488	2.0	139	0.71	389	1.63	161	0.66
4th	27 March '05	16.00	Cloudy Sky	19,500	287	1.47	107	0.54	350	1.80	127	0.59	325	1.66	109	0.55

การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นที่สะท้อนแสงภายใน (การทดลองที่ 4.2.4.4)

No	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF	IN ERROR ILLUMINA IE (lux)	DF
1st	26 March '05	13.00	Cloudy Sky	23,500	378	1.53	146	0.59	412	1.66	153	0.61	478	1.90	173	0.70
2nd	26 March '05	15.00	Cloudy Sky	23,500	343	1.56	128	0.58	390	1.75	134	0.60	463	2.07	152	0.68
3rd	27 March '05	14.00	Cloudy Sky	23,000	345	1.50	132	0.57	390	1.70	131	0.57	467	2.00	144	0.62
4th	27 March '05	16.00	Cloudy Sky	19,000	319	1.56	128	0.58	390	1.75	134	0.60	463	2.07	152	0.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายละเอียดผลการทดลอง

การศึกษาตำแหน่งติดตั้งแผงสะท้อนแสงนอก (การทดลองที่ 4.2.4.5)

No	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF
1st	26 March '05	13.00	Cloudy Sky	23,300	330	1.45	118	0.53	377	1.67	111	0.50	333	1.48	110	0.49
2nd	26 March '05	15.00	Cloudy Sky	24,300	378	1.50	130	0.53	425	1.70	127	0.52	392	1.60	131	0.53
3rd	27 March '05	14.00	Cloudy Sky	22,000	342	1.50	110	0.50	392	1.78	115	0.52	345	1.56	103	0.46
4th	27 March '05	16.00	Cloudy Sky	19,000	256	1.34	109	0.57	283	1.48	95	0.50	345	1.20	97	0.51

การศึกษาระยะความสูงติดตั้งแผงสะท้อนแสงภายนอก (การทดลองที่ 4.2.4.6)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF
1st	26 March '05	13.00	Cloudy Sky	23,300	330	1.45	118	0.53	377	1.67	111	0.50	333	1.48	110	0.49
2nd	26 March '05	15.00	Cloudy Sky	24,300	378	1.50	130	0.53	425	1.70	127	0.52	392	1.60	131	0.53
3rd	27 March '05	14.00	Cloudy Sky	22,000	342	1.50	110	0.50	392	1.78	115	0.52	345	1.56	103	0.46
4th	27 March '05	16.00	Cloudy Sky	19,000	256	1.34	109	0.57	283	1.48	95	0.50	345	1.20	97	0.51

การศึกษาลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงภายนอก (การทดลองที่ 4.2.4.7)

No	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF
1st	27 March '05	12.00	Cloudy Sky	27,000	395	1.46	129	0.47	410	1.55	159	0.58	478	1.77	176	0.65
2nd	27 March '05	13.00	Cloudy Sky	24,500	340	1.40	111	0.45	381	1.55	133	0.54	444	1.81	140	0.57
3rd	28 March '05	14.00	Cloudy Sky	25,400	362	1.45	146	0.57	390	1.53	143	0.56	452	1.77	145	0.57
4th	28 March '05	16.00	Cloudy Sky	25,000	271	1.50	135	0.55	394	1.60	143	0.57	457	1.80	155	0.63

การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนแผงสะท้อนแสงภายนอก (การทดลองที่ 4.2.4.8)

No	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF
1st	27 March '05	12.00	Cloudy Sky	27,000	421	1.55	177	0.65	412	1.52	124	0.45	475	1.75	159	0.58
2nd	27 March '05	13.00	Cloudy Sky	24,500	379	1.54	140	0.57	390	1.59	110	0.44	419	1.71	171	0.69
3rd	28 March '05	14.00	Cloudy Sky	23,500	385	1.55	160	0.65	388	1.60	120	0.48	432	1.75	160	0.64
4th	28 March '05	15.00	Cloudy Sky	21,700	330	1.52	156	0.71	335	1.54	113	0.52	398	1.83	136	0.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายละเอียดผลการทดลอง

การศึกษามุมรับแสงแผงสะท้อนแสงภายนอก (การทดลองที่ 4.2.4.9)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF
1st	27 March '05	12.00	Cloudy Sky	27,000	510	1.80	189	0.71	385	1.40	179	0.46	360	1.33	180	0.66
2nd	27 March '05	13.00	Cloudy Sky	24,000	443	1.76	171	0.69	364	1.47	154	0.52	342	1.39	158	0.63
3rd	28 March '05	14.00	Cloudy Sky	25,400	435	1.71	181	0.73	370	1.45	143	0.56	348	1.37	145	0.57
4th	28 March '05	15.00	Cloudy Sky	21,700	402	1.80	157	0.70	352	1.62	136	0.60	336	1.54	137	0.63

การศึกษาวัสดุผิวสะท้อนพื้นสะท้อนแสงแนวระนาบภายนอก (การทดลองที่ 4.2.4.10)

No.	DATE	TIME	SKY COMPONENT	EXTERIOR ILLUMINATE	ชุดทดลองที่ 1				ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
					A1		A2		B1		B2		C1		C2	
					IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF	IN DOOR ILLUMINA TE (lux)	DF
1st	27 March '05	13.00	Cloudy Sky	25,000	376	1.50	146	0.58	391	1.56	139	0.55	385	1.54	142	0.56
2nd	27 March '05	14.00	Cloudy Sky	24,500	352	1.45	150	0.61	360	1.47	145	0.59	363	1.48	131	0.53
3rd	28 March '05	15.00	Cloudy Sky	23,000	343	1.50	138	0.60	346	1.52	130	0.57	354	1.55	128	0.55
4th	28 March '05	16.00	Cloudy Sky	19,800	312	1.57	130	0.65	325	1.64	127	0.64	345	1.74	115	0.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายวิธวัช อธิกูล เกิดเมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2517 ที่จังหวัดยะลา สำเร็จการศึกษา Bachelor of Science in Architecture (Bs.Arch) จาก University of Northern Philippines ปีการศึกษา 2541 และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (เทคนิคสถาปัตยกรรม) จากวิทยาลัยเทคนิคดุสิต

ปี พ.ศ. 2545 – ปัจจุบัน เป็นพนักงานบริษัท เซ็นทริส จำกัด ตำแหน่ง Designer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้