การทดสอบการสะท้อนแสงธรรมชาติจากด้านบน เพื่อกระจายแสงสว่างให้กับอาคารพาดช่วงกว้าง

TESTING OF REFLECTED NATURAL LIGHT ON THE ROOFTOP FOR DIFFUSED IN A LONG SPAN BUILDING

ธัมม์วริทธิ์ ตาลจรัส

THAMWARIT TANCHARAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AR-M-002-020

การทดสอบการสะท้อนแสงธรรมชาติจากด้านบน เพื่อกระจายแสงสว่างให้กับอาคารพาดช่วงกว้าง

TESTING OF REFLECTED NATURAL LIGHT ON THE ROOFTOP FOR DIFFUSED IN A LONG SPAN BUILDING

ธัมม์วริทธิ์ ตาลจรัส

THAMWARIT TANCHARAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2559

KMITL-2016-AR-M-002-020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TESTING OF REFLECTED NATURAL LIGHT ON THE ROOFTOP FOR DIFFUSED IN A LONG SPAN BUILDING

THAMWARIT TANCHARAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2016

KMITL-2016-AR-M-002-020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การทดสอบการสะท้อนแสงธรรมชาติจากด้านบนเพื่อกระจายแสงสว่างให้กับอาคารพาดช่วงกว้าง
TESTING OF REFLECTED NATURAL LIGHT ON THE ROOFTOP FOR DIFFUSED IN A LONG SPAN BUILDING

นักศึกษา นายธัมม์วริทธิ์ ตาลจรัส
รหัสประจำตัว 54620507
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ศุทธา ศรีเผด็จ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ธีรมน ไวโรจนกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ศุทธา	ศรีเผด็จ	
รองศาสตราจารย์ธีรมน	ไวโรจนกิจ	
รองศาสตราจารย์สุพัฒน์	บุณยฤทธิกิจ	
รองศาสตราจารย์ชนินทร์	ทิพโยภาส	
อาจารย์ ดร.รวิช	ควรประเสริฐ	
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญา	รังสิรักษ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 21 กรกฎาคม 2559 เวลา 09.00 น.
สถานที่สอบ กลุ่มวิชาสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่ 29 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทดสอบการสะท้อนแสงธรรมชาติจากด้านบน เพื่อกระจายแสงสว่างให้กับอาคารพาดช่วงกว้าง
นักศึกษา	นายธัมม์วริทธิ์ ตาลจรัส
รหัสประจำตัว	54620507
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ศุทธา ศรีเผด็จ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ

บทคัดย่อ

การนำแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารโดยส่วนใหญ่เป็นการเปิดช่องแสงเข้ามาทางผนัง หรือด้านข้างอาคาร ปริมาณแสงนั้นส่องเข้ามายังส่วนลึกของอาคารได้ไม่มากนัก โดยเฉพาะอาคารพาดช่วงกว้าง เช่น โกดัง โรงงาน โรงอาหาร เป็นต้น แสงส่องเข้าไม่ถึงจึงต้องใช้แสงประดิษฐ์เข้าช่วย ถือเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานในขณะที่ยังมีแสงธรรมชาติมากพอต่อการใช้งาน การนำแสงธรรมชาติเข้ามาด้านบนถือเป็นทางเลือกแก้ปัญหาที่น่าสนใจ การนำแสงเข้าจากทางหลังคานั้น มีทั้งปริมาณความร้อนและความสว่างที่สูง ไม่ควรนำแสงเข้ามาใช้โดยตรง ควรทำให้เกิดการสะท้อนของแสงก่อนเข้ามายังภายในอาคาร เพื่อลดความร้อน และความจ้าของแสง

จากการศึกษารูปแบบแสงธรรมชาติจากด้านบน พบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน คือ ช่องเปิดรับแสงด้านบนกว้าง 0.24 เมตร ยาว 0.24 เมตร สูง 0.24 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบนกับวัสดุสะท้อนแสงสีขาวชนิดเรียบแบน เท่ากับ 0.10 เมตร กว้าง 0.44 เมตร ยาว 0.44 เมตร ขนานกับฝ้าเพดานที่มีประสิทธิภาพดีในการสะท้อนแสงมากที่สุด เพื่อให้ได้มุมสะท้อนของแสงนั้นไม่กระจายตัวมากเกินไป ระนาบพื้นที่รับแสงที่เหมาะสมในการทดลองนี้คือสูง 0.60 เมตร ได้รับปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่ใช้งานได้ประสิทธิภาพสูงสุด อัตราส่วนที่เหมาะสม ในงานอาคารพาดช่วงกว้างมีอัตราส่วน ความสูงจากวัสดุสะท้อนถึงฝ้าเพดาน ต่อ ความสูงจากพื้นถึงฝ้า คือ 1:6 และอัตราส่วนพื้นที่ผิวโดยรอบช่องแสงด้านบนทั้ง 4 ด้าน ต่อ พื้นที่ช่องรับแสงฝ้าเพดาน ต่อ พื้นที่แผ่นสะท้อนแสง คือ 4:1:3 โดยช่วงเวลา 10:00-14:00 นาฬิกา เป็นช่วงที่เหมาะสมแก่การใช้งานมากที่สุด เพื่อให้แสงตกกระทบพื้นที่ใช้งานเกิดการซ้อนทับกัน ปริมาณแสงมีความสม่ำเสมอภายในอาคาร และสามารถใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Testing of Reflected Natural Light on the Rooftop for Diffused in a Long Span Building
Student	Mr.Thamwarit Tancharat
Student ID.	54620507
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2016
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Sutta Sriphadej
Co-Advisor	Assoc.Prof. Teeramon Wairotchanakit

ABSTRACT

Bringing natural light into a building is mostly done through the opening in a wall or the side of the building; however, the light cannot cover every part of the building, particularly, for such long-span structures as warehouses, factories or canteens. Not having enough natural light means the introduction of artificial light, leading to the waste of energy since actually there is a lot of natural light to be harnessed. Bringing natural light into the building from the top of the building is a preferable solution but it should not be brought in directly because the height of the building can pose the same problem – light cannot cover the whole area – and the amount of the heat coming through the roof can be too intense. The natural light, therefore, should be reflected before coming into the building to reduce the intensity of the heat and the glare.

The study found that the size of the rooftop clerestory for natural light should be width 0.24 meters length 0.24 meters height 0.24 meters and the suitable distance between the rooftop clerestory and the reflective material should be 0.10 meters. The width 0.44 meters length 0.44 meters reflector should be of flat white material and be parallel to the ceiling so that the light will not be reflected too much. The suitable height of the plane receiving the reflected light should be at 0.60 meters. At this height, the light is effectively reflected. As for the long-span structure, the ideal ratio of the height of the reflector to the ceiling to the height from the floor to the ceiling should be 1:6 and the ratio of the space between the four sizes of the reflector at the roof to the area of the clerestory at the ceiling to the area of the reflector is 4:1:3. The most suitable period for using the rooftop clerestory is from 10.00 a.m. to 14.00 p.m. and artificial lighting can be effectively supplemented.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ดีด้วยคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ศุทธา ศรีเผด็จ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ และ รศ.ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์ ผู้ที่มีความตั้งใจให้ความรู้มอบประสบการณ์คำสอนสั่ง และโอกาสที่สำคัญแก่ข้าพเจ้า และขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะกรรมการสอบทุกท่าน เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาอาจารย์ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ยินดีถ่ายทอดองค์ความรู้ต่างๆ อันเป็นประโยชน์แก่การนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับวิชาชีพข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ ผศ.โอชกร ภาคสุวรรณ ที่ยินดีแปลชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์เป็นภาษาอังกฤษ

ขอขอบคุณปุญยนุชวิภา เสนคำ ที่ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือทางด้านแรงกาย แรงใจ ร่วมกันตลอดการทำงาน และถือเป็นหนึ่งในกำลังสำคัญในการดำเนินชีวิตตลอดมา

ขอขอบคุณพิศาล พลอาวุธ และครอบครัว ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทดลอง ให้ความสะดวกสบายในการทดลอง และจัดเก็บอุปกรณ์

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นสถาปัตยกรรมเขตร้อนทุกท่าน ที่ได้ร่วมเรียนกันมาด้วยความขยันขันแข็ง อดทน ช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกัน ได้แลกเปลี่ยนทัศนคติ ประสบการณ์ แนวความคิด อันถือเป็นมิตรภาพที่ดีงามตลอดไป

สุดท้ายข้าพเจ้าขอมอบคุณประโยชน์ และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้แก่ บิดา มารดา และน้องชาย ของข้าพเจ้าที่เป็นแรงผลักดัน เป็นแรงส่ง ในการดำรงชีวิต การทำงาน และการศึกษา ทำให้ผ่านปัญหาอุปสักอันยากลำบากไปด้วยดี ถึงแม้ว่าบางอย่างจะมีความเป็นไปได้น้อยมาก แต่ก็ไม่ย่อท้อ ด้วยความเชื่อ ความหวัง และกำลังใจที่มีอยู่โดยรอบ จึงทำทุกอย่างให้ถึงที่สุด จนข้าพเจ้าประสบความสำเร็จได้จนถึงทุกวันนี้ และภายภาคหน้าสืบไป

นายธัมม์วริทธิ์ ตาลจรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ VII

สารบัญตาราง IX

สารบัญรูป X

สารบัญกราฟ XIV

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา และปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 สมมุติฐานการวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 ระเบียบวิจัย 3

1.6 แผนการวิจัย 5

บทที่ 2 ทฤษฎี และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.1.1 การโคจรของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า 5

2.1.2 แหล่งที่มาของแสงธรรมชาติ 9

2.1.3 พฤติกรรมของแสง 13

2.1.4 การใช้แสงธรรมชาติในอาคาร 15

2.1.5 การคำนวณแสงธรรมชาติภายในอาคาร (Daylight Factor Method) 16

2.1.6 หลักการในการใช้แสงธรรมชาติ 18

2.1.7 รูปแบบช่องเปิดเพื่อรับแสงธรรมชาติ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.8 รูปทรงของช่องเปิดด้านบน 20
2.1.9 แนวคิดการใช้อุปกรณ์สะท้อนแสงเข้าสู่อาคาร 22
2.1.10 ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่างๆ (Typical Reflectance Factor) 24
2.1.11 ค่าการสะท้อนจากสีต่างๆ (Reflect of color) 25
2.1.12 เปอร์เซ็นต์ในการสะท้อนแสงสว่างของส่วนต่างๆภายในห้อง 26
2.1.13 มาตรฐานการส่องสว่าง 27
2.1.14 อาคารพาดช่วงกว้าง 28
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29
2.2.1 ศึกษารูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบน ที่ไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร 29
2.2.2 การศึกษารูปแบบและแนวทางพัฒนาประสิทธิภาพช่องเปิด รับแสงธรรมชาติด้านบนแบบหลังคามอนิเตอร์ 30

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 32
3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง 32
3.1.1 แบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง 32
3.1.2 เครื่องมือวัดค่าแสง 34
3.2 สถานที่ทำการทดลอง 35
3.3 การเตรียมวัสดุทดลองกับแบบจำลองในสภาพแสงจริง 36
3.4 การเลือกช่วงเวลามุมแดดในการทดลอง 37
3.5 การทดสอบรูปแบบการสะท้อนของแสง 39
3.5.1 แบบจำลองที่ 1 39
3.5.2 แบบจำลองที่ 2 39
3.5.3 แบบจำลองที่ 3 40
3.5.4 แบบจำลองที่ 4 40
3.5.5 แบบจำลองที่ 5 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 การเตรียมแบบจำลองในการสะท้อนของแสงจากด้านบน 41
3.6.1 การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นสะท้อนขึ้นฝ้าชนิดเรียบแบน 42
3.6.2 การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นสะท้อนขึ้นฝ้าชนิดโค้งเว้าหงาย 46
3.6.3 การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นสะท้อนขึ้นฝ้าชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย 54
3.7 การเลือกค่า Daylight Factor (%) ในการทดลอง 64
3.8 การทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลอง 66

บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 69
4.1 การวัดค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลองทั้ง 6 แบบ 69
4.1.1 แบบจำลองที่ 1 (1/80/W) 70
4.1.2 แบบจำลองที่ 2 (1/60/W) 72
4.1.3 แบบจำลองที่ 3 (3/80/W) 74
4.1.4 แบบจำลองที่ 4 (3/60/W) 76
4.1.5 แบบจำลองที่ 5 (17/80/W) 78
4.1.6 แบบจำลองที่ 6 (17/60/W) 80
4.2 การเพิ่มประสิทธิภาพความสว่างโดยการเปลี่ยนแปลงวัสดุสะท้อน 82
4.2.1 แบบจำลองที่ 7 (3/80/A/10:00) 83
4.2.2 แบบจำลองที่ 8 (3/80/M/10:00) 85
4.2.3 แบบจำลองที่ 9 (3/80/W/10:00) 87
4.2.4 แบบจำลองที่ 10 (3/80/A/12:00) 89
4.2.5 แบบจำลองที่ 11 (3/80/M/12:00) 91
4.2.6 แบบจำลองที่ 12 (3/60/A/10:00) 93
4.2.7 แบบจำลองที่ 13 (3/60/M/10:00) 95
4.3.8 แบบจำลองที่ 14 (3/60/W/10:00) 97
4.3.9 แบบจำลองที่ 15 (3/60/A/12:00) 99
4.3.10 แบบจำลองที่ 16 (3/60/M/12:00) 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 104
ข้อเสนอแนะ 106
บรรณานุกรม 108
ภาคผนวก ก 110
ภาคผนวก ข 112
ประวัติผู้เขียน 122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงการแบ่งประเภทของท้องฟ้าจากปริมาณของเมฆในท้องฟ้า 11

2.2 แสดงความสามารถในการสะท้อนแสงของพื้นผิวแต่ละชนิด 13

2.3 แสดงค่าสภาพสะท้อนความเข้มของวัสดุต่างๆ (Reflectivity of Material).....24

2.4 แสดงการเปรียบเทียบการสะท้อน ของสีต่างๆเพื่อประกอบการให้สีภายในอาคาร 25

2.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ในการสะท้อนแสงสว่างของส่วนต่างๆภายในห้อง 26

2.7 แสดงเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่าง CIE และ IES (USA) ตามพื้นที่ใช้งาน 27

3.1 แสดงรูปแบบชนิดการสะท้อนทั้ง 5 ชนิด 33

3.2 แสดงแบบฟอร์มบันทึกค่าความสว่างภายในแบบจำลอง.....37

3.3 แสดงตารางเปรียบเทียบหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่ตกกระทบของแสงจากการทดลองที่ 1-20 62

3.4 แสดงผลการทดลองรูปแบบของแผ่นสะท้อนแสงที่ผ่านการคัดเลือก 63

3.4 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างท้องฟ้าทุกชั่วโมงในกรุงเทพมหานคร (kLUX) 64

3.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า Daylight Factor (%) จากการทดสอบ 2 ครั้ง 67

4.1 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 1 และ Daylight Factor (%).....70

4.2 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 2 และ Daylight Factor (%).....72

4.3 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 3 และ Daylight Factor (%).....74

4.4 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 4 และ Daylight Factor (%).....76

4.5 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 5 และ Daylight Factor (%).....78

4.6แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 6 และ Daylight Factor (%).....80

4.7 แสดงการค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลองทั้ง 6 แบบ.....82

4.8 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 7 และ Daylight Factor (%).....83

4.9 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 8 และ Daylight Factor (%).....85

4.10 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 9 และ Daylight Factor (% .....)87

4.11 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 10 และ Daylight Factor (%).....89

4.12 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 11 และ Daylight Factor (%).....91

4.13 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 12 และ Daylight Factor (%).....93

4.14 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 13 และ Daylight Factor (%).....95

4.15 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 14 และ Daylight Factor (%).....97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.16 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 15 และ Daylight Factor (%) 99
4.17 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 16 และ Daylight Factor (%) 101
4.16 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุสะท้อนภายในแบบจำลองในเวลา 10:00 น. และ 12:00 น. ...103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงแผนการวิจัย....5

2.1 แสดงมุมของแดดที่ส่องมายังอาคาร จะเกิดมุมในแนวตั้ง (Altitude Angel) และมุมในแนวราบ หรือแนวนอน (Azimuth Angle) กับแกน เหนือ-ใต้....6

2.2 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์เมื่อเวลาเที่ยงวัน วันที่ 22 ธันวาคม....7

2.3 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์เมื่อเวลาเที่ยงวัน วันที่ 22 ธันวาคม....7

2.4 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์เมื่อเวลาเที่ยงวัน วันที่ 22 ธันวาคม....8

2.5 แสดงมุมของแสงแดดที่ส่องจากทิศเหนือ (วันที่ 22 มิถุนายน) และส่องทางทิศใต้ (วันที่ 22 ธันวาคม) ในเวลาเที่ยงวันเป็นมุมเฉียง ของดวงอาทิตย์ ในวันที่ดวงอาทิตย์ส่องทางทิศเหนือ และทิศใต้มากที่สุด....8

2.6 แสดง Solar Chart ละติจูดที่ 14° เหนือ (กรุงเทพฯ)....9

2.7 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้าสู่บรรยากาศโลกตามวันเวลาและฤดูกาล....10

2.8 แสดงสภาพท้องฟ้าโปร่งใสไม่มีเมฆปกคลุม (Clear Sky)....11

2.9 แสดงสภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky)....12

2.10 แสดงสภาพท้องฟ้าปิด (Overcast Sky)....12

2.11 แสดงการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา....14

2.12 แสดงการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงาบางส่วน หรือแบบมีทิศทางบางส่วน....14

2.13 แสดงการสะท้อนแบบกระจายแสงสมบูรณ์....15

2.14 แสดงการสะท้อนแบบกระจัดกระจาย....15

2.15 แสดง Daylight Factor Average....17

2.16 แสดง Daylight Factor Point....18

2.17 แสดงคุณภาพของแสงที่เข้ามาจากด้านข้าง และด้านบน....20

2.18 แสดงรูปแบบหลังคาทรงมอนิเตอร์ (Monitor Roof)....21

2.19 แสดงรูปแบบหลังคาทรงฟันเลื่อย (Sawtooth)....21

2.20 แสดงรูปแบบหลังคาทรงสกายไลท์ (Skylight)....22

2.21 แสดงรูปแบบแนวคิดการสะท้อนแสงด้านบน ด้วยวัสดุสะท้อนชนิดโค้ง....23

2.22 แสดงรูปแบบแนวคิดการสะท้อนแสงด้านบน ด้วยวัสดุสะท้อนชนิดจั่ว....23

2.23 แสดงรูปแบบแนวคิดการสะท้อนแสงด้านบน ด้วยวัสดุสะท้อนชนิดจั่วโค้ง....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.24 แสดงแสงตกกระทบกับตัวอย่างรูปทรงวัสดุสะท้อนและทิศทางของการกระจายแสง 24

2.25 แสดงเปอร์เซ็นต์ในการสะท้อนแสงสว่างของส่วนต่างๆภายในห้อง.....26

2.26 แสดงรูปทรงหลังคาโครงถัก (Truss) 28

3.1 แสดงแบบจำลองรูปแบบ และวัสดุในการทำแบบจำลอง.....33

3.2 แสดงแปลนตำแหน่งในการวัดปริมาณแสง 25 จุด บนพื้นที่รับแสง.....34

3.3 แสดงอุปกรณ์วัดค่าแสงลักซ์มิเตอร์ (LUX Meter) 35

3.4 แสดงสถานที่ทดลองพื้นที่ส่วนกลางหมู่บ้านพฤกษา 50 รามคำแหง (ซอยมิสทีน) 35

3.5 แสดงการเตรียมวัสดุทดลองกับแบบจำลองในสภาพแสงจริง.....36

3.6 แสดงเวลามุมแดดขึ้นมุมต่ำสุดเวลา 10:00 38

3.7 แสดงช่วงเวลามุมแดดขึ้นสูงสุด 12:00.....38

3.8 แสดงเวลามุมแดดขึ้นมุมต่ำสุดเวลา 14:00 38

3.9 แสดงแบบจำลองที่ 1 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดแบนเรียบ 39

3.10 แสดงแบบจำลองที่ 2 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดจั่ว.....39

3.11 แสดงแบบจำลองที่ 3 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดโค้งเว้าคว่ำ 40

3.12 แสดงแบบจำลองที่ 4 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดโค้งเว้าหงาย 40

3.13 แสดงแบบจำลองที่ 5 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดจั่วโค้งหงาย 41

3.14 แสดงรูปแบบจำลองปริมาณแสงส่องเข้ามายังพื้นที่วัดแสง.....41

3.15 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 1.....42

3.16 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 2.....43

3.17 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 3.....44

3.18 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 4.....45

3.19 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 5.....46

3.20 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 6.....47

3.21 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 7.....48

3.22 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 8.....49

3.23 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 9.....50

3.24 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 10.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.25 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 11.....52
3.26 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 12.....53
3.27 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 13.....54
3.28 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 14.....55
3.29 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 15.....56
3.30 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 16.....57
3.31 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 17.....58
3.32 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 18.....59
3.33 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 19.....60
3.34 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 20.....61
3.35 แสดงการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบจำลองที่ 1 ทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าปริมาณแสง.66
4.1 แสดงการทดลองวัดค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลองในสภาพแสงจริง.....69
4.2 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 1.....71
4.3 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 1 71
4.4 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 2.....73
4.5 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 2 73
4.6 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 3.....75
4.7 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 3 75
4.8 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 4.....77
4.9 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 4 77
4.10 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 5.....79
4.11 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 5 79
4.12 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 6.....81
4.13 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 6 81
4.14 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 7.....84
4.15 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 7 84
4.16 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 8.....86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.17 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 8 86
4.18 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 9.....88
4.19 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 9 88
4.20 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 10.....90
4.21 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 10 90
4.22 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 11.....92
4.23 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 11 92
4.24 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 12.....94
4.25 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 12 94
4.26 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 13.....96
4.27 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 13 96
4.28 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 14.....98
4.29 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 14 98
4.30 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 15.....100
4.31 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 15 100
4.32 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 16.....102
4.33 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 16 102
5.1 แสดงการออกแบบช่องแสง และปริมาณความสว่างบริเวณพื้นที่ใช้งานเวลา 12:00 น.....105
5.2 แสดงแนวตัดภายในที่เกิดการซ้อนทับกันของแสง ในช่วงเวลา 10:00-14:00 น. 106
5.3 แสดงปริมาณความสว่างที่ตกกระทบพื้นที่ภายในด้วยโปรแกรม Surfer V.8.0 106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟที่ หน้า

3.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า Daylight Factor (%) จากการทดสอบ 2 ครั้ง.....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และปัญหา

รูปแบบของสถาปัตยกรรม ถือเป็นหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ มีรูปแบบลักษณะความแตกต่างไปตามแต่ละภูมิประเทศ เพราะอิทธิพลของดวงอาทิตย์ที่ทำมุมกับโลก ทำให้เกิดผลกระทบมากกับการออกแบบงานสถาปัตยกรรม การออกแบบสถาปัตยกรรมให้สอดคล้องกันจึงมีผลให้มนุษย์มีคุณภาพชีวิตที่ดีตามไปด้วย มนุษย์นั้นมีการใช้พลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันที่สูง เราใช้พลังงานกันมากขึ้นทุกวัน จึงทำให้พลังงานที่ใช้กันทั่วไปย่อมหมดลงไปทุกวัน ดังนั้นเราควรใช้พลังงานให้อย่างมีประสิทธิภาพ จากอดีตถึงปัจจุบันรวมไปจนถึงอนาคตมีพลังงานชนิดหนึ่งที่ใช้กันได้ทุกบ้านทุกครัวเรือน โดยไม่มีวันหมดกระจายตัวอยู่ทุกพื้นที่บนโลกนี้นั่น คือ “พลังงานจากแสงอาทิตย์” แสงสว่างจากธรรมชาติ (Day Lighting) ซึ่งถือเป็นพลังงานสะอาด สามารถนำมาทดแทนแสงประดิษฐ์ที่ใช้พลังงานในการส่องสว่างในเวลากลางวันได้เป็นอย่างดี ในประเทศไทยนั้นมีปริมาณแสงที่มาก และมีช่วงเวลากลางวันยาวนานตลอดปี ดังนั้นเราสามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร เป็นการช่วยลดพลังงานจากการใช้แสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Artificial Lighting) ในช่วงเวลากลางวันได้

เนื่องจากสภาวะโลกของเรามีการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมสูงขึ้น ในขณะที่มนุษย์เราต่างได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนั้นทั้งทางตรง และทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็น สภาวะโลกร้อน ภัยธรรมชาติต่างๆ ที่ทวีความรุนแรงขึ้น และการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมต่างๆ นั้นเป็นผลมาจากการกระทำของมนุษย์เราทั้งสิ้น ในปัจจุบันได้มีการรณรงค์ลดการใช้พลังงานขึ้นทั่วโลก เพราะเราได้ใช้พลังงานบนโลกนี้อย่างสิ้นเปลืองทั้งจากอดีตมาตลอดจนถึงปัจจุบัน และยังคงมีการใช้พลังงานกันอย่างต่อเนื่องในปริมาณสูงขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของธรรมชาติขึ้นมากมาย เกิดภัยธรรมชาติอย่างรุนแรง เกิดภาวะโลกร้อน เป็นต้น การลดการใช้พลังงานสามารถทำได้หลายอย่าง ทุกคนสามารถนำพลังงานจากธรรมชาติเข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวันให้ได้ ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นในการประหยัดพลังงาน แล้วยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าได้อีกด้วย

การนำแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารโดยส่วนใหญ่แล้ว เป็นการเปิดช่องแสงเข้ามาทางผนังหรือด้านข้างอาคาร เพื่อรับแสงจากภายนอกที่ไม่ร้อน และจ้าจากแสงอาทิตย์โดยตรง แต่แสงเข้ามาจากด้านข้างนั้นส่องเข้ามายังส่วนลึกของอาคารได้ไม่มากนัก โดยเฉพาะอาคารพาดช่วงกว้าง เช่น พิพิธภัณฑ์ หอประชุม โกดัง โรงงาน โรงอาหาร เป็นต้น ดังนั้นพื้นที่ภายในอาคารในส่วนที่ลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าไป แสงจึงค่อยๆน้อยลง จึงต้องใช้แสงประดิษฐ์เข้าช่วยในการส่องสว่างในเวลากลางวัน เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานในขณะที่เรายังมีปริมาณแสงที่มากพอในการใช้งาน

แสงธรรมชาติที่เข้ามาจากด้านบน ในส่วนของหลังคานั้นเป็นพื้นที่รับแสงแดดส่วนแรกของอาคาร บริเวณดังกล่าวจึงมีปริมาณความร้อน และความสว่างสูง ไม่ควรนำแสงเข้ามาใช้โดยตรง ควรทำให้เกิดการสะท้อนของแสงก่อนเข้ามาภายในอาคาร เพื่อลดปริมาณความร้อน และความจ้าของแสงอาทิตย์ การเพิ่มปริมาณแสงสว่างจากด้านบนให้กับอาคารพาดช่วงกว้างที่มีขนาดความสูงชั้นเดียวนั้น สามารถออกแบบให้แสงกระจายได้อย่างทั่วถึงบริเวณใช้งาน และมีคุณภาพของแสงที่เหมาะสม ถือเป็นการให้แสงสว่างบริเวณโดยทั่วไป ดังนั้นการนำแสงธรรมชาติเข้ามาด้านบนถือเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาที่น่าสนใจ จึงเป็นที่มาของวิทยานิพนธ์นี้

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.2.1 ศึกษาแนวทางการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารจากช่องเปิดด้านบน ด้วยขนาดที่เหมาะสมกับปริมาณแสง เพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างให้กับอาคารช่วงกว้าง

1.2.2 ศึกษารูปแบบ และชนิดของวัสดุสะท้อน ที่เหมาะสมต่อการใช้งานภายในอาคาร

1.2.3 ศึกษาอัตราส่วนของช่องแสงธรรมชาติด้านบน ให้สัมพันธ์กับสัดส่วนอาคาร เพื่อให้ได้คุณภาพแสงที่ดี

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 กำหนดพิกัดที่ตั้งทำการศึกษาทดลองในเขตกรุงเทพมหานคร ละติจูดที่ 14°N

1.3.2 ศึกษาทำการวิจัยเชิงทดลองในแบบหุ่นจำลองกับสภาพแวดล้อมจริง โดยใช้หุ่นจำลองขนาดกว้าง 1.20 เมตร ยาว 1.20 เมตร สูง 0.80 เมตร เป็นขนาดที่ไม่ต้องต่อความยาววัสดุ เพื่อให้ได้ความแม่ยำในการเก็บข้อมูล สะดวกในการใช้เครื่องมือในการวัดแสงภายใน และเคลื่อนย้ายได้ง่าย

1.3.3 ทิศทางการรับแสงในการทดลองทำมุมตั้งฉากกับพื้นดิน

1.3.4 ศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความสว่างภายในอาคาร ได้แก่

- ขนาดของช่องแสง ด้านบนของแบบจำลอง
- รูปแบบของอุปกรณ์สะท้อนแสง ขนาดและระยะการติดตั้งใต้ช่องแสง
- ชนิดของวัสดุสะท้อนที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแสง
- อัตราส่วนของแบบจำลองที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศึกษาเฉพาะเรื่องการสะท้อนของแสงธรรมชาติเท่านั้น เพราะมีเวลาในการทดลองที่จำกัด เรื่องความร้อนที่มาพร้อมกับแสงไม่นำมาประกอบกับการทดลอง

1.3.5 ประเมินการส่องสว่างภายในหุ่นจำลองในเชิงปริมาณ โดยใช้เกณฑ์ค่าความส่องสว่างมาตรฐานให้เหมาะสมต่อการใช้งานอาคารที่มีโครงสร้างพาดช่วงกว้าง และใช้สายตาไม่มาก

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

1.4.1 ขนาดของอัตราส่วนของอุปกรณ์สะท้อนกับอาคารที่เหมาะสม สามารถช่วยเพิ่มปริมาณแสงสว่างให้กับอาคาร และช่วยลดปริมาณการใช้แสงประดิษฐ์ที่ไม่จำเป็น

1.4.2 การใช้วัสดุสะท้อนที่มีค่าการสะท้อนแสงสูง ช่วยเพิ่มการสะท้อนแสงภายในให้ดีขึ้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถเลือกใช้รูปแบบ และอัตราส่วนของอุปกรณ์สะท้อนกับอาคารที่ได้ นำไปประยุกต์ใช้ เพื่อให้ได้คุณภาพแสงที่เหมาะสมในการใช้งาน

1.5.2 สามารถใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ในส่วนที่แสงด้านข้างเข้าไม่ถึงได้ ถือเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า และลดค่าใช้จ่ายได้ส่วนหนึ่ง

1.5.3 สามารถนำรูปแบบการจัดระยะห่างของช่องแสง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ ให้แสงกระจายได้อย่างทั่วถึงในอาคาร

1.6 ระเบียบวิจัย

1.6.1 ศึกษาความเป็นมา และปัญหา

1.6.2 ศึกษาทฤษฎี แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

- ความสัมพันธ์ระหว่างแสงแดดที่มีต่อโลก
- ทฤษฎีเกี่ยวกับการให้แสงสว่าง
- การใช้แสงธรรมชาติในอาคาร
- ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่างๆ
- มาตรฐานการส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.3 ตั้งวัตถุประสงค์ ขอบเขต สมมุติฐาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.4 วางแผนวิธีการทดลอง

- ออกแบบอุปกรณ์ และแบบจำลอง
- กำหนดสถานที่ และเครื่องมือวัดค่าแสง
- ทำการศึกษารูปแบบการสะท้อนของวัสดุ
- เลือกช่วงเวลามุมแดดที่เหมาะสมในการทดลอง
- คัดเลือกรูปแบบการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองด้วยวิธีจำลองด้วยการขีดเส้นจากมุมแดดให้ตกกระทบกับวัสดุสะท้อนแสงภายใน เปรียบเทียบหาแบบจำลองที่เหมาะสมต่อการทดลองจริง

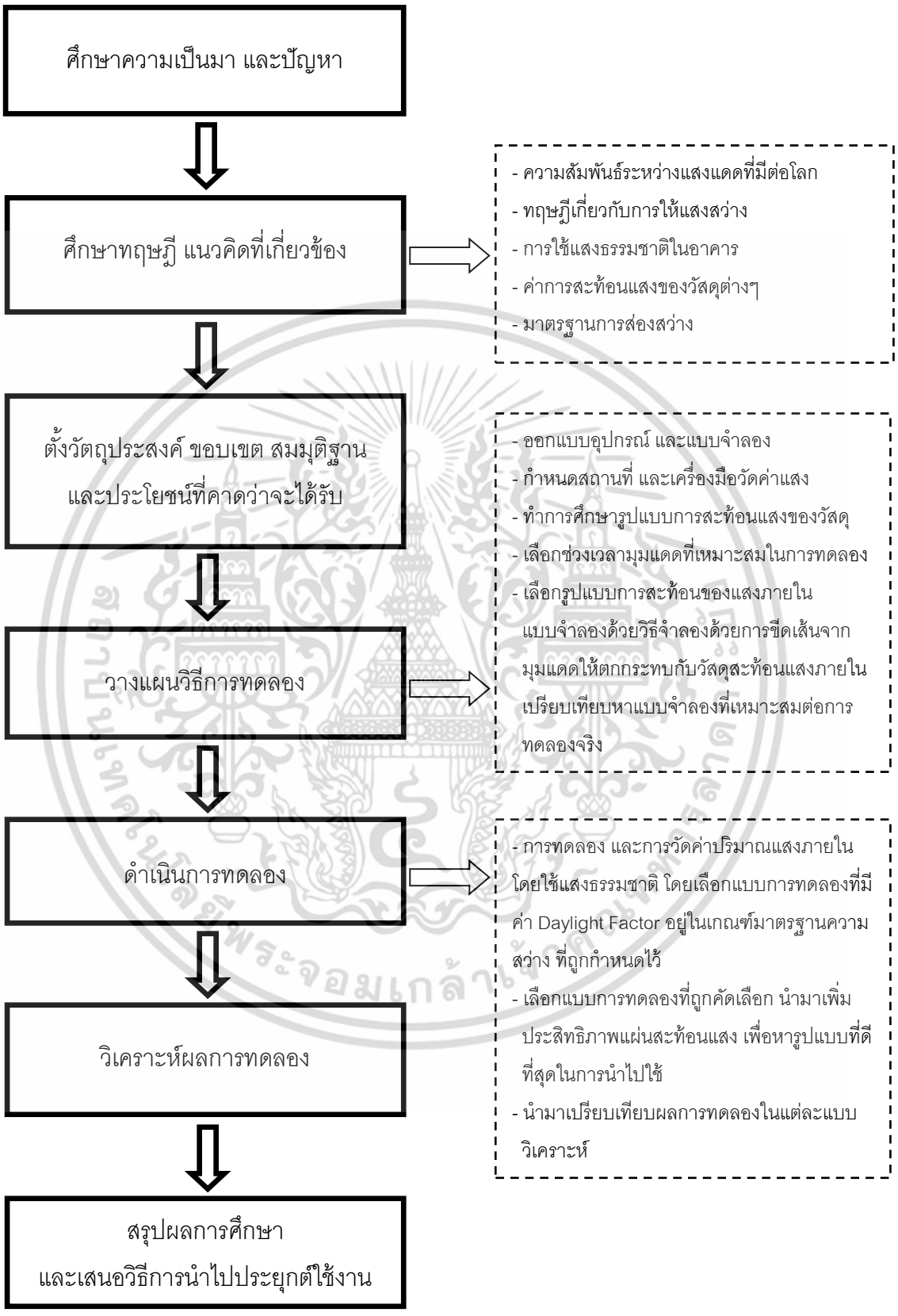
1.6.5 ดำเนินการทดลอง

- การทดลอง และการวัดค่าปริมาณแสงภายในโดยใช้แสงธรรมชาติ โดยเลือกแบบการทดลองที่มีค่า Daylight Factor (%) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความสว่างที่ถูกกำหนดไว้
- เลือกแบบการทดลองที่ถูกคัดเลือก นำมาเพิ่มประสิทธิภาพแผ่นสะท้อนแสงเพื่อหารูปแบบที่ดีที่สุดในการนำไปใช้
- นำมาเปรียบเทียบผลการทดลองในแต่ละแบบ วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง

1.6.6 สรุปผลการศึกษา และเสนอวิธีการนำไปประยุกต์ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 แผนการวิจัย



รูปที่ 1.1 แสดงแผนการวิจัย

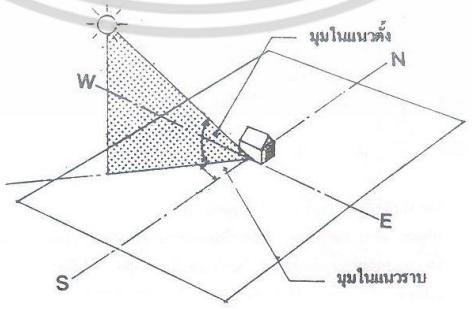
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การโคจรของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า

เนื่องจากโลกหมุนอยู่ในแกนเอียง และโคจรไปรอบดวงอาทิตย์ ความสัมพันธ์ในลักษณะเช่นนี้ก่อให้เกิดปรากฏการณ์สำคัญหลายประการ สิ่งที่มีความสำคัญต่อมนุษย์มากที่สุด คือ ความสัมพันธ์ระหว่างโลก และดวงอาทิตย์ มุมที่แสงอาทิตย์ตกลงมายังพื้นโลกที่ละติจูดต่างๆ และเวลาที่ต่างกันในช่วงปีความยาวของกลางวัน และกลางคืน การเกิดฤดูกาล ความแตกต่างของอุณหภูมิ รวมถึงการเกิดภูมิอากาศที่ต่างกัน ดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าทางทิศตะวันออก แล้วค่อยๆทำมุมสูงขึ้น ระดับดวงอาทิตย์สูงสุดในตอนเที่ยงวัน หลังจากนั้นมุมค่อยลดต่ำลง และตกทางทิศตะวันตก ระดับความสูงของดวงอาทิตย์ หรือมุมทางสูง (Altitude) หมายถึง ขนาดของมุมที่แสงอาทิตย์ส่องในแนวตั้งทำมุมกับพื้นโลกในแนวนอน ณ ที่จุดใดจุดหนึ่งของผู้สังเกต (Observer) ถ้าดวงอาทิตย์ส่องทำมุมกับพื้นโลกเป็นมุมใหญ่ มีขนาดใกล้เคียงกับมุมฉาก เรียกได้ว่าขณะนั้นดวงอาทิตย์อยู่ในระดับสูง ถ้าดวงอาทิตย์ส่องแสงทำมุมกับพื้นโลกเป็นมุมขนาดเล็ก เช่น น้อยกว่า 60 องศา หรือ 45 องศา เรียกได้ว่า ขณะนั้นดวงอาทิตย์อยู่ในระดับต่ำ ระดับความสูงต่ำของดวงอาทิตย์มีผลต่อปริมาณของพลังงานความร้อนที่ตัวอาคารจะได้รับอยู่มาก กล่าวคือ ในบริเวณใด หรือในขณะใด ดวงอาทิตย์อยู่ในระดับสูง บริเวณนั้น หรือในขณะนั้นปริมาณพลังงานความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ต่อผิวรอบอาคารจะมีความเข้มข้นมาก และถ้าบริเวณใด หรือในขณะใด ดวงอาทิตย์อยู่ในระดับต่ำ บริเวณนั้น หรือในขณะนั้น จะมีปริมาณพลังงานความร้อน ต่อหน่วยพื้นที่ต่อผิวรอบอาคาร จะมีความเข้มข้นน้อย ดังรูปที่ 2.1



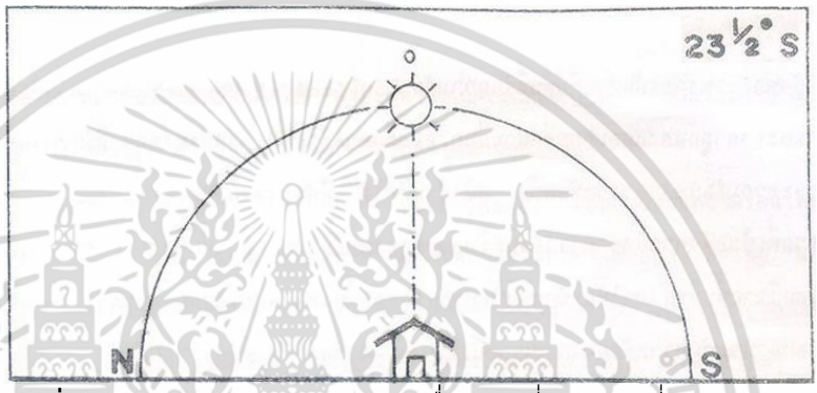
รูปที่ 2.1 แสดงมุมของแดดที่ส่องมายังอาคาร จะเกิดมุมในแนวตั้ง (Altitude Angel) และมุมในแนวราบ หรือแนวนอน (Azimuth Angle) กับแกน เหนือ – ใต้

ที่มา : วิเชียร สุวรรณรัตน์ (2537:47) ภูมิอากาศวิทยา และการออกแบบสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางโคจรของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าจะเกิดมุมต่างๆกันระหว่างดวงอาทิตย์ กับตำแหน่งผิวโลกในละติจูดต่างกัน เช่น ในฤดูหนาว ความสูงของดวงอาทิตย์จากขอบฟ้า ณ จุดใดๆ คือ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ทำมุมกับเส้นสัมผัสจุดนั้น ความสูงของดวงอาทิตย์จากขอบฟ้า ณ ละติจูดต่างๆมีดังนี้

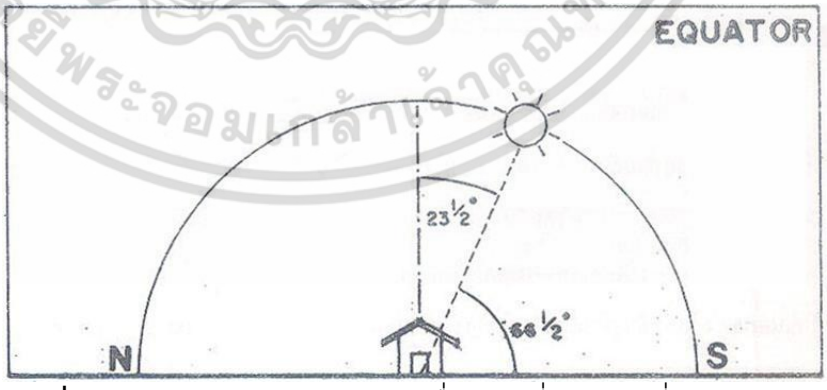
1. ที่ละติจูด 23½ ใต้ แสงแดดจะตั้งฉากพอดี หมายความว่า ตอนเที่ยงวันดวงอาทิตย์จะอยู่กึ่งกลางขอบฟ้า หรือจุดที่ผู้มองยืนอยู่ (Zenith) ซึ่งอยู่บนเส้นขนานที่ 23½ ใต้ หรือเส้นทรอปิคออฟแคบปิคอน (Tropic of Capicon) ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์เมื่อเวลาเที่ยงวัน วันที่ 22 ธันวาคม

ที่มา : วิเชียร สุวรรณรัตน์ (2537:51) ภูมิอากาศวิทยา และการออกแบบสถาปัตยกรรม

2. ที่เส้นศูนย์สูตรตอนเที่ยงวัน ดวงอาทิตย์จะอยู่สูงจากขอบฟ้าทางด้านใต้เป็นมุม 66½ องศา (90 องศา - 23½ องศา = 66½) ดังรูปที่ 2.3

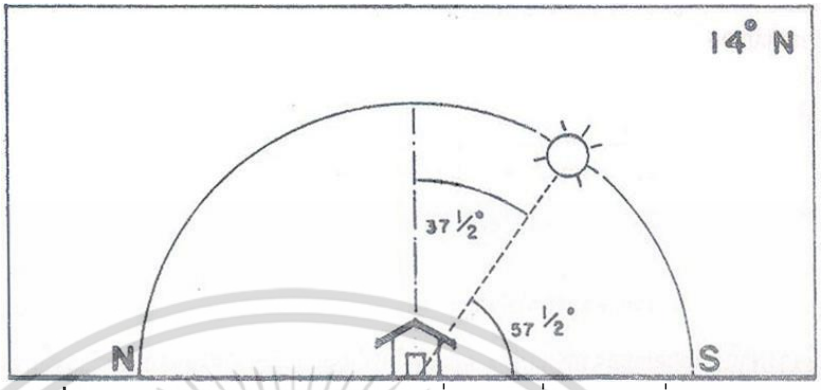


รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์เมื่อเวลาเที่ยงวัน วันที่ 22 ธันวาคม

ที่มา :วิเชียร สุวรรณรัตน์ (2537:51) ภูมิอากาศวิทยา และการออกแบบสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

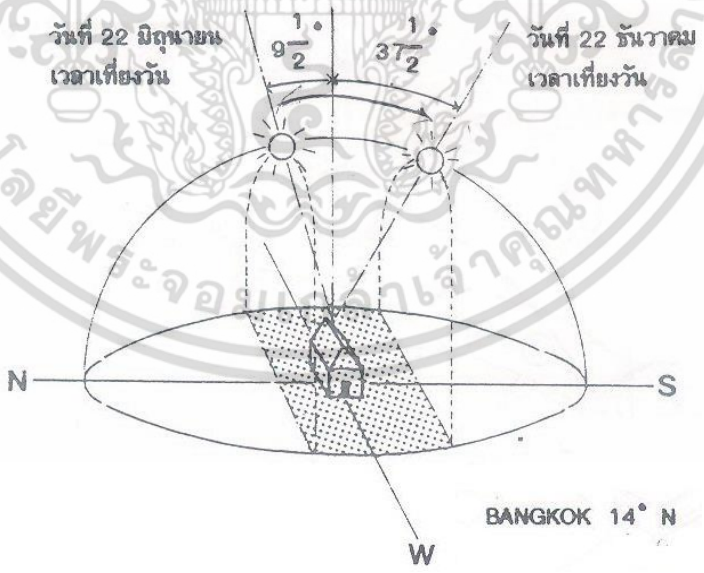
3. ที่ละติจูด 14 เหนือ ตอนเที่ยงวัน ดวงอาทิตย์จะอยู่สูงจากขอบฟ้าทางด้านใต้เป็นมุม 57½ องศา (90 องศา – (23½ - 14 องศา) = 57½) ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์เมื่อเวลาเที่ยงวัน วันที่ 22 ธันวาคม

ที่มา : วิเชียร สุวรรณรัตน์ (2537:51) ภูมิอากาศวิทยา และการออกแบบสถาปัตยกรรม

ความแตกต่างของละติจูด ตอนเที่ยงวัน (Noon Latitude) ของดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นผลจากการที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ระหว่างเส้นทรอปิคดิคลิเนชั่น (Tropic Declination) เมื่อเวลาสมดุลย์ (Equinox) เท่ากับ 0 ° ในวันที่ 21 มิถุนายน และวันที่ 21 ธันวาคม เท่ากับ 9½ องศาเหนือ และ 37½ องศาใต้ ดังรูปที่ 2.5

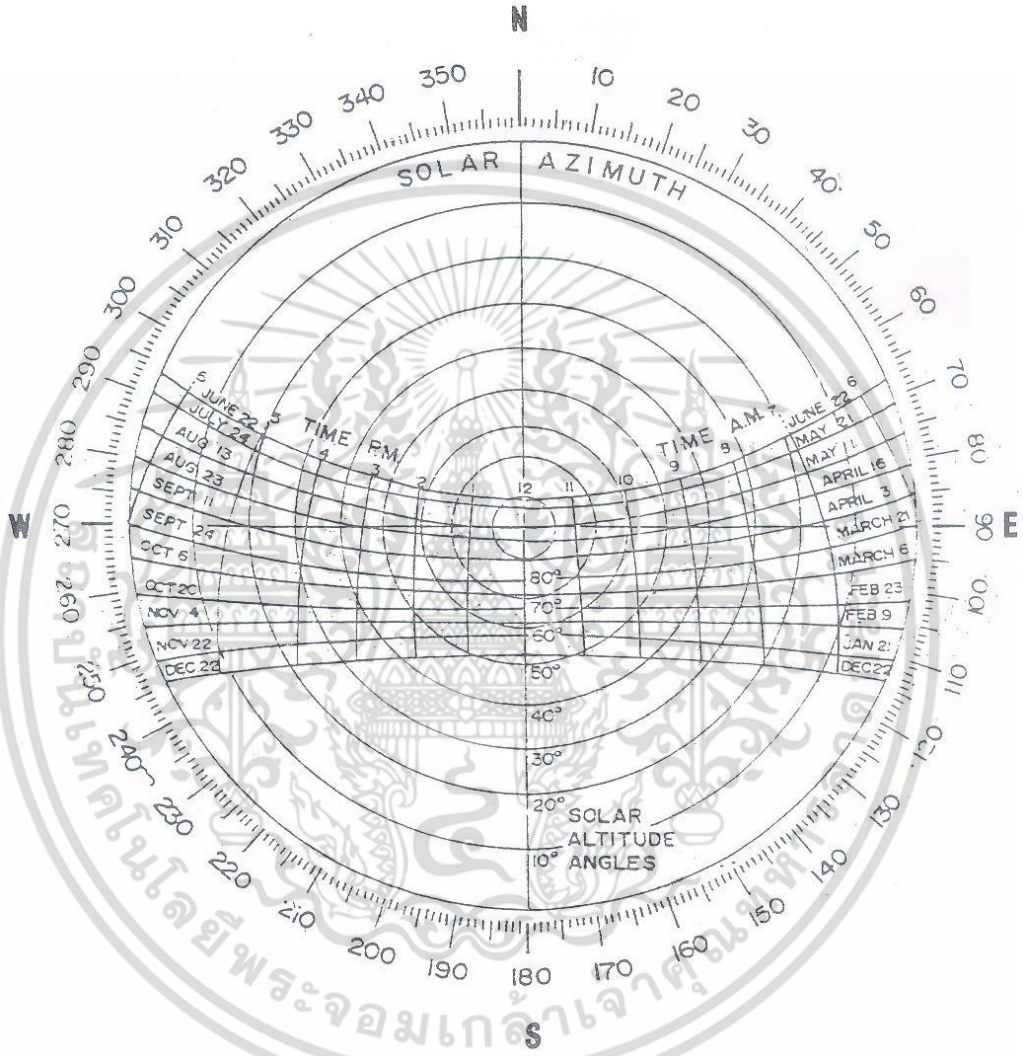


รูปที่ 2.5 แสดงมุมของแสงแดดที่ส่องจากทิศเหนือ (วันที่ 22 มิถุนายน) และส่องทางทิศใต้ (วันที่ 22 ธันวาคม) ในเวลาเที่ยงวันเป็นมุมเฉียงของดวงอาทิตย์ในวันที่ดวงอาทิตย์ส่องทางทิศเหนือ และทิศใต้มากที่สุด

ที่มา : วิเชียร สุวรรณรัตน์ (2537:47) ภูมิอากาศวิทยา และการออกแบบสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิ Solar Chart ละติจูดที่ 14 º เหนือ (กรุงเทพฯ) ดังรูปที่ 2.6 เป็นแผนภูมิตัวอย่าง แผนภูมิ Solar Chart นี้ ทำให้เราได้ทราบถึงการโคจรของดวงอาทิตย์ในละติจูดที่แตกต่างกันออกไปตามภูมิประเทศ ทำให้ทราบว่าแสงอาทิตย์จะส่องเข้ามาในอาคารในมุมต่างๆ ตามวันเวลาที่แสดง และนำวันเวลาวิกฤติดังกล่าวมาออกแบบอุปกรณ์บังแดดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 2.6 แสดง Solar Chart ละติจูดที่ 14 º เหนือ (กรุงเทพฯ)

ที่มา : วิเชียร สุวรรณรัตน์ (2537:105) ภูมิอากาศวิทยา และการออกแบบสถาปัตยกรรม

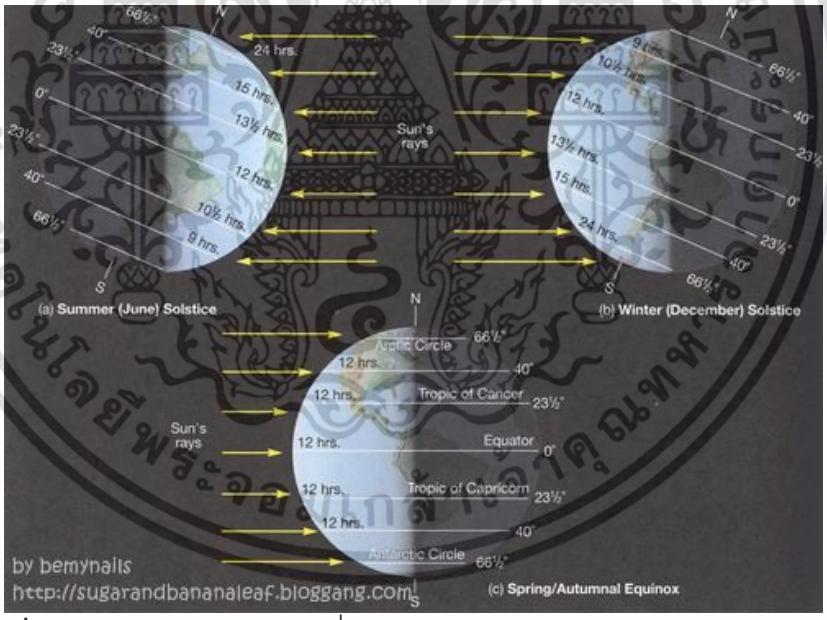
2.1.2 แหล่งที่มาของแสงธรรมชาติ

จากการที่องค์ประกอบของท้องฟ้าและสภาพแวดล้อม มีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณแสงธรรมชาติ ดังนั้นคณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล (Commission International de l'Eclarirage, CIE) จึงแบ่งลักษณะของแสงธรรมชาติออกเป็นประเภทต่างๆ ตามแหล่งกำเนิดแสงได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แสงจากดวงอาทิตย์ (Sunlight)

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญที่สุด ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทำกับพื้นผิวโลก ขึ้นอยู่กับมุมองศาของรังสีที่กระทำกับพื้นผิวโลก แบ่งตามแต่ละภูมิภาคต่างๆ เมื่อทิศทางของรังสีทำมุม 90 องศากับพื้นผิวที่ตกกระทบ จะทำให้ค่าความเข้มของรังสีต่อหน่วยบนพื้นผิวโลกมีความเข้มมากที่สุด และค่าจะลดลงเมื่อมุมตกกระทบเบี่ยงเบนออกจากแนวตั้งฉากกับพื้นผิว ชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมโลกก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ลดลงก่อนที่จะเดินทางลงมาถึงผิวโลก โดยรังสีบางส่วนจะถูกดูดกลืนในชั้นโอโซน ฝุ่นละออง และไอน้ำ บางส่วนถูกสะท้อนกลับด้วยเมฆ และบางส่วนถูกกระจายออกด้วยโมเลกุลในบรรยากาศ รังสีที่ตกกระทบพื้นผิวโลกก็จะสะท้อนกลับสู่บรรยากาศ และมีส่วนหนึ่งที่ตกลงสู่ผิวโลกแล้วถูกดูดกลืนไว้ รังสีในส่วนนี้จะเปลี่ยนรูปจากพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน ทำให้อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมบนโลกสูงขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของชั้นบรรยากาศในช่วงเวลาต่างๆ ที่มีปริมาณความแตกต่างของไอน้ำ หมอกควัน และองค์ประกอบอื่นๆ ทำให้ปริมาณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละภูมิภาคของโลกมีความแตกต่างกันออกไปตามวันเวลาและฤดูกาล ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้าสู่บรรยากาศโลกตามวันเวลา และฤดูกาล

ที่มา : กฤชกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา (2549:43) แสงธรรมชาติในอาคาร

2. แสงจากท้องฟ้า (Skylight)

ค่าความสว่าง และความจ้าของท้องฟ้า อันเนื่องมาจากแสงธรรมชาติที่แปรเปลี่ยนตลอดเวลา เป็นผลเกิดจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ปริมาณของเมฆ และอนุภาคในอากาศ เช่น ฝุ่น ควัน หรือไอน้ำ โดยทั่วไปในสภาพของท้องฟ้า ตั้งแต่ 0 ถึง 10 โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

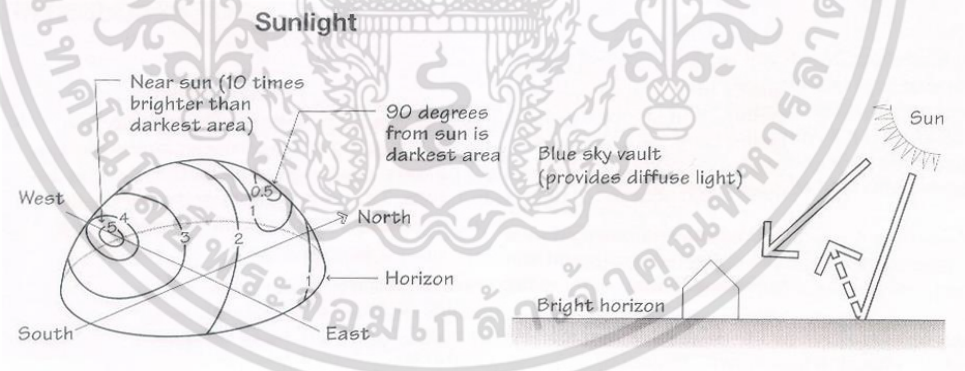
การแบ่งประเภทของท้องฟ้านั้น มีวิธีการแบ่งประเภทกันหลากหลายด้วยกัน มีวิธีที่นิยมใช้ คือ การแบ่งประเภทของท้องฟ้าจากปริมาณเมฆในท้องฟ้า สามารถแบ่งได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งประเภทของท้องฟ้าจากปริมาณของเมฆในท้องฟ้า

ประเภทของท้องฟ้า	ดัชนีของปริมาณเมฆในท้องฟ้า
-สภาพท้องฟ้าโปร่งใสไม่มีเมฆปกคลุม (Clear Sky)	0 - 3
-สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky)	4 - 7
-สภาพท้องฟ้าปิด (Overcast Sky)	8 - 10

ที่มา : กฤชกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา (2549:57) แสงธรรมชาติในอาคาร

- สภาพท้องฟ้าโปร่งใสไม่มีเมฆปกคลุม (Clear Sky) คือ สภาพที่มีเมฆปกคลุมไม่เกิน 30 % โดยความสว่างของท้องฟ้า (Sky Luminance) จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ความสว่างจากแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Sun) และความสว่างของแสงจากการกระจาย (Diffuse Illuminance) ของท้องฟ้า โดยองค์ประกอบทั้ง 2 นี้ จะแปรผันตามตำแหน่งมุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude) เป็นหลัก โดยมีความสว่างของท้องฟ้าที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 2.9

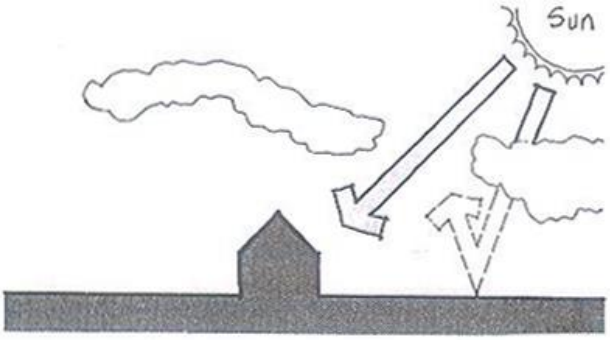


รูปที่ 2.8 แสดงสภาพท้องฟ้าโปร่งใสไม่มีเมฆปกคลุม (Clear Sky)

ที่มา : M. David Egan, Victor Olgyay (2002:90) Architectural Lighting

- สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky) สภาพท้องฟ้ามีปริมาณเมฆปกคลุมตั้งแต่ 30-70 % การพิจารณาความสว่างของท้องฟ้าในลักษณะนี้จะทำได้ยาก เนื่องจากปริมาณของเมฆในท้องฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (Dynamic) โดยทั่วไปการพิจารณาค่าความสว่างของท้องฟ้าแบบนี้ หากเมฆที่ปกคลุมมีลักษณะเบาบาง ไม่หนาทึบ ค่าความสว่างจากท้องฟ้านี้มีค่าความสว่างที่ได้จากท้องฟ้าแบบโปร่ง 10-15 % ดังรูปที่ 2.10

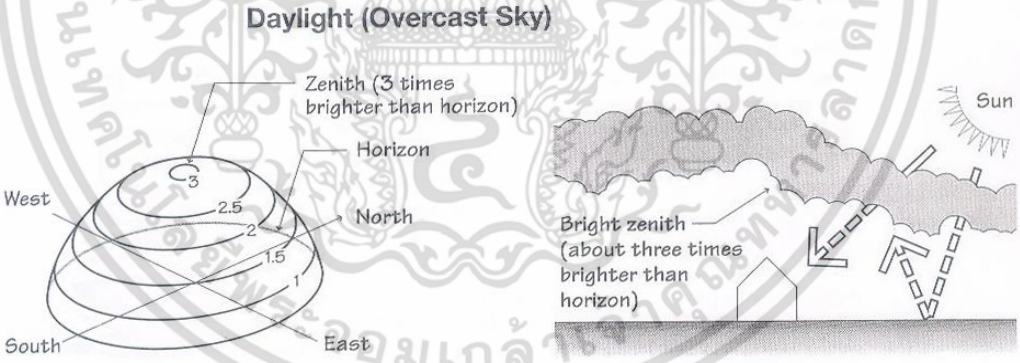
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงสภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky)

ที่มา : กฤชกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา (2549:59) แสงธรรมชาติในอาคาร

- สภาพท้องฟ้าปิด (Overcast Sky) เป็นสภาพท้องฟ้าที่ปกคลุมด้วยเมฆมากกว่า 70 % จนไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์ และมีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าท้องฟ้าชนิดอื่นๆ ความสว่างของท้องฟ้าลักษณะนี้มีความสว่างในปริมาณที่แตกต่างกัน (Non Uniform Brightness) ซึ่งความสว่างในระดับสูงสุดจะอยู่ที่บริเวณกึ่งกลางท้องฟ้า (Zenith-Brightness) และมีสัดส่วนความสว่างที่เส้นขอบฟ้าเท่ากับ 1/3 มีผลให้พื้นผิวในระนาบมีความสว่างมากกว่าพื้นผิวในแนวตั้ง ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.10 แสดงสภาพท้องฟ้าปิด (Overcast Sky)

ที่มา : M. David Egan, Victor Olgyay (2002:89) Architectural Lighting

3. แสงสะท้อนจากพื้นดิน และพื้นผิวอื่นๆ

เป็นแสงที่เกิดจากการสะท้อนของแสงจากดวงอาทิตย์ และแสงจากท้องฟ้าที่ตกกระทบพื้นดิน และพื้นผิวอื่นๆ การสะท้อนของแสงจากพื้นดินมีความสำคัญสำหรับการออกแบบอาคารที่ใช้แสงธรรมชาติ แสงที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนจากพื้นดินเข้าสู่ช่องเปิดอาคารนั้น จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยประมาณ 10-15% ของปริมาณแสงทั้งหมดที่ผ่านช่องเปิดของอาคาร ซึ่งปริมาณแสงสะท้อนจากพื้นดินนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นผิวที่สะท้อนแสง ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงความสามารถในการสะท้อนแสงของพื้นผิวแต่ละชนิด

ลักษณะพื้นผิว	ความสามารถในการสะท้อนแสง
- น้ำแข็ง	95%
- เนินทราย	70%
- ทะเลทราย	35-45%
- ดินเลนเปียก	20%
- คอนกรีต และผิวยางราดถนน	ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับอายุของวัสดุ
- หญ้า	15-25%
- ป่าไม้ และพืชพรรณไม้	5-10% ขึ้นอยู่กับประเภทของต้นไม้

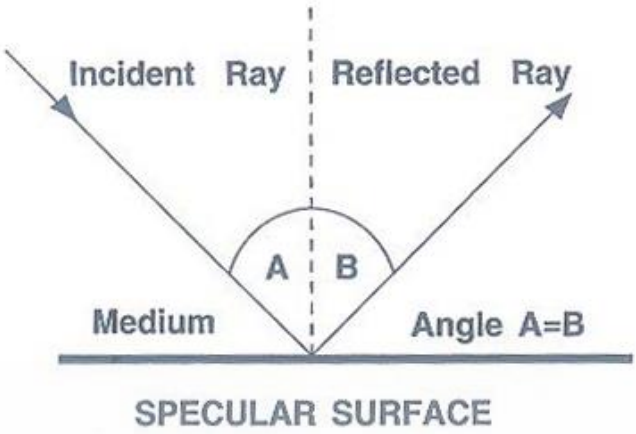
ที่มา : กฤชกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา (2549:45) แสงธรรมชาติในอาคาร

2.1.3 **พฤติกรรมของแสง**

แสงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดเป็นเส้นตรงในสุญญากาศ ด้วยความเร็วสูงถึง $3x10^8$ เมตร/วินาที ใช้เวลาเดินทางประมาณ 8.3 วินาที จากดวงอาทิตย์มายังโลก และประมาณ 1.3 วินาที จากดวงจันทร์มายังโลก เมื่อแสงเดินทางมากระทบกับตัวกลาง (Medium) ต่างๆ เช่น อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง วัตถุทึบแสง ฯลฯ ทางเดินของแสงจะเปลี่ยนไป ความเร็วของแสงจะลดลง เนื่องจากค่าดัชนีการหักเห (Refractive Index) ของตัวกลางนั้นๆ และแสงจะแสดงพฤติกรรมหลัก 3 ประการ คือ การดูดกลืน (Absorption) การสะท้อน (Reflection) และการส่องผ่าน (Transmission) การเกิดพฤติกรรมใดมาก หรือน้อยอย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ และพื้นผิวของวัสดุแต่ละชนิด ที่เลือกมาใช้คือ การสะท้อน (Reflection)

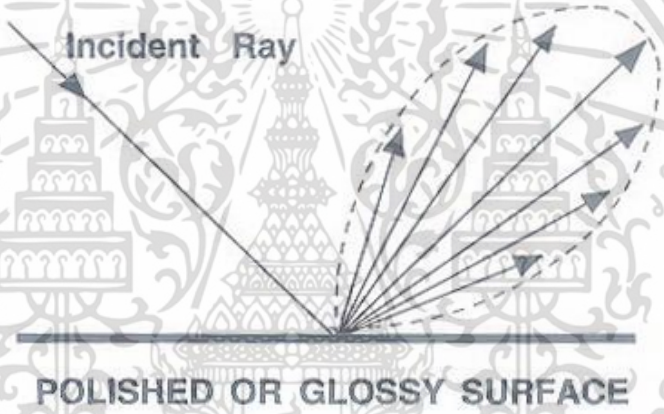
การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบบนตัวกลาง และสะท้อนตัวออกโดยความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะของการสะท้อนเลือกใช้การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่เป็นวัตถุทึบแสง (Opaque Material) มีลักษณะผิวเรียบมันวาว (Polished Surface) การสะท้อนจะมีมุมของแสงที่ตกกระทบ (Angle of Incident) เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน (Angle of Reflection) ดังรูปที่ 2.13 และ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา

ที่มา : พรรณชลัท สุริโยธิน (2548: 6) วัสดุ และการก่อสร้าง : หลอดไฟ



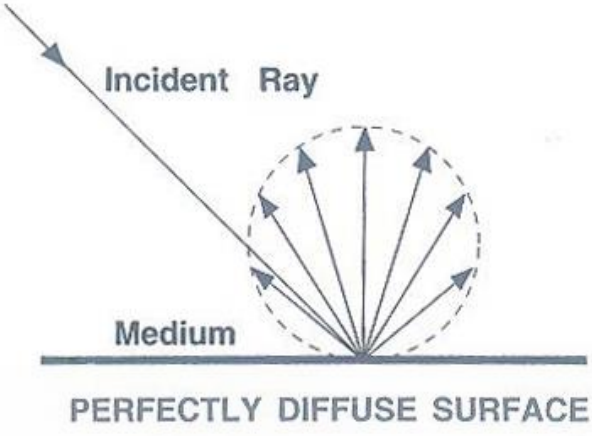
รูปที่ 2.12 แสดงการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงาบางส่วน หรือแบบมีทิศทางบางส่วน

ที่มา : พรรณชลัท สุริโยธิน (2548: 6) วัสดุ และการก่อสร้าง : หลอดไฟ

การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่มีผิวหยาบ แสงจะสะท้อนไปในหลายๆทิศทาง ซึ่งส่วนมากมุมของแสงสะท้อนที่กระจายออกไปนั้นจะไม่เท่ากับมุมของแสงที่ตกกระทบ หากผิววัสดุมีขนาดหยาบอย่างสมบูรณ์ คือ หยาบทั่วกันทั้งพื้นผิว (Perfectly Diffuse Surface) แสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นการกระจายแสงแบบสมบูรณ์ (Perfectly Diffuse Reflection) เป็นการสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างเท่าๆกันในทุกมุมสะท้อน แต่ถ้าหากผิววัสดุไม่เรียบอย่างสม่ำเสมอ (Semi Diffuse Reflection) แสงสะท้อนที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็นการสะท้อนแบบกระจัดกระจาย (Semi Diffuse Reflection)

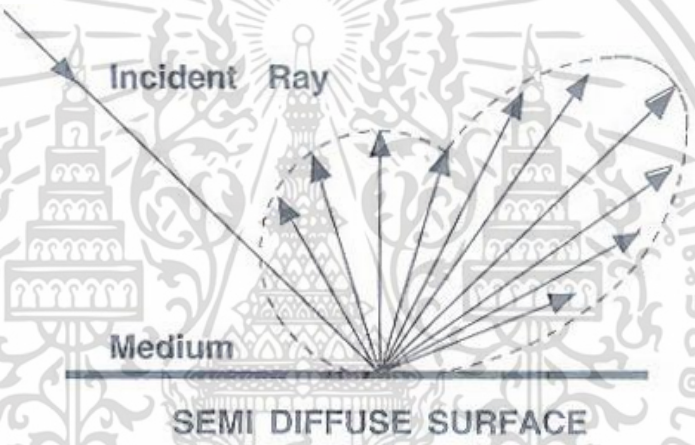
โดยทั่วไปแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุมักจะมีลักษณะผสมผสานกันระหว่างการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา และสะท้อนแบบกระจาย ดังรูปที่ 2.15 และ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงการสะท้อนแบบกระจายแสงสมบูรณ์

ที่มา : พรรณชลัท สุริโยธิน (2548: 6) วัสดุ และการก่อสร้าง : หลอดไฟ



รูปที่ 2.14 แสดงการสะท้อนแบบกระจัดกระจาย

ที่มา : พรรณชลัท สุริโยธิน (2548: 6) วัสดุ และการก่อสร้าง : หลอดไฟ

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ (Reflectance) คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิววัตถุ ต่อ ปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผิววัตถุนั้นๆ หรือความสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ ต่อ ความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 หรืออาจเทียบเป็นค่าระหว่าง 0-100% ก็ได้

2.1.4 การใช้แสงธรรมชาติในอาคาร

การให้แสงธรรมชาติในอาคาร คือ การจัดปริมาณการส่องสว่างภายในอาคารให้เพียงพอกับการมองเห็นโดยปราศจากแสงจ้าสะท้อนเข้าตา ควรจัดให้ความเข้มแสงของแสงภายนอกมีปริมาณไม่แตกต่างกับแสงภายในมากนัก เพื่อให้สายตาสามารถปรับได้ทันท่วงทีเมื่อออกไปนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร หรือเข้ามาในอาคาร ถ้าภายนอกมีแสงจ้ามาก ต้องหาวิธีลดความแรงกล้าของแสงด้วยการปลูกต้นไม้ และใช้สีอาคารช่วย คือไม่ทาสีสว่างหรือมืดเกินไป แสงจ้าที่ทำให้เคืองตา นอกจากปริมาณของแสงที่มากเกินไปในเวลากลางวันแล้ว ยังเกิดจากปริมาณการแตกต่างของความเข้มของแสงในที่ใกล้ๆกันด้วย

การนำแสงธรรมชาติไปใช้กับอาคาร นอกจากจะต้องคำนึงถึงเรื่องปริมาณความร้อนที่มากับแสงธรรมชาติเป็นสำคัญแล้ว อีกประการที่ต้องคำนึงถึงคือ เรื่องของความแปรปรวนของปริมาณแสงธรรมชาติ เนื่องจากสภาพท้องฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงยากต่อการคาดคะเนปริมาณแสงที่จะเกิดขึ้น ทำให้มีการศึกษาทางด้านแสงธรรมชาติ เพื่อคาดคะเนปริมาณแสงธรรมชาติ ณ ตำแหน่งต่างๆของวันเวลา และสภาพท้องฟ้า ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ และสร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ต่างๆ เพื่ออธิบายความสว่างจากแสงธรรมชาติได้เป็นอย่างดี

จัดปริมาณของแสงสว่างให้เพียงพอ และถูกต้องตามชนิดของห้องที่ใช้ เช่น ห้องทำงานต้องการแสงสว่างมากกว่าห้องพักผ่อน ถ้าให้แสงสว่างเท่ากันหมดทุกห้องอาจเป็นการรบกวน ทำให้เกิดความรำคาญ ตำแหน่งของโถงลิฟต์ โถงบันได และทางเดิน ถ้าให้มีแสงธรรมชาติส่องเข้าไปถึงจะช่วยประหยัดไฟฟ้าในเวลากลางวันได้มาก ตำแหน่งของห้องบางห้อง เช่น ห้องน้ำ ควรได้รับแสงมาก เพื่อช่วยให้ห้องแห้งเร็ว ถ้าเป็นไปได้ควรจัดให้อยู่ทางทิศตะวันตก

ควรจัดให้มีแสงส่องเข้าทุกส่วนของอาคาร โดยให้มีการกระจายของแสงที่สม่ำเสมอกันให้มากเท่าที่จะทำได้ ห้องที่ต้องการใช้แสงมากเป็นพิเศษเพราะต้องใช้สายตามากนั้น การใช้แสงธรรมชาติอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอในบางที่ และบางเวลา เช่น เวลาอากาศครึ้มขมุกขมัว จึงอาจใช้แสงธรรมชาติควบคู่ไปกับแสงประดิษฐ์ได้

แสงธรรมชาติเป็นแหล่งแสงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด หาได้ง่าย ใช้ไม่มีวันหมด มีความเข้มแสงกว่าแหล่งอื่นๆ ปัญหาของการใช้แสงธรรมชาตินั้น คือ ไม่สามารถควบคุมความเข้มแสงและความสว่างที่สม่ำเสมอ และระยะในการใช้งานที่จำกัด ใช้ได้ในเวลากลางวันเท่านั้น แสงธรรมชาติจึงเหมาะเป็นการให้แสงสว่างรอง มากกว่าเป็นแสงสว่างหลัก

2.1.5 **การคำนวณแสงธรรมชาติภายในอาคาร** (Daylight Factor Method)

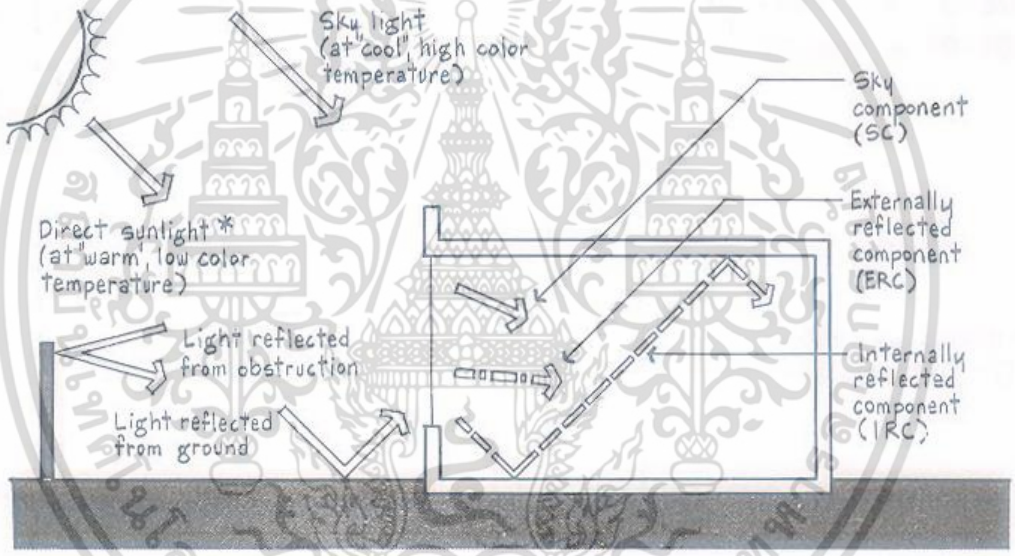
เป็นการพิจารณาปริมาณความสว่างภายในอาคารที่ได้จากแสงธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ระดับแสงภายในจะขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าเป็นหลัก ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับมุมของที่ดวงอาทิตย์กระทำต่อพื้นที่แต่ละที่ (Altitude, Azimuth) ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามวัน และเวลาที่แตกต่างกัน องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อแสงธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการคำนวณด้วยวิธี Daylight Factor Method (DF) เป็นวิธีการที่กำหนดขึ้นจากอัตราส่วนเปรียบเทียบ ระหว่างค่าความส่องสว่างภายในอาคารในระนาบพื้นผิว (Illuminance at Point of a Surface of the Interior (Ei)) หน่วยลักซ์ (Lux) ต่อค่าความส่องสว่างภายนอกอาคาร (External Illuminance (Ee)) ในระนาบเดียวกัน โดยความสว่างที่เกิดขึ้น มีความสัมพันธ์กับตำแหน่ง และทิศทางของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามวันเวลา ดังรูปที่ 2.17 และมีสมการในการคำนวณ ดังนี้

Daylight Factor $_{Average}$ (%) = **แสงสว่างภายใน** (Ei) / **แสงสว่างภายนอก** (Ee) x 100

ที่มา : กฤชกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา (2549:60) แสงธรรมชาติในอาคาร



รูปที่ 2.15 แสดง Daylight Factor Average

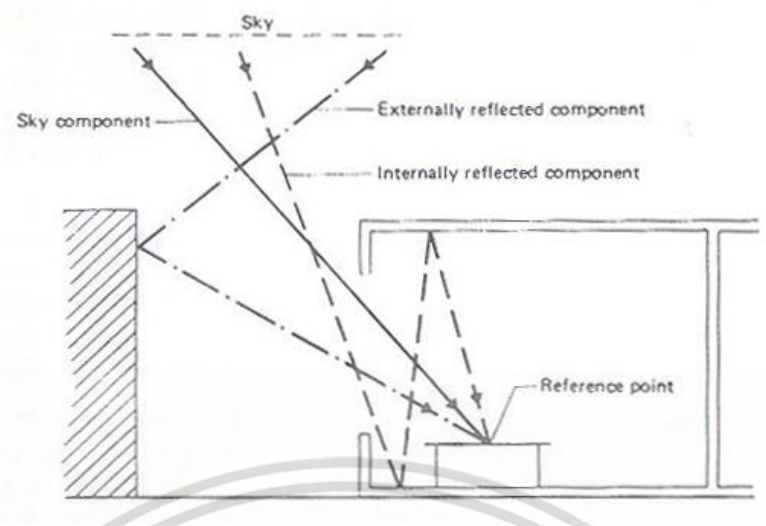
ที่มา : M. David Egan, Victor Olgyay (2002:303) Architectural Lighting

ใน IES code 1977 ได้กำหนดค่า Daylight Factor ออกเป็น 2 ค่า คือ Daylight Factor ขั้นต่ำใช้สำหรับความสว่างที่ต้องการใช้สายตาเพื่อการปฏิบัติหน้าที่ และ Daylight Factor ขั้นต่ำอยู่ระหว่าง 0.6-2.5 % และ Daylight Factor เฉลี่ยอยู่ที่ 5% ดังรูปที่ 2.18 มีองค์ประกอบของ Daylight Factor คือ

Daylight Factor $_{Point}$ = SC + ERC + IRC

ที่มา : กฤชกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา (2549:61) แสงธรรมชาติในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดง Daylight Factor Point

ที่มา : Derek Phillips (1964:249) Lighting in Architectural Design

SC (Sky Component) ความสว่างจากท้องฟ้า คือ ความสว่างจากแสงกระจายของท้องฟ้าเข้าสู่อาคารโดยตรง ผ่านทางช่องเปิดอาคาร เช่น หน้าต่าง หรือผนังกระจก เป็นต้น ค่าความสว่างของจุดที่ต้องการหาจึงขึ้นอยู่กับขนาดช่องเปิดที่อยู่เหนือจุดนั้นๆ และระยะที่จุดนั้นๆ ห่างจากช่องเปิด

ERC (External Reflected Component) ความสว่างจากการสะท้อนภายนอก คือ ความสว่างที่เกิดจากแสงภายนอกกระทบวัตถุภายนอกอาคาร แล้วสะท้อนเข้าไปภายในอาคารผ่านช่องเปิด ในการกำหนดค่าที่แท้จริงนั้นยากมาก โดยอนุโลมให้ใช้ค่า 1/10 ของความสว่างท้องฟ้าเป็นค่า ERC

IRC (Internal Reflected Component) ความสว่างจากการสะท้อนภายใน คือ ความสว่างที่เกิดจากแสงภายนอกผ่านเข้ามาภายในแล้วกระทบกับพื้นผิวไม่ว่าจะเป็น พื้น ผนัง หรือเพดาน เป็นต้น แล้วสะท้อนเพิ่มความสว่างขึ้นภายใน

2.1.6 **หลักการในการใช้แสงธรรมชาติ**

- ประมาณช่วงเวลาของกิจกรรมต่างๆ ให้อยู่ในระยะเวลาที่ได้ใช้แสงธรรมชาติมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการทำงานในสำนักงาน หรืองานบ้าน
- ทำความสะอาดหน้าต่าง และช่องแสงบนหลังคา เพื่อให้แสงสว่างเข้ามาได้เต็มที่
- ตั้งโต๊ะทำงานที่ต้องใช้สายตามาก ต้องการแสงสว่างมากที่สุด ไว้ใกล้กับหน้าต่างโดยการจัดโต๊ะให้ขนานกับหน้าต่าง
- ดับไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่ๆได้รับแสงสว่างธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อลดความจ้าของแสง (Glare) ตั้งโต๊ะทำงานให้ตั้งฉากกับหน้าต่าง
- ถ้าสีเดิมภายในห้องเป็นสีเข้ม ให้ทาสีใหม่เป็นสีอ่อนเพื่อเพิ่มความสว่างภายในห้อง
- ปรับปรุงอาคารเสียใหม่ เช่น บ้านที่มีมุมมืดตามห้องบันได หรือส่วนอื่นๆก็ให้เพิ่มช่องแสงบนหลังคา เพื่อให้ได้ใช้แสงธรรมชาติ ช่องแสงที่มีอยู่เดิมถ้ามีความร้อนเข้ามามาก เพราะถูกแสงแดดโดยตรงก็หาวิธีแก้ไขเมื่อแสงจ้า เช่นทำแผงกันแดด หรือติดฟิล์มกันความร้อน หรือติดบานเกล็ดปรับมุมได้ เป็นต้น

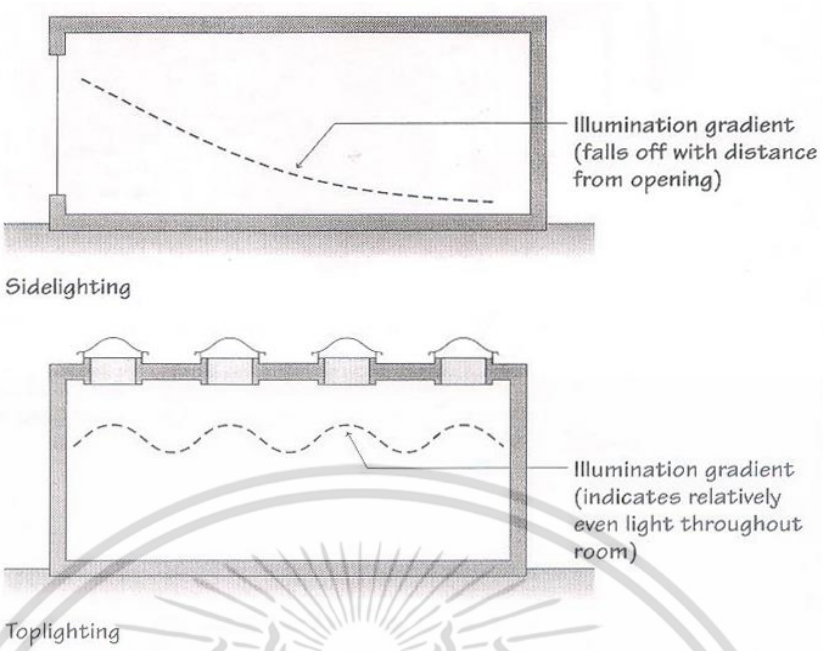
2.1.7 **รูปแบบช่องเปิดเพื่อรับแสงธรรมชาติ**

แสงสว่างธรรมชาติที่ส่องเข้ามาในอาคารผ่านช่องเปิดซึ่งอาจเป็นหน้าต่าง หรือช่องแสงทั้งจากด้านข้าง และด้านบน ซึ่งช่องเปิดดังกล่าวอาจจะติดตั้งวัสดุโปร่งใส เช่น กระจก หรือวัสดุโปร่งใส โปร่งแสงประเภทอื่นๆ ช่องเปิดดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนหนึ่งในการก่อสร้าง และเป็นส่วนหนึ่งของอาคารเพื่อมีประโยชน์ทางด้านการเปิดทัศนียภาพ และการรับแสงสว่างจากธรรมชาติ ให้แก่อาคาร ความเหมาะสมของการเปิดช่องเปิดนอกจากจะต้องคำนึงถึงจำนวนช่องเปิด ขนาด และเนื้อที่แล้ว ลักษณะรูปร่าง รูปทรง และรูปแบบของช่องเปิดเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการพิจารณาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์เพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร

การให้แสงสว่างธรรมชาติกับอาคาร สามารถนำแสงเข้ามาได้ 2 วิธี คือ นำแสงเข้ามาทางด้านข้าง (Side Lighting) และนำแสงเข้ามาทางด้านบน (Top Lighting) โดยแสงที่มาจากด้านบนนั้น ถือว่าเป็นแสงที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าแสงที่มาจากด้านข้าง สิ่งที่ควรระวัง คือ แสงธรรมชาติในประเทศไทยนั้นมีความเข้มของการส่องสว่างสูง มีความร้อนเข้าสู่อาคาร จึงไม่ควรนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้โดยตรง ควรนำแสงสว่างที่สะท้อนจากแสงธรรมชาติโดยตรง (Indirect Light) หรือนำแสงธรรมชาติที่หักเหหรือสะท้อนก่อนนำเข้าสู่อาคารมาใช้

- แสงที่เข้ามาจากด้านข้าง (Side Lighting) ต้องคำนึงถึงความลึกของห้องที่ค่อยๆห่างจากหน้าต่าง และความสูงของช่องหน้าต่าง อย่างไรก็ตามควรใช้ทั้งความสูง และความกว้างของหน้าต่างควบคู่กันไป ความสูงของหน้าต่างยิ่งมากแสงยิ่งส่องเข้ามาภายในอาคารยิ่งลึกและมีการกระจายได้ทั่วสม่ำเสมอ ดังรูปที่ 2.19
- แสงที่เข้ามาจากด้านบน (Top Lighting) การให้แสงทางทิศเหนือจะได้รับแสงที่สม่ำเสมอ และหลีกเลี่ยงการได้รับรังสีความร้อน ส่วนการรับแสงทางทิศใต้มีโอกาสได้รับรังสีความร้อน (Heat Gain) และเกิดความจ้าของแสง (Glare) เข้ามามาก แต่ละอาคารต้องการแสงทางทิศเหนือเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ดังรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงคุณภาพของแสงที่เข้ามาจากด้านข้าง และด้านบน

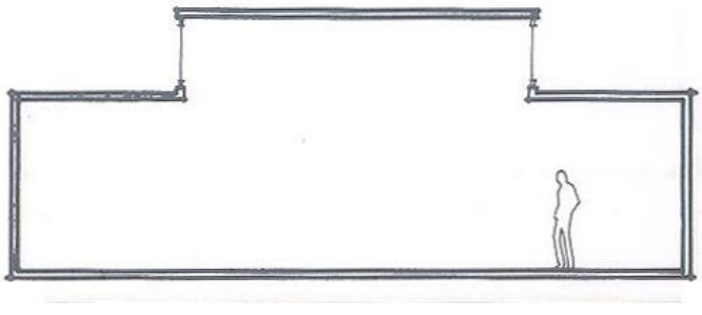
ที่มา : M. David Egan, Victor Olgyay (2002:124) Architectural Lighting

2.1.8 **รูปทรงของช่องเปิดด้านบน**

การใช้ช่องแสงด้านบนจะทำให้สามารถนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารได้มากกว่าช่องแสงด้านข้าง เนื่องจากเป็นการให้แสงโดยตรงจากด้านบน การให้แสงทางด้านบนส่วนใหญ่จะเกิดในลักษณะอาคารที่มีขนาดของเส้นรอบรูปมาก ซึ่งการให้แสงทางด้านข้างมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอต่อการให้งาน รูปแบบการให้แสงจากด้านบนโดยส่วนใหญ่จะไม่คำนึงถึงทัศนวิสัยของผู้ใช้อาคาร แต่คำนึงถึงประสิทธิภาพในการส่องสว่างเป็นหลัก แต่ข้อควรคำนึงของการให้แสงทางด้านบนคือ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นพร้อมกับการให้การส่องสว่าง โดยเฉพาะในส่วนของสภาพภูมิประเทศเขตร้อน หากไม่มีการศึกษาป้องกันที่ดีพอ ในการให้แสงทางด้านบนมีรูปแบบในการให้การแสงสว่าง

หลังคามอนิเตอร์ (Monitor Roof) เป็นช่องแสงที่ยกขึ้นจากพื้นหลังคามีช่องแสงกระจกในแนวดิ่ง ลักษณะแสงที่ได้เป็นแสงกระจาย (Diffuse Light) และแสงสะท้อน (Reflected Light) มากกว่าแสงตรง (Direct Light) ทำให้แสงมีประสิทธิภาพมากกว่าการรับแสงตรง เพราะนำความร้อนเข้าสู่อาคารน้อยกว่า และแสงที่เป็นแสงกระจายนั้นจะลดความจ้าลง ไม่ทำให้เกิดแสงบาดตา สามารถออกแบบควบคุมทิศทางแสงที่เข้ามาจากแสงตรงให้เป็นแสงกระจายได้ การออกแบบให้แสงกระจายลงสู่ชั้นล่าง ต้องวางตำแหน่งให้แสงเข้ามาจากช่องเปิดที่พื้นถึงสองชั้น แสงธรรมชาติสามารถเข้าได้ในระยะ 7.5-10 เมตร จากฝ้าเพดานลงมาที่พื้นชั้นล่าง หากระยะมากกว่านี้ จะทำให้ความเข้มแสงน้อยลงตามลำดับ ดังรูปที่ 2.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงรูปแบบหลังคาทรงมอนิเตอร์ (Monitor Roof)

ที่มา : Gary Gordon, James L. Nuckolls (1995:58) Interior Lighting for Designs

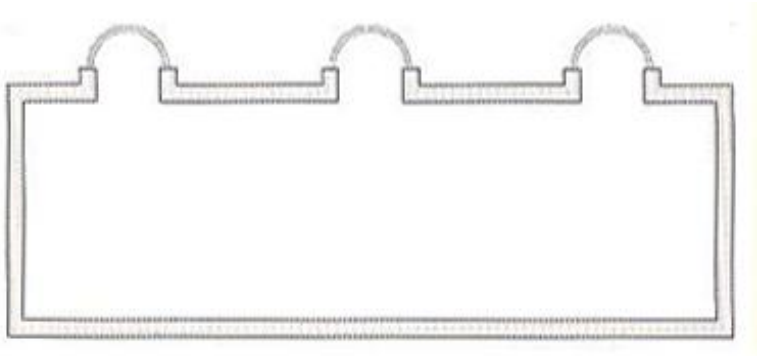
ช่องแสงหลังคาฟันเลื่อย (Saw-tooth) มีลักษณะการให้แสงเพื่อหลีกเลี่ยงแสงแดดโดยตรง (Direct Sun) เป็นรูปแบบการเปิดช่องเปิดในแนวตั้งในทางด้านใดด้านหนึ่งของอาคาร โดยส่วนใหญ่มักจะหันช่องเปิดไปทางทิศเหนือ ซึ่งเป็นทิศที่ได้รับอิทธิพลรังสีตรงของดวงอาทิตย์น้อยที่สุด ประสิทธิภาพในการส่องสว่างจึงสามารถใช้ได้อย่างเต็มที่แสงที่ได้รับจึงมีคุณภาพที่นิ่มนวล มีปริมาณการส่องสว่างที่พอเหมาะ และมีปริมาณความร้อนปะปนมาน้อย ดังรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.19 แสดงรูปแบบหลังคาทรงฟันเลื่อย (Saw tooth)

ที่มา : Gary Gordon, James L. Nuckolls (1995:58) Interior Lighting for Designs

สกายไลท์ (Skylight) เป็นช่องเปิดบนหลังคาเพื่อให้แสงธรรมชาติเข้ามา มีลักษณะช่องเปิดนำแสงเข้าสู่อาคารโดยไม่เห็นทัศนียภาพ แต่แสงที่เข้าสู่อาคารเป็นแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sun Light) ให้ประสิทธิภาพความเข้มแสงที่ดีบนพื้นราบ แต่เนื่องจากแสงที่ได้นั้นเป็นแสงตรง จึงนำความร้อนเข้ามาด้วย ดังนั้น (Skylight) จึงเหมาะที่จะเป็นพื้นที่ขนาดเล็กให้แสงเข้าประกอบกับพื้นที่ด้านข้างทำหน้าที่กระจายแสง และลดแสงจ้า หากพื้นที่ใช้งานอยู่ลึกเข้าไปในอาคารไม่สามารถออกแบบให้แสงเข้าทางด้านข้างได้ Skylight ถือเป็นหนึ่งในแนวทางการออกแบบที่สามารถนำไปใช้ได้ดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 แสดงรูปแบบหลังคาทรงสกายไลท์ (Skylight)

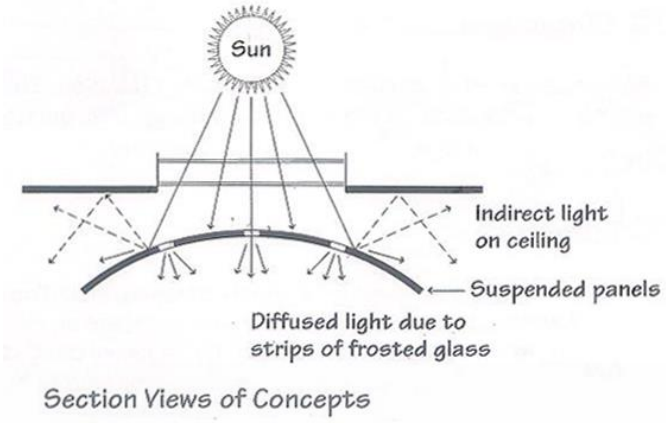
ที่มา : Gary Gordon, James L. Nuckolls (1995:57) Interior Lighting for Designs

2.1.9 **แนวคิดการใช้อุปกรณ์สะท้อนแสงเข้าสู่อาคาร**

การนำแสงธรรมชาติสะท้อนเข้าสู่อาคาร มีจุดประสงค์เพื่อลดความเข้มของแสงลงก่อนเข้าสู่อาคาร และสามารถใช้การสะท้อนแสงนั้นบังคับทิศทางของแสงให้ไปตามทิศทางตามที่เรากำหนดได้ให้เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมของผู้ใช้อาคารนั้นๆ เช่น อาคารประเภทโกดังสินค้า โรงงาน หรืออาคารสาธารณะที่มีความสูงมาก หรือมีโถงสูง เหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้ามาทางด้านบน (Top Lighting) ส่วนอาคารประเภทการศึกษา สำนักงาน ที่อยู่อาศัย อาคารที่มีความสูงหลายชั้น หรืออาคารที่แสงธรรมชาติเข้าไม่ถึงในส่วนลึกสุด เหมาะแก่การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ด้านข้าง (Side Lighting) เป็นต้น แต่การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยตรงนั้นจะนำความร้อน และความจ้าของแสงเข้ามาพร้อมกันด้วย ในการทดลองนี้ใช้แนวคิดการสะท้อนแสงด้านบน นำมาใช้ในการทดสอบ

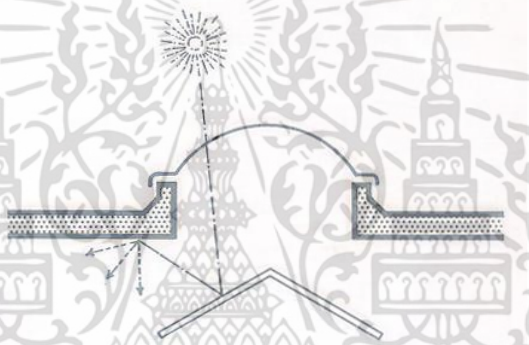
- แนวคิดการสะท้อนแสงด้านบน เป็นรูปแบบการสะท้อนแสงวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ โดยการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารทางช่องแสงด้านบน (Sky Light) ซึ่งจะก่อให้เกิดการนำความร้อนมาพร้อมกับแสงที่มีแสงจ้ามากเกินไปจนไม่สามารถนำมาใช้งานได้ จึงแก้ไขด้วยปัญหาโดยใช้รูปแบบและวัสดุสะท้อนแสงจากรังสีตรง (Direct Light) เพื่อสะท้อนแสงไปยังฝ้าเพดานในการกระจายแสงลงสู่อาคารเพื่อลดความเข้มของแสงลง ดังรูปที่ 2.24, 2.25, 2.26 และ 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



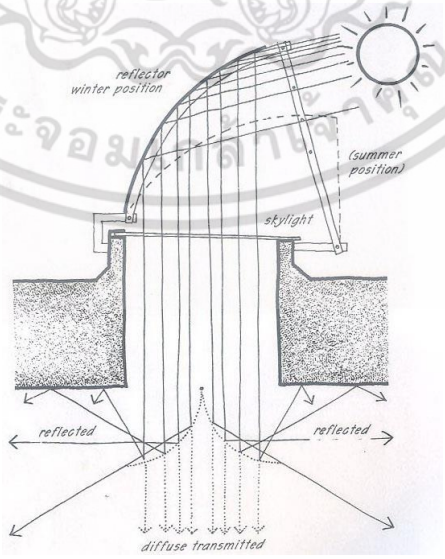
รูปที่ 2.21 แสดงรูปแบบแนวคิดการสะท้อนแสงด้านบน ด้วยวัสดุสะท้อนชนิดโค้ง

ที่มา : M. David Egan, Victor Olgyay (2002:364) Architectural Lighting



รูปที่ 2.22 แสดงรูปแบบแนวคิดการสะท้อนแสงด้านบน ด้วยวัสดุสะท้อนชนิดจั่ว

ที่มา : Lam, William M.C. (1986:293) Sunlighting as Formgiver for Architecture



รูปที่ 2.23 แสดงรูปแบบแนวคิดการสะท้อนแสงด้านบน ด้วยวัสดุสะท้อนชนิดจั่วโค้ง

ที่มา : Lam, William M.C. (1986:311) Sunlighting as Formgiver for Architecture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.24 แสดงแสงตกกระทบกับตัวอย่างรูปทรงวัสดุสะท้อน และทิศทางของการกระจายแสง

ที่มา : Lam, William M.C. (1986:292) Sunlighting as Formgiver for Architecture

2.1.10 **ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ** (Typical Reflectance Factor)

ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่างๆ (Typical Reflectance Factor) ดังตารางที่ 2.3 วัสดุประเภท อลูมิเนียมขัดเงา กระจกเงา และสีทาขาว มีคุณสมบัติในการการสะท้อน (Reflectance) อยู่ในปริมาณสูง จึงเหมาะแก่การนำไปเป็นวัสดุในการทดลอง

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าสภาพสะท้อนความเข้มของวัสดุต่างๆ (Reflectivity of Material)

วัสดุ (Material)	**การสะท้อน** (Reflectance) %
อลูมิเนียมขัดเงา	70 – 85
ยางแอสฟัลต์	10
อิฐมอญ	25 – 45
คอนกรีต	30 – 50
กระจกใส	7
กระจกเงา	80 – 90
สีทาขาว	70 – 90
สีทาดำ	4
กระเบื้องเคลือบ	60 – 90
หิน	5 – 50
ไม้	5 – 40

ที่มา : M. David Egan, Victor Olgyay (2002:58) Architectural Lighting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.11 **ค่าการสะท้อนจากสีต่างๆ** (Reflect of color)

จากตารางการสะท้อนจากสีทาต่างๆ จะพบว่า สีขาวจะทำให้สะท้อนแสงออกไปได้มากที่สุด สีดำจะทำให้แสงสะท้อนมากที่สุด จึงใช้การทาสีขาวบนฝ้าเพดานของหุ่นจำลอง เพื่อให้สะท้อนแสงจากอุปกรณ์สะท้อนแสงลงบนพื้นที่ภายในให้ได้ปริมาณแสงมากที่สุด ภายนอกของหุ่นจำลองทาสีขาวเช่นกัน เพื่อให้สะท้อนแสงภายนอก ไม่ให้มีผลกระทบต่อแสงภายใน และการใช้สีดำทาลงบนผนัง และพื้นของหุ่นจำลอง เพื่อลดการสะท้อนของแสงภายในให้ได้ปริมาณแสงจริงในการวัดค่า ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบการสะท้อน ของสีต่างๆเพื่อประกอบการให้สีภายในอาคาร

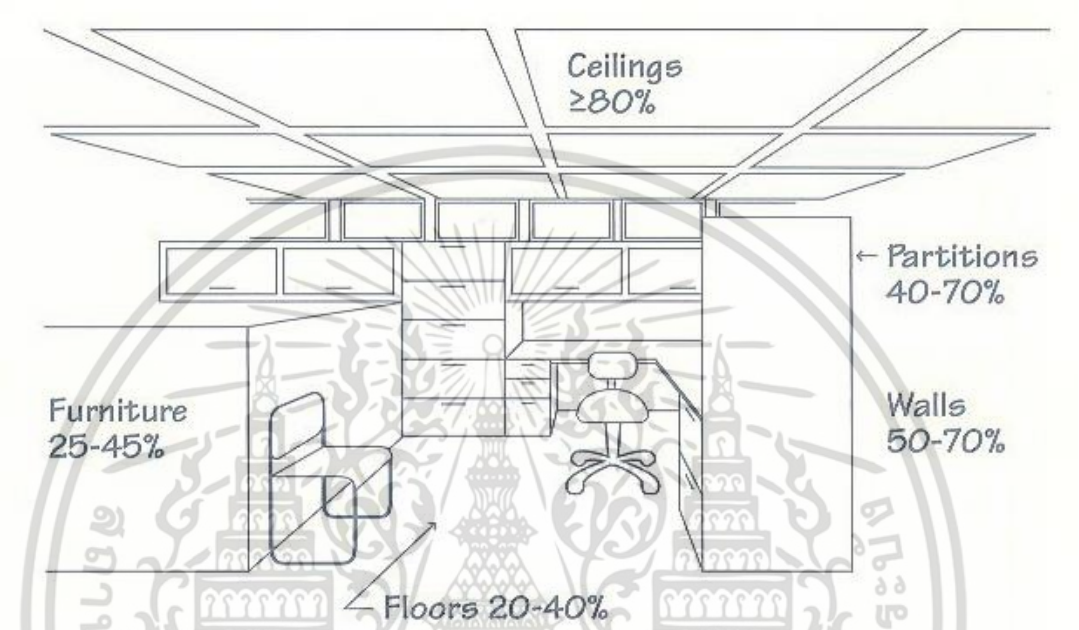
สี (Color)	**อัตราการสะท้อน %**
ขาว	80 – 90
งาช้าง	70 – 80
เหลือง	65 – 75
ครีม	65 – 75
ชมพูอ่อนอมม่วง	60 – 65
เหลืองออกน้ำตาล	55 – 65
ชมพู	40 -70
เทา	35 – 50
ฟ้า	35 – 50
เขียวอ่อน	25 – 50
เขียวแก่	15 – 25
น้ำเงินแก่	10 – 20
น้ำตาล	8 – 12
แดง	15 – 25
แดงเข้ม	7
ดำ	2 - 5

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ(2559:83) การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.12 เปอร์เซ็นต์ในการสะท้อนแสงสว่างของส่วนต่าง ๆภายในห้อง

ปริมาณของแสงสว่างในห้องย่อมขึ้นอยู่กับคุณภาพในการสะท้อนแสงของสีจากพื้น ฝ้าเพดาน ผนังห้อง การออกแบบสีห้องต่างๆ เช่น ห้องทำงาน ห้องเรียน ให้มีแสงสว่างที่เหมาะสมในการกระจายแสงไม่เคืองตา มีเปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสง ดังรูปที่ 2.28 และแสดงผลดังตารางที่ 2.5



รูปที่ 2.25 แสดงเปอร์เซ็นต์ในการสะท้อนแสงสว่างของส่วนต่างๆภายในห้อง

ที่มา : M. David Egan, Victor Olgyay (2002:59) Architectural Lighting

ตารางที่ 2.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ในการสะท้อนแสงสว่างของส่วนต่างๆภายในห้อง

องค์ประกอบ	ค่าสะท้อน (%) ห้องเรียน	ค่าสะท้อน (%) สำนักงาน
ฝ้าเพดาน	70 – 90	> 80
ผนัง	40 – 60	50 – 70
ฉากกั้นห้อง	-	40 – 70
พื้น	30 – 50	20 – 40
เฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์	-	25 – 45
โต๊ะทำงาน	35 – 50	35 – 50

ที่มา : M. David Egan, Victor Olgyay (2002:59) Architectural Lighting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.13 มาตรฐานการส่องสว่าง

จากตารางที่ 2.6 แสดงเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่าง CIE และ IES (USA) ตามประเภทการใช้งานในพื้นที่ต่างๆ เลือกงานที่ใช้สายตาไม่มาก เช่น โรงงาน , งานชิ้นใหญ่ฯ ค่ามาตรฐานการส่องสว่างอยู่ที่ 200-300-500 Lux เพื่อให้สัมพันธ์กับประเภทอาคารที่ใช้ทดลอง

ตารางที่ 2.6 แสดงเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่าง CIE และ IES (USA) ตามพื้นที่ใช้งาน

พื้นที่ใช้งาน (ก)	CIE (Lux)	IES (Lux)	ลักษณะของพื้นที่ใช้งาน(ข)
-ทางเดิน, พื้นที่ใช้งานภายนอก	20-30-50	20-30-50	Public space with dark surrounding.
-ทางเดินภายใน และการแวะผ่านระยะสั้น	50-75-100	50-75-100	Simple orientation for short temporary visits.
-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	500-750-1,000	Performance of visual tasks of medium contrast or small size.
- งานที่ใช้สายตามาก เช่น การเขียน	500-750-1,000	1000-1500-2,000	Performance of visual tasks of low contrast or very small size.
-งานที่ใช้สายตามากๆ เช่น การแระกอบชิ้นส่วน	750-1,000-1,500	2,000-3,000-5,000	Performance of visual tasks of low contrast and very small size over a prolonged period.
-งานที่ใช้สายตาเป็นพิเศษ	1,000-1,500-2,000	5,000-7,500-10,000	Performance of very Prolonged and exacting visual tasks.
-งานที่ใช้สายตาพิถีพิถัน เช่น การผ่าตัด	2,000 up	10,000 up	Performance of very special visual tasks of extremely low contrast and small size.

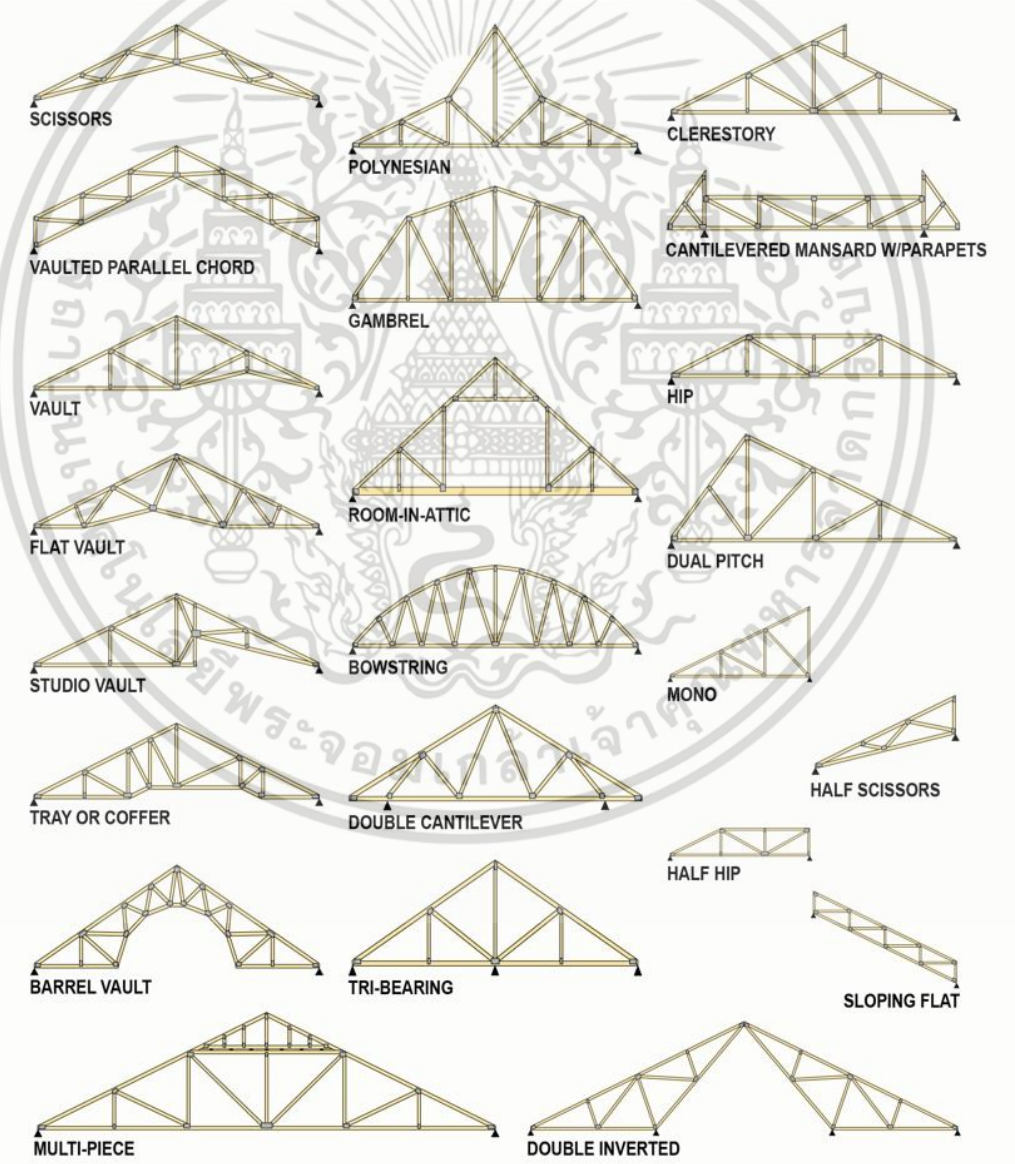
ที่มา : (ก) ชำนาญ ห่อเกียรติ, ดร. , เทคนิคการส่องสว่าง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.14 อาคารพาดช่วงกว้าง

อาคารพาดช่วงกว้าง เป็นการใช้รูปแบบของหลังคาโครงถัก (Truss) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าโครงข้อหมุน เป็นโครงสร้างที่เกิดขึ้นจากการนำเอาชิ้นส่วนหรือว่าองค์อาคารมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงเรขาคณิต รูปทรงโครงถักพื้นฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนอย่างน้อย 3 ชิ้น ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนรูปทรงได้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้โครงสร้างที่มีน้ำหนักเบาแต่สามารถรับน้ำหนักได้มาก และวางพาดช่วงยาวๆได้โดยไม่ต้องการมีเสากลางรับจันทัน เช่น โครงสร้างหลังคาของโรงงาน โรงอาหาร หอประชุม อัฒจรรย์ ฯลฯ รวมทั้งสะพานและอาคารพิเศษอื่นๆด้วย ตัวอย่างรูปแบบโครงหลังดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.26 แสดงรูปทรงหลังคาโครงถัก (Truss)

ที่มา : Allied Truss Manufacturing (2013) www.alliedtruss.com/Allied_Truss.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ศึกษารูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่ไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร : วิธวัช อธิกุล : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2548

การออกแบบอาคารโดยใช้แสงสว่างธรรมชาติ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเป็นทางออกหนึ่งที่มีส่วนในการลดผลกระทบจากการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพบว่าปัญหาหลักของการใช้แสงสว่างธรรมชาติ คือ ปัญหาเรื่องความร้อนที่มาพร้อมรังสีของดวงอาทิตย์ เป็นที่มาของงานวิจัยนี้ ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษาลักษณะรูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างด้านบนที่มีคุณสมบัติในการช่วยลดผลกระทบจากรังสีความร้อนดวงอาทิตย์ และมีประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้กับอาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

โดยในช่วงต้นของการวิจัยนี้ เป็นขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพรูปแบบเปิดช่องรับแสงสว่างธรรมชาติที่ทำการศึกษาพัฒนา ได้แก่ แบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง (Saw-tooth with Reflector) กับรูปแบบช่องเปิดรับแสงแบบมาตรฐาน ได้แก่ แบบแผ่นรับแสงแนวราบ (Flat Sheeting), แบบหลังคามอนิเตอร์ (Monitor Roof) และแบบฟันเลื่อย (Saw-tooth) ผลจากการศึกษาพบว่า รูปแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง (Saw-tooth with Reflector) มีคุณสมบัติในการลดภาระการนำความร้อนได้ดีที่สุด และมีคุณสมบัติการนำแสงสว่างที่เหมาะสมต่อการใช้งาน และการศึกษาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ขั้นตอนการศึกษาพัฒนาประสิทธิภาพ รูปแบบช่องรับแสงแบบฟันเลื่อยมีแผงสะท้อนแสง โดยทำการศึกษาตัวแปร และคุณสมบัติที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า เมื่อเพิ่มขนาดช่องเปิดรับแสงแนวราบภายใน และแนวตั้งภายนอก มีส่วนช่วยในการเพิ่มแสงสว่างผ่านช่องรับแสงในปริมาณที่สูงขึ้น เป็นลักษณะแปรผันตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ในส่วนของวัสดุผิวสะท้อน พบว่ากระจกเงาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงสว่างได้ดีที่สุด เมื่อทำการทดลองติดตั้งในตำแหน่งตัวแปร ที่ทำหน้าที่สะท้อนแสงส่วนต่างๆของช่องรับแสง โดยที่ลักษณะรูปแบบแผงสะท้อนแสงแบบเว้าในตำแหน่งพื้นที่สะท้อนแสงภายใน และลักษณะแบบนูนในตำแหน่งแผงสะท้อนแสงภายนอก มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงสว่างผ่านช่องรับแสง ส่วนตำแหน่งติดตั้งแผงสะท้อนแสง พบว่าระยะความสูงแผงสะท้อนแสงที่ตำแหน่งกึ่งกลางของช่องรับแสงแนวตั้ง (0.15 เมตร) และระยะห่างที่เท่ากับความสูงช่องเปิดรับแสงแนวตั้งภายนอก (0.30 เมตร) มุมรับแสง 75 องศา มีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงธรรมชาติผ่านช่องรับแสงได้ดีที่สุดในการทำวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การศึกษารูปแบบและแนวทางพัฒนาประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงธรรมชาติด้านบนแบบหลังคามอนิเตอร์ : มัลลิกา เจ่าสกุล : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2552

ปัจจุบันความต้องการในการใช้พลังงานในอาคารเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงาน ซึ่งจะต้องพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบอาคาร ดังนั้นหากผู้ออกแบบอาคารมีความรู้ความเข้าใจ และรู้จักประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติกับอาคารให้มีความเหมาะสม เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยลดปัญหาการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองได้อีกทางหนึ่ง และยังสามารถทำให้บรรยากาศภายในอาคารนั้นน่าสนใจ และเป็นการช่วยให้กิจกรรมภายในอาคารนั้นสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการศึกษารูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างด้านบนที่ไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร (วิธวัช อธิกุล, 2548) ในการทดสอบเพื่อเลือกหารูปแบบที่เหมาะสม พบว่ารูปแบบหลังคามอนิเตอร์ ให้ปริมาณความสว่างที่มากที่สุด จึงเห็นว่าสามารถนำมาปรับปรุง และพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ความสว่างที่เหมาะสมได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาช่องเปิดรับแสงธรรมชาติด้านบนแบบหลังคา “มอนิเตอร์” ในด้านของรูปแบบ และแนวทางการออกแบบช่องเปิดเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพ โดยทำการศึกษาตัวแปร และคุณสมบัติต่างๆที่เป็นปัจจัยในด้านการออกแบบ ได้แก่ ขนาด, ความสูง, ทิศทาง, ระยะยื่น จึงพบว่าขนาดความกว้าง และความสูงในอัตราส่วน 3 ต่อ 2 เป็นสัดส่วนทำให้ได้ความสว่างภายในที่เหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาในด้านการออกแบบเพื่อปรับปรุงให้ความสว่างภายในมีคุณภาพมากที่สุด เพราะปริมาณพื้นที่ที่ค่าความสว่างภายในในระดับที่สามารถใช้งานได้ดีอยู่ที่ 43.75% ระยะความสูงเพดานที่ 6.00 เมตร ให้ประสิทธิผลที่ดีที่สุด คือ มีปริมาณพื้นทีที่ค่าความสว่างภายในในระดับที่สามารถใช้งานได้ดีอยู่ที่ 43.75% และลดลงตามระยะความสูงของฝ้าเพดานที่ลดลง ความสูงของช่องเปิดไม่มีผลสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างพื้นที่ใช้งานกับฝ้าเพดาน และพบว่าการเปิดรับแสงทั้ง 4 ด้าน มีปริมาณพื้นที่ที่ความสว่างภายในที่ใช้งานได้ดีมากที่สุดถึง 43.75% สำหรับระยะยื่นชายคาของหลังคาช่องเปิดแบบหลังคามอนิเตอร์ พบว่าระยะยื่น 2 ใน 3 ของความสูงช่องเปิดแนวตั้ง ให้ค่าความสว่างภายในระดับที่ใช้งานได้ดีมีปริมาณพื้นที่มากที่สุด ยิ่งมาก็ยิ่งลดปริมาณพื้นที่ที่ความสว่างที่มากเกินไปลงได้ แต่ก็ทำให้เพิ่มปริมาณพื้นที่ที่ความสว่างไม่เพียงพอมากขึ้น ส่วนการยื่นชายคาที่น้อยจนเกินไป ทำให้เกิดพื้นที่ที่มีปริมาณความสว่างมากเกินไปสูงถึง 20.25%

จากนั้นจึงนำผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาข้างต้นมาพัฒนาช่องเปิดรับแสงธรรมชาติด้านบนแบบหลังคา “มอนิเตอร์” เพื่อให้ได้ความสว่างภายในมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดการเข้าสู่ภายในของแสงตรง (Direct Light) และเพิ่มพื้นที่การกระจายแสงได้มากขึ้น เมื่อทำการเปลี่ยนรูปแบบ และวัสดุของแผ่นกรองแสงเป็นแผ่น “โพลีคาร์บอเนต” สีขุ่น มีปริมาณพื้นที่ที่มีความสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในระดับใช้งานได้ดีค่อนข้างสูงถึง 42.27% หรือเปลี่ยนรูปแบบของพื้นผิวสะท้อนแสงภายในเป็นทรงปิรามิดเอียง 30 องศา และกรุผิวด้วยแผ่นลามิเนต ผิวอลูมินั่มลายขนแมว เพราะมีค่าความสว่างภายในในระดับที่สามารถใช้งานได้ดีมากที่สุดอยู่ที่ 63.12% และมีปริมาณพื้นที่ที่ความสว่างมากเกินไปน้อยที่สุดอยู่ที่ 7.38% และปริมาณพื้นที่ความสว่างภายในระดับพอใช้มากที่สุดถึง 24.07% แสดงว่าอลูมิเนียม มีคุณสมบัติช่วยในการกระจายแสงเข้าสู่ภายในได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

3.1.1 แบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษารูปแบบการสะท้อนแสงธรรมชาติจากด้านบนหลังคากับวัสดุสะท้อนฝ้าเพดาน ทดลองการเปรียบเทียบรูปแบบให้เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติด้านบน โดยใช้อุปกรณ์สะท้อนแสงในรูปแบบ และวัสดุที่เหมาะสมกระทบกับฝ้าเพดาน เพื่อให้ได้แสงธรรมชาติที่กระจายเหมาะสมต่อการใช้พื้นที่นั้นๆ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอาคารอื่นๆได้ต่อไป

ตัวอย่างอาคารที่นำมาเป็นเกณฑ์ในการทดลอง คือ อาคารช่วงกว้าง และมีโถงสูงชั้นเดียว ซึ่งปริมาณแสงด้านข้างสามารถเข้ามาได้ไม่ลึกนัก มีระดับค่าสว่างของ CIE หรือ EIS กับประเภทงานที่ใช้สายตาไม่มาก เช่น โรงงานกับขนาดงานชิ้นใหญ่ เป็นต้น ซึ่งมีระดับความสว่างที่ 200-300-500 Lux (ปริมาณแสงต่ำสุด 200 Lux ค่ามาตรฐาน 300 Lux และปริมาณสูงสุด 500 Lux) นำมาเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกการใช้รูปแบบในการทดลอง โดยมีวิธีการวิจัยดังนี้

การใช้หุ่นจำลองในการศึกษาแสงประดิษฐ์ และแสงธรรมชาติให้ผลชัดเจนกว่าการคำนวณจากสมการ ทำให้สามารถทราบว่าแสงที่วัดค่าได้มานั้นมีคุณภาพที่เพียงพอหรือไม่ แบบจำลองที่ใช้ทดลองควรมีขนาดใหญ่พอสมควร เพื่อป้องกันความผิดพลาดกับผลลัพธ์ที่ได้ การออกแบบหุ่นจำลองที่เหมาะสมแก่การทดลองมีข้อกำหนดรูปแบบในการออกแบบดังนี้

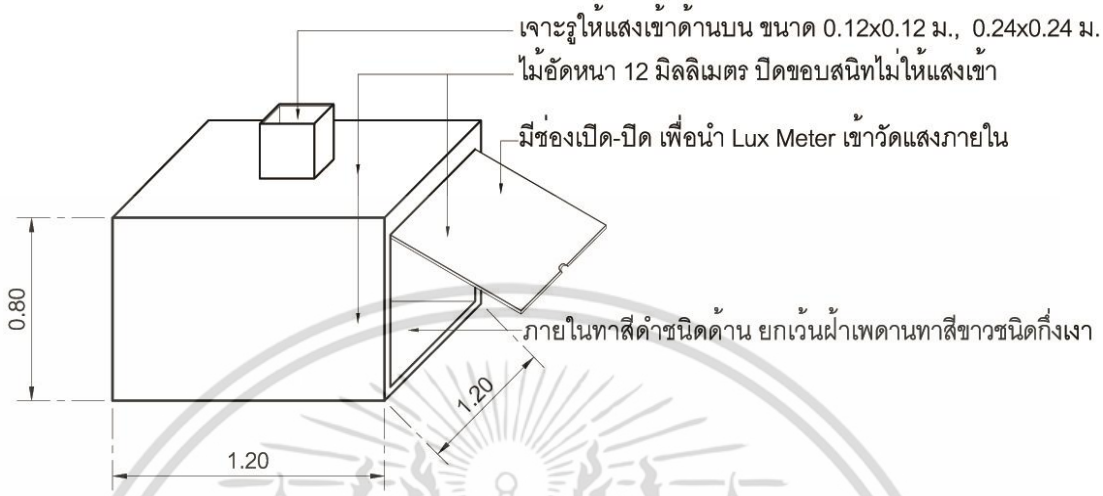
1. กำหนดขนาดหุ่นจำลองที่สามารถใช้อุปกรณ์วัดแสงนำเข้าไปวัดภายในได้ และเป็นขนาดที่เหมาะสมต่อการเคลื่อนย้าย โดยใช้ขนาดกว้าง 1.20 เมตร ยาว 1.20 เมตร สูง 0.80 เมตร ซึ่งมีอัตราส่วนใกล้เคียงกับอาคารช่วงกว้าง โดยใช้วัสดุไม้อัดประกอบให้มีความแข็งแรงทนทาน รอยต่อทุกส่วนต้องปิดสนิทต้องไม่มีการรั่วซึมของแสง เพื่อต้องการความแม่นยำในการวัดแสง

2. พื้นผิวของหุ่นจำลอง ภายนอกทั้งหมดทาสีขาวชนิดกึ่งเงา เพื่อให้เกิดการสะท้อนแสงจากสภาวะแวดล้อมภายนอก ภายในส่วนพื้น และผนังทั้ง 4 ด้าน ทาสีดำชนิดด้าน เพื่อหลีกเลี่ยงการสะท้อนแสงจากภายในแบบจำลองให้ได้มากที่สุด และส่วนฝ้าเพดานทาสีขาวชนิดกึ่งเงา เพราะเป็นส่วนใช้ทดสอบการสะท้อนแสง

3. ขนาดของช่องเปิดด้านบนโดยเจาะช่องสี่เหลี่ยมตรงบริเวณกึ่งกลางของหุ่นจำลอง ได้แก่ ขนาดกว้าง 0.12 เมตร ยาว 0.12 เมตร (กว้าง 0.4 ฟุต ยาว0.4 ฟุต) และขนาดกว้าง 0.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตร ยาว 0.24 เมตร (กว้าง 0.8 ฟุต ยาว 0.8 ฟุต) กำหนดเลือกใช้ขนาดตามมาตรฐานขนาดของวัสดุก่อสร้าง หน่วยเป็นฟุต และให้เป็นสัดส่วนซึ่งกันกับขนาดของหุ่นจำลอง ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงแบบจำลองรูปแบบ และวัสดุในการทำแบบจำลอง

4. เลือกใช้วัสดุสะท้อนแสง ที่มีค่าการสะท้อนแสงที่สูง อยู่ในช่วง 70-95 % หาซื้อได้ตามท้องตลาด ราคาไม่แพง ได้แก่ วัสดุสีขาว

5. รูปแบบการสะท้อนมีทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ ชนิดแบนเรียบ ชนิดจั่ว ชนิดโค้งเว้าคว่ำ ชนิดโค้งเว้าหงาย และชนิดจั่วโค้งหงาย ดังตารางที่ 3.1 โดยติดตั้งใต้ช่องแสงด้านบน ต่ำลงมาจากฝ้าเพดาน 0.10 และ 0.20 เมตร เพื่อให้ได้ปริมาณของแสงที่เข้ามามีความมากน้อยแตกต่างกัน และไม่ใช้พื้นที่ความสูงของฝ้าเพดานมากเกินไป

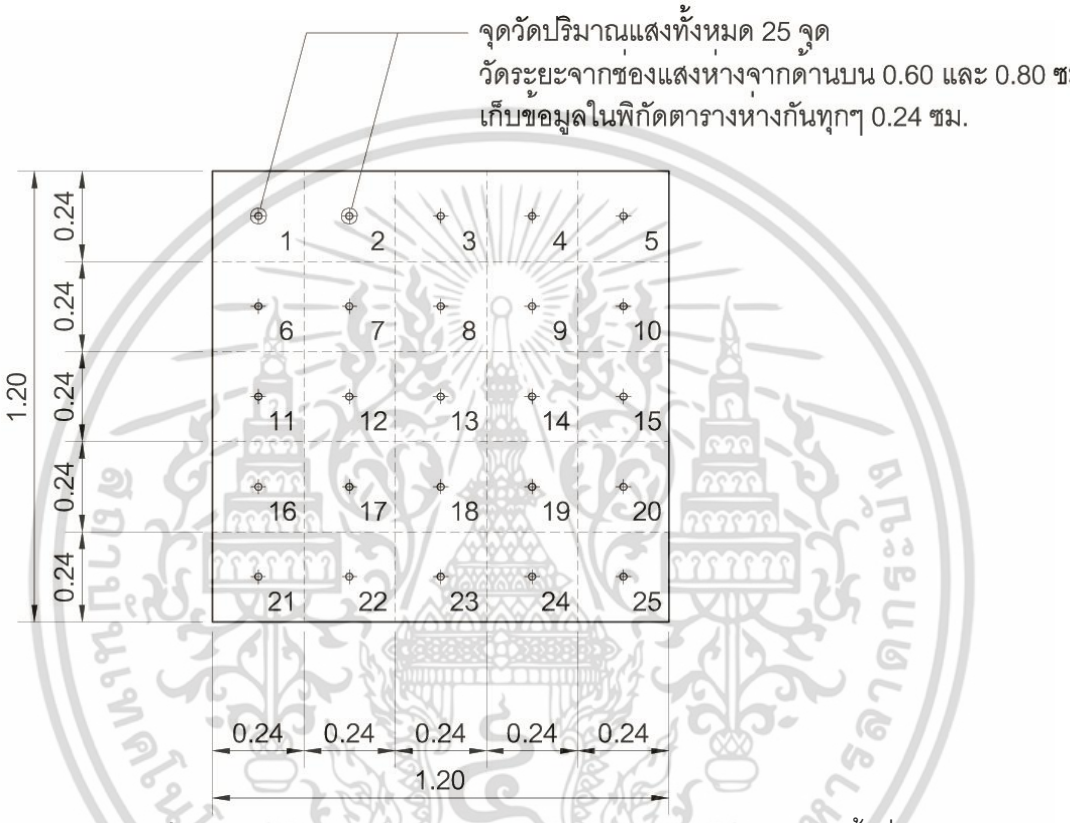
ตารางที่ 3.1 แสดงรูปแบบชนิดการสะท้อนทั้ง 5 ชนิด

ชนิดการสะท้อน	รูปแบบการสะท้อน
1. การสะท้อนชนิดแบนเรียบ	
2. การสะท้อนชนิดจั่ว	
3. การสะท้อนชนิดโค้งเว้าคว่ำ	
4. การสะท้อนชนิดโค้งเว้าหงาย	
5. การสะท้อนชนิดจั่วโค้งหงาย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำแบบจำลองที่ผ่านการคัดเลือก นำไปเพิ่มประสิทธิภาพการสะท้อนแสง โดยใช้วัสดุอลูมิเนียม และกระจกเงา ทดลองในขั้นตอนต่อไป

7. เก็บข้อมูลจากแบบจำลองที่ผ่านการคัดเลือก โดยวัดค่าพื้นที่แสงตกกระทบภายใน 25 จุด คิดเป็น 100% ของพื้นที่ทั้งหมด ในระบบพิกัดตารางห่างช่องละ 0.24 เมตร (0.8 ฟุต) ดังรูปที่ 3.2 วัดจากพื้นถึงช่องแสงแสง 2 ระดับ คือ 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.2 แสดงแปลนตำแหน่งในการวัดปริมาณแสง 25 จุด บนพื้นที่รับแสง

3.1.2 **เครื่องมือวัดค่าแสง**

ในการทดลองแสงจริง การตรวจวัดระดับแสงสว่างโดยใช้เครื่องมือ LUX Meter ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดแสงที่อ่านค่าได้โดยตรง (Direct Reading) มีหน่วยการวัดเป็น ลักซ์ (LUX) ช่วงของค่าการวัดแสงอยู่ระหว่าง 0-200,000 LUX กำหนดให้การทดลองวัดแสง และจดบันทึกค่าความสว่างแสงภายนอก และภายในแบบจำลองพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์วัดค่าแสงลักซ์มิเตอร์ (LUX Meter)

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

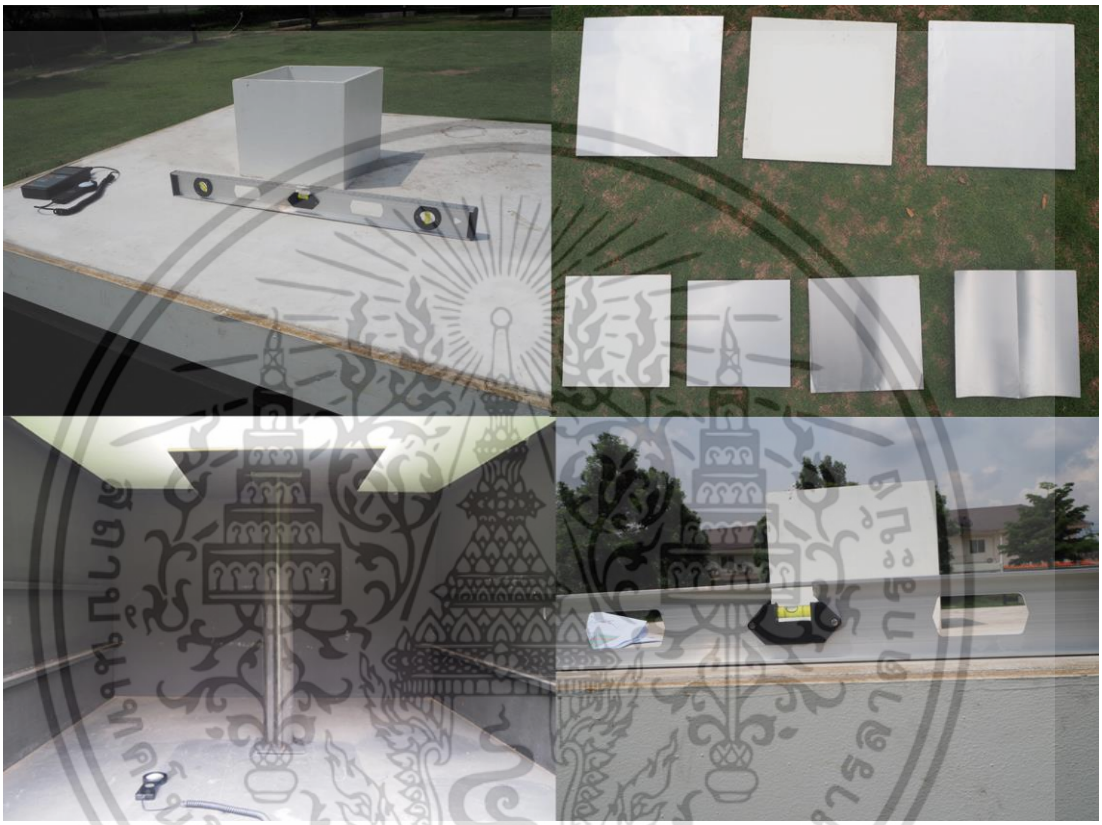
สถานที่ทำการทดลองเป็นพื้นที่โล่งของลานกลางแจ้ง ที่ไม่มีสิ่งปลูกสร้างบดบังเงาจากแสงแดดในบริเวณใกล้เคียงในการส่งผลกระสบต่อแสง เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำที่สุด ในการทดลองนี้ เลือกพื้นที่ส่วนกลางหมู่บ้านพฤกษา 50 รามคำแหง ซอยมิสทีน ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 แสดงสถานที่ทดลองพื้นที่ส่วนกลางหมู่บ้านพฤกษา 50 รามคำแหง ซอยมิสทีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเตรียมวัสดุทดลองกับแบบจำลองในสภาพแสงจริง

ทดลองวัดค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลองในสภาพแสงจริง เตรียมแบบจำลองติดตั้งตรงกลางของพื้นที่โล่ง ให้ได้ระดับตั้งฉากกับพื้นที่ และนำวัสดุสะท้อนชนิดที่ผ่านการคัดเลือก ได้ทดสอบกับสภาพแสงจริงในเวลาที่ถูกกำหนดไว้ การเตรียมการดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงการเตรียมวัสดุทดลองกับแบบจำลองในสภาพแสงจริง

นำข้อมูลการทดลองมา บันทึกผลการทดลองโดยใช้แบบฟอร์มบันทึกค่าความสว่าง ดังตารางที่ 3.2 และนำข้อมูลการทดลองมาแสดงผลในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ลงในโปรแกรม Surfer เป็นโปรแกรมสร้างกราฟที่สามารถแสดงผล และอ่านค่าของแสงได้ชัดเจน ไม่ซับซ้อน ทำให้ภาพที่ง่ายต่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าของ Daylight Factor ในจำนวน 25 จุดวัดแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงแบบฟอร์มบันทึกค่าความสว่างภายในแบบจำลอง

แบบฟอร์มบันทึกค่าความสว่างภายในแบบจำลอง

สถานที่ตั้ง.....

วันที่ .....

แบบทดสอบที่ .....

ขนาดของช่องเปิด (กว้างxยาวxสูง) .....

ชนิดของรูปแบบสะท้อนแสง.....

วัสดุสะท้อนแสง .....

ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน .....

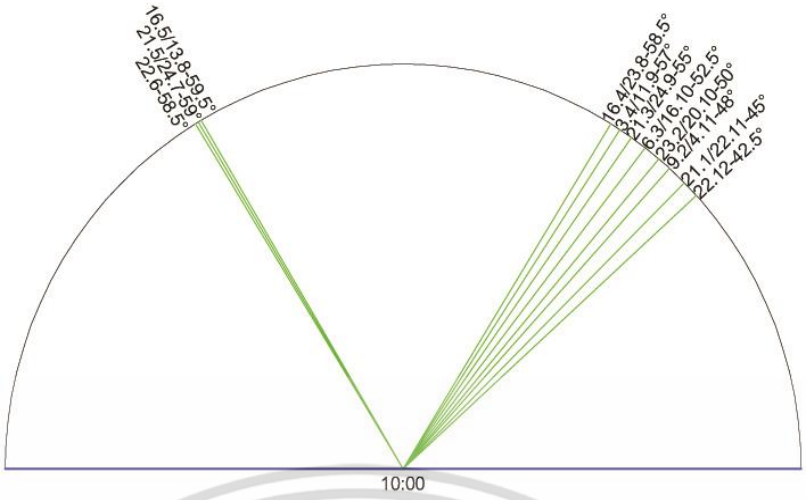
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน.....

ลำดับที่	เวลา	สภาพท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

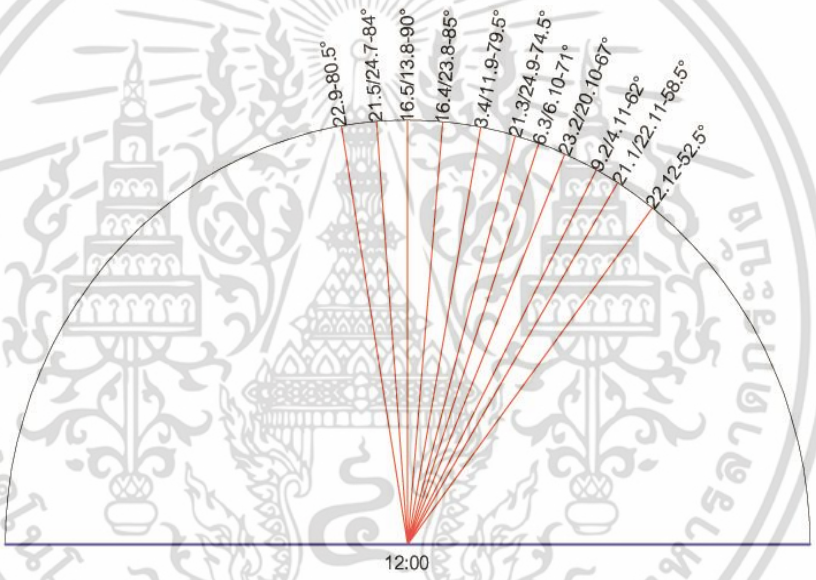
3.4 การเลือกช่วงเวลามุมแดดในการทดลอง

เนื่องจากการใช้แสงธรรมชาติเข้ามาทางด้านบน มุมที่เลือกจึงเป็นมุมที่ดวงอาทิตย์โคจรในมุมสูง คือมุม 45°- 90° ของการโคจรในเวลากลางวัน สถานที่ตั้งที่ในตำแหน่งละติจูด ที่ 14° N กรุงเทพฯ ซึ่งเป็นมุมแดดของช่วงเวลา 10:00-14:00 นาฬิกา และอยู่ในช่วงเวลาที่มีกิจกรรมการทำงานภายในอาคาร จึงเลือกช่วงเวลานี้มาใช้ทำการศึกษา โดยใช้โปรแกรม Auto CAD ในการจำลองมุมแดดที่ตกกระทบกับตำแหน่งที่ใช้ทดลอง แสดงดังรูปที่ 3.6, 3.7 และ 3.8

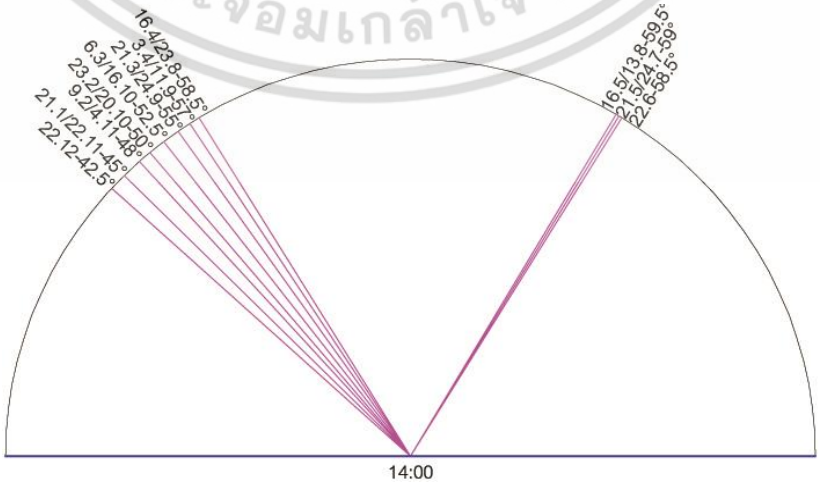
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงเวลามุมแดดขึ้นมุมต่ำสุดเวลา 10:00



รูปที่ 3.7 แสดงช่วงเวลามุมแดดขึ้นสูงสุด 12:00



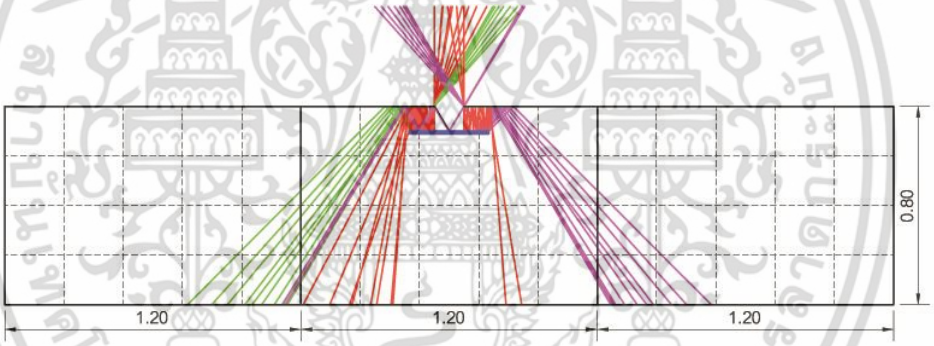
รูปที่ 3.8 แสดงเวลามุมแดดขึ้นมุมต่ำสุดเวลา 14:00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การทดสอบรูปแบบการสะท้อนของแสง

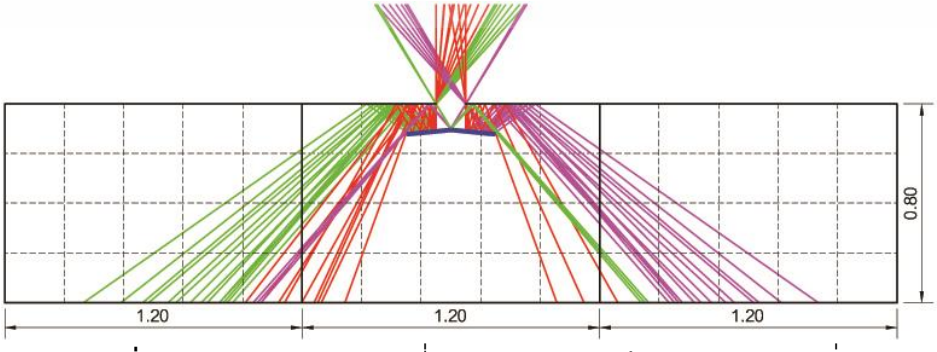
กำหนดเส้นที่เกิดขึ้นจากมุมแดดตกกระทบรูปแบบการสะท้อนแสงจากด้านบน ด้วยทฤษฎีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ซึ่งแสดงแบบจำลองมุมแดดด้วยโปรแกรม Auto CAD ทำการโปรเจคเส้นให้ได้มุมสะท้อนที่แม่นยำ ในการหาแนวของมุมตกกระทบ และสะท้อนของแสงที่เกิดขึ้นภายในแบบจำลอง มุมแดดที่เกิดขึ้นจะส่องเข้ามายังช่องแสงด้านบน ส่องลงสู่แผ่นสะท้อนแสงที่เลือกไว้ แล้วสะท้อนขึ้นไปยังฝ้าเพดานอีกครั้งเพื่อลดความสว่างของแสง แสงจะสะท้อนลงมายังพื้นที่ใช้งาน (Working Plain) คัดเลือกรูปแบบที่แสงตกกระทบพื้นที่ใช้งานได้อย่างทั่วถึง นำไปทดลองในขั้นต่อไป

3.5.1 **แบบจำลองที่ 1** รูปแบบชนิดแบนเรียบ ปรากฏว่าการกระจายตัวของแสงในมุมไม่กว้างมากนัก และมีบางช่วงเวลาที่แสงสามารถสะท้อนฝ้าเพดานเข้ามาใกล้บริเวณใต้วัสดุสะท้อน ดังรูปที่ 3.9 จึงเลือกรูปแบบชนิดนี้ในการทดลองในขั้นต่อไป



รูปที่ 3.9 แสดงแบบจำลองที่ 1 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดแบนเรียบ

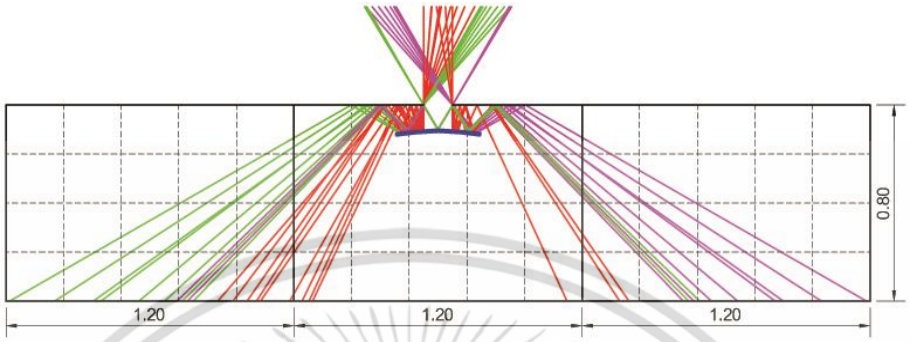
3.5.2 **แบบจำลองที่** 2 รูปแบบชนิดจั่ว ปรากฏว่าการกระจายตัวของแสงตกกระทบในระยะไกล เมื่อแสงตกกระทบในระนาบใช้งาน เกิดความเข้มแสงลดลงมาก ดังรูปที่ 3.10 จึงไม่เลือกรูปแบบชนิดนี้ทำทดลอง



รูปที่ 3.10 แสดงแบบจำลองที่ 2 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดจั่ว

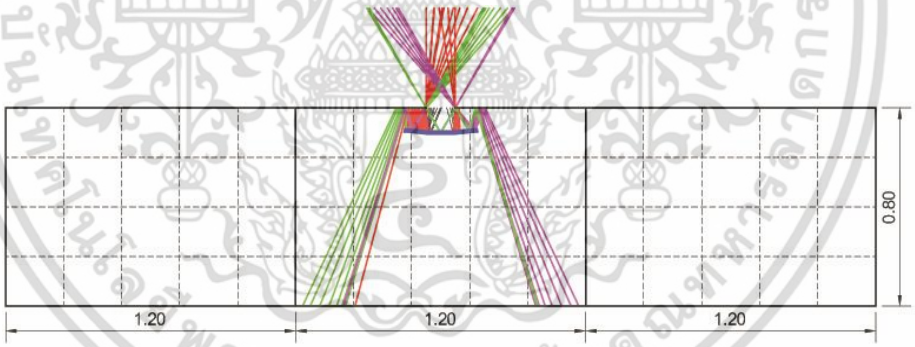
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 **แบบจำลองที่** 3 รูปแบบชนิดโค้งเว้าคว่ำ ปรากฏว่าการกระจายตัวของแสงตกกระทบในระยะไกล เมื่อแสงตกกระทบในระนาบใช้งาน เกิดความเข้มแสงลดลงมากดังรูปที่ 3.11 จึงไม่เลือกรูปแบบชนิดนี้ทำทดลอง



รูปที่ 3.11 แสดงแบบจำลองที่ 3 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดโค้งเว้าคว่ำ

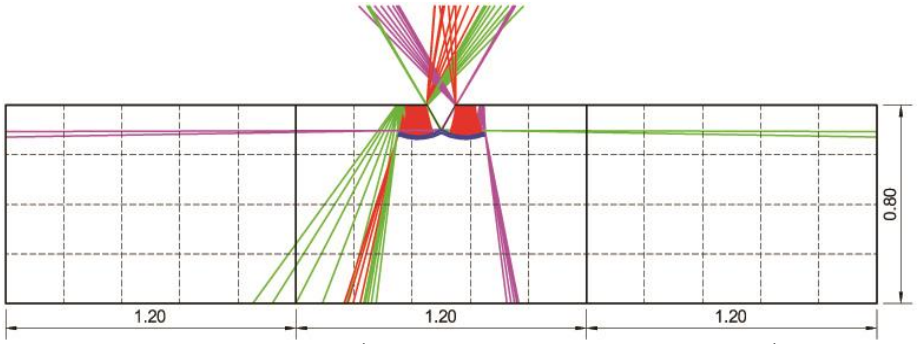
3.5.4 **แบบจำลองที่** 4 รูปแบบโค้งเว้าหงาย ปรากฏว่าการกระจายตัวของแสงในมุมที่แคบ และทุกช่วงเวลา แสงสามารถสะท้อนฝ้าเพดานเกิดการกระจายตัวเกาะกลุ่มกัน ไม่กระจายตัวออกไปไกล ดังรูปที่ 3.12 จึงเลือกรูปแบบชนิดนี้ในการทดลองขั้นต่อไป



รูปที่ 3.12 แสดงแบบจำลองที่ 4 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดโค้งเว้าหงาย

3.5.5 **แบบจำลองที่** 5 รูปแบบจั่วโค้งหงาย ปรากฏว่าการกระจายตัวของแสงในมุมที่แคบ และแสงสามารถสะท้อนฝ้าเพดานเกิดการกระจายตัวของแสงที่เกาะกลุ่มกัน ไม่กระจายตัวออกไปไกล ดังรูปที่ 3.13 จึงเลือกรูปแบบชนิดนี้ในการทดลองต่อไป

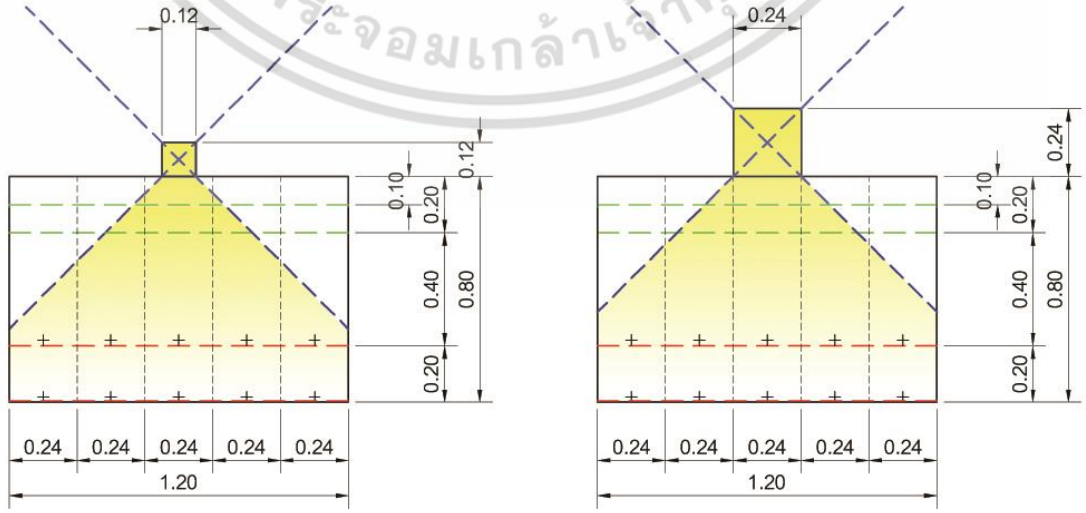
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงแบบจำลองที่ 5 รูปแบบการสะท้อนของแสงชนิดจั่วโค้งหงาย

3.6 การเตรียมแบบจำลองในการสะท้อนของแสงจากด้านบน

การเปรียบเทียบในแบบจำลองการสะท้อนแสงนี้ โดยใช้ทฤษฎีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนที่ทำการลากเส้นมาจากมุมแดดที่กำหนดไว้ลงบนช่องแสงด้านบน ได้แก่ ขนาดสูง 0.12 เมตร ยาว 0.12 เมตร สูง0.12 เมตร และขนาดกว้าง 0.24 เมตร ยาว0.24 เมตร สูง 0.24 เมตร แสงที่ผ่านเข้ามาตกกระทบรูปแบบวัสดุสะท้อนแสง ที่ผ่านการคัดเลือก ขนาดของแผ่นสะท้อนกำหนดจากการบังมุมของแดดจากช่องแสงด้านบน เพื่อไม่ให้เกิดการส่องเข้ามาของแสงโดยตรง โดยขนาดดังกล่าวเกิดจาการ โปรเจคเส้นของมุมแดดทำมุม 45 องศา จากช่องรับแสงด้านบน ถึงมุมด้านล่าง เป็นแนวทแยงในการบังแสงไม่ให้เกิดแสงตรงเข้ามาในแบบทดสอบ โดยติดตั้งห่างจากช่องรับแสงระยะ 0.10 และ 0.20 เมตร แสงที่ส่องเข้ามาจะสะท้อนกับแผ่นวัสดุสะท้อน และสะท้อนขึ้นฝ้าอีกครั้ง เพื่อกระจายแสงลงบนพื้นที่ใช้งาน (Work Plain) จดบันทึกค่าความสว่างภายใน ระยะสูงห่างจากช่องแสง 0.60 และ 0.80 เมตร ดังรูปที่ 3.14 หาค่าแบบจำลองชนิดใดที่มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณแสงตกกระทบสูง และครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด



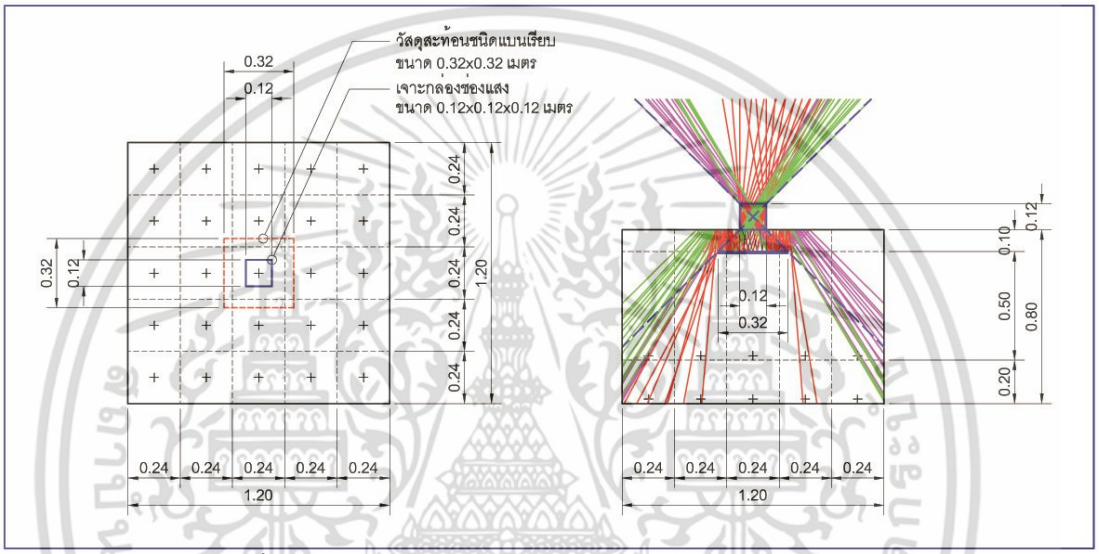
รูปที่ 3.14 แสดงรูปแบบจำลองปริมาณแสงส่องเข้ามายังพื้นที่วัดแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นสะท้อนขึ้นฝ้าชนิดเรียบแบน

แบบทดลองที่ 1

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.12 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดเรียบแบน ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.32x0.32 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.15 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 1

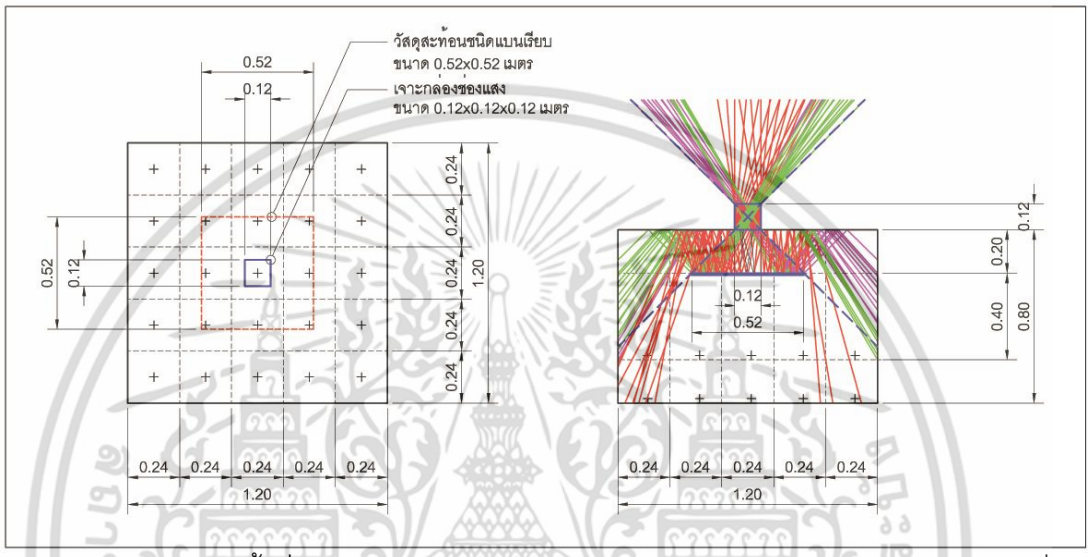
จากรูปที่ 3.15 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 45% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 36% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงไม่ได้กระจายตัวมากนัก และแสงในบางช่วงเวลาสามารถเข้ามาลึกเกือบถึงใต้แผ่นสะท้อนแสง จึงเลือกแบบทดลองที่ 1 ทำการทดสอบแสงจริงในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 2

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.12 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดเรียบแบน ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.52x0.52 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.16 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 2

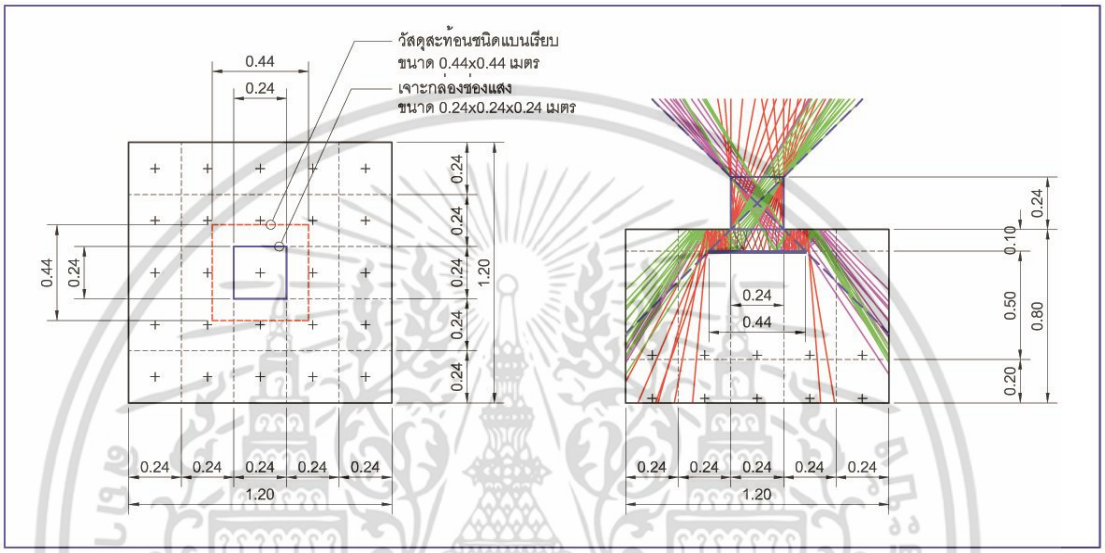
จากรูปที่ 3.16 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 30% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 30% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมกว้าง เลยพื้นที่วัดแสงออกไปมาก ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย เกิดความแตกต่างของปริมาณความสว่างของแสงมาก แบบทดลองที่ 2 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 3

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดเรียบแบน ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.44x0.44 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.17 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 3

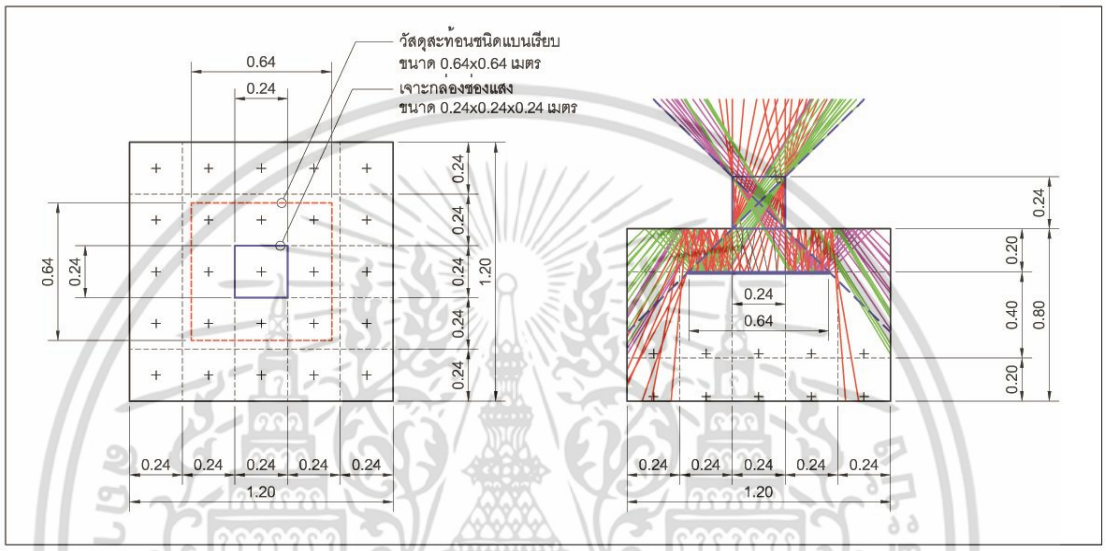
จากรูปที่ 3.17 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 34% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 31% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงไม่ได้กระจายตัวมากนัก และแสงในบางช่วงเวลาสามารถเข้ามาลึกเกือบถึงใต้แผ่นสะท้อนแสง จึงเลือกแบบทดลองนี้ ทำการทดลองที่ 3 ทำการทดสอบแสงจริงในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 4

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดเรียบแบน ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.64x0.64 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.18 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 3.18 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 21% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 21% ของพื้นที่ใช้งาน

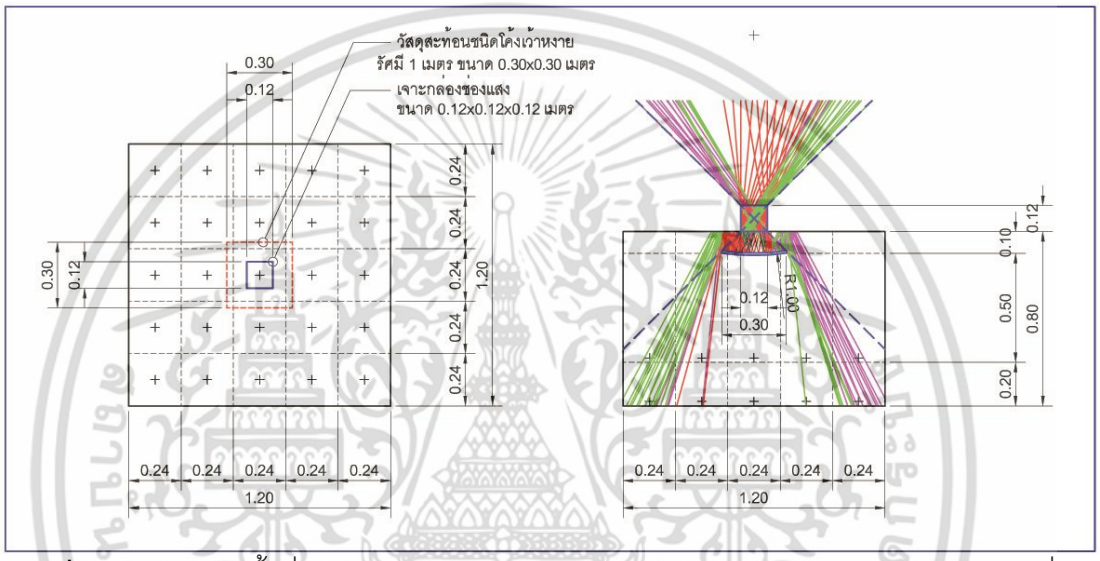
มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมกว้าง เลยพื้นที่วัดแสงออกไปมาก ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย เกิดความแตกต่างของปริมาณความสว่างของแสงมาก แบบทดลองที่ 4 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นสะท้อนขึ้นฝ้าชนิดโค้งเว้าหงาย

แบบทดลองที่ 5

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาวขนาด 0.30x0.30 เมตร รัศมี 1 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.19 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 5

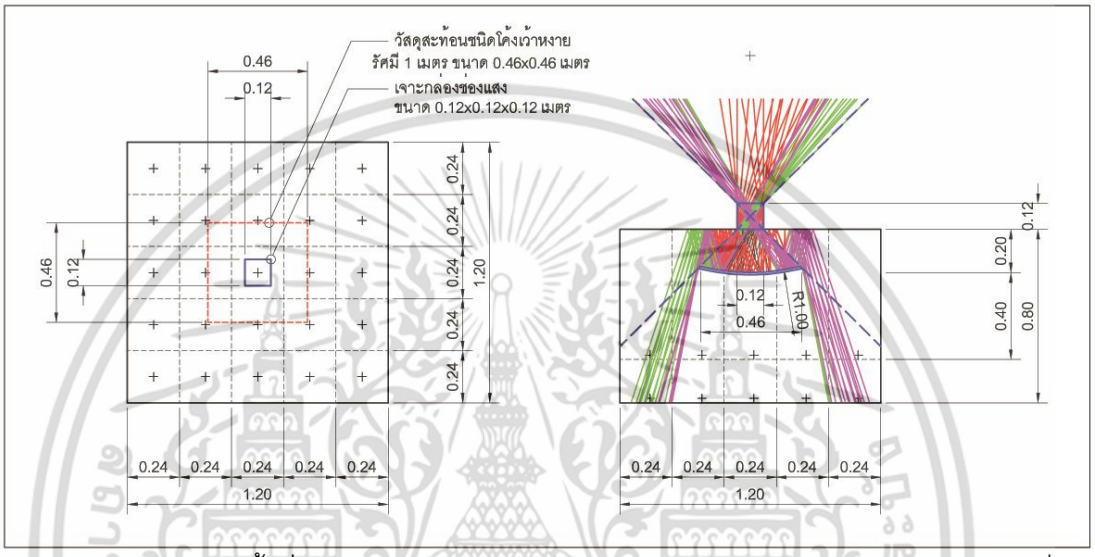
จากรูปที่ 3.19 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 33% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 35% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมแคบ กระจายตัวเฉพาะจุด ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย เกิดความแตกต่างของปริมาณความสว่างของแสงมาก แบบทดลองที่ 5 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 6

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาวขนาด 0.46x0.46 เมตร รัศมี 1 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.20 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 6

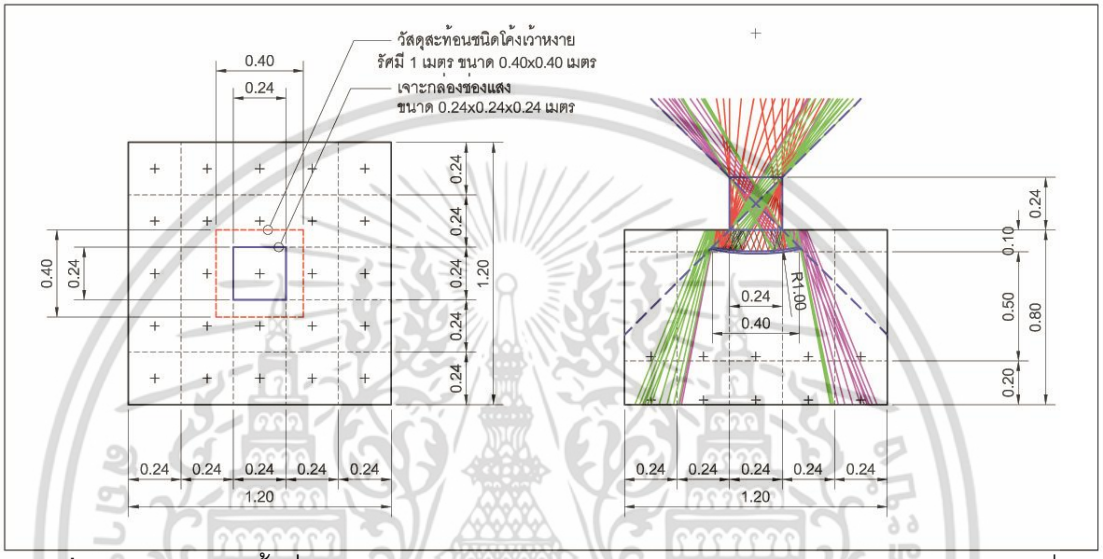
จากรูปที่ 3.20 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 26% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 31% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมแคบ กระจายตัวเฉพาะจุด ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย เกิดความแตกต่างของปริมาณความสว่างของแสงมาก แบบทดลองที่ 6 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 7

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาวขนาด 0.40x0.40 เมตร รัศมี 1 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.21 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 7

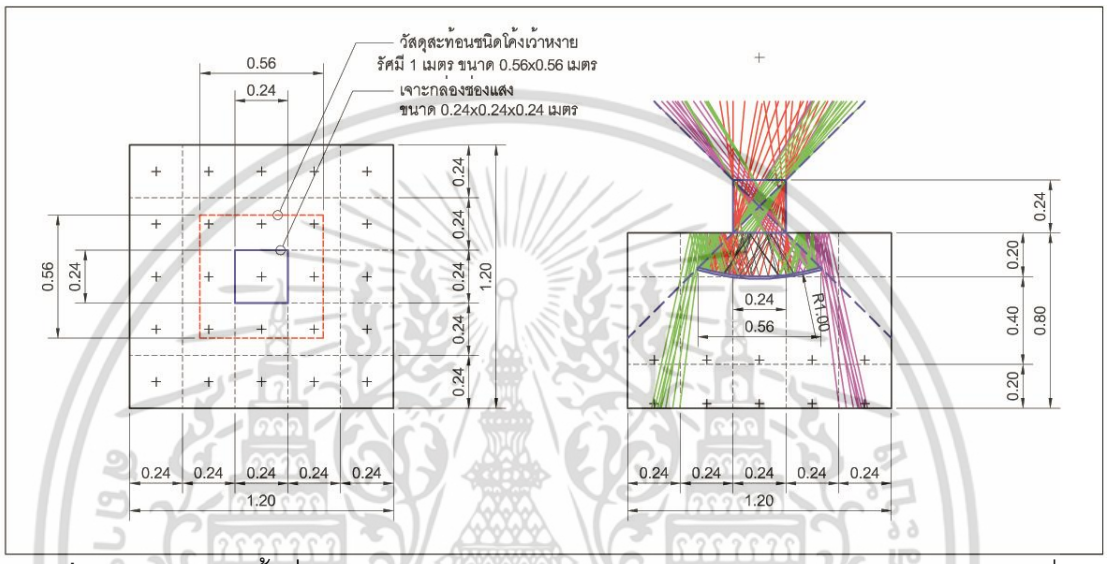
จากรูปที่ 3.21 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 28% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 35% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมแคบ กระจายตัวเฉพาะจุด ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย เกิดความแตกต่างของปริมาณความสว่างของแสงมาก แบบทดลองที่ 7 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 8

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาวขนาด 0.56x0.56 เมตร รัศมี 1 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.22 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 8

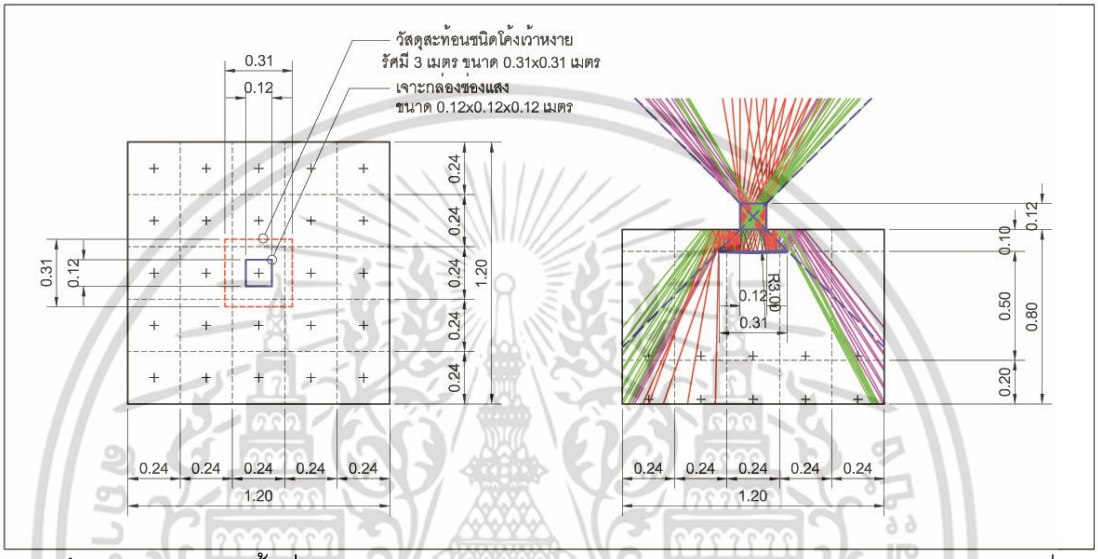
จากรูปที่ 3.22 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 18% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 21% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมแคบ กระจายตัวเฉพาะจุด ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย ส่วนบริเวณอื่นๆไม่โดนแสง เกิดความแตกต่างของปริมาณความสว่างของแสงมาก แบบทดลองที่ 8 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 9

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.12 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.31x0.31 เมตร รัศมี 3 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.23 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 9

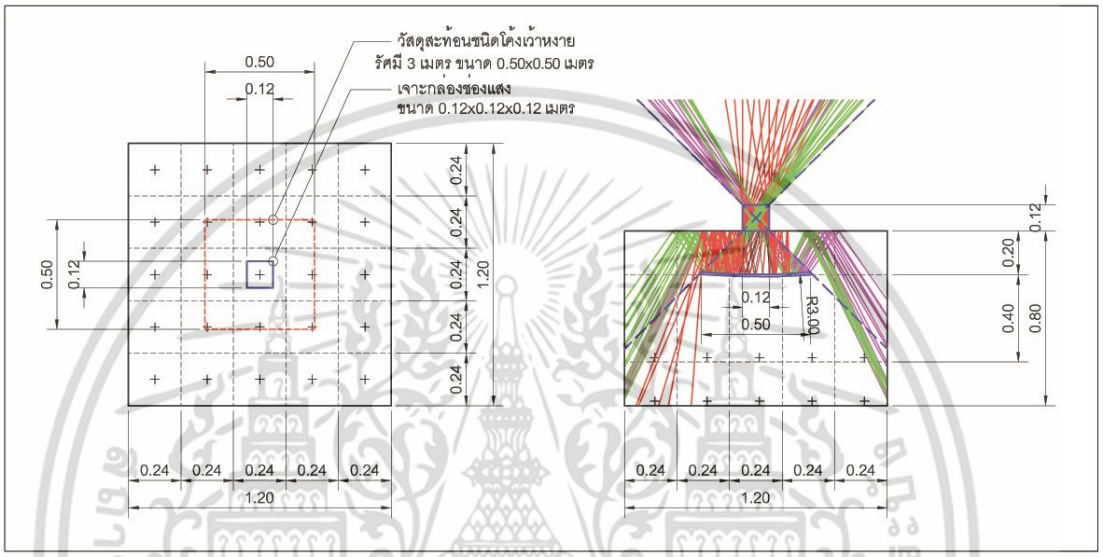
จากรูปที่ 3.23 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 30% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 14% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงไม่ได้กระจายตัวมากนัก ตกกระทบลงพื้นที่ได้ปริมาณไม่มาก ส่วนบริเวณอื่นๆ จะไม่โดนแสง เกิดความแตกต่างของปริมาณความสว่างของแสงมาก แสงในบางช่วงเวลาสามารถเข้ามาลึกเกือบถึงใต้แผ่นสะท้อนแสง แบบทดลองที่ 9 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 10

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.12 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาวขนาด 0.50x0.50 เมตร รัศมี 3 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.24 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 10

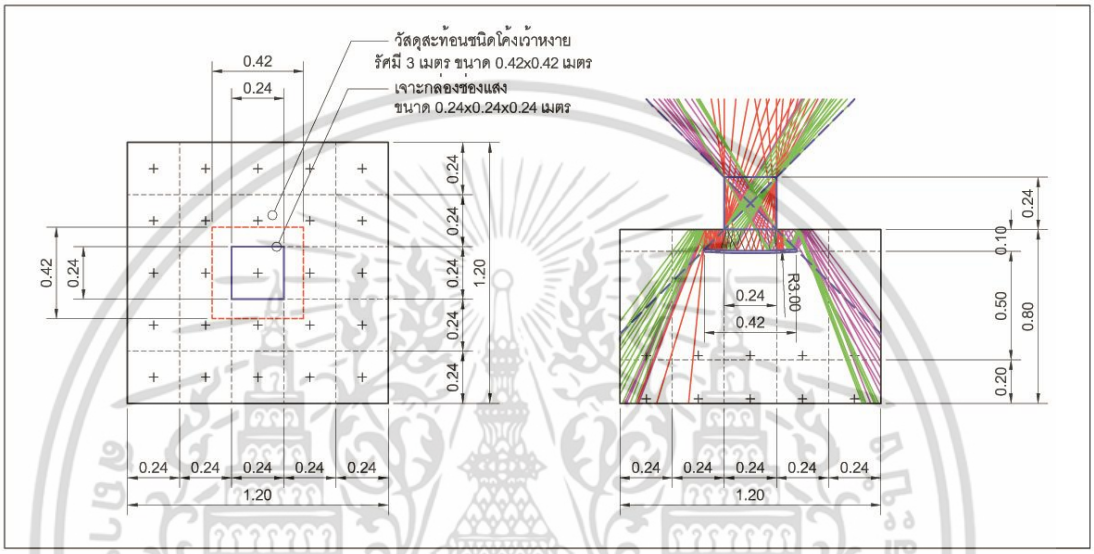
จากรูปที่ 3.24 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 13% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 4% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมแคบ กระจายตัวเฉพาะจุด ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย ส่วนบริเวณอื่นๆไม่โดนแสง เกิดความแตกต่างของปริมาณความสว่างของแสงมาก แบบทดลองที่ 10 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 11

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาวขนาด 0.42x0.42 เมตร รัศมี 3 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.25 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 11

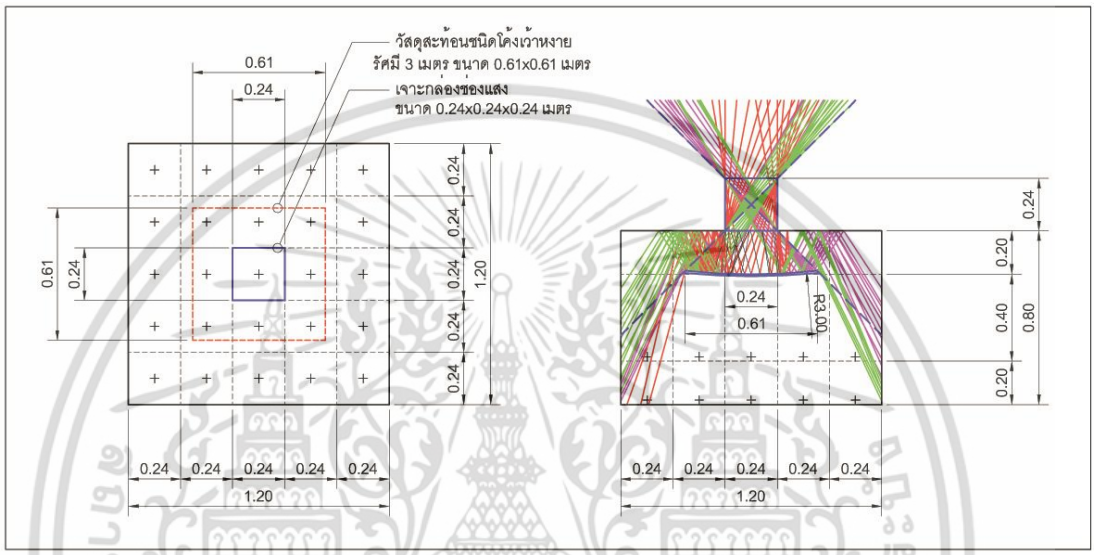
จากรูปที่ 3.25 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 28% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 15% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมแคบ ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย ส่วนบริเวณอื่นๆไม่โดนแสง เกิดความแตกต่างของปริมาณความสว่างของแสงมาก แบบทดลองที่ 11 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 12

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาวขนาด 0.61x0.61 เมตร รัศมี 3 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.26 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 12

จากรูปที่ 3.26 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 17% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 13% ของพื้นที่ใช้งาน

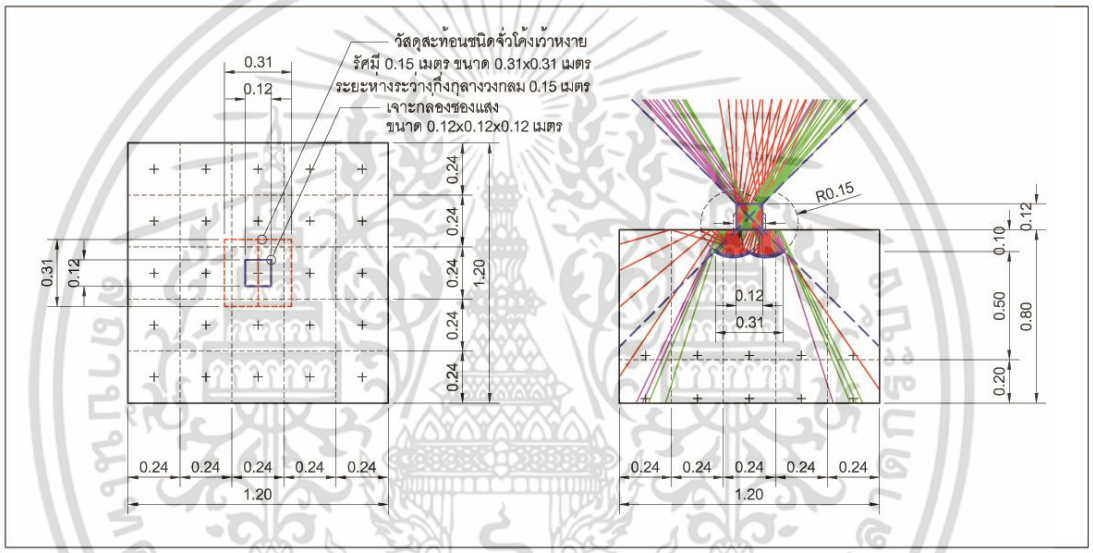
มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมกว้างขึ้น ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย มีส่วนที่ไม่ถูกแสงตกกระทบน้อย แบบทดลองที่ 12 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นสะท้อนขึ้นฝ้าชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย

แบบทดลองที่ 13

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.12 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.31x0.31 เมตร รัศมี 0.15 เมตร กึ่งกลางของรัศมีห่างกัน 0.15 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.27 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 13

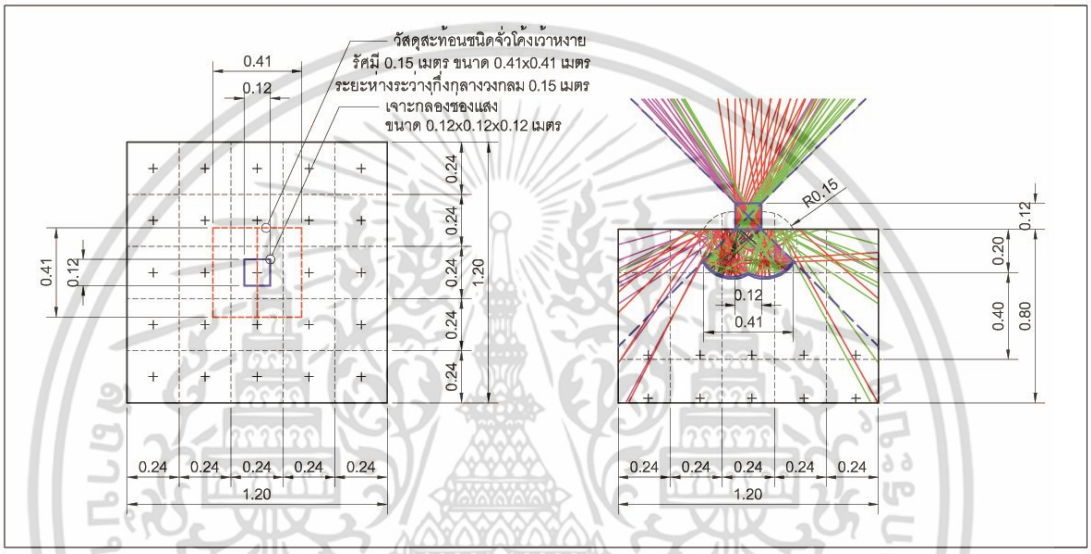
จากรูปที่ 3.27 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.06 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 18% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 23% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมกว้างขึ้นมาก ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย มีส่วนที่ไม่ถูกแสงตกกระทบน้อย แบบทดลองที่ 13 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 14

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.12 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.41x0.41 เมตร รัศมี 0.15 เมตร กึ่งกลางของรัศมีห่างกัน 0.15 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.28 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 14

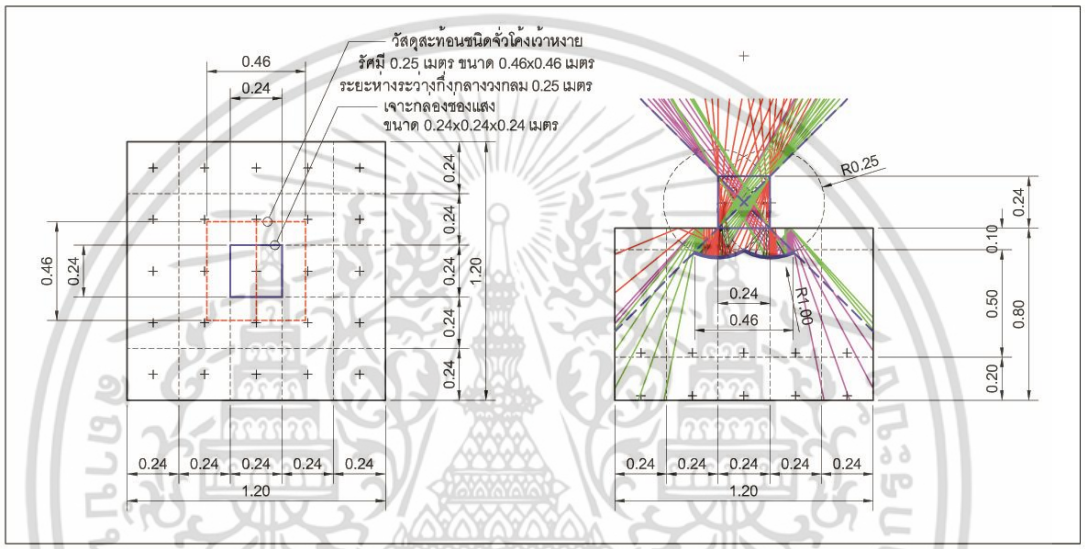
จากรูปที่ 3.28 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 6% และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 4%

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมกว้างขึ้นมาก ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย มีส่วนที่ไม่ถูกแสงตกกระทบน้อย แบบทดลองที่ 14 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 15

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.46x0.46 เมตร รัศมี 0.25 เมตร กึ่งกลางของรัศมีห่างกัน 0.25 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.29 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 15

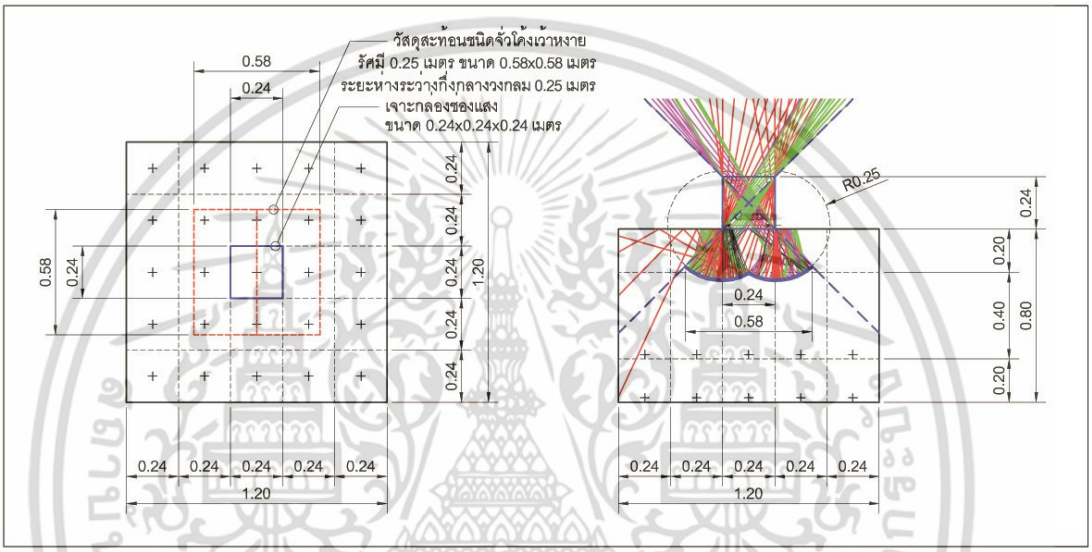
จากรูปที่ 3.29 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 6% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 4% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมกว้างขึ้นมาก ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย มีส่วนที่ไม่ถูกแสงตกกระทบน้อย แบบทดลองที่ 15 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 16

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.58x0.58 เมตร รัศมี 0.25 เมตร กึ่งกลางของรัศมีห่างกัน 0.25 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.30 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 16

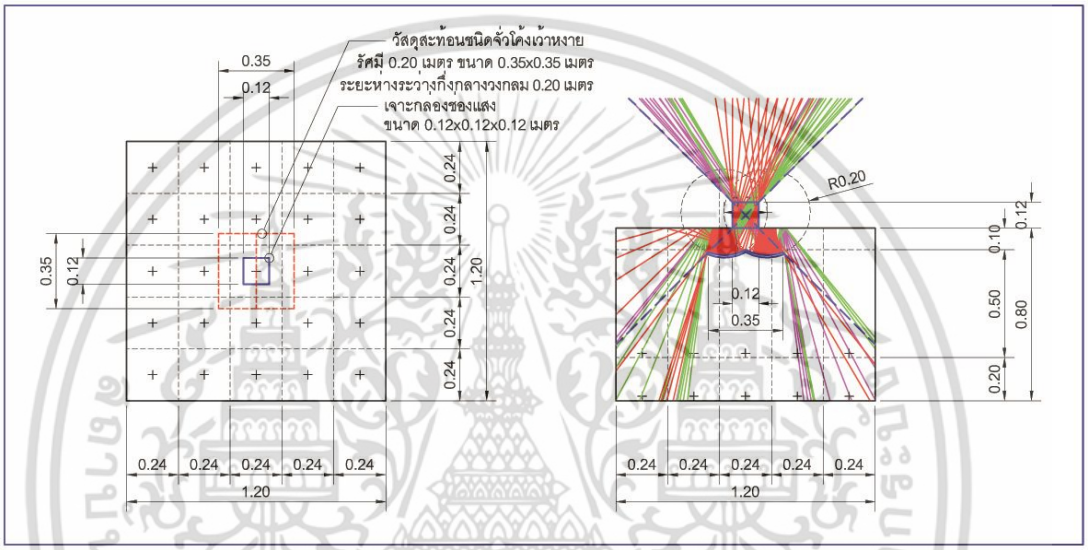
จากรูปที่ 3.30 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 1% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 0% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมกว้างขึ้นมาก ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย มีส่วนที่ไม่ถูกแสงตกกระทบน้อย แบบทดลองที่ 16 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 17

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.12 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.35x0.35 เมตร รัศมี 0.20 เมตร กึ่งกลางของรัศมีห่างกัน 0.20 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.31 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 17

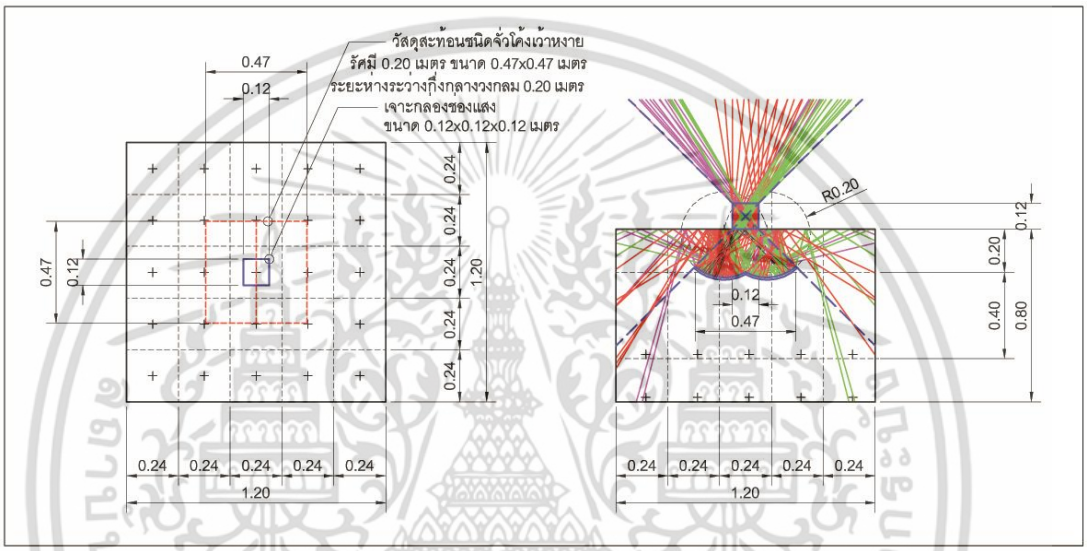
จากรูปที่ 3.31 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 19% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 20% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงได้กระจายตัวมาก และแสงในบางช่วงเวลาสามารถเข้ามาลึกเกือบถึงใต้แผ่นสะท้อนแสง จึงเลือกแบบทดลองที่ 17 ทำการทดสอบแสงจริงในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 18

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.12x0.12x0.12 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.47x0.47 เมตร รัศมี 0.20 เมตร กึ่งกลางของรัศมีห่างกัน 0.20 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.32 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 18

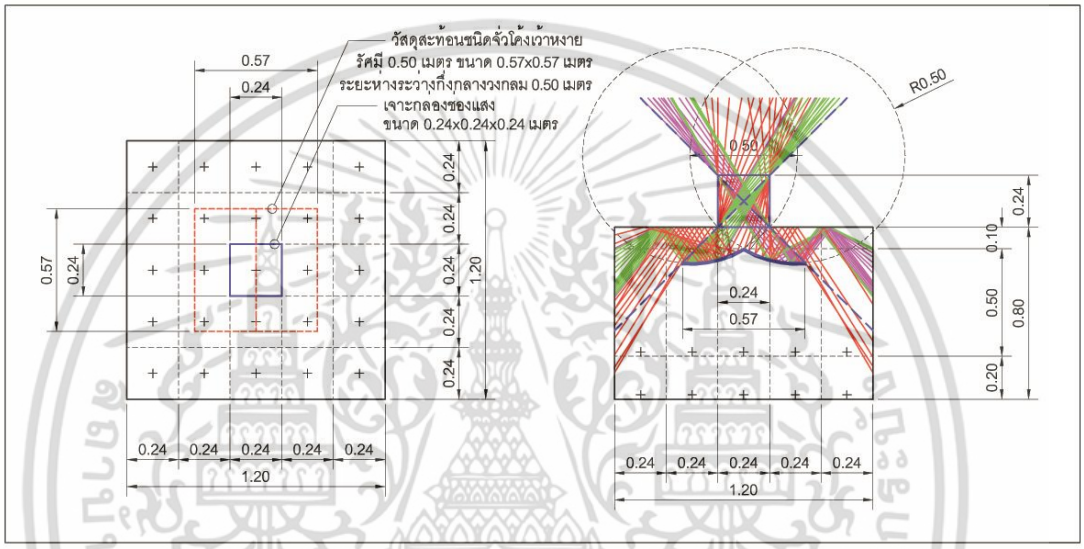
จากรูปที่ 3.32 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 6% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 5% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมกว้างขึ้นมาก ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อย มีส่วนที่ไม่ถูกแสงตกกระทบน้อยมาก แบบทดลองที่ 18 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 19

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.57x0.57 เมตร รัศมี 0.50 เมตร กึ่งกลางของรัศมีห่างกัน 0.50 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.10 เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.33 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 19

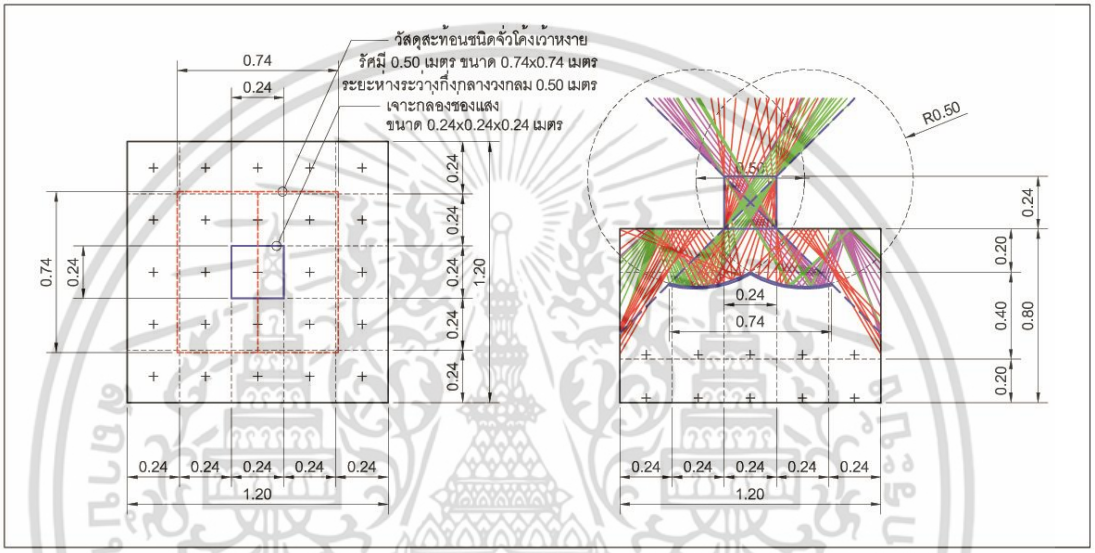
จากรูปที่ 3.33 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 6% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 0% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมสูง ทำให้แสงส่องเข้าพื้นที่ใต้แผ่นสะท้อนน้อยมาก มีส่วนที่ไม่ถูกแสงตกกระทบน้อยมาก แบบทดลองที่ 19 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 20

- ช่องแสงด้านบนขนาด 0.24x0.24x0.24 เมตร
- วัสดุสะท้อนแสงชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย ผิววัสดุสีขาว ขนาด 0.74x0.74 เมตร รัศมี 0.50 เมตร กึ่งกลางของรัศมีห่างกัน 0.50 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบน 0.20เมตร
- ระยะในการวัดแสงห่างจากช่องแสงด้านบน 0.60 และ 0.80 เมตร



รูปที่ 3.34 แสดงผังพื้นที่จุดวัดแสง และรูปตัดแสดงการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 20

จากรูปที่ 3.34 จะเห็นว่าในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.60 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 0% ของพื้นที่ใช้งาน และในระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้า 0.80 เมตร มีปริมาณแสงตกกระทบลงบนพื้นที่ใช้งาน 0% ของพื้นที่ใช้งาน

มุมของแสงกระจายตัวออกในมุมสูง แสงตกกระทบพื้นในระยะไกล ไม่ตกกระทบลงพื้นที่ในบริเวณใดเลย แบบทดลองที่ 20 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปแบบการทดลองที่ 1-20 จะได้รูปแบบที่มีประสิทธิภาพในการสะท้อนของแสงลงบนพื้นที่ใช้งาน ที่จะนำไปทดลองกับแสงจริง สรุปเป็นตาราง ดังตารางที่ 3.3

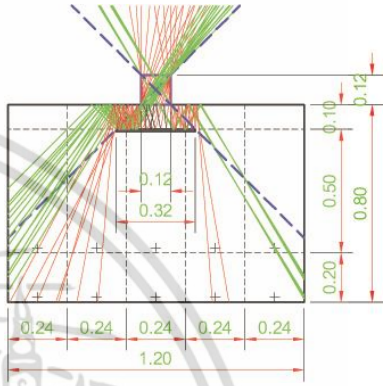
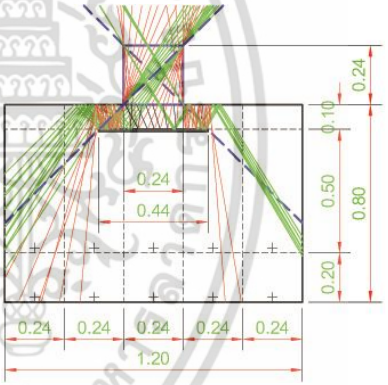
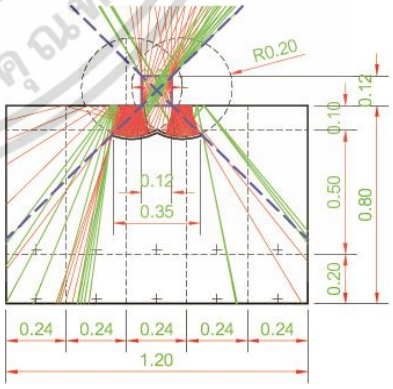
ตารางที่ 3.3 แสดงตารางเปรียบเทียบหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่แสงตกกระทบ จากการทดลองที่ 1-20

การทดลองที่	ขนาดช่องแสงด้านบน (เมตร)	ขนาดวัสดุสะท้อน (เมตร)	รูปแบบการสะท้อน (เมตร)	ระยะห่างวัสดุสะท้อนถึงช่องแสง (เมตร)	ความสูงจากพื้นถึงฝ้า(เมตร)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่แสงตกกระทบ
1	0.12x0.12x0.12	0.32x0.32		0.10	0.60, 0.80	45% , 36%
2	0.12x0.12x0.12	0.52x0.52		0.20	0.60, 0.80	30% , 30%
3	0.24x0.24x0.24	0.44x0.44		0.10	0.60, 0.80	34% , 31%
4	0.24x0.24x0.24	0.64x0.64		0.20	0.60, 0.80	21% , 21%
5	0.12x0.12x0.12	0.30x0.30, R = 1		0.10	0.60, 0.80	33% , 35%
6	0.12x0.12x0.12	0.46x0.46, R = 1		0.20	0.60, 0.80	26% , 31%
7	0.24x0.24x0.24	0.40x0.40, R = 1		0.10	0.60, 0.80	28% , 35%
8	0.24x0.24x0.24	0.56x0.56, R = 1		0.20	0.60, 0.80	18% , 21%
9	0.12x0.12x0.12	0.31x0.31, R = 3		0.10	0.60, 0.80	30% , 14%
10	0.12x0.12x0.12	0.50x0.50, R = 3		0.20	0.60, 0.80	12% , 4%
11	0.24x0.24x0.24	0.42x0.42, R = 3		0.10	0.60, 0.80	28% , 15%
12	0.24x0.24x0.24	0.61x0.61, R = 3		0.20	0.60, 0.80	17% , 13%
13	0.12x0.12x0.12	0.31x0.31, R = 0.15, R-R = 0.15		0.10	0.60, 0.80	18% , 23%
14	0.12x0.12x0.12	0.41x0.41, R = 0.15, R-R = 0.15		0.20	0.60, 0.80	6% , 4%
15	0.24x0.24x0.24	0.46x0.46, R = 0.25, R-R = 0.25		0.10	0.60, 0.80	6% , 4%
16	0.24x0.24x0.24	0.58x0.58, R = 0.25, R-R = 0.25		0.20	0.60, 0.80	1% , 0%
17	0.12x0.12x0.12	0.35x0.35, R =0.20, R-R = 0.20		0.10	0.60, 0.80	19% , 20%
18	0.12x0.12x0.12	0.47x0.47, R = 0.20, R-R = 0.20		0.20	0.60, 0.80	6% , 5%
19	0.24x0.24x0.24	0.57x0.57, R = 0.50, R-R = 0.50		0.10	0.60, 0.80	6% , 0%
20	0.24x0.24x0.24	0.74x0.74, R = 0.50, R-R = 0.50		0.20	0.60, 0.80	0% , 0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำผลการทดลองมีผ่านการคัดเลือก 3 แบบการทดลอง ผ่านด้วยเปอร์เซ็นต์พื้นที่แสงตกกระทบสูง คือ แบบการทดลองที่ 1, 3 และ 17 แล้วนำมามาทดลองกับสภาพแสงจริงต่อไป ผลการทดลองรูปแบบของแผ่นสะท้อนแสงที่ผ่านการคัดเลือก แสดงรูปแบบได้เป็นตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองรูปแบบของแผ่นสะท้อนแสงที่ผ่านการคัดเลือก

การทดลองที่	ระยะการติดตั้งอุปกรณ์	รูปแสดงทิศทางของแสง
1	- ขนาดช่องเปิด 0.12x0.12x0.12 เมตร -รูปแบบสะท้อนแสงชนิดแบนเรียบ -ขนาด 0.32x0.32 เมตร -วัสดุสะท้อนแสง ชนิดวัสดุสีขาว -ระดับความห่างจากช่องแสง 0.10 เมตร -ระดับวัดค่าห่างจากช่องแสง 0.60 และ0.80 เมตร	
3	- ขนาดช่องเปิด 0.24x0.24x0.24 เมตร -รูปแบบสะท้อนแสงชนิดแบนเรียบ -ขนาด 0.44x0.44 เมตร -วัสดุสะท้อนแสง ชนิดวัสดุสีขาว -ระดับความห่างจากช่องแสง 0.10 เมตร -ระดับวัดค่าห่างจากช่องแสง 0.60 และ0.80 เมตร	
17	- ขนาดช่องเปิด 0.12x0.12x0.12 เมตร -รูปแบบสะท้อนแสงชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย รัศมี 0.2 เมตร ระยะซ้อนทับ 0.2 เมตร -ขนาด 0.35x0.35 เมตร -วัสดุสะท้อนแสง ชนิดวัสดุสีขาว -ระดับความห่างจากช่องแสง 0.10 เมตร -ระดับวัดค่าห่างจากช่องแสง 0.60 และ0.80 เมตร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การเลือกค่า Daylight Factor (%) ในการทดลอง

การเลือกค่า Daylight Factor (%) ในการทดลอง หาจากค่าเฉลี่ยความสว่างท้องฟ้าทุกเดือนในกรุงเทพมหานคร (kLUX) ดังตารางที่ 3.5 ช่วงเวลามุมแดดที่เลือกไว้ คือ 10:00-14:00 นาฬิกา ตลอดทั้งปี (มกราคม-ธันวาคม) เป็นช่วงเวลาที่มุมแดดของดวงอาทิตย์โคจรในมุมสูง

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างท้องฟ้าทุกชั่วโมงในกรุงเทพมหานคร (kLUX)

Solar Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oca	Nov	Dec	Average
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
6:00	0	2.20	5.26	6.04	6.11	6.39	7.32	5.71	5.39	3.55	0	0	4.00
7:00	9.34	9.78	16.21	20.49	19.48	21.63	23.96	17.73	18.25	13.45	9.53	9.63	15.79
8:00	24.80	30.51	44.57	48.93	39.71	41.79	44.83	39.48	42.16	33.26	28.30	28.47	37.23
9:00	50.63	56.49	69.80	73.46	62.66	63.68	61.05	61.58	60.65	50.96	51.14	49.11	59.27
10:00	67.83	77.97	81.38	87.76	70.95	81.41	75.07	78.93	75.60	68.19	64.10	66.85	74.67
11:00	74.78	84.77	88.62	96.43	82.01	85.56	82.81	83.52	80.66	72.19	77.65	78.86	82.32
12:00	81.01	92.07	92.42	100.90	79.38	78.52	83.65	81.71	85.84	75.67	77.10	81.66	84.16
13:00	69.64	86.52	85.58	104.69	70.41	70.93	82.38	74.36	83.13	67.75	66.76	78.02	78.35
14:00	60.64	75.10	77.58	91.82	64.44	64.76	74.75	62.50	69.77	58.82	60.68	66.30	68.93
15:00	42.47	57.07	62.31	75.03	52.45	50.39	55.42	47.65	51.97	44.22	41.35	47.42	77.69
16:00	25.41	32.44	41.39	44.25	39.60	33.85	38.81	32.29	32.53	26.50	23.79	25.81	33.06
17:00	9.63	10.74	18.39	18.96	20.62	17.34	21.35	16.51	14.06	10.44	9.56	8.76	14.70
18:00	0	3.70	5.99	6.74	7.38	6.01	6.60	5.56	4.35	5.84	0	0	4.35
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางต้องการความสว่างภายในแบบจำลอง ให้อยู่ในเกณฑ์ช่วงระดับความสว่าง คือ 200-300-500 LUX โดยการหาค่า Daylight Factor (%) ในช่วงปริมาณแสงน้อยที่สุดให้ได้ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 200 LUX และค่า Daylight Factor (%) ในช่วงปริมาณแสงมากที่สุดให้ได้ไม่สูงกว่าเกณฑ์ 500 LUX มีวิธีหาดังนี้

หาค่า Daylight Factor (%) ในช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดในการนำมาทดลอง จากช่วง เวลา 14:00 นาฬิกา มีค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงน้อยที่สุด คือ 68,930 LUX

Daylight Factor (%) = 200 x 100 / 68,930

= 0.29 %

หาค่า Daylight Factor (%) ในช่วงเวลาที่แสงมากที่สุดในการนำมาทดลอง จากช่วง เวลา 12:00 นาฬิกา มีค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงมากที่สุด คือ 84,160 LUX

Daylight Factor (%) = 500 x 100 / 84,160

= 0.59 %

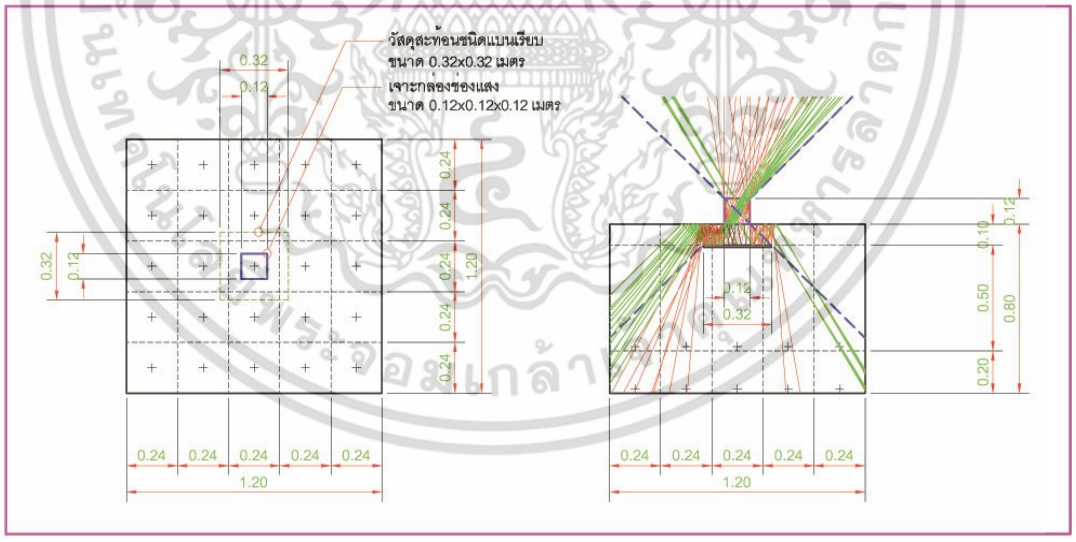
จากการคำนวณหาค่า Daylight Factor (%) ที่ได้อยู่ในช่วง 0.29-0.59 % สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการกำหนดช่วงค่า Daylight Factor (%) ของสถานที่ตั้งกรุงเทพมหานคร ดังนั้นจากแบบจำลองการทดลองที่เลือกไว้ทั้ง 6 แบบ สามารถหาค่าแสงที่ตกกระทบในพื้นที่ทำการทดลองในแต่ละจุดนั้น นำมาค่า Daylight Factor (%) เปรียบเทียบในแต่ละรูปแบบจำลอง ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลอง

จากการที่ต้องใช้แบบจำลอง 1:10 ในการวัดค่าจริง จึงมีการสุ่มทดสอบแบบจำลองในรูปแบบลักษณะเดียวกัน โดยการทดสอบซ้ำกันถึง 2 ครั้ง และนำข้อมูลไปเปรียบเทียบ เพื่อแสดงให้เห็นว่า การทดสอบโดยใช้แสงจริงกับแบบจำลองนั้นมีความแม่นยำของค่าปริมาณแสงหรือไม่ ในการเลือกตัวอย่างในครั้งนี้ สุ่มเลือกใช้แบบทดลองที่ 1 ดังรูปที่ 3.35

สถานที่ตั้ง	หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง	
วันที่	20 เมษายน 2556	
แบบทดสอบที่	1/80/W	
ขนาดของช่องเปิด	0.12x0.12x0.12 เมตร	
รูปแบบสะท้อนแสงชนิดแบนเรียบ	0.32x0.32 เมตร	
วัสดุสะท้อนแสง	วัสดุสีขาว	
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน		0.10 เมตร
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน		0.80 เมตร



รูปที่ 3.35 แสดงการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบจำลองที่ 1 ทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

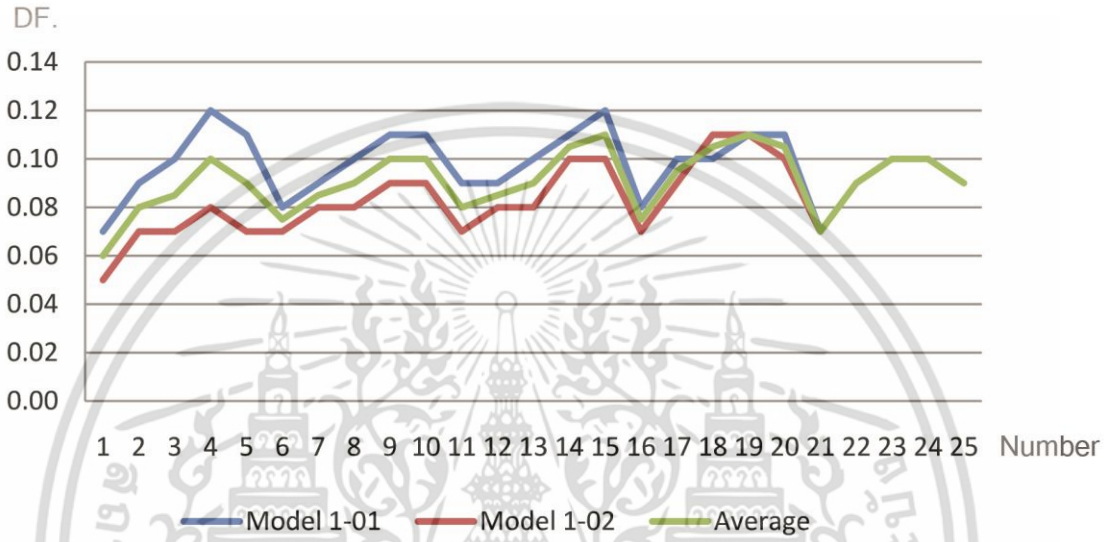
ผลการการทดลองภายในแบบจำลอง การเปรียบเทียบค่า Daylight Factor (%) จากการทดสอบ 2 ครั้ง แสดงผลการเปรียบเทียบ และค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า Daylight Factor (%) จากการทดสอบ 2 ครั้ง

ความสว่างภายนอก (Lux)	ความสว่างภายใน (Lux)	Daylight Factor (%)	ความสว่างภายนอก (Lux)	ความสว่างภายใน (Lux)	Daylight Factor (%)	Daylight Factor (%) Average
92,200	66.5	0.07	112,600	59.3	0.05	0.02
90,500	81.2	0.09	108,800	73.3	0.07	0.03
93,600	96.4	0.10	120,500	89.5	0.07	0.04
84,500	99.7	0.12	110,900	90.1	0.08	0.04
90,200	100.4	0.11	117,600	86.5	0.07	0.04
92,500	78.1	0.08	118,100	80.1	0.07	0.01
90,000	84.1	0.09	118,100	90.6	0.08	0.01
89,000	90.8	0.10	118,600	97.2	0.08	0.02
88,700	97.2	0.11	116,700	107.7	0.09	0.02
90,600	99.5	0.11	114,600	105.8	0.09	0.03
90,400	77.4	0.09	117,500	87.3	0.07	0.02
91,800	83.9	0.09	117,300	95.5	0.08	0.01
96,200	92.2	0.10	119,500	92.2	0.08	0.02
96,700	108.1	0.11	120,300	119.1	0.10	0.01
90,200	106.6	0.12	120,200	122.3	0.10	0.02
96,500	77.7	0.08	117,400	85	0.07	0.01
90,400	86.3	0.10	114,400	100	0.09	0.01
93,500	91.5	0.10	113,800	130	0.11	0.01
92,400	100.6	0.11	119,800	130	0.11	-
95,000	100.8	0.11	119,000	119	0.10	0.01
98,300	72.3	0.07	117,500	84.5	0.07	-
98,800	88.2	0.09	117,200	107	0.09	-
99,300	96.7	0.10	116,600	120	0.10	-
97,600	93.1	0.10	116,500	116.3	0.10	-
95,800	81.8	0.09	116,200	103.5	0.09	-
						0.015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเปรียบเทียบค่า Daylight Factor (%) จากการทดสอบ 2 ครั้ง พบว่าความสว่างภายในที่ได้จากจุดวัดแสงทั้ง 25 จุด มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 15% มีความแม่นยำในการวัดค่าปริมาณแสงภายในถึง 85% ถือว่ามีค่าความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่สูง และกราฟที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงความลาดชันของกราฟของแบบจำลองทั้ง 2 แบบ ว่าค่า Daylight Factor (%) นั้นมีความลาดชันที่ควบคู่กันไปแทบไม่แตกต่างกัน และในบางจุดของการวัดค่านั้นไม่มีความแตกต่างกัน



กราฟที่ 3.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า Daylight Factor (%) จากการทดสอบ 2 ครั้ง

ดังนั้นในการใช้แบบจำลองจริงในการทดลองวัดค่าแสงนั้น อาจมีการคลาดเคลื่อนไปบ้าง เนื่องจากปริมาณแสงธรรมชาติมีความส่องสว่างไม่คงที่ การใช้วิธีนี้ในการทดลองจึงเลือกใช้ช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด มีความแม่นยำมากที่สุด และเพื่อให้ได้ความใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุดในการค่า Daylight Factor (%) ฉะนั้นการใช้แสงธรรมชาติจึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมในการทดลองจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 การวัดค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลองทั้ง 6 แบบ

ทดลองวัดค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลองในสภาพแสงจริง ทั้ง 6 แบบ ดังรูปที่ 4.1 ในช่วงเวลา 10:00-14:00 น. เป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์ส่องเข้าช่องแสงในมุมต่ำสุด และมีความสว่างน้อยสุด นำข้อมูลที่ได้การวัดค่าแสง บันทึกผลการทดลองโดยใช้แบบฟอร์มบันทึกค่าความสว่าง และนำข้อมูลการทดลองมาแสดงผลลงในโปรแกรม Surfer V.8.0 ที่สามารถสร้างกราฟในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ เป็นโปรแกรมสร้างกราฟที่สามารถแสดงผล และอ่านค่าของแสงได้ชัดเจน ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ให้กราฟที่ง่ายต่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่า Daylight Factor (%) ในจำนวน 25 จุดวัดแสงกำหนดช่วงค่า Daylight Factor ของสถานที่ตั้งกรุงเทพมหานคร แสดงออกเป็นสีได้ดังนี้

- ค่าต่ำกว่าเกณฑ์ 0% - 0.28% กำหนดให้เป็นสีเขียว
- ค่าอยู่ในเกณฑ์ 0.29%-0.59% กำหนดให้เป็นสีแดง
- ค่าสูงกว่าเกณฑ์ 0.60%- 1.00% กำหนดให้เป็นสีน้ำเงิน

รูปที่ 4.1 แสดงการทดลองวัดค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลองในสภาพแสงจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 **แบบจำลองที่** 1 (1/80/W)

สถานที่ตั้ง หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง

วันที่ 20 เมษายน 2556

แบบทดสอบที่ 1/80/W

ขนาดของช่องเปิด 0.12x0.12x0.12 เมตร

รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ 0.32x0.32 เมตร

วัสดุสะท้อนแสง วัสดุสีขาว

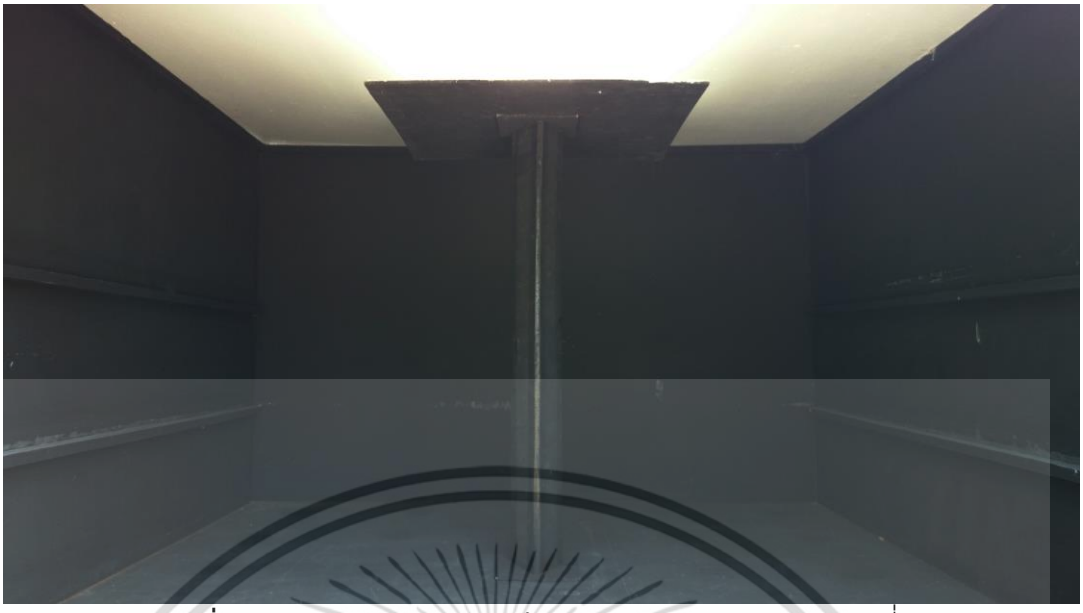
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.10 เมตร

ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.80 เมตร

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 1 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	10:37	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	92,200	66.5	0.07
2	10:38	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	90,500	81.2	0.09
3	10:41	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	93,600	96.4	0.10
4	10:43	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	84,500	99.7	0.12
5	10:45	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	90,200	100.4	0.11
6	10:52	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	92,500	78.1	0.08
7	10:53	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	90,000	84.1	0.09
8	10:54	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	89,000	90.8	0.10
9	10:54	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	88,700	97.2	0.11
10	10:55	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	90,600	97.2	0.11
11	10:55	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	90,400	77.4	0.09
12	10:56	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	91,800	83.9	0.09
13	10:56	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	96,200	92.2	0.10
14	10:57	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	96,700	108.1	0.11
15	10:59	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	90,200	106.6	0.12
16	10:59	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	96,500	77.7	0.08
17	11:00	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	90,400	86.3	0.10
18	11:00	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	93,500	91.5	0.10
19	11:01	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	92,400	100.6	0.11
20	11:01	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	95,000	100.8	0.11
21	11:02	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,300	72.3	0.07
22	11:02	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,800	88.2	0.09
23	11:03	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,300	96.7	0.10
24	11:03	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,600	93.1	0.10
25	11:04	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	95,800	81.8	0.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

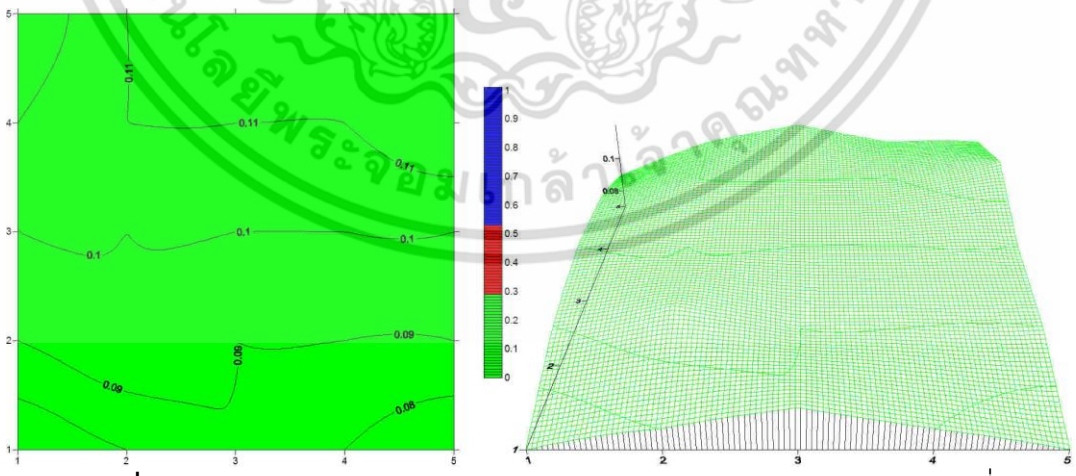


รูปที่ 4.2 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 1

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 1

ผลจากตารางที่ 4.1 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.2 ผลปรากฏ ว่าไม่มีจุดใดผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็น 0% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.3 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีค่าความแตกต่างกันไม่มาก และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.10% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 1 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.3 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 **แบบจำลองที่** 2 (1/60/W)

สถานที่ตั้ง	หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง
วันที่	30 มิถุนายน 2556
แบบทดสอบที่	1/60/W
ขนาดของช่องเปิด	0.12x0.12x0.12 เมตร
รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ	0.32x0.32 เมตร
วัสดุสะท้อนแสง	วัสดุสีขาว
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.10 เมตร
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.60 เมตร

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 2 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	11:18	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	93,300	107.7	0.12
2	11:23	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	88,700	137.2	0.15
3	11:24	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,000	176	0.18
4	11:25	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,400	180	0.18
5	11:26	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,700	154	0.15
6	11:26	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,300	129.3	0.13
7	11:27	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,400	148.8	0.15
8	11:27	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,600	165.5	0.17
9	11:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,800	195	0.20
10	11:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,200	193	0.19
11	11:29	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,700	131.5	0.13
12	11:29	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,400	132.5	0.13
13	11:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,000	155.6	0.16
14	11:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,900	208	0.21
15	11:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,000	213	0.21
16	11:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,400	134.9	0.13
17	11:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,300	160.4	0.16
18	11:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,900	161.1	0.16
19	11:38	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,600	199	0.19
20	11:39	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,100	200	0.19
21	11:40	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,800	100.8	0.10
22	11:41	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,900	121	0.12
23	11:42	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,000	184	0.18
24	11:43	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,200	186	0.18
25	11:44	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,000	162.7	0.15

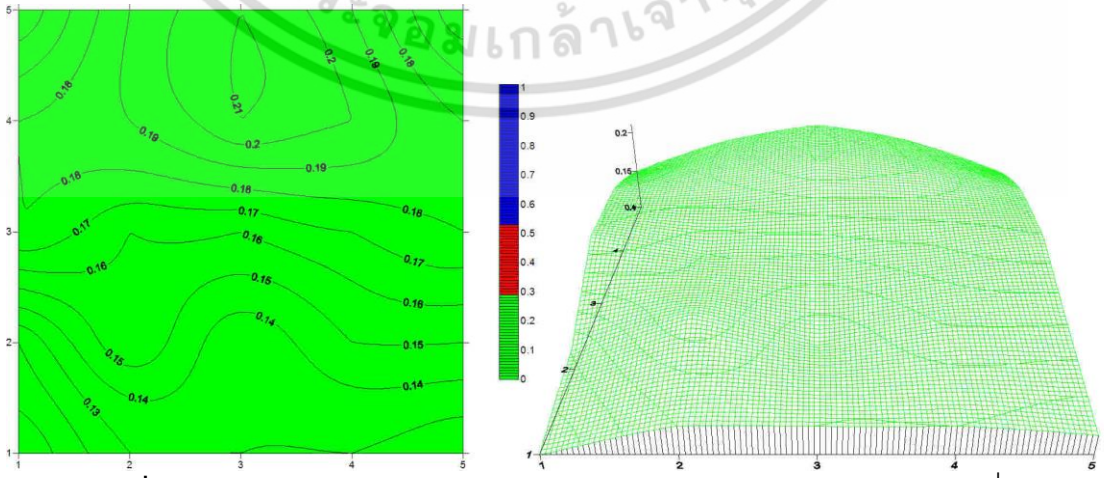
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 2

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 2

ผลจากตารางที่ 4.2 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.4 ผลปรากฏว่า ไม่มีจุดใดผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็น 0% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.5 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีค่าความแตกต่างกันไม่มาก และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.16% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 2 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 **แบบจำลองที่** 3 (3/80/W)

สถานที่ตั้ง หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง

วันที่ 24 เมษายน 2556

แบบทดสอบที่ 3/80/W

ขนาดของช่องเปิด 0.24x0.24x0.24 เมตร

รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ 0.44x0.44 เมตร

วัสดุสะท้อนแสง วัสดุสีขาว

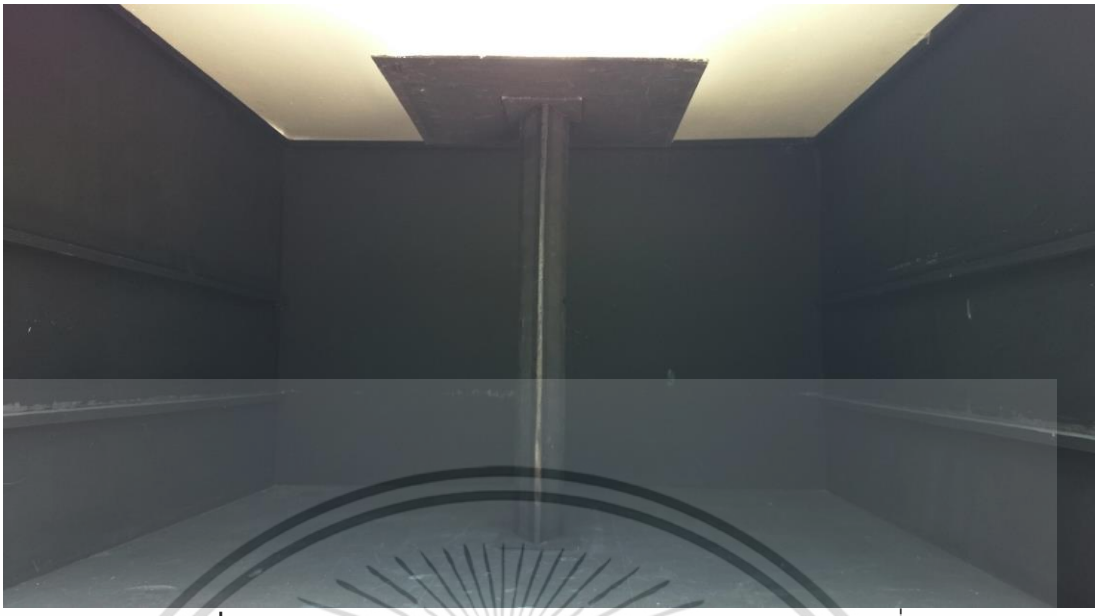
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.10 เมตร

ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.80 เมตร

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 3 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	12:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,800	222	0.21
2	12:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,300	256	0.25
3	12:23	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,800	262	0.25
4	12:23	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,300	261	0.25
5	12:24	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,200	224	0.21
6	12:24	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,500	250	0.24
7	12:25	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,400	255	0.24
8	12:25	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,200	251	0.24
9	12:26	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,100	270	0.26
10	12:27	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,600	260	0.25
11	12:27	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,100	257	0.25
12	12:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,500	244	0.23
13	12:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,800	224	0.21
14	12:29	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,500	263	0.25
15	12:29	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,400	266	0.25
16	12:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	96,900	234	0.24
17	12:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	101,500	254	0.25
18	12:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,300	241	0.24
19	12:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	96,400	243	0.25
20	12:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,900	247	0.25
21	12:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,700	234	0.23
22	12:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,500	273	0.26
23	12:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,400	277	0.26
24	12:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,400	267	0.25
25	12:35	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	107,500	227	0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

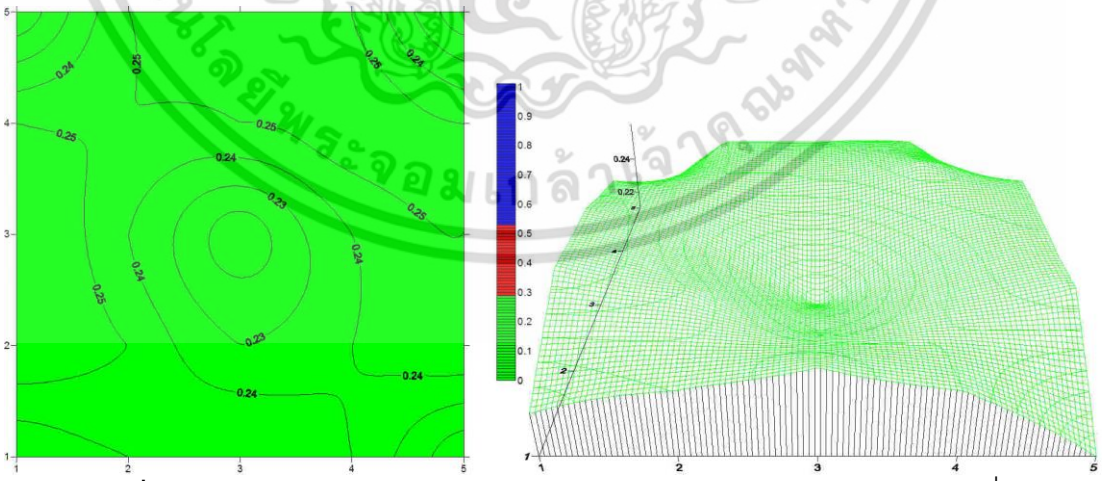


รูปที่ 4.6 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 3

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 3

ผลจากตารางที่ 4.3 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.6 ผลปรากฏว่า ไม่มีจุดใดผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็น 0% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.7 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีค่าความแตกต่างกันไม่มาก ค่าที่น้อยสุดอยู่ที่ใต้แผ่นสะท้อน และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.24% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 3 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.7 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 **แบบจำลองที่** 4 (3/60/W)

สถานที่ตั้ง	หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง
วันที่	29 สิงหาคม 2556
แบบทดสอบที่	3/60/W
ขนาดของช่องเปิด	0.24x0.24x0.24 เมตร
รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ	0.44x0.44 เมตร
วัสดุสะท้อนแสง	วัสดุสีขาว
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.10 เมตร
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.60 เมตร

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 4 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	12:04	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,400	381	0.35
2	12:05	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	107,500	493	0.46
3	12:05	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,000	574	0.53
4	12:06	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,800	533	0.49
5	12:07	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,700	452	0.42
6	12:07	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,800	415	0.39
7	12:08	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,100	438	0.42
8	12:08	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,700	464	0.44
9	12:09	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,400	505	0.48
10	12:09	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,500	517	0.49
11	12:10	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,100	435	0.41
12	12:10	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	107,700	330	0.31
13	12:11	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,100	297	0.27
14	12:11	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	107,900	475	0.44
15	12:12	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,000	587	0.54
16	12:12	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,700	420	0.39
17	12:13	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,800	362	0.33
18	12:13	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,400	334	0.31
19	12:14	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,300	448	0.41
20	12:14	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,500	506	0.47
21	12:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,800	353	0.33
22	12:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,600	415	0.39
23	12:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,800	448	0.42
24	12:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,700	407	0.39
25	12:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,200	348	0.33

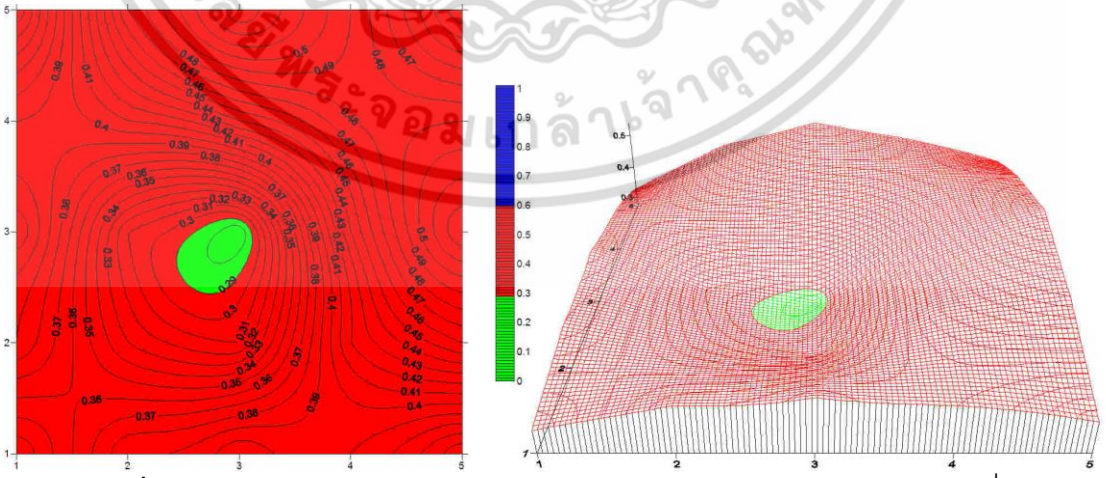
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 4

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 4

ผลจากตารางที่ 4.4 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.8 ผลปรากฏว่า มีถึง 24 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 96% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.9 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างของแสงเพียงบริเวณใต้แผ่นสะท้อนเพียง 1 จุด เท่านั้นที่มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ต่ำสุดเล็กน้อย และมีค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.41% อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้น แบบจำลองที่ 4 จึงผ่านเกณฑ์การคัดเลือก



รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

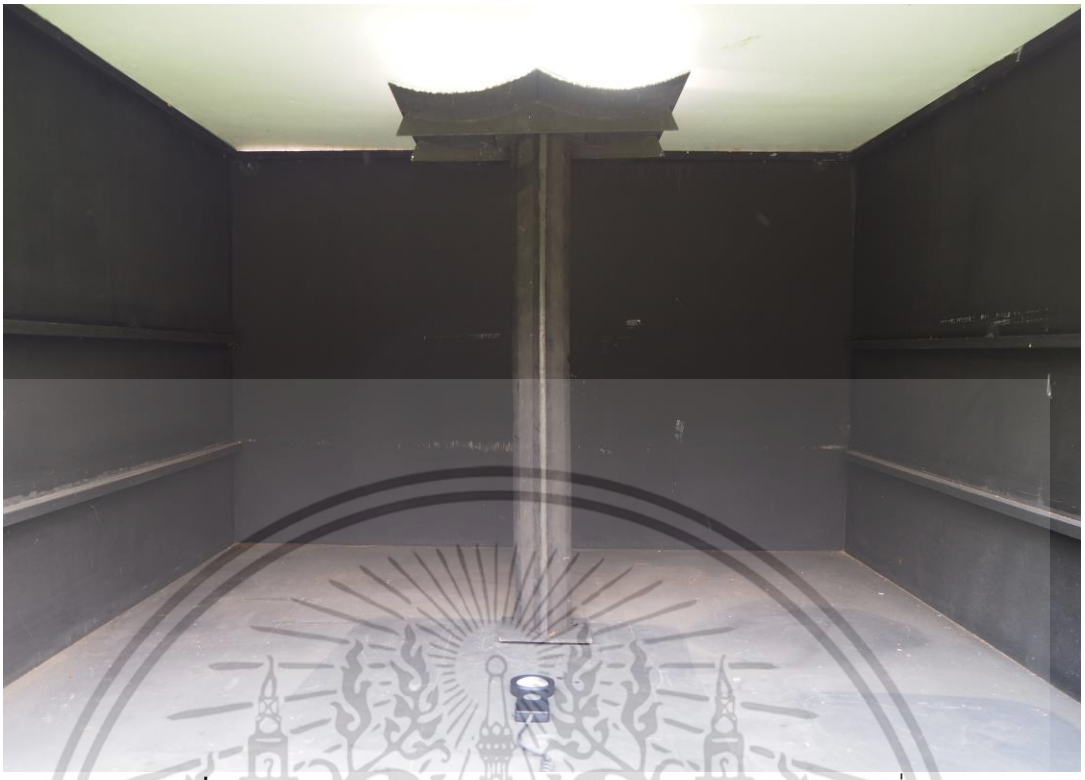
4.1.5 **แบบจำลองที่** 5 (17/80/W)

สถานที่ตั้ง	หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง
วันที่	1 พฤษภาคม 2556
แบบทดสอบที่	17/80/W
ขนาดของช่องเปิด	0.12x0.12x0.12 เมตร
รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย	0.35x0.35 เมตร รัศมี 0.20 เมตร ระยะห่างระหว่างกึ่งกลางวงกลม 0.20 เมตร
วัสดุสะท้อนแสง	วัสดุสีขาว
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.10 เมตร
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.80 เมตร

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 5 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	11:39	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	119,200	83.1	0.07
2	11:40	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	119,300	109.2	0.09
3	11:40	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	118,400	123.5	0.10
4	11:43	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	117,600	127.3	0.11
5	11:44	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	115,100	107.5	0.09
6	11:46	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	111,200	91.7	0.08
7	11:47	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,900	108.9	0.10
8	11:47	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	112,100	123.8	0.11
9	11:48	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	112,900	135.9	0.12
10	11:48	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	112,300	126.1	0.11
11	11:49	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	112,600	94.9	0.08
12	11:49	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	111,300	102.3	0.09
13	11:50	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,700	108.1	0.10
14	11:50	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,400	127.8	0.12
15	11:51	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	110,000	129.5	0.12
16	11:51	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	110,200	91.3	0.08
17	11:52	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,400	101.8	0.09
18	11:52	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,800	105.2	0.10
19	11:53	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,900	117.5	0.11
20	11:53	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,800	115.6	0.11
21	11:54	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,400	76.1	0.07
22	11:54	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	112,600	92.5	0.08
23	11:55	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,600	100.3	0.09
24	11:55	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,000	101.1	0.10
25	11:56	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,300	90.6	0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

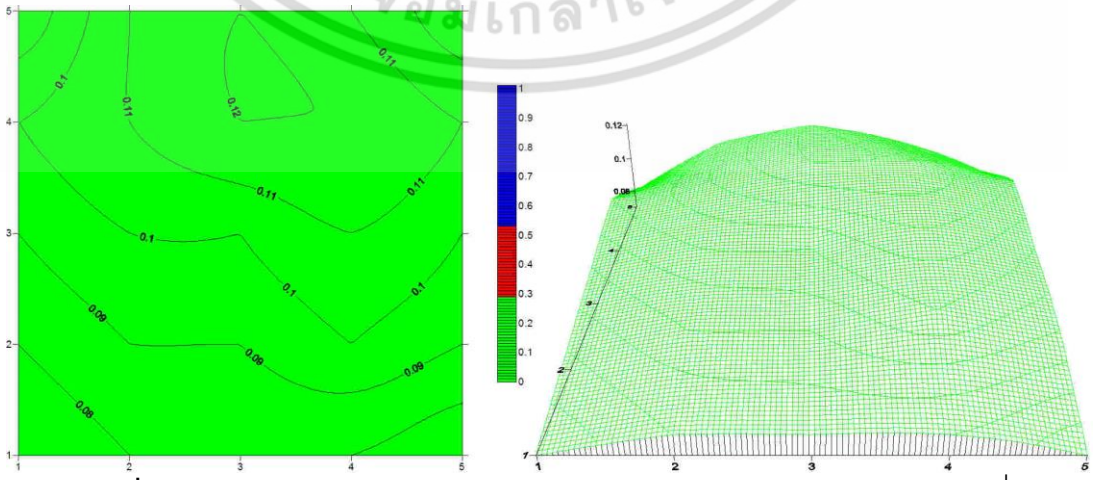


รูปที่ 4.10 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 5

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 5

ผลจากตารางที่ 4.5 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.10 ผลปรากฏว่า ไม่มีจุดใดผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็น 0% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.11 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีค่าความแตกต่างกันไม่มาก และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.10% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 5 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.11 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 **แบบจำลองที่** 6 (17/60/W)

สถานที่ตั้ง	หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง
วันที่	1 พฤษภาคม 2556
แบบทดสอบที่	17/60/W
ขนาดของช่องเปิด	0.12x0.12x0.12 เมตร
รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดจั่วโค้งเว้าหงาย	0.35x0.35 เมตร รัศมี 0.20 เมตร ระยะห่างระหว่างกึ่งกลางวงกลม 0.20 เมตร
วัสดุสะท้อนแสง	วัสดุสีขาว
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.10 เมตร
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.60 เมตร

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 6 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	11:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	112,500	99.5	0.09
2	11:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	111,100	137.5	0.12
3	11:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	113,400	169	0.15
4	11:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	111,600	181	0.16
5	11:21	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	111,200	157.2	0.14
6	11:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,800	113.9	0.10
7	11:23	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	110,000	144.1	0.13
8	11:24	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	108,300	162.2	0.15
9	11:24	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	107,000	218	0.20
10	11:25	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	106,600	213	0.20
11	11:25	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	107,400	119.5	0.11
12	11:26	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,200	133	0.12
13	11:26	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	110,200	159.1	0.14
14	11:27	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,700	226	0.21
15	11:27	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,600	250	0.25
16	11:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,100	120.3	0.11
17	11:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,700	148.6	0.14
18	11:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	110,700	172	0.16
19	11:29	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	111,200	220	0.20
20	11:29	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,400	215	0.20
21	11:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	114,800	102.2	0.09
22	11:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	113,600	141.3	0.12
23	11:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	112,600	179	0.16
24	11:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	112,800	180	0.16
25	11:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	112,200	147.5	0.13

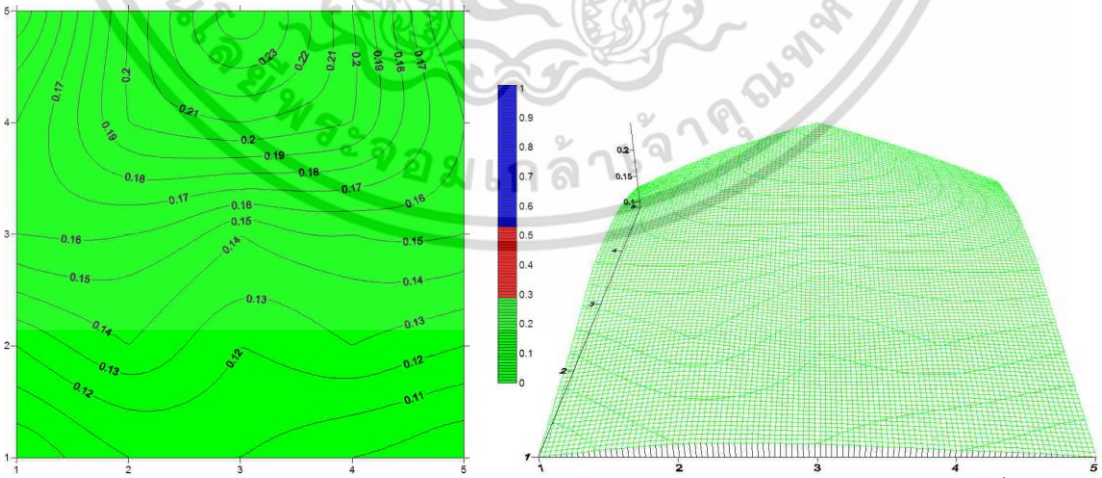
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 6

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 6

ผลจากตารางที่ 4.6 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.12 ผลปรากฏว่า ไม่มีจุดใดผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็น 0% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.13 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีค่าความแตกต่างกันไม่มาก และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.15% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 6 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.13 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงการค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลองทั้ง 6 แบบ

ที่	รูปแบบจำลอง	จุดที่แสงตกกระทบ 25 จุด	พื้นที่แสงตกกระทบ 100%	Daylight Factor (%) เฉลี่ย 29 – 59 %
1	1/80/W	0	0%	0.10%
2	1/60/W	0	0%	0.16%
3	3/80/W	0	0%	0.24%
4	3/60/W	24	96%	0.41%
5	17/80/W	0	0%	0.10%
6	17/60/W	0	0%	0.15%

จากตารางที่ 4.7 แสดงแบบจำลองทั้ง 6 แบบ พบว่าแบบจำลองที่ 4 (3/60/W) มีจุดที่แสงตกกระทบพื้นที่ใช้งาน 24 จุด เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่แสงตกตกกระทบสูงสุด 96% และค่า Daylight Factor (%) ที่ได้ 0.41% ซึ่งอยู่ในช่วง 0.29-0.59 % เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการกำหนด ของสถานที่ตั้งกรุงเทพมหานคร จึงทำการเลือกแบบจำลองนี้ ใช้ในการทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพวัสดุสะท้อนต่อไป

4.2 การเพิ่มประสิทธิภาพความสว่างโดยการเปลี่ยนแปลงวัสดุสะท้อน

จากค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่างๆ (Typical Reflectance Factor) พบว่าวัสดุประเภทอลูมิเนียมขัดเงา กระจกเงา และสีทาขาว มีคุณสมบัติในการการสะท้อน (Reflectance) อยู่ในปริมาณสูง จึงเหมาะแก่การนำไปเพิ่มประสิทธิภาพความสว่าง โดยการเปลี่ยนแปลงวัสดุสะท้อนแสง เลือกวัสดุสะท้อน มีเปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงดังนี้

- วัสดุสีขาว เปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงเท่ากับ 70 - 90 % (ทดลองแล้วในข้อที่ 4.1)
- วัสดุอลูมิเนียม เปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงเท่ากับ 70 - 85 %
- วัสดุกระจกเงา เปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงเท่ากับ 80 - 90 %

โดยนำแบบจำลองที่ 4 (3/60/W) ทดสอบวัดค่าปริมาณแสงภายในแบบจำลอง ในเวลา 10:00 นาฬิกา และ 12:00 นาฬิกา ในส่วนของเวลา 14:00 นาฬิกา นั้นเป็นเวลาที่มีมุมแดดตกกระทบที่ใกล้เคียงกันกับเวลา 10:00 นาฬิกา จึงไม่ใช้ทำการทดลอง

กำหนดการอ่านค่า Daylight Factor (%) ตามหัวข้อที่ 4.1 โดยทำศึกษาความแตกต่างของวัสดุสะท้อนแสงที่ตกกระทบช่วงเวลาวิกฤตของแสงจากดวงอาทิตย์ เพื่อให้ได้วัสดุสะท้อนแสงที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 **แบบจำลองที่** 7 (3/80/A/10:00)

สถานที่ตั้ง หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง

วันที่ 22 ธันวาคม 2556

แบบทดสอบที่ 3/80/A/10:00

ขนาดของช่องเปิด 0.24x0.24x0.24 เมตร

รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ 0.44x0.44 เมตร

วัสดุสะท้อนแสง วัสดุอลูมิเนียม

ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.10 เมตร

ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.80 เมตร

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 7 และDaylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	10:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,000	87.3	0.11
2	10:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	75,800	104.1	0.14
3	10:29	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,200	112.9	0.15
4	10:29	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,400	111.1	0.15
5	10:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,900	107.9	0.14
6	10:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	77,100	96.7	0.13
7	10:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,100	108.5	0.14
8	10:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,200	110.3	0.14
9	10:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	75,900	119.1	0.16
10	10:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,400	126.2	0.17
11	10:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,000	96.9	0.13
12	10:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	75,800	102.1	0.13
13	10:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	77,100	99.2	0.13
14	10:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	78,300	120.5	0.15
15	10:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	78,200	138.8	0.18
16	10:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	78,600	117.6	0.15
17	10:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	77,200	152.1	0.20
18	10:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,500	174	0.23
19	10:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,700	185	0.24
20	10:35	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	77,500	172	0.22
21	10:35	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	77,200	128	0.17
22	10:35	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	77,000	179	0.23
23	10:36	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,400	233	0.30
24	10:36	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,100	238	0.31
25	10:36	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	76,200	204	0.27

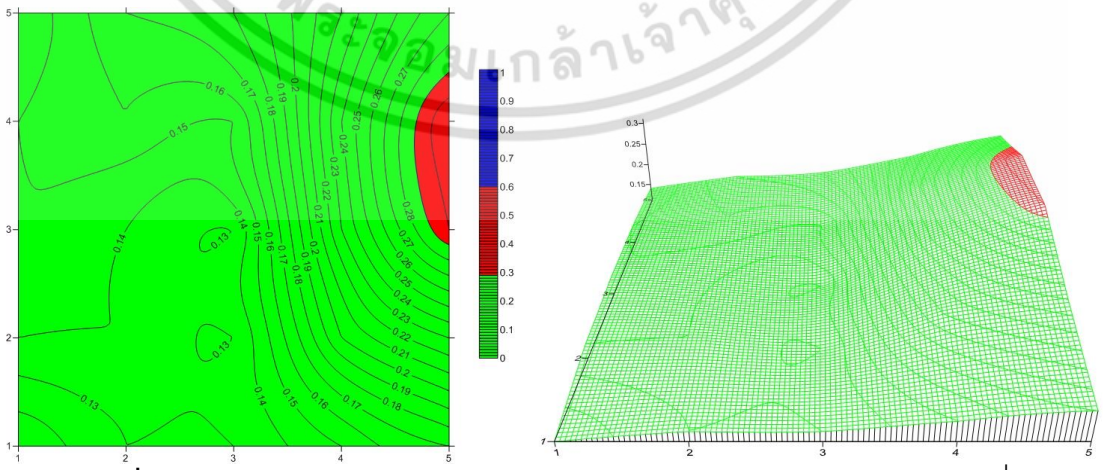
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 7

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 7

ผลจากตารางที่ 4.8 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.14 ผลปรากฏว่า มีเพียง 2 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 8% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.15 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันพอสมควร เพราะความเป็นวัสดุอลูมิเนียม ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุด ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสง และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.18% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 7 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.15 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 **แบบจำลองที่** 8 (3/80/M/10:00)

สถานที่ตั้ง	หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง
วันที่	30 มิถุนายน 2556
แบบทดสอบที่	3/80/M/10:00
ขนาดของช่องเปิด	0.24x0.24x0.24 เมตร
รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ	0.44x0.44 เมตร
วัสดุสะท้อนแสง	วัสดุกระจกเงา
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.10 เมตร
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.80 เมตร

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 8 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	10:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	96,400	163.3	0.17
2	10:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,100	215	0.22
3	10:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,300	258	0.27
4	10:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,400	283	0.29
5	10:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,700	348	0.36
6	10:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,500	166	0.17
7	10:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,000	193	0.20
8	10:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,400	208	0.21
9	10:35	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,600	236	0.24
10	10:36	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,008	368	0.38
11	10:39	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,900	167.6	0.17
12	10:39	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,400	174	0.18
13	10:41	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,600	178	0.18
14	10:41	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,000	212	0.22
15	10:42	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,900	337	0.34
16	10:42	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,900	159.9	0.16
17	10:43	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,600	172	0.17
18	10:44	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,400	172	0.17
19	10:45	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,400	201	0.20
20	10:45	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,900	277	0.27
21	10:46	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	101,500	135	0.13
22	10:46	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,400	164	0.16
23	10:47	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	101,000	170	0.17
24	10:47	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,100	169	0.17
25	10:48	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,800	211	0.21

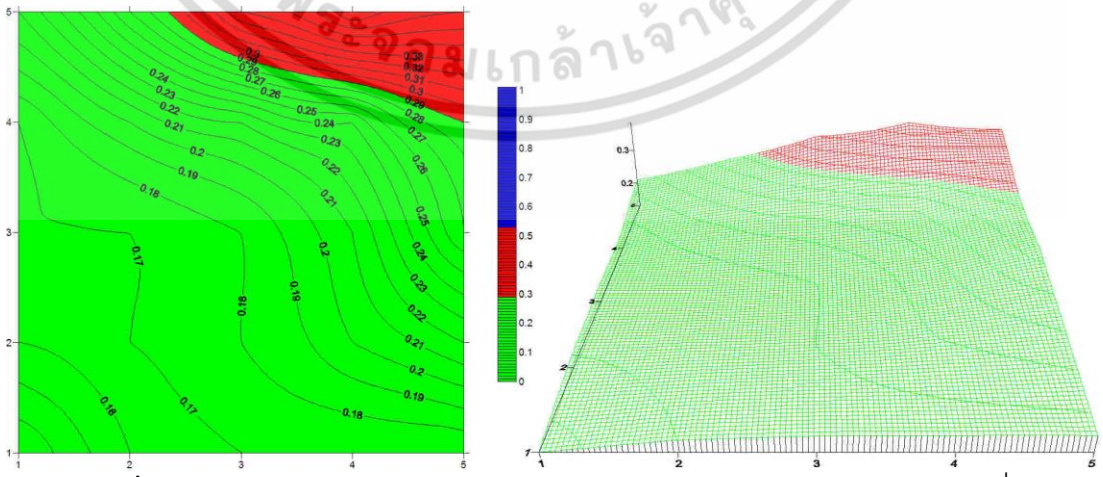
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 8

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 8

ผลจากตารางที่ 4.9 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.16 ผลปรากฏว่า มีเพียง 4 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 16% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.17 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันพอมาก เพราะความเป็นวัสดุกระเงา ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุด ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสง และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.22% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 8 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.17 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 **แบบจำลองที่** 9 (3/80/W/10:00)

สถานที่ตั้ง หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง

วันที่ 24 เมษายน 2556

แบบทดสอบที่ 3/80/W/10:00

ขนาดของช่องเปิด 0.24x0.24x0.24 เมตร

รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ 0.44x0.44 เมตร

วัสดุสะท้อนแสง วัสดุสีขาว

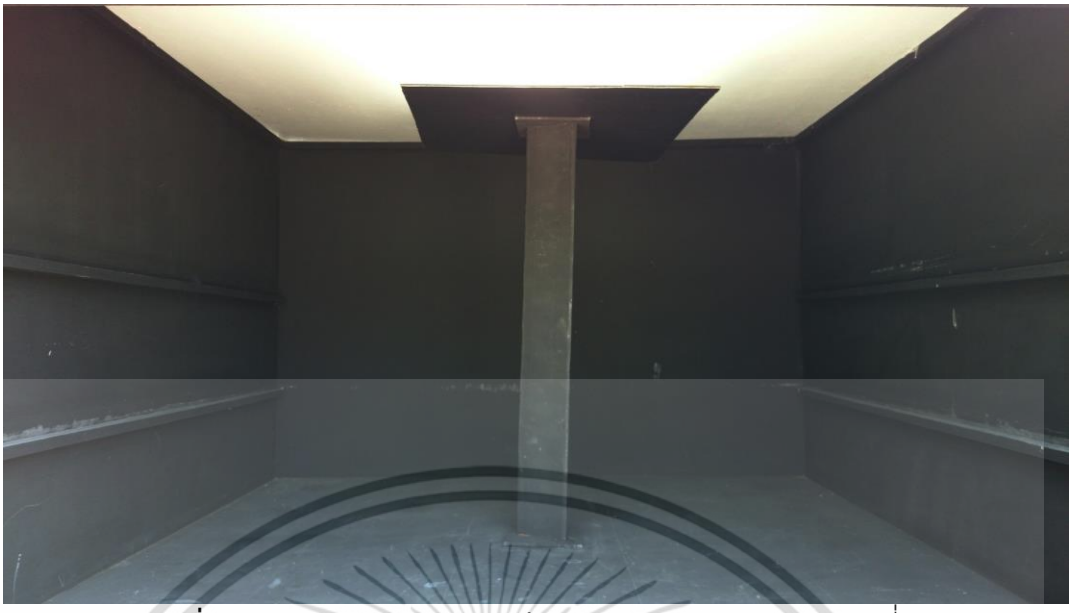
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.10 เมตร

ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.80 เมตร

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 9 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	10:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,700	82.3	0.11
2	10:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,700	91.2	0.12
3	10:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,300	98.1	0.13
4	10:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,100	103.6	0.14
5	10:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,200	101.3	0.14
6	10:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,700	88.5	0.12
7	10:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,600	95.7	0.13
8	10:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,500	100.2	0.14
9	10:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,600	119.2	0.16
10	10:18	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,400	128.5	0.18
11	10:18	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,700	94.9	0.13
12	10:18	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,200	95.2	0.13
13	10:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	72,500	105.8	0.15
14	10:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	72,600	131.4	0.18
15	10:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	72,300	147.3	0.20
16	10:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	75,500	103.7	0.14
17	10:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	75,100	124.1	0.17
18	10:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	74,800	137.3	0.18
19	10:21	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	74,400	159.4	0.21
20	10:21	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,900	153.3	0.21
21	10:21	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,700	105.8	0.14
22	10:21	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,600	135.2	0.18
23	10:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,700	161.4	0.22
24	10:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,800	162.7	0.22
25	10:23	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	73,800	145.5	0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

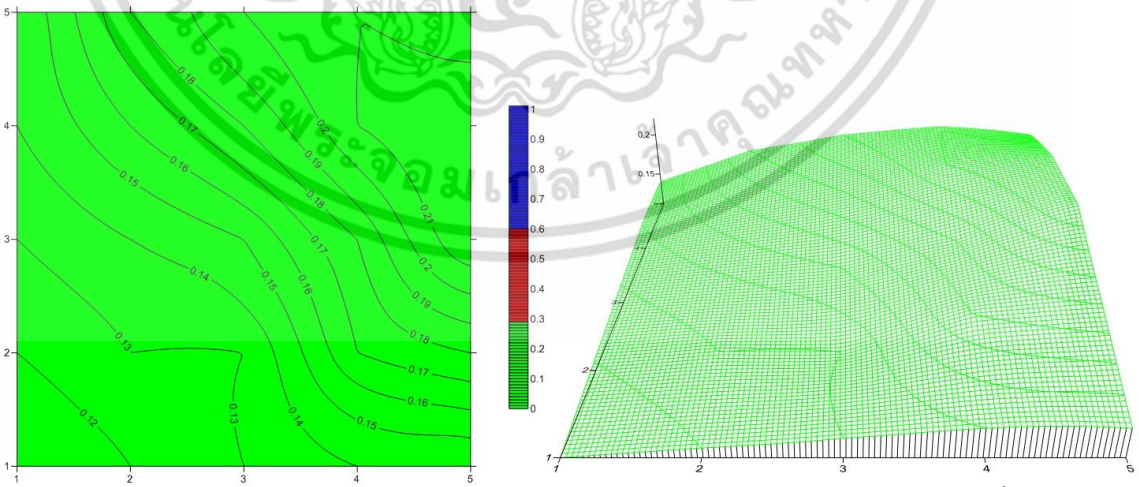


รูปที่ 4.18 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 9

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 9

ผลจากตารางที่ 4.10 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.18 ผลปรากฏว่า มีไม่มีจุดใดผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 0% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.19 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันเล็กน้อย และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.16% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 9 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.19 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 **แบบจำลองที่ 10** (3/80/A/12:00)

สถานที่ตั้ง หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง

วันที่ 22 ธันวาคม 2556

แบบทดสอบที่ 3/80/A/12:00

ขนาดของช่องเปิด 0.24x0.24x0.24 เมตร

รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ 0.44x0.44 เมตร

วัสดุสะท้อนแสง วัสดุอลูมิเนียม

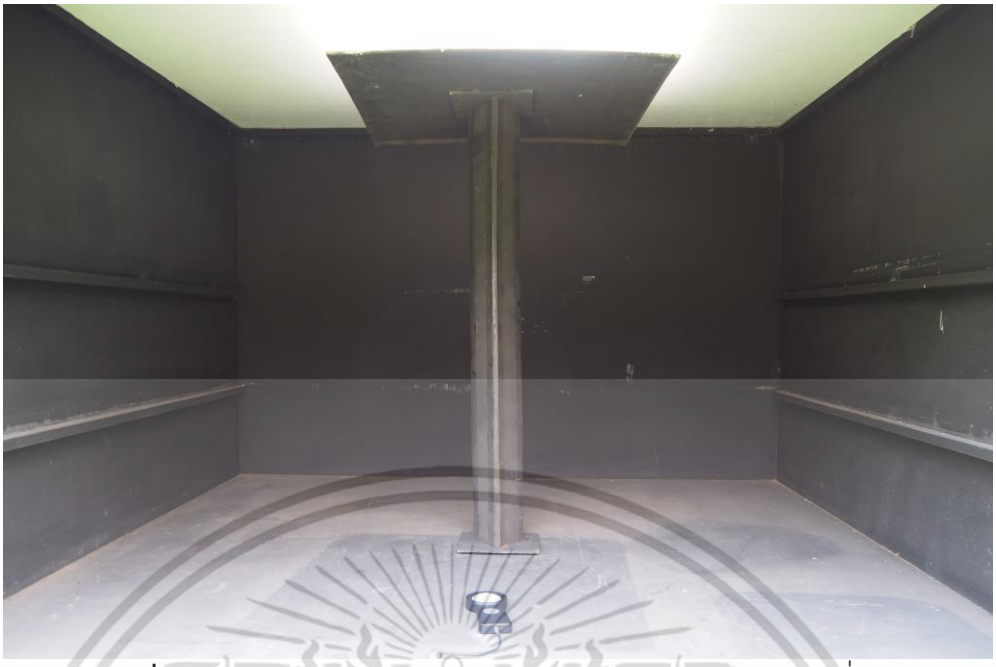
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.10 เมตร

ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.80 เมตร

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 10 และDaylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	12:01	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,500	101.3	0.12
2	12:01	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	83,900	127.4	0.15
3	12:01	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	84,200	134.1	0.16
4	12:01	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	83,000	125.8	0.15
5	12:02	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,300	104.7	0.13
6	12:02	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,700	116.4	0.14
7	12:02	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,300	130.6	0.16
8	12:03	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,800	131.9	0.16
9	12:03	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,600	128.8	0.16
10	12:03	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,200	114.5	0.14
11	12:04	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,000	120.3	0.15
12	12:04	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,300	127.8	0.16
13	12:04	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,500	122.2	0.15
14	12:05	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,700	133.9	0.16
15	12:05	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,800	126.1	0.15
16	12:06	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,000	185	0.23
17	12:06	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,300	251	0.30
18	12:06	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,200	270	0.33
19	12:06	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,500	248	0.31
20	12:07	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,300	193	0.24
21	12:07	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,100	218	0.27
22	12:07	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,700	321	0.40
23	12:07	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,400	369	0.46
24	12:08	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,600	318	0.39
25	12:08	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,000	205	0.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

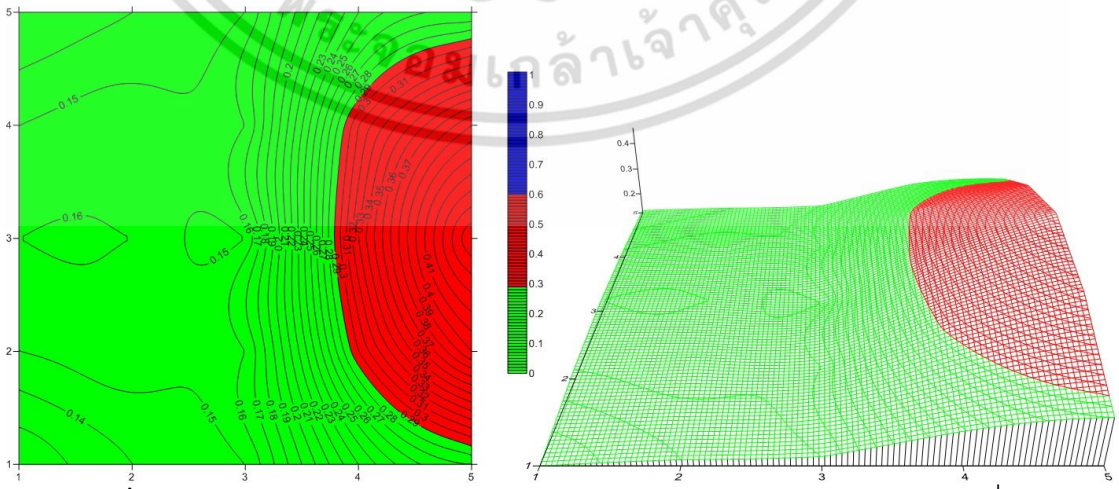


รูปที่ 4.20 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 10

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 10

ผลจากตารางที่ 4.11 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.20 ผลปรากฏว่า มีเพียง 6 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 24% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.21 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันพอสมควร เพราะความเป็นวัสดุอลูมิเนียม ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุด ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสง และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.22% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 10 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.21 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 **แบบจำลองที่** 11 (3/80/M/12:00)

สถานที่ตั้ง หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง

วันที่ 22 ธันวาคม 2556

แบบทดสอบที่ 3/80/M/12:00

ขนาดของช่องเปิด 0.24x0.24x0.24 เมตร

รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ 0.44x0.44 เมตร

วัสดุสะท้อนแสง วัสดุกระจกเงา

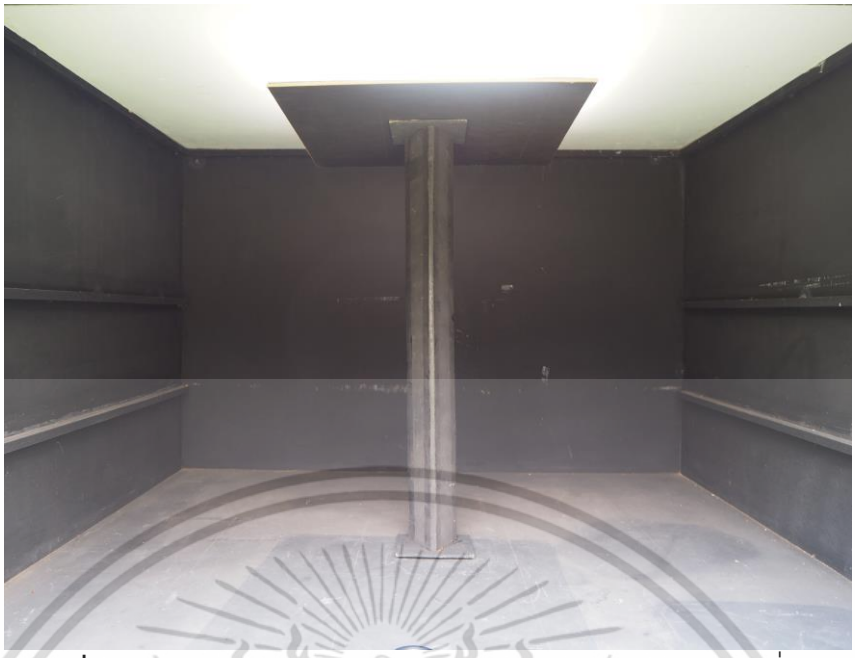
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.10 เมตร

ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.80 เมตร

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 11 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	12:14	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	79,500	110.7	0.14
2	12:14	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	79,400	133.6	0.17
3	12:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,300	140.4	0.17
4	12:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	79,300	131.1	0.17
5	12:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	79,400	111.2	0.14
6	12:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,200	127.3	0.16
7	12:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,600	144.2	0.18
8	12:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,600	145.2	0.18
9	12:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	83,700	146.9	0.18
10	12:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,400	131.6	0.16
11	12:18	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	84,100	171	0.20
12	12:18	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	83,500	200	0.24
13	12:18	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,500	185	0.22
14	12:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,700	172	0.21
15	12:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,200	157	0.19
16	12:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,400	236	0.29
17	12:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	79,900	311	0.39
18	12:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	78,800	315	0.40
19	12:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	79,500	288	0.36
20	12:21	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	79,100	215	0.27
21	12:21	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	79,300	211	0.27
22	12:21	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	79,600	321	0.40
23	12:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,100	350	0.44
24	12:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,200	293	0.37
25	12:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,300	213	0.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

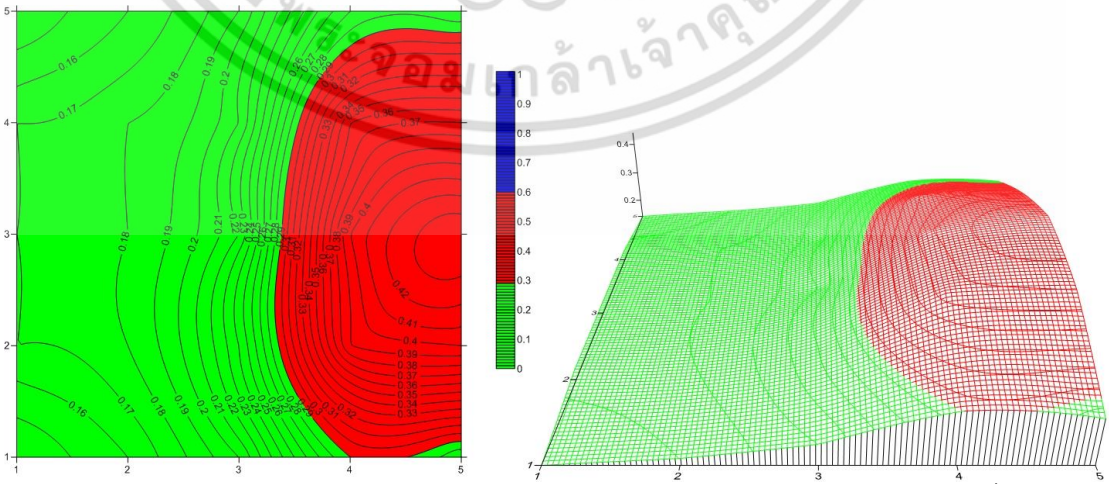


รูปที่ 4.22 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 11

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 11

ผลจากตารางที่ 4.12 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.22 ผลปรากฏว่า มีเพียง 7 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 28% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.23 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันมาก เพราะความเป็นวัสดุกระเงา ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุด ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสง และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.25% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 11 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.23 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 **แบบจำลองที่** 12 (3/60/A/10:00)

สถานที่ตั้ง	หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง
วันที่	29 สิงหาคม 2556
แบบทดสอบที่	3/60/A/10:00
ขนาดของช่องเปิด	0.24x0.24x0.24 เมตร
รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ	0.44x0.44 เมตร
วัสดุสะท้อนแสง	วัสดุอลูมิเนียม
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.10 เมตร
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.60 เมตร

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 12 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	10:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,800	172	0.17
2	10:30	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,700	219	0.21
3	10:31	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,500	243	0.24
4	10:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,600	338	0.33
5	10:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,700	533	0.52
6	10:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,500	219	0.21
7	10:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,800	236	0.23
8	10:37	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,200	226	0.22
9	10:37	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,000	361	0.35
10	10:38	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,200	633	0.58
11	10:29	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,800	249	0.24
12	10:39	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,100	211	0.20
13	10:40	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,400	157	0.15
14	10:41	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,000	443	0.42
15	10:42	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	109,000	888	0.81
16	10:42	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,500	206	0.20
17	10:45	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,500	215	0.20
18	10:46	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,600	198	0.19
19	10:47	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,700	440	0.42
20	10:50	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,800	622	0.59
21	10:50	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,300	154	0.15
22	10:51	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,000	217	0.21
23	10:53	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	104,800	267	0.25
24	10:55	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,300	295	0.28
25	10:55	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	105,100	450	0.43

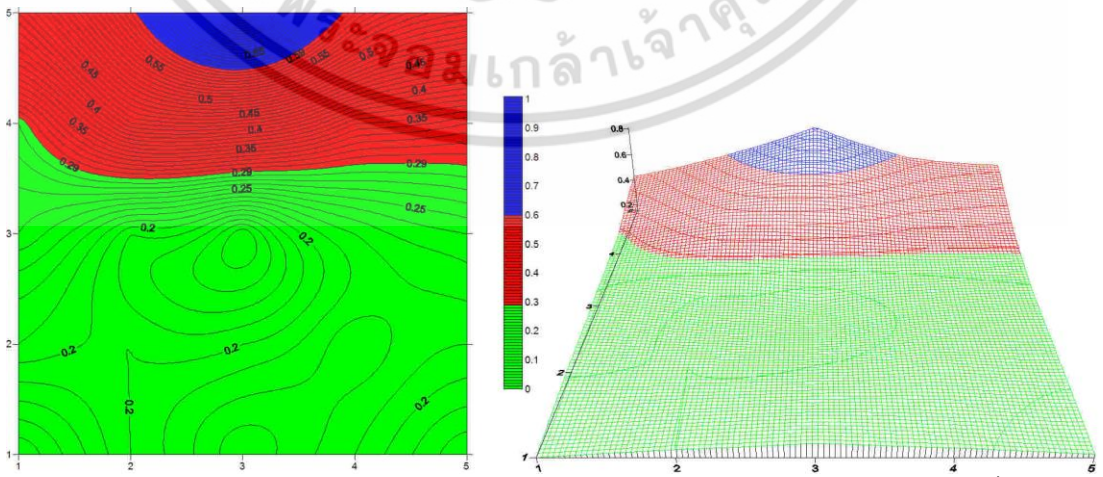
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.24 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 12

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 12

ผลจากตารางที่ 4.13 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.24 ผลปรากฏว่า มีเพียง 8 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 32% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.25 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันมากเกินไป เพราะความเป็นวัสดุอลูมิเนียม ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุดมากเกินไป ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสงในปริมาณที่สูง และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.25% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 12 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.25 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 **แบบจำลองที่** 13 (3/60/M/10:00)

สถานที่ตั้ง หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง

วันที่ 24 เมษายน 2556

แบบทดสอบที่ 3/60/M/10:00

ขนาดของช่องเปิด 0.24x0.24x0.24 เมตร

รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ 0.44x0.44 เมตร

วัสดุสะท้อนแสง วัสดุกระจกเงา

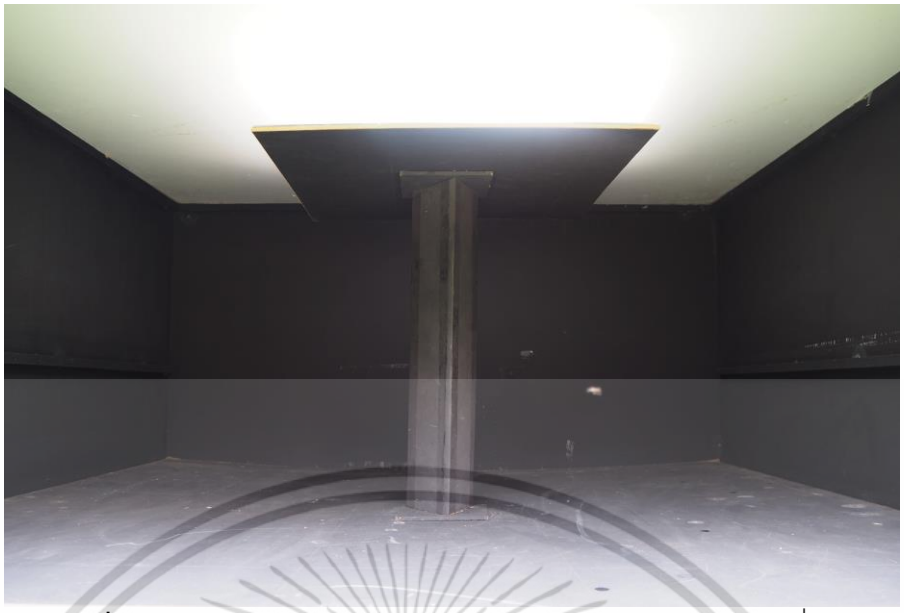
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.10 เมตร

ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.60 เมตร

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 13 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	10:50	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,300	284	0.28
2	10:51	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	101,400	459	0.45
3	10:51	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	101,500	650	0.64
4	10:52	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	101,300	746	0.74
5	10:52	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	100,900	862	0.85
6	10:52	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,000	240	0.24
7	10:53	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	101,300	279	0.28
8	10:53	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	101,900	304	0.30
9	10:54	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,000	404	0.40
10	10:55	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,100	985	0.96
11	10:55	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,300	241	0.24
12	10:56	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,300	221	0.22
13	10:56	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,500	194	0.19
14	10:57	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,500	334	0.33
15	10:57	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,800	880	0.86
16	10:57	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,800	210	0.20
17	10:58	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,400	219	0.21
18	10:58	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,800	200	0.19
19	10:58	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	102,800	272	0.26
20	10:59	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,500	295	0.29
21	10:59	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,800	155	0.15
22	10:59	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,500	199	0.19
23	11:00	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,300	216	0.21
24	11:00	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	103,400	216	0.21
25	11:00	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	101,600	276	0.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

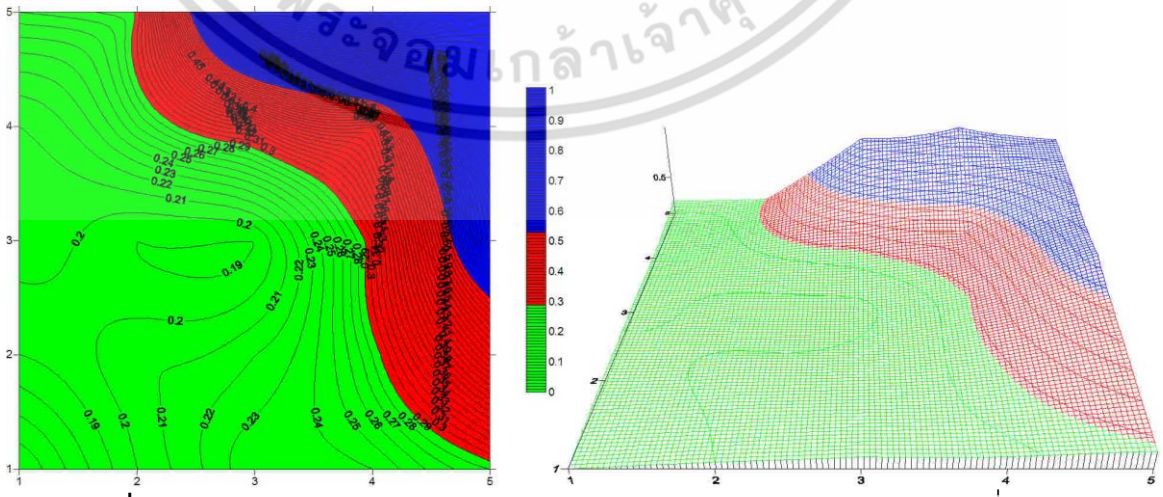


รูปที่ 4.26 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 13

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 13

ผลจากตารางที่ 4.14 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.26 ผลปรากฏว่า มีเพียง 5 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 20% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.27 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันมากเกินไป เพราะความเป็นวัสดุกระเงา ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุดมากเกินไป ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสงในปริมาณที่สูง และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.37% อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่มีความแตกต่างของปริมาณแสงที่ตกกระทบมากจนเกินไป ดังนั้น แบบจำลองที่ 13 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.27 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 **แบบจำลองที่** 14 (3/60/W/10:00)

สถานที่ตั้ง หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง

วันที่ 24 เมษายน 2556

แบบทดสอบที่ 3/60/W/10:00

ขนาดของช่องเปิด 0.24x0.24x0.24 เมตร

รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ 0.44x0.44 เมตร

วัสดุสะท้อนแสง วัสดุสีขาว

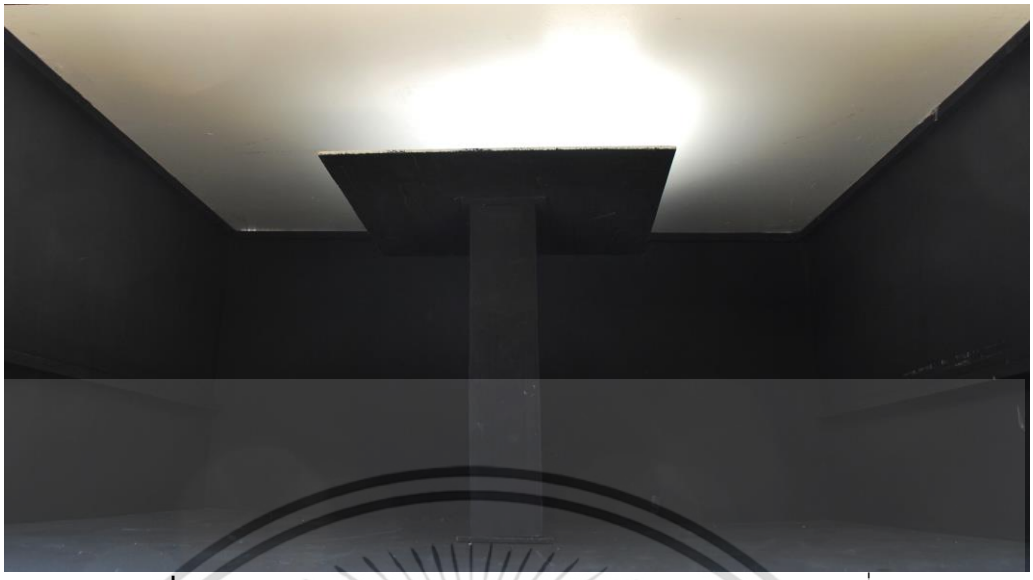
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.10 เมตร

ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.60 เมตร

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 14 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	10:10	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	94,500	168	0.18
2	10:10	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	93,300	217	0.23
3	10:11	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	93,500	268	0.29
4	10:11	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	93,700	370	0.39
5	10:11	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	92,900	428	0.46
6	10:12	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	91,800	190	0.21
7	10:13	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	92,200	202	0.22
8	10:14	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,000	257	0.26
9	10:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,800	479	0.48
10	10:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,500	690	0.70
11	10:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,200	232	0.23
12	10:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,600	200	0.20
13	10:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,600	304	0.31
14	10:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,000	655	0.67
15	10:18	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,000	824	0.84
16	10:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,800	244	0.24
17	10:19	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,500	299	0.30
18	10:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,800	350	0.35
19	10:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,800	625	0.63
20	10:21	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,800	707	0.71
21	10:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	98,700	251	0.25
22	10:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,700	320	0.33
23	10:23	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	97,600	455	0.47
24	10:24	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,000	527	0.53
25	10:24	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	99,900	464	0.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

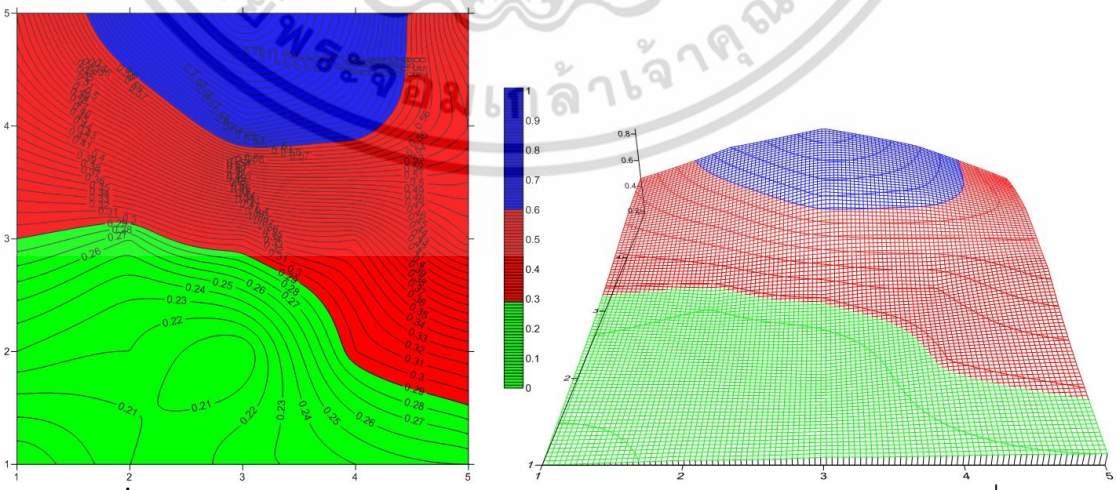


รูปที่ 4.28 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 14

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 14

ผลจากตารางที่ 4.15 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.28 ผลปรากฏว่า มีเพียง 10 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 40% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.29 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันมากเกินไป เพราะความเป็นวัสดุสีขาว ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุดมากเกินไป ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสงในปริมาณที่สูง และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.40% อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่มีความแตกต่างของปริมาณแสงที่ตกกระทบมากจนเกินไป ดังนั้น แบบจำลองที่ 14 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.29 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.9 **แบบจำลองที่** 15 (3/60/A/12:00)

สถานที่ตั้ง	หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง
วันที่	22 ธันวาคม 2556
แบบทดสอบที่	3/60/A/12:00
ขนาดของช่องเปิด	0.24x0.24x0.24 เมตร
รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ	0.44x0.44 เมตร
วัสดุสะท้อนแสง	วัสดุอลูมิเนียม
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.10 เมตร
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.60 เมตร

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 15 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	12:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,800	140	0.17
2	12:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,600	182	0.23
3	12:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	94,800	243	0.26
4	12:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	94,400	231	0.24
5	12:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	93,900	178	0.19
6	12:35	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	94,300	239	0.25
7	12:35	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	94,000	229	0.24
8	12:36	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	92,800	198	0.21
9	12:36	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	91,900	222	0.24
10	12:37	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	92,800	221	0.24
11	12:37	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	85,700	256	0.30
12	12:37	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	88,800	240	0.27
13	12:37	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,200	174	0.22
14	12:38	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	83,300	212	0.25
15	12:38	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	88,800	226	0.25
16	12:38	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	88,800	262	0.30
17	12:38	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	87,400	340	0.39
18	12:39	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	85,000	297	0.35
19	12:39	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,600	241	0.30
20	12:39	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	86,000	231	0.27
21	12:39	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	80,000	221	0.28
22	12:40	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	84,500	344	0.41
23	12:40	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	83,000	373	0.45
24	12:40	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	82,000	295	0.36
25	12:41	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	81,600	177	0.22

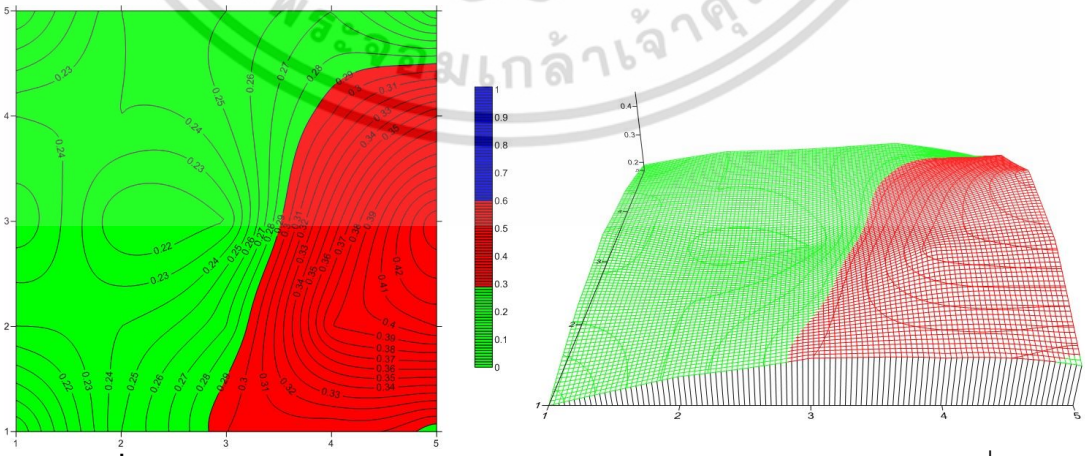
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.30 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 15

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 15

ผลจากตารางที่ 4.16 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.30 ผลปรากฏว่า มีเพียง 8 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 32% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.31 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันพอสมควร เพราะความเป็นวัสดุอลูมิเนียม ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุด ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสง และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.25% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 15 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.31 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.10 แบบจำลองที่ 16 (3/60/M/12:00)

สถานที่ตั้ง	หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 50 รามคำแหง
วันที่	29 สิงหาคม 2556
แบบทดสอบที่	3/60/M/12:00
ขนาดของช่องเปิด	0.24x0.24x0.24 เมตร
รูปแบบสะท้อนแสง ชนิดแบนเรียบ	0.44x0.44 เมตร
วัสดุสะท้อนแสง	วัสดุกระจกเงา
ระยะห่างของวัสดุสะท้อนแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.10 เมตร
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน	0.60 เมตร

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความสว่างแสงภายในแบบจำลองที่ 16 และ Daylight Factor (%)

ที่	เวลา	ดัชนีปริมาณเมฆในท้องฟ้า	ความสว่างภายนอก(Lux)	ความสว่างภายใน(Lux)	Daylight Factor(%)
1	12:15	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	147,800	189	0.13
2	12:16	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	142,500	190	0.13
3	12:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	136,700	180	0.13
4	12:17	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	127,000	170	0.13
5	12:18	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	113,200	155	0.14
6	12:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	127,600	222	0.17
7	12:20	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	96,200	170	0.18
8	12:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	130,000	175	0.13
9	12:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	115,000	181	0.16
10	12:22	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	121,000	192	0.16
11	12:23	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	120,000	272	0.23
12	12:24	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	120,100	209	0.17
13	12:25	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	125,000	138	0.11
14	12:26	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	114,000	145	0.13
15	12:26	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	115,200	196	0.17
16	12:27	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	113,500	283	0.25
17	12:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	111,200	252	0.23
18	12:28	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	110,000	181	0.16
19	12:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	126,500	227	0.18
20	12:32	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	129,000	205	0.16
21	12:33	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	130,400	340	0.26
22	12:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	130,900	440	0.34
23	12:34	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	126,500	438	0.35
24	12:35	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	129,000	400	0.31
25	12:35	แจ่มใสมีเมฆน้อย ดัชนี 0-3	128,800	247	0.19

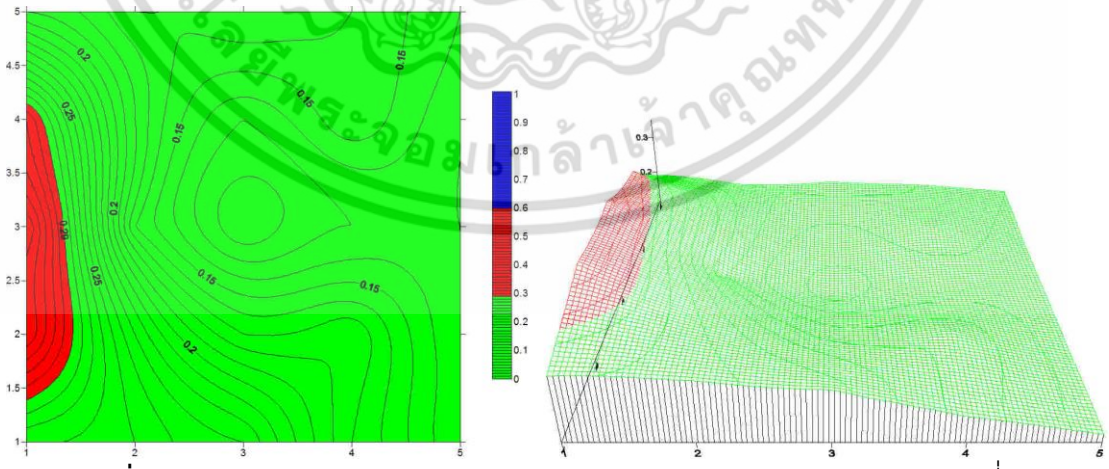
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.32 แสดงภาพถ่ายการสะท้อนของแสงภายในแบบจำลองที่ 16

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 16

ผลจากตารางที่ 4.17 การวัดแสงภายในทั้งหมด 25 จุด ดังรูปที่ 4.32 ผลปรากฏว่า มีเพียง 3 จุด ผ่านถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็น 12% ของพื้นที่วัดแสง

จากการแสดงผลในรูปที่ 4.33 ความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันพอสมควร เพราะความเป็นวัสดุกระจกเงา ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุด ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสง และค่า Daylight Factor (%) เฉลี่ย 0.19% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบจำลองที่ 16 จึงไม่ผ่านการคัดเลือก



รูปที่ 4.33 แสดงผลการทดลองของค่า Daylight Factor (%) ภายในแบบจำลองที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุสะท้อนภายในแบบจำลองในเวลา10:00น. และ12:00น.

แบบจำลองที่	วัสดุสะท้อน	เวลา 10:00		เวลา 12:00	
		Daylight Factor (%) เฉลี่ย	จุดที่ผ่านเกณฑ์ (25 จุด)	Daylight Factor (%) เฉลี่ย	จุดที่ผ่านเกณฑ์ (25 จุด)
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.80 เมตร					
7(10:00)	Daylight Factor (%) เฉลี่ย	0.18%	2	0.22%	6
10(12:00)	วัสดุอลูมิเนียม				
8(10:00)	Daylight Factor (%) เฉลี่ย	0.22%	4	0.25%	7
11(12:00)	วัสดุกระจกเงา				
9(10:00)	Daylight Factor (%) เฉลี่ย	0.16%	0	0.24%	0
3(12:00)	วัสดุสีขาว				
ระยะห่างของตำแหน่งวัดค่าแสง กับช่องเปิดรับแสงด้านบน 0.60 เมตร					
12(10:00)	Daylight Factor (%) เฉลี่ย	0.25%	8	0.28%	8
15(12:00)	วัสดุอลูมิเนียม				
13(10:00)	Daylight Factor (%) เฉลี่ย	0.37%	5	0.19%	3
16(12:00)	วัสดุกระจกเงา				
14(10:00)	Daylight Factor (%) เฉลี่ย	0.4%	10	0.41%	24
4(12:00)	วัสดุสีขาว				

จากตารางที่ 4.18 แบบจำลองทั้ง 12 แบบ พบว่าการเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อน ได้แก่ วัสดุอลูมิเนียม และวัสดุกระจกเงา ไม่เพิ่มประสิทธิภาพการกระจายแสงสว่างเพราะมีจุดผ่านเกณฑ์น้อยมาก และความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันมากเกินไป ทำให้บริเวณที่แสงสะท้อนจากฝ้านั้นมีความเข้มสูงเฉพาะจุด ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย ทำให้เกิดความแตกต่างของแสงในปริมาณที่สูง จึงไม่เหมาะแก่การนำไปใช้งาน

ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองที่ 4 เพราะมีจุดที่แสงตกกระทบพื้นที่ใช้งาน 24 จุด เปอร์เซ็นต์ และค่า Daylight Factor (%) ที่ได้ 0.41% ซึ่งอยู่ในช่วง 0.29-0.59 % เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการกำหนด ของสถานที่ตั้งกรุงเทพมหานคร สามารถใช้งานได้ดีที่สุดในช่วงเวลา 12:00 นาฬิกา จะค่อยลดประสิทธิภาพการใช้งานลงถึงช่วงเวลา 10:00 นาฬิกา และ 14:00 นาฬิกา จึงทำการเลือกแบบจำลองที่ 4 นี้ เป็นต้นแบบที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การทดสอบการสะท้อนแสงธรรมชาติจากด้านบนเพื่อกระจายแสงสว่างให้กับอาคารพาดช่วงกว้าง พบว่าการทดสอบในแบบจำลองที่ 4 เป็นต้นแบบที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้งาน โดยสามารถตอบวัตถุประสงค์ในการวิจัยได้ดังนี้

1. จากการศึกษาแนวทางการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารจากขนาดช่องเปิดด้านบน เพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างให้กับอาคารช่วงกว้าง ขนาดที่เหมาะสมกับปริมาณแสง คือ กว้าง 0.24 เมตร ยาว 0.24 เมตร สูง 0.24 เมตร

2. จากศึกษารูปแบบ และชนิดของวัสดุสะท้อน ที่เหมาะสมต่อการใช้งานภายในอาคาร คือ ภายในประกอบไปด้วยรูปแบบวัสดุสะท้อนชนิดเรียบแบน กว้าง 0.44 เมตร ยาว 0.44 เมตร ระยะห่างจากช่องแสงด้านบนกับวัสดุสะท้อนแสงเท่ากับ 0.10 เมตร ทำแนวขนานกับฝ้าเพดาน เพื่อให้ได้มุมสะท้อนของแสงนั้นไม่กระจายตัวกันมากเกินไป ระนาบพื้นที่รับแสงที่เหมาะสมแก่การใช้งานสูง 0.60 เมตร ซึ่งจะได้รับปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่ใช้งานได้ประสิทธิภาพสูงสุด ชนิดวัสดุสะท้อนเลือกเป็นวัสดุสีขาว มีการสะท้อนของแสงที่การกระจายตัวได้ทั่วถึงกว่า และมีความสม่ำเสมอของแสง

3. จากการศึกษาอัตราส่วนของช่องแสงธรรมชาติด้านบน ที่สัมพันธ์กับสัดส่วนอาคาร เพื่อให้ได้คุณภาพแสงที่ดี คือ ความสูงจากวัสดุสะท้อนถึงฝ้าเพดาน ต่อ ความสูงจากพื้นถึงฝ้า คือ 1 : 6 และอัตราส่วนพื้นที่ผิวโดยรอบช่องแสงด้านบนทั้ง 4 ด้าน ต่อ พื้นที่ช่องรับแสงฝ้าเพดาน ต่อ พื้นที่แผ่นสะท้อนแสง คือ 4 : 1 : 3 โดยช่วงเวลา 10:00-14:00 นาฬิกา เป็นช่วงที่เหมาะสมแก่การใช้งานมากที่สุด และสามารถใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น จากการวิจัย พบว่า

1. ขนาดของอัตราส่วนของอุปกรณ์สะท้อนกับอาคารที่เหมาะสมดังที่กล่าวมา สามารถช่วยเพิ่มปริมาณแสงสว่างให้กับอาคาร และช่วยลดปริมาณการใช้แสงประดิษฐ์ที่ไม่จำเป็น โดยสามารถใช้ควบคู่ไปด้วยกัน เพราะแสงธรรมชาติไม่สามารถควบคุมได้ ในเวลาที่มีแสงธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน สามารถใช้แสงประดิษฐ์ช่วยในการส่องสว่าง เพื่อให้เกิดคุณภาพของแสงในการใช้งานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

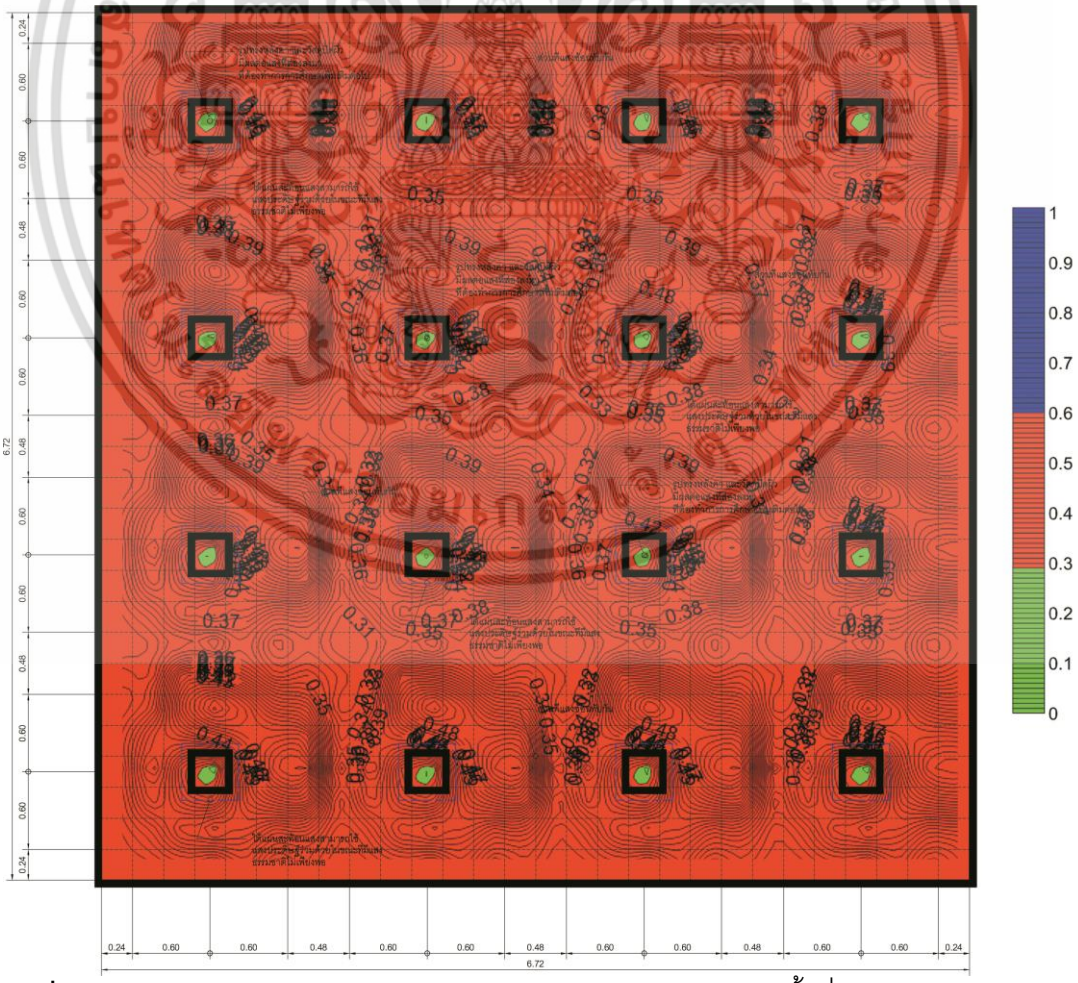
2. การใช้วัสดุสะท้อนที่มีค่าการสะท้อนแสงสูง ไม่ได้ให้ช่วยเพิ่มการสะท้อนแสงภายในได้ดีขึ้น พบว่าการเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อนได้แก่ วัสดุอลูมิเนียม และวัสดุกระจกเงา ไม่เกิดผลดีต่อการใช้งาน เพราะความสว่างของแสงที่ตกกระทบนั้นมีความแตกต่างกันมากเกินไป ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ในส่วนที่ไม่โดนสะท้อนจะสว่างน้อย เกิดความแตกต่างของแสงในปริมาณที่สูง จึงไม่เหมาะแก่การนำไปใช้งาน

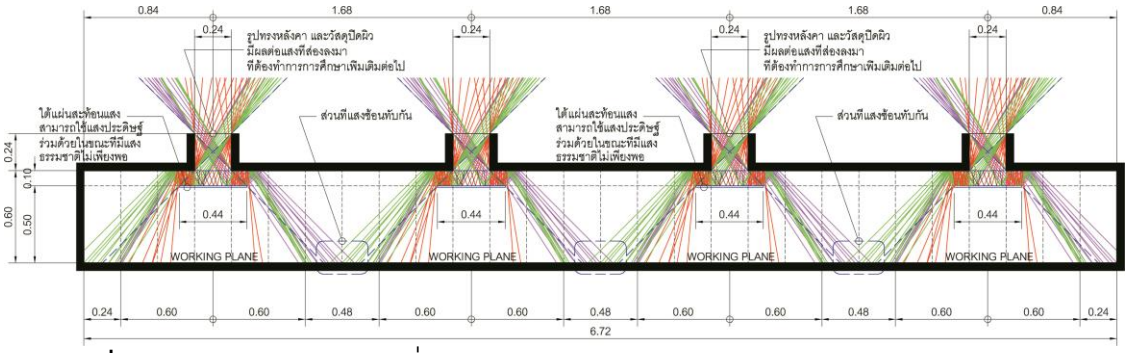
สามารถนำอัตราส่วนดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับขนาดอาคารได้ ดังตัวอย่างคือ การวางตำแหน่งของช่องแสงให้เป็นแบบจุด ความสูงอาคาร 6 เมตร กว้าง 16.80 เมตร ความยาวใช้ได้ตั้งแต่ 16.80 เมตรขึ้นไป เจาะช่องแสงด้านบนห่างจากผนัง 8.40 เมตร ระยะห่างกันทุกๆ 16.80 เมตร พื้นผิวฝ้าเพดานใช้วัสดุทาสีขาว พื้นผิวสี่เหลี่ยมจัตุรัสทรงลูกบาศก์รับแสงสะท้อนด้านบน พื้นที่ 23.00 ตารางเมตร ผิวด้านในใช้วัสดุทาสีขาว กว้าง 2.40 เมตร ยาว 2.40 เมตร สูง 2.40 เมตร เจาะช่องแสงสี่เหลี่ยมจัตุรัสฝ้าเพดาน กว้าง 2.40 เมตร ยาว 2.40 เมตร พื้นที่ 5.76 ตารางเมตร และแผ่นสะท้อนแสง กว้าง 4.40 เมตร ยาว 4.40 เมตร พื้นที่ 17.28 ตารางเมตร โดยช่วงเวลา 10:00-14:00 นาฬิกา เป็นช่วงที่เหมาะสมแก่การใช้งานมากที่สุด

ตัวอย่างการออกแบบช่องแสงที่แสดงปริมาณความสว่างบริเวณพื้นที่ใช้งาน (Work Plain) ดังรูปที่ 5.1 รูปตัดภายในที่เกิดการซ้อนทับกันของแสง ดังรูปที่ 5.2 และแสดงปริมาณความสว่างที่ตกกระทบพื้นที่ภายในด้วยโปรแกรม Surfer V.8.0 ดังรูปที่ 5.3

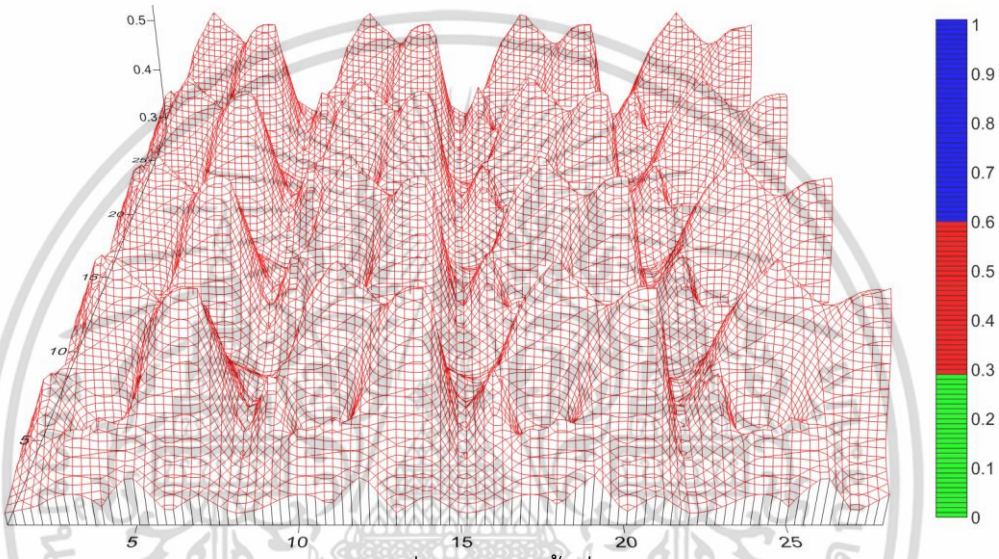


รูปที่ 5.1 แสดงการออกแบบช่องแสง และปริมาณความสว่างบริเวณพื้นที่ใช้งานเวลา 12:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 แสดงแนวตัดภายในที่เกิดการซ้อนทับกันของแสง ในช่วงเวลา 10:00-14:00 น.



รูปที่ 5.3 แสดงปริมาณความสว่างที่ตกกระทบพื้นที่ภายในด้วยโปรแกรม Surfer V.8.0

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดลองบริเวณช่องแสงด้านบนนี้ ได้นำแสงลงสู่ภายใน 100% โดยขนาดของช่องแสงด้านบนสามารถประยุกต์ใช้รูปทรง และวัสดุปิดด้านบน เพื่อกันฝนบวกกับการทำหน้าที่กระจายแสงได้ดียิ่งขึ้น วัสดุเหล่านี้จะมีค่าที่สามารถให้แสงนั้นผ่านได้แตกต่างกันออกไปตามชนิดของวัสดุนั้นๆ เช่น กระจก อะคลีลิค โพลีคาร์บอเนต ฯลฯ และรูปทรงที่คลุมช่องแสงด้านบนเพื่อป้องกันฝน มีผลต่อปริมาณแสงที่เข้าสู่ช่องเปิดมากหรือน้อยแตกต่างกันออกไป เช่น รูปแบบชนิดทรงโดมโค้ง ทรงพีระมิด ทรงเพิงหมาแหงน ฯลฯ ซึ่งสามารถทำการศึกษาเพิ่มเติมได้ต่อไป

2. ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ สภาพท้องฟ้า ฤดูกาล มีผลกระทบต่อทิศทางของแสงที่นำเข้ามาสู่ช่องแสงด้านบนของแบบจำลอง เพราะสิ่งเหล่านี้ไม่สามารถควบคุมได้ การทดลองจึงเลือกรูปแบบที่ดีที่สุดในการลดการใช้พลังงานให้มากที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ดังนั้นแล้วแสงที่ตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทบลงบนพื้นที่ใช้งานนั้นสามารถใช้กับเฉพาะช่วงเวลาที่เหมาะสม และยังสามารถใช้ควบคู่ไปกับแสงประดิษฐ์ที่ต้องการความสว่างอย่างสม่ำเสมอ

3. การนำแสงเข้าสู่ภายในอาคารของรูปแบบจำลองที่ถูกเลือก เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพดีขึ้น ควรศึกษาการสะท้อนกลับของแสงในส่วนของฝ้าเพดาน สามารถทำโค้งเว้าบังคับแสงให้ตกกระทบได้ใกล้ขึ้นในพื้นที่ทำงานได้ทั่วถึงกว่าชนิดแบนเรียบ และนำไปศึกษาแนวทางในการพัฒนาต่อยอดให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมการสะท้อนแสงให้ดียิ่งขึ้น

4. ข้อมูลการทดลองเป็นการสุ่มวันทดสอบการวัดแสง เพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำในการทดลอง ควรทำการทดสอบในวัน และเวลาใกล้เคียงกันมากที่สุด จึงจะได้ข้อมูลที่แม่นยำที่สุดในการนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤชกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา. 2549. **แสงธรรมชาติในอาคาร** : กรุงเทพฯ: บริษัท มิสเตอร์ก๊อปปี้ พับลิชชิ่ง จำกัด.

ชำนาน ห่อเกียรติ. 2540. **เทคนิคการส่องสว่าง** : กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ตรึงใจ บรูณสมภพ. 2515. **การออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อนในประเทศไทย** : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ทำเนียบนายกรัฐมนตรี.

พรรณชลัท สุริโยธิน. 2548. **หนังสือชุดสื่อสาระวัสดุ และการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิบูลย์ ดิษฐอุดม. 2537. **การออกแบบระบบแสงสว่าง** : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น.

มัลลิกา เจ่าสกุล. 2552. “การศึกษารูปแบบและแนวทางพัฒนาประสิทธิภาพช่องเปิดรับแสงธรรมชาติด้านบนแบบหลังคามอนิเตอร์.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิธวัช อธิกุล. 2548. “ศึกษารูปแบบช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติด้านบนที่ไม่เพิ่มภาระการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิเชียร สุวรรณรัตน์. 2537. **ภูมิอากาศวิทยา และการออกแบบสถาปัตยกรรม**. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ander, Gregg D. 1995 : **Daylighting Performance and Design**. New York : John Willey & Sons, INC.,

Derek Phillips. 1964. **Lighting in Architectural Design** : McGraw-Hill Book.

Evans, Benjamin H. 1981. **Daylight in Architecture**. New York : McGraw-Hill Company.

Fuller Moore. 1991. **Concepts and Practice of Architectural Daylighting**. New York : Van Nostrand Reinhold Company.

Gray Gordon and Nuckolls, James L.1995. **Interior Lighting for Designers.** 3rd ed. New York : John Wiley and Sons, Inc.

Lam, William M.C. 1986. **Sunlighting as Formgiver for Architecture**. New York : Van Nostrand Reinhold Company.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Mohamed Boubekri. 2008. Daylighting, **Architecture and Health Building Design Strategies.** Oxford : Elsevier Ltd.

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

M. David Egan and Olgyay, Victor W. 2002. **Architectural Lighting.** 2nd ed. New York : McGraw-Hill Higher.

Robbins, Claude L. 1986. **Daylighting Design and Analysis.** New York : Van Nostrand Company.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ปริมาณแสงสว่าง และรังสีดวงอาทิตย์ของกรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณแสงสว่าง และรังสีดวงอาทิตย์ของกรุงเทพมหานคร (Radiation and Illuminance)

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่ในละติจูดที่ 13° 44‘ N และลองติจูดที่ 100° 33’ E สภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น (Tropical Zone) ทำให้ปริมาณรังสี และปริมาณแสงสว่างที่จ้าเกือบตลอดทั้งปี โดยปกติแล้วปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของแสงสว่าง ในช่วงของการเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ ปริมาณของแสงสว่างมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในแต่ละช่วงวัน เดือน และปี จากศึกษาสถิติการวัดค่าปริมาณแสงสว่างและรังสีดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปี (มกราคม – ธันวาคม 2542 - 2543) ของสถาบันวิจัย และพัฒนาแห่งเอเชีย (AIT) โดยเก็บข้อมูลสถิติของค่าความส่องสว่าง และค่าปริมาณรังสีแบบแนวโคจรของดวงอาทิตย์ (Solar Time) และแบบช่วงเวลาปกติ (Local Time) มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความส่องสว่างรวมของท้องฟ้า (K.lux) ตลอดปี 2542-2543

Solar Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	2.20	5.26	6.04	6.11	6.39	7.32	5.71	5.39	3.55	0	0
7:00	9.34	9.78	16.21	20.49	19.48	21.63	23.96	17.73	18.25	13.45	9.53	9.63
8:00	24.80	30.51	44.57	48.93	39.71	41.79	44.83	39.48	42.16	33.26	28.30	28.47
9:00	50.63	56.49	69.80	73.46	62.66	63.68	61.05	61.58	60.65	50.96	51.14	49.11
10:00	67.83	77.97	81.38	87.76	70.95	81.41	75.07	78.93	75.60	68.19	64.10	66.85
11:00	74.78	87.77	88.62	96.43	82.01	85.56	82.81	83.52	80.66	72.19	77.65	78.86
12:00	81.01	92.07	92.42	100.90	79.38	78.52	83.65	81.71	85.84	75.67	77.10	81.66
13:00	69.64	86.52	85.58	104.69	70.41	70.93	82.38	74.36	83.13	67.75	66.76	78.02
14:00	60.64	75..10	77.58	91.82	64.44	64.76	74.75	62.50	69.77	58.82	60.68	66.30
15:00	42.47	57.07	62.31	75.03	52.45	50.39	55.42	47.65	51.97	44.22	51.35	47.42
16:00	25.41	32.44	41.39	44.25	39.60	33.85	38.81	32.29	32.53	26.50	23.79	28.81
17:00	9.63	10.74	18.39	18.96	20.62	17.34	21.35	16.51	14.06	10.44	9.56	8.76
18:00	0	3.70	5.99	6.74	7.38	6.01	6.60	5.56	4.35	5.84	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

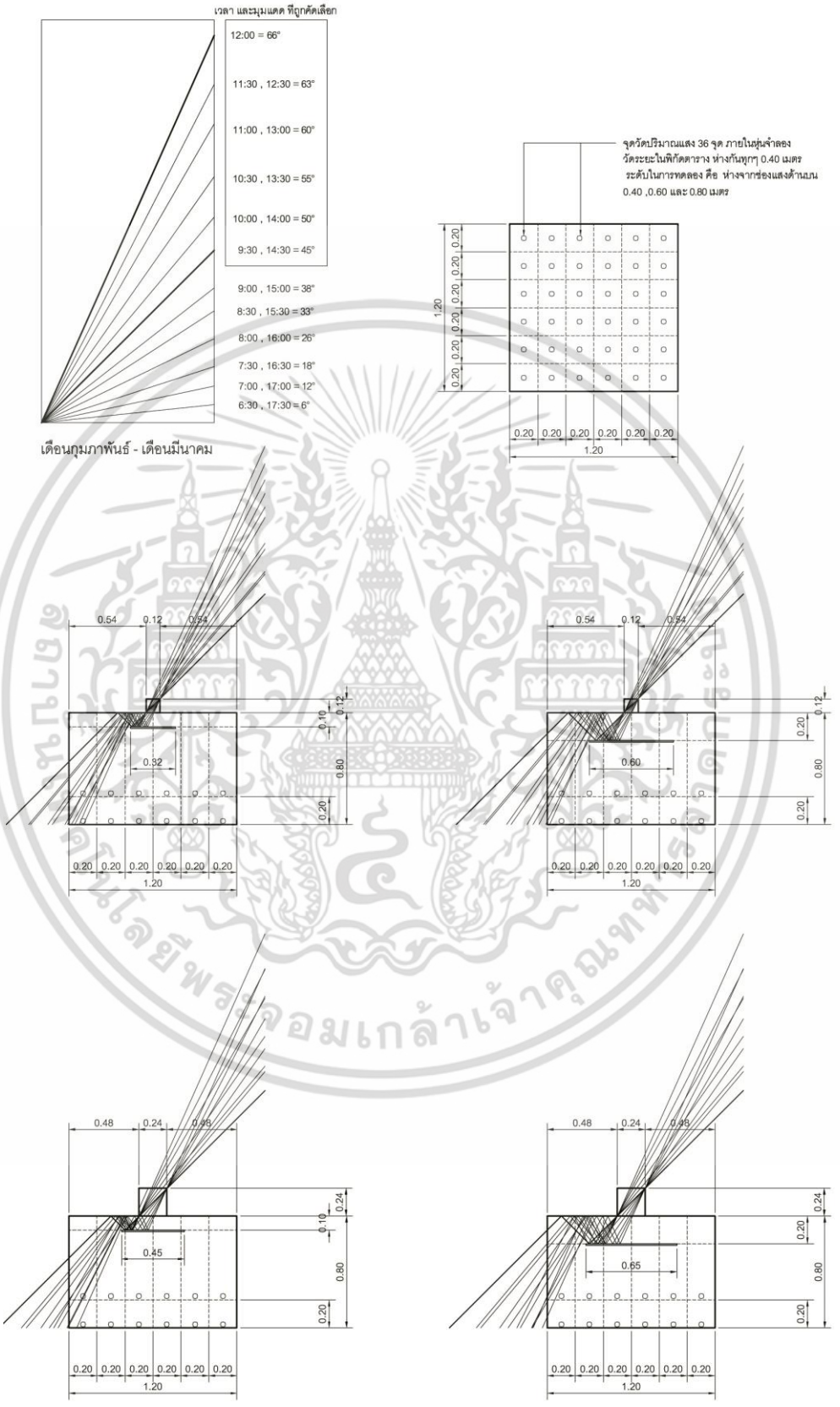
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง

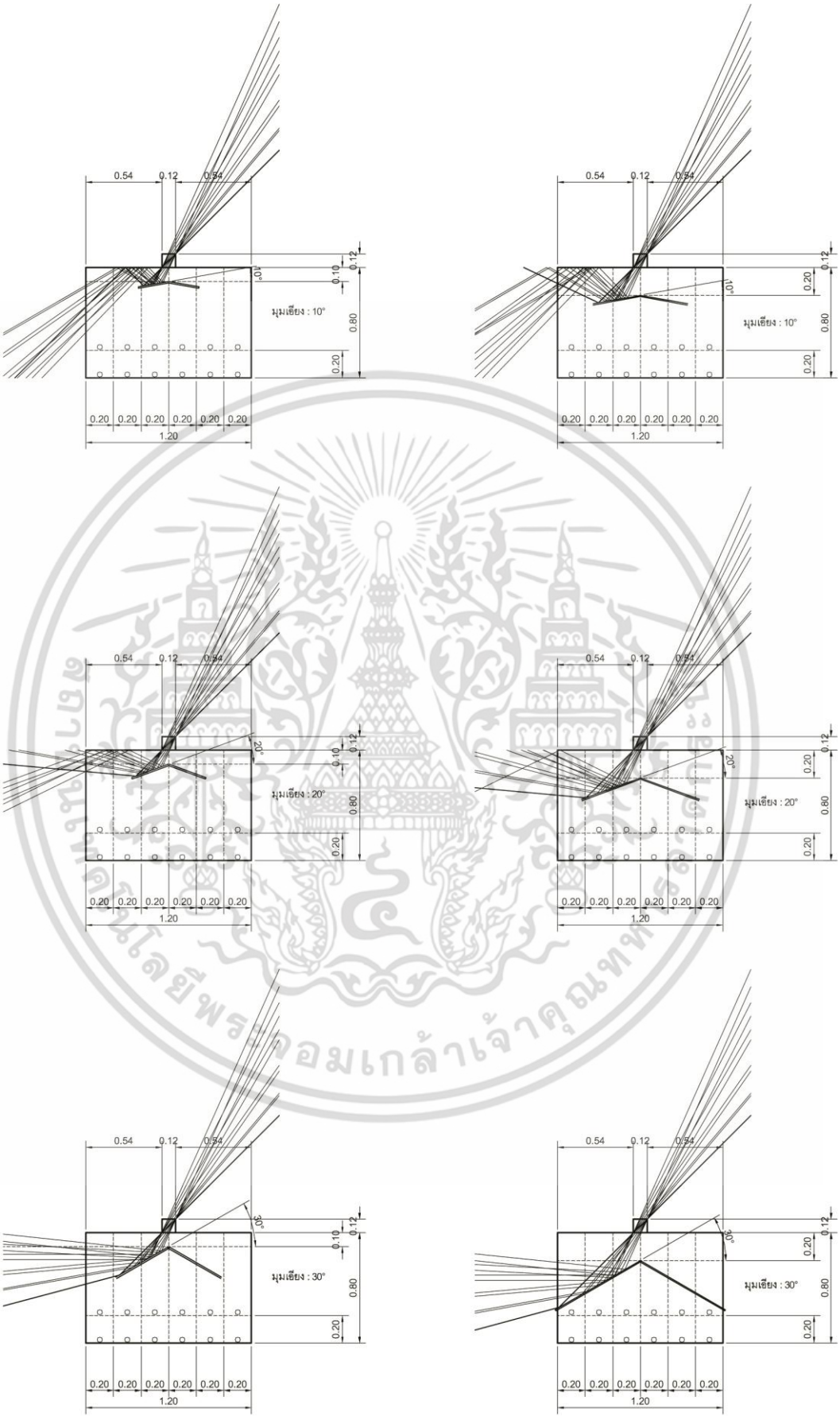
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง



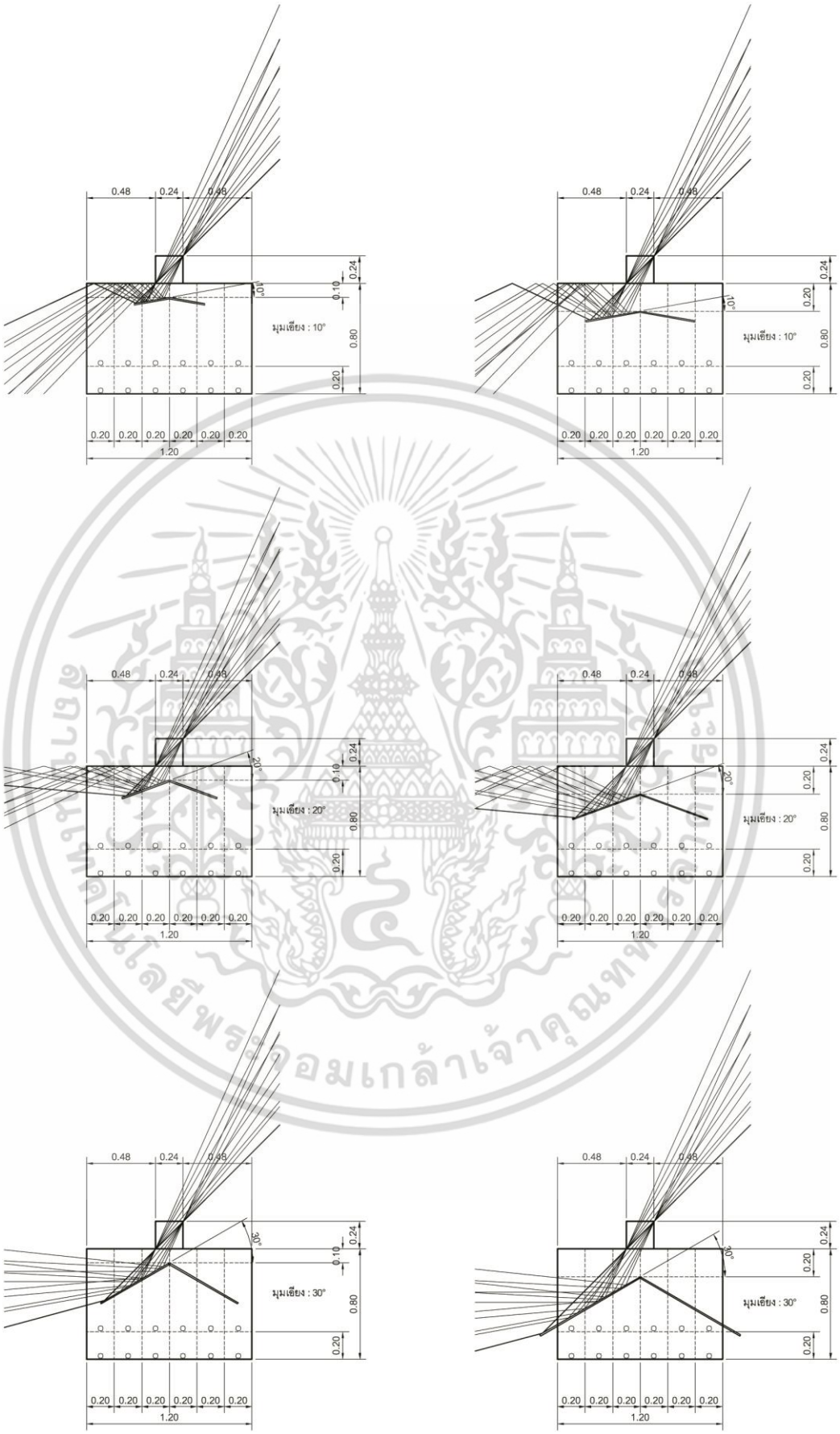
แสดงการคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง แบบจำลองที่ 1 ชนิดแบนเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



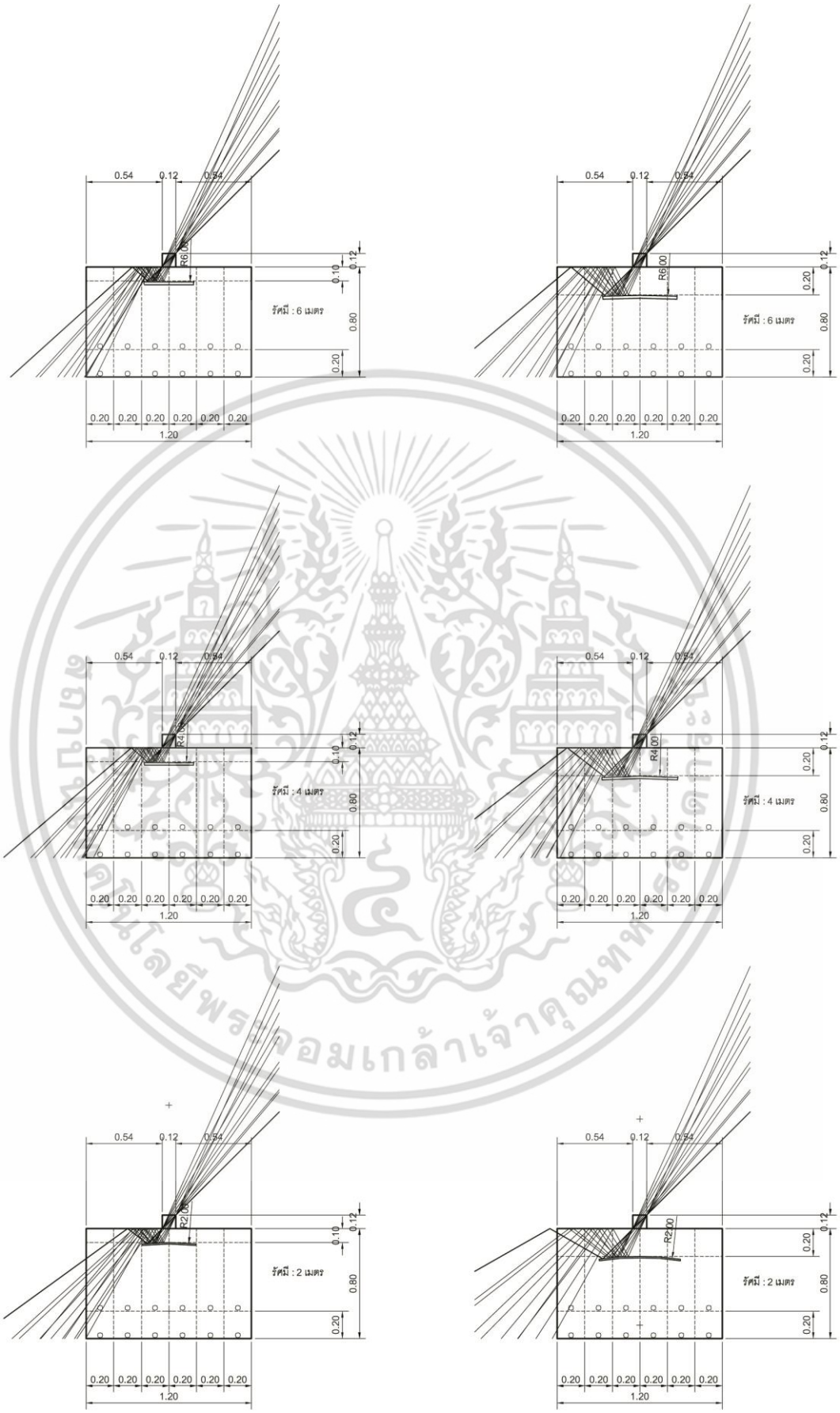
แสดงการคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง แบบจำลองที่ 2 ชนิดจั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



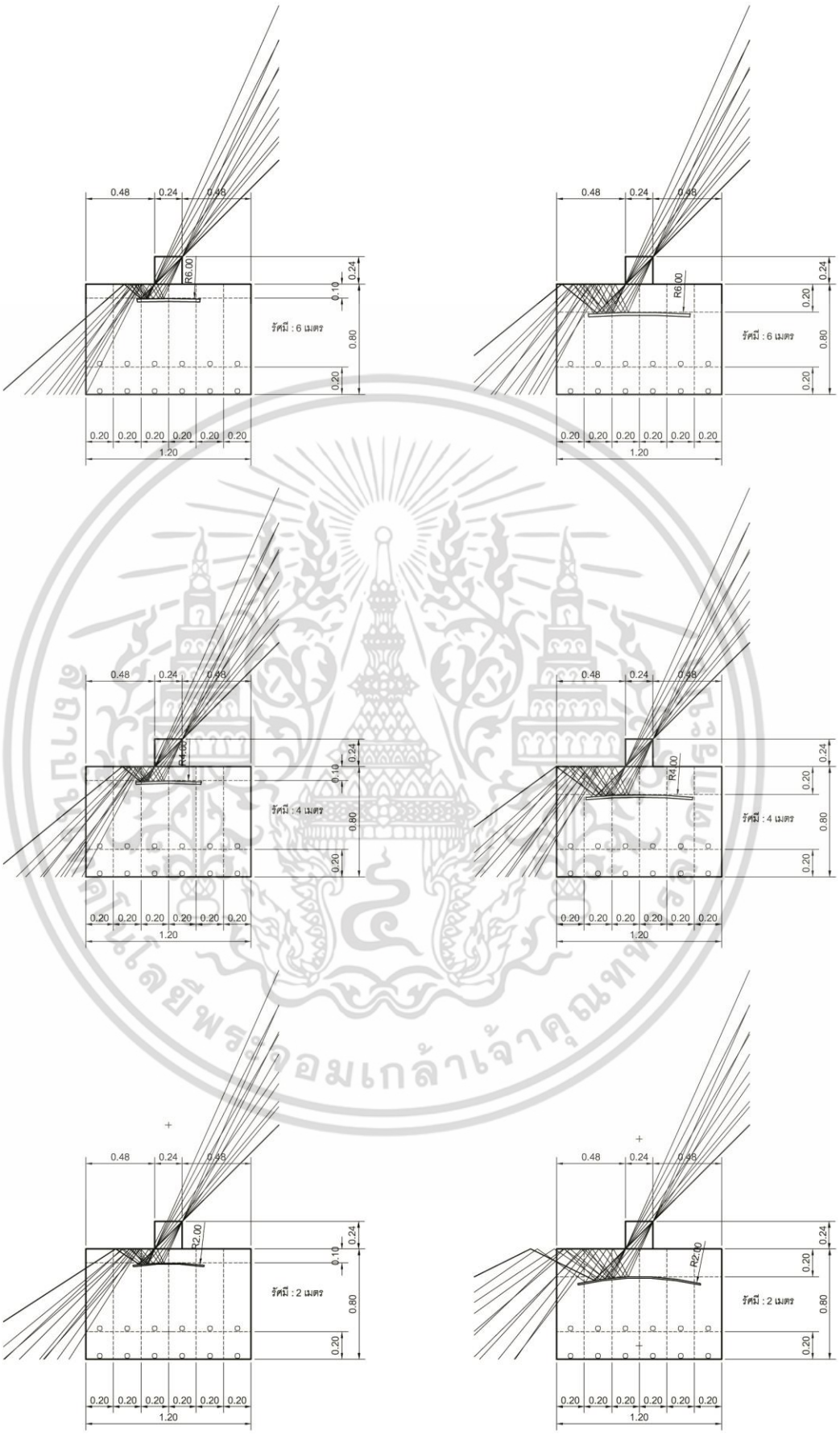
แสดงการคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง แบบจำลองที่ 2 ชนิดจั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



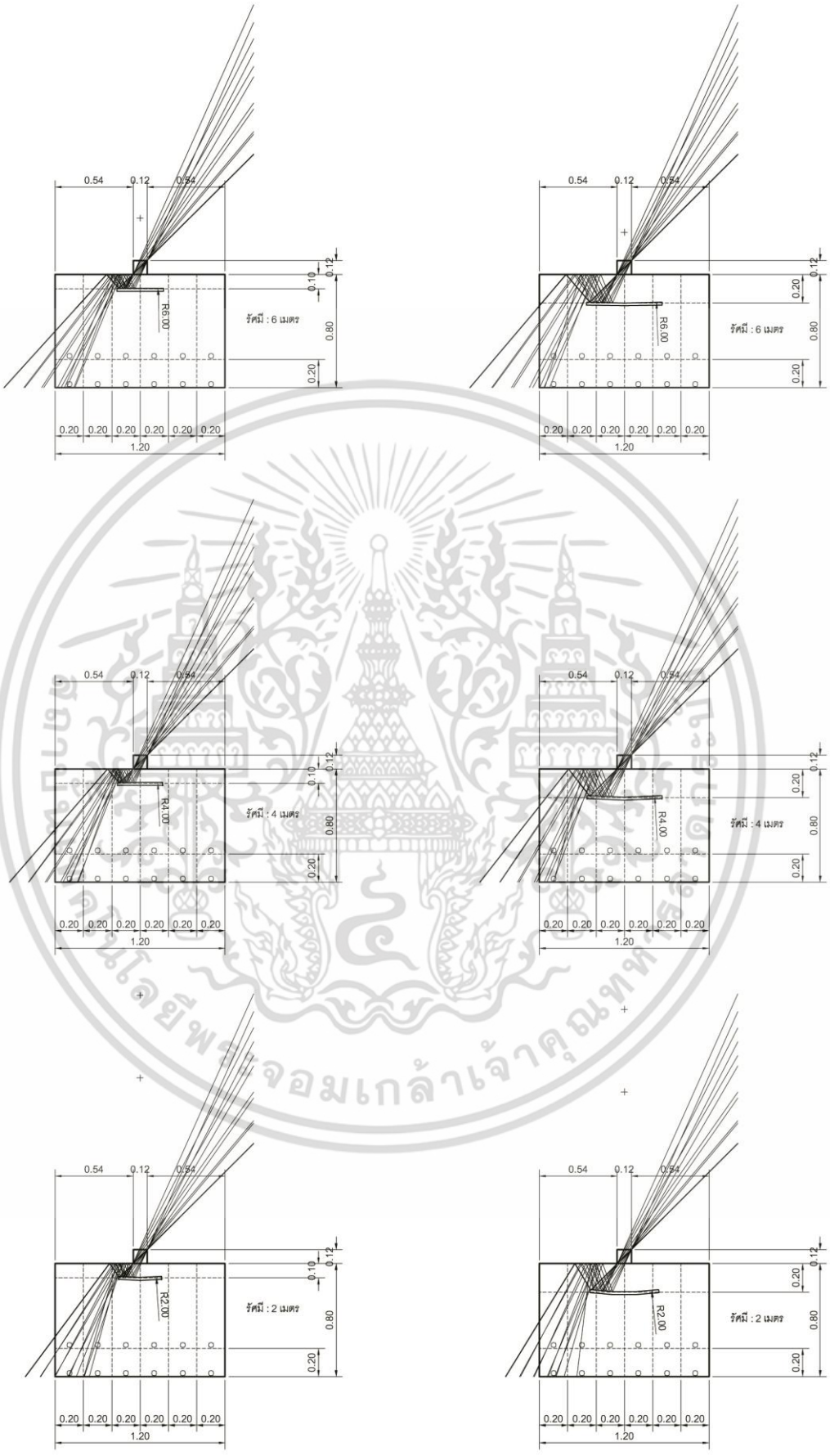
แสดงการคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง แบบจำลองที่ 3 ชนิดโค้งเว้าคว่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



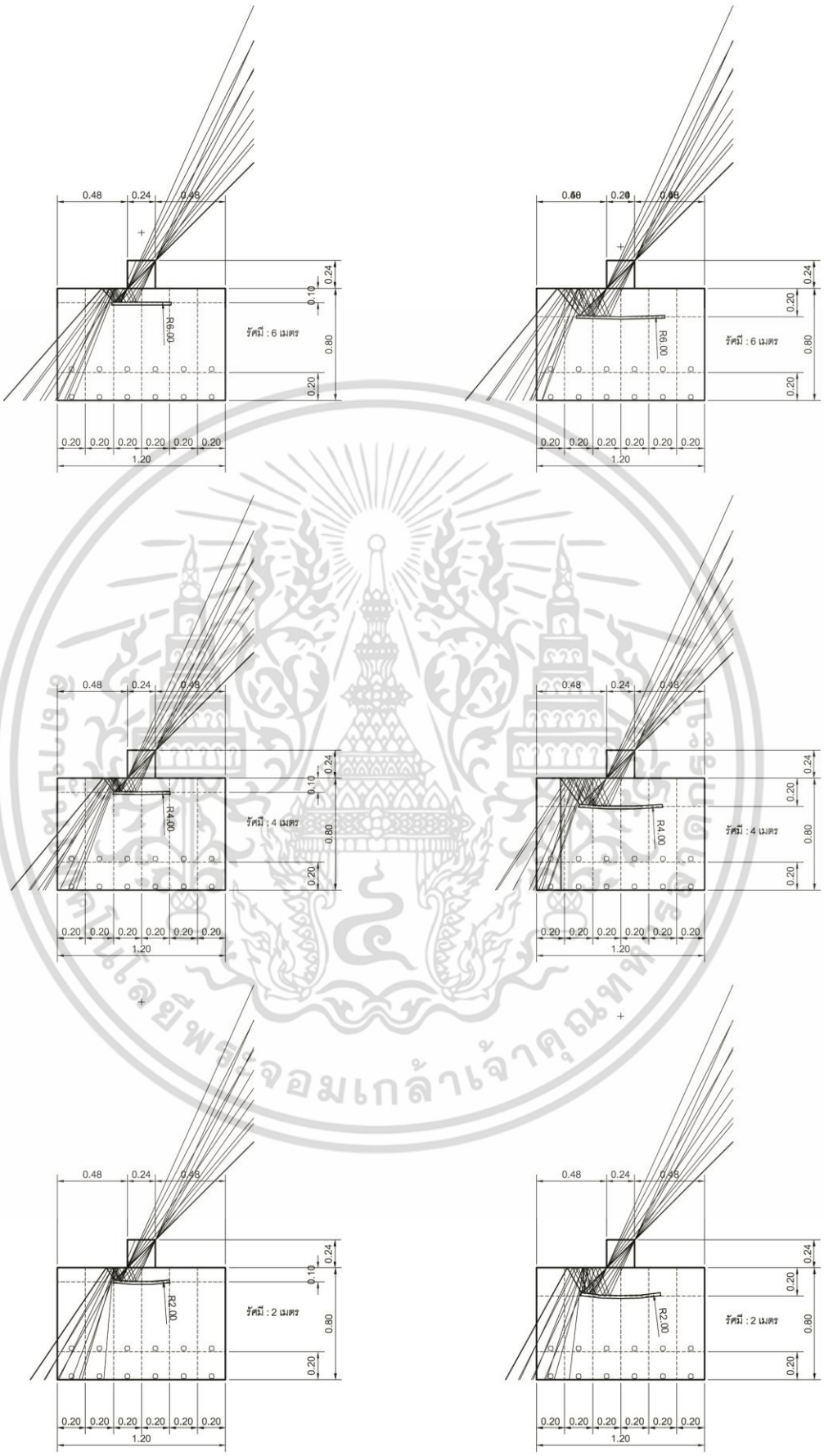
แสดงการคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง แบบจำลองที่ 3 ชนิดโค้งเว้าคว่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



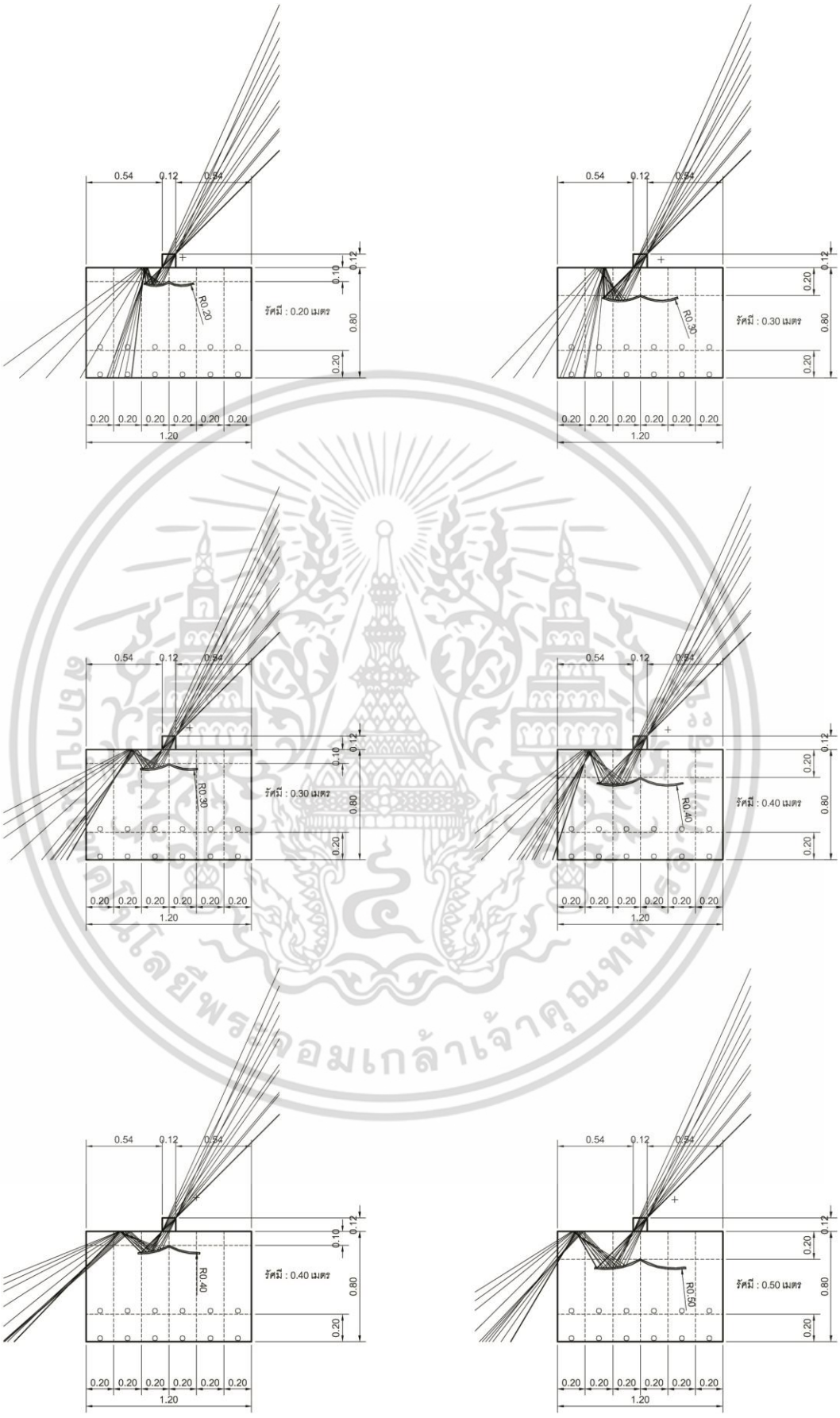
แสดงการคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง แบบจำลองที่ 4 ชนิดโค้งเว้าหงาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



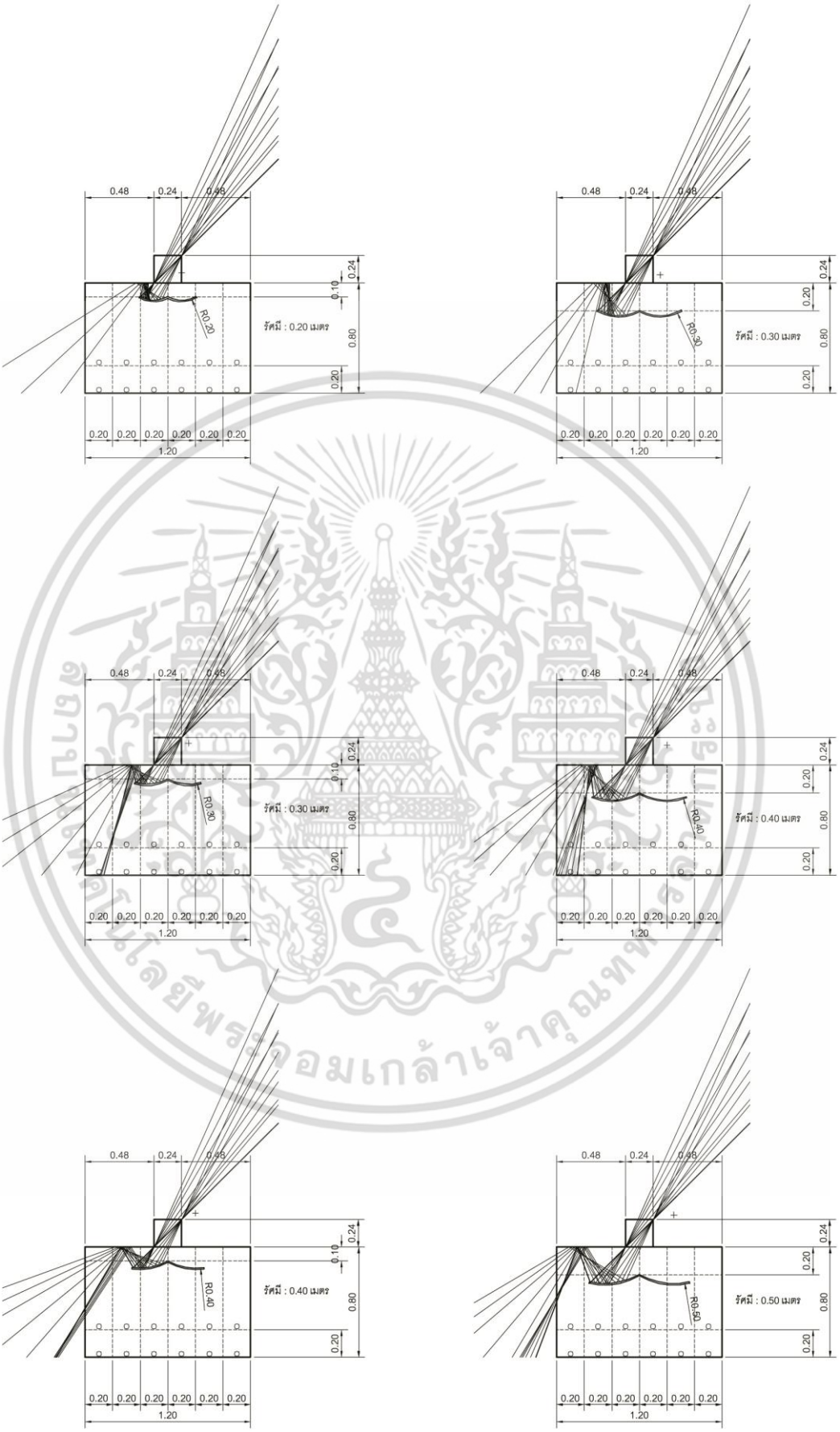
แสดงการคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง แบบจำลองที่ 4 ชนิดโค้งเว้าหงาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงการคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง แบบจำลองที่ 5 ชนิดจั่วโค้งหงาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงการคัดเลือกมุมองศา และรัศมีของแผ่นสะท้อนแสง แบบจำลองที่ 5 ชนิดจั่วโค้งหงาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายธัมม์วิทธิ์ ตาลจรัส

วัน เดือน ปีเกิด 13 กุมภาพันธ์ 2525

ที่อยู่ บ้านเลขที่10 ถ.เทศบาลอาซา ต.ตลาด อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

ติดต่อ โทร 095-846 9355

E-mail: thamwarit@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2543 - 2548	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมือง และนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ.2554 - 2559	เข้าศึกษาระดับปริญญาโท สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทะเบียนวิชาชีพ	ใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบการวิชาชีพสถาปัตยกรรมควบคุม เลขที่ ภ-สถ 11220 ระดับภาคีสถาปนิก สาขาสถาปัตยกรรมหลัก ตามพระราชบัญญัติสถาปนิก พ.ศ. 2543

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

พ.ศ. 2548 - 2550	ทำงานบริษัท บุญเกษมสถาปัตย์ จำกัด	ตำแหน่ง ผู้ช่วยสถาปนิก
พ.ศ. 2550 - 2551	ทำงานบริษัท เควสโก้ จำกัด	ตำแหน่ง สถาปนิก
พ.ศ. 2551 - 2557	ทำงานบริษัท จาร์เค็น จำกัด	ตำแหน่ง สถาปนิกอาวุโส
พ.ศ. 2556	ผลงานวิจัย แนวทางการออกแบบการสะท้อนแสงธรรมชาติด้านบนเพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างให้กับอาคารช่วงกว้าง (Design Guidelines for Reflected Natural Lighting on the Roof Top of Long Span Buildings)	
พ.ศ. 2558 - ปัจจุบัน	ทำงานบริษัท ออนบ็อกซ์ จำกัด	ตำแหน่ง ผู้อำนวยการฝ่ายสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้