แนวทางการออกแบบหิ้งแสงสำหรับห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบสถาปัตยกรรม*

LIGHT SHELF DESIGN GUIDELINE FOR ARCHITECTURAL DESIGN STUDIO CLASSROOM

พัชรี โตตุ้ม
Patcharee Totoom
นวลวรรณ ทวยเจริญ
Nuanwan Tuaycharoen
ชนิกานต์ ยิ้มประยูร
Chanikarn Yimprayoon
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University, Thailand
E-mail: chanikarn.s@ku.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างและค่าความสม่ำเสมอของแสง จากเทคนิคการใช้หิ้งแสงร่วมกับฝ้าเพดานที่เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับห้องปฏิบัติการหรือสตูดิโอออกแบบสถาปัตยกรรม โดยห้องเรียนที่ทำการทดสอบเป็นผลมาจากการสำรวจห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบสถาปัตยกรรมในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ กำหนดให้ขนาดห้องเรียนกว้าง 9.00 เมตร ยาว 20.00 เมตร สูง 3.00 เมตร มีการใช้งานระหว่าง 08:00 น. - 18:00 น. หิ้งแสงประกอบด้วยตัวแปรในการศึกษา 4 ตัว ได้แก่ รูปแบบของหิ้งแสง (ภายนอก ผสม และโค้ง) ความสูงในการติดตั้งหิ้งแสงจากพื้น (1.75 เมตร 2.00 เมตร และ 2.25 เมตร) องศาหิ้งแสง (0° 15° 30° และ 45°) และค่าการสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิวหิ้งแสง (50% 70% และ 90%) ฝ้าเพดานประกอบด้วยตัวแปรในการศึกษา 3 ตัว ได้แก่ รูปแบบของฝ้าเพดาน (เรียบตรง เอียงเข้าหาช่องเปิด เอียงออกจากช่องเปิด และโค้ง) ความสูงในการติดตั้งฝ้าเพดานจากพื้น (2.60 เมตร 2.80 เมตร และ 3.00 เมตร) และค่าการสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิวฝ้าเพดาน (70% 80% และ 90%) จำลองภายใต้สภาพท้องฟ้าโปร่งด้วยโปรแกรม DIALux 4.1 ผลการศึกษาพบว่า หิ้งแสงกับฝ้าเพดานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับช่องเปิดหันไปทางด้านทิศเหนือ คือรูปแบบหิ้งแสงแบบภายนอก สูงจากพื้น 1.75 เมตร เอียง 30° ค่าสะท้อนแสงเท่ากับ 90% ร่วมกับฝ้าเพดานแบบโค้ง ความสูง 3.00 เมตร ค่าสะท้อนแสงเท่ากับ 90%

* Received 15 March 2021; Revised 4 September 2021; Accepted 8 September 2021

รูปแบบหิ้งแสงกับฝ้าเพดานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับช่องเปิดหันไปทางด้านทิศใต้ คือ รูปแบบหิ้งแสงแบบผสม สูงจากพื้น 2.00 เมตร เอียง 15° ค่าสะท้อนแสงเท่ากับ 90% ร่วมกับฝ้าเพดานรูปแบบโค้งความสูงจากพื้น 3.00 เมตร ค่าสะท้อนแสงเท่ากับ 90%

คำสำคัญ: แสงธรรมชาติ, ห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบ, หิ้งแสง, สถาปัตยกรรม

Abstract

The objectives of this research article were to compare lighting illuminance and lighting uniformity from light shelf and ceiling design combinations, appropriate for architectural design studio classrooms. The case study was derived from studio classroom surveying six Thai universities. The design classroom was 9.00 m wide, 20.00 m long and 3.00 m high and operating from 08:00 am to 06:00 pm. Four parameters of light shelves were studied; type of light shelves (exterior, combined, and curved), height from the floor (1.75 m, 2.00 m, and 2.25 m), angle of light shelves (0°, 15°, 30°, and 45°), and reflectance of light shelf materials (50%, 70%, and 90%). Three parameters of ceilings were studied; ceiling design (flat, into the room slope, out of the room slope, curve), height from the floor (2.60 m, 2.80 m, and 3.00 m), and reflectance of ceiling materials (70%, 80%, and 90%). The experiments were set under the condition of clear sky using DIALux 4.1 software. It has been found that the most appropriate light shelf and ceiling design for architectural design studio with openings at the northern side is the exterior light shelf with installation at the height of 1.75 m, at the angle of 30° and the light shelf material reflectance 90%, together with the curved ceiling at the 3.00 m height and material reflectance 90%. The most appropriate light shelf and ceiling design for architectural design studio with openings at the southern side is the combination light shelf with the installation height of 2.00 m, at the angle of 15° and the light shelf material reflectance 90%, together with the curved ceiling at the 3.00 m height and material reflectance 90%.

Keywords: Daylighting, Architectural Design Studio Classroom, Light Shelf, Architecture

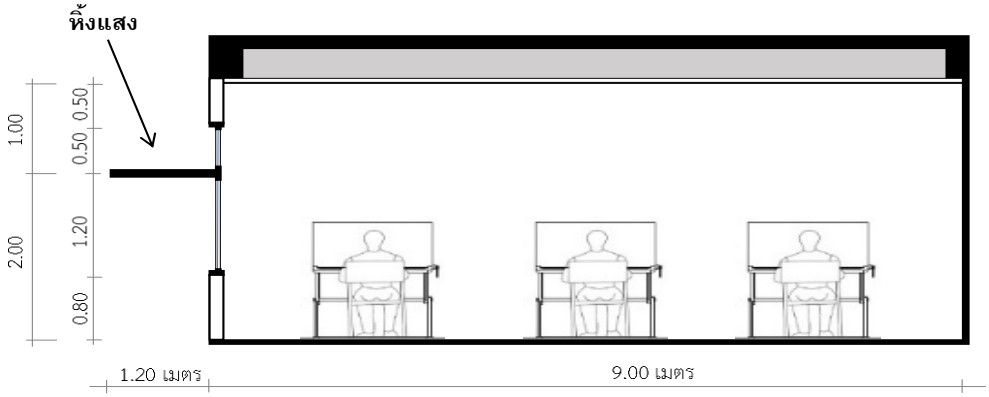
บทนำ

แสงธรรมชาติเป็นแสงที่มีประสิทธิภาพสูงเนื่องจากใช้พลังงานน้อยเมื่อเทียบกับความสว่างที่ได้ เมื่อนำมาใช้ในอาคารร่วมกับแสงประดิษฐ์สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างลงได้ แต่จะต้องลดความร้อนที่มากับแสงธรรมชาติโดยการทำให้มีการสะท้อนไปมาก่อนถึงพื้นที่ใช้งานอย่างน้อย 2 ครั้ง (Thomson, G., 1989) แสงธรรมชาติยังส่งผลต่อนาฬิกาชีวภาพ (Circadian Rhythm) ของผู้ใช้อาคารให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง การได้รับแสงสว่างระหว่างวันมากส่งผลให้ผู้ใช้อาคารมีชีวิตชีวา (Smolders, K. C. H. J. et al, 2013); (Vandewalle, G. et al, 2006) มีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น และมีความพึงพอใจในการใช้พื้นที่ (Kompier, M. E. et al., 2020) สำหรับห้องเรียนพบว่าแสงธรรมชาติสามารถช่วยให้ประสิทธิภาพในการเรียนเพิ่มขึ้นถึง 15 - 25% (Heschong Mahone Group, 1999)

อาคารเรียนเป็นอาคารที่มีความจำเป็นในการใช้แสงสว่างเกือบตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะห้องเรียนปฏิบัติการเขียนแบบทางสถาปัตยกรรมจะต้องมีแสงสว่างที่เพียงพอให้สามารถทำงานที่มีรายละเอียดและต้องการความแม่นยำมากได้ จากการสำรวจห้องเรียนปฏิบัติทางสถาปัตยกรรมจำนวน 10 ห้องใน 6 มหาวิทยาลัย ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยกรุงเทพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต และ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเก็บข้อมูลแบบสุ่มจากแบบสอบถามนิสิต/นักศึกษาที่เข้ามาใช้บริการภายในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบจำนวน 300 คน เป็นนิสิต/นักศึกษา ปี 1 - 5 แบ่งเป็นนิสิต/นักศึกษาชาย 43% นิสิต/นักศึกษาหญิง 57% พบว่า นิสิต/นักศึกษาใช้ห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบทำกิจกรรม ได้แก่ เขียนแบบ อ่านหนังสือ ทำการบ้าน ปรึกษางาน คุยงาน คุยเล่น นอน ตัดโมเดล เรียน เล่นเกมส์ เรียนโปรแกรม และตรวจแบบร่าง โดยใช้งานทุกวันตลอดทั้งวัน ภายในห้องพบว่ามีแสงจ้า แสงแยงตาระดับปานกลาง มีมุมมืด มุมอับแสงในบางจุด โดยผู้ใช้ห้องส่วนมากจะเปิดไฟ (แสงประดิษฐ์) ร่วมด้วยเกือบทุกครั้งที่เข้าใช้งาน การหาแนวทางออกแบบห้องปฏิบัติการออกแบบให้สามารถนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ในห้องเรียนได้อย่างเหมาะสมจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

การนำแสงธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคาร โดยทั่วไปนั้นจะมีการจำแนกออกเป็น 2 แนวทาง ได้แก่ การเปิดรับแสงธรรมชาติจากด้านข้างอาคาร หรือทางหน้าต่าง (Side Lighting) และการเปิดรับแสงธรรมชาติจากด้านบน (Top Lighting) การให้แสงจากด้านบนนั้นสามารถนำแสงเข้าสู่พื้นที่ใช้งานได้มากและสม่ำเสมอกว่าการนำแสงธรรมชาติเข้าอาคารจากทางด้านข้าง หากแต่ห้องที่จะใช้งานแสงธรรมชาติจากด้านบนได้มีข้อจำกัดว่าต้องอยู่ชั้นบนสุดของอาคารเท่านั้น ดังนั้นรูปแบบการให้แสงธรรมชาติจากด้านข้างจึงเป็นที่นิยมกว่าเนื่องจากสามารถทำได้ง่ายกว่าและใช้ได้กับพื้นที่ที่หลากหลายกว่าและเพื่อให้แสงธรรมชาติสามารถเข้าไปในอาคารได้ลึกขึ้นโดยไม่นำความร้อนเข้าไปด้วย จึงมีการคิดค้นองค์ประกอบของ

อาคารที่เรียกว่า “หิ้งแสง” (Light Shelf) (ภาพที่ 1) เพื่อช่วยสะท้อนแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารและป้องกันแสงแดดตรงเข้าอาคารในขณะเดียวกันแสงแดดที่สะท้อนเข้ามาในอาคารจะสะท้อนที่หิ้งแสงและฝ้าเพดานก่อนตกลงบนพื้นที่ทำงาน ทำให้เป็นการสะท้อนสองครั้งซึ่งสามารถลดความร้อนที่เข้ามาพร้อมแสงธรรมชาติลงได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดการเกิดแสงสว่างที่จ้าเกินไป หรือแสงบาดตาบริเวณช่องเปิดขนาดใหญ่อีกด้วย หิ้งแสงมีหลายรูปแบบ อาคารที่ตั้งอยู่ในภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แตกต่างกันจะมีรูปแบบหิ้งแสงที่เหมาะสมแตกต่างกัน



ภาพที่ 1 ตัวอย่างหิ้งแสง

การออกแบบการใช้หิ้งแสงอย่างมีประสิทธิภาพควรจะมีการออกแบบร่วมกับฝ้าเพดาน (Ceiling) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการกระจายแสง (Redirecting) และช่วยให้เกิดความสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ภายในห้อง ได้มีผู้ทดสอบการออกแบบช่องเปิดด้านข้างและฝ้าเพดานกับอาคารประเภทต่าง ๆ ไว้ โดยผลที่ได้ยังไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบได้โดยตรง (ทิพวรรณ ลิ้มสัจจาพาณิชย์, 2557); (เรณุ ด่านกุล, 2545); (ศรัญญา ครุวาทนนท์, 2547) จึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาการออกแบบฝ้าเพดานร่วมกับหิ้งแสงเพื่อได้ใช้ประโยชน์สูงสุด โดยคำนึงถึงการนำไปใช้กับตัวอาคารหรือห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบที่มีข้อจำกัดคล้ายกันคือ มีช่องเปิดรับแสงธรรมชาติได้เพียงด้านเดียว ซึ่งยากต่อการควบคุมความสม่ำเสมอของแสงสว่างภายในห้องได้ทั่วถึงทั้งพื้นที่การใช้งาน ตัวแปรที่ทำการทดสอบมาจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาครั้งนี้จะช่วยให้เกิดแนวทางการออกแบบห้องปฏิบัติการหรือสตูดิโอให้เกิดการใช้งานแสงธรรมชาติได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการนำไปประยุกต์ใช้ได้กับห้องปฏิบัติการหรือสตูดิโอของสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ที่มีการใช้งานในลักษณะเดียวกันได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าความส่องสว่าง (Illuminance) จากเทคนิคการใช้หิ้งแสงร่วมกับฝ้าเพดานที่เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับห้องปฏิบัติการหรือสตูดิโอ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ในมหาวิทยาลัย

2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) จากเทคนิคการใช้หิ้งแสงร่วมกับฝ้าเพดานที่เหมาะสม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental) โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ด้วยโปรแกรม DIALux 4.12 ทำการประเมินประสิทธิภาพจากปริมาณการส่องสว่าง (Illumination) ที่ควรมีค่าอย่างน้อย 300 - 500 ลักซ์ และความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) คำนวณโดยนำค่าความส่องสว่างต่ำสุดหารด้วยค่าความส่องสว่างเฉลี่ยของห้อง ค่าความสม่ำเสมอของแสงยิ่งสูงยิ่งดี ค่าที่ดีที่สุดคือ 0.65 ขึ้นไป

1. ตัวแปรควบคุม

1.1 ตำแหน่งที่ตั้งกำหนดให้อาคารตั้งอยู่ละติจูดที่ 14 องศาเหนือ กรุงเทพมหานคร

1.2 กำหนดขนาดพื้นที่ห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่ทำการศึกษาให้มีขนาดพื้นที่กว้าง 9.00 เมตร ยาว 20.00 เมตร สูง 3.00 เมตร เป็นพื้นที่ 180 ตารางเมตร ตามเกณฑ์พื้นที่ใช้สอย ห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอน ห้องเขียนแบบ ขนาดความจุ 25 คน ต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 5 ตารางเมตร: คน ของระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ (ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ (ฉบับที่ 2), 2556) กำหนดความสูงพื้นถึงฝ้าเพดาน 3.00 เมตร

1.3 การวัดค่าความสว่างภายในห้องทำการวัดในแนวราบที่ระดับความสูง 0.75 เมตร ซึ่งเป็นระดับการใช้งาน (Working Plane) โดยอ้างอิงจากระดับความสูงของโต๊ะเขียนแบบในห้องปฏิบัติการออกแบบเขียนแบบ (Baiche, B. & Walliman N., 2012)

1.4 กำหนดค่าการสะท้อนแสงของส่วนต่าง ๆ ภายในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบจากมาตรฐาน การกระจายความสว่างของค่าการสะท้อนแสงสำหรับพื้นผิวเพดานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย และจาก พิบูลย์ ดิษฐอุดม ดังนี้ เพดานมีค่าการสะท้อนแสง 80% ผนังมีค่าการสะท้อนแสง 60% และพื้นมีค่าการสะท้อนแสง 30% (พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2545)

1.5 จำลองในสภาพท้องฟ้าแบบโปร่ง (Clear Sky)

1.6 ศึกษาเฉพาะลักษณะการส่องสว่างที่เกิดขึ้นภายในอาคารระหว่างเวลา 8:00 น. ถึง 18:00 น. ซึ่งเป็นเวลาใช้งานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสรุปแบบสอบถาม

1.7 ทำการทดลองโดยใช้โปรแกรม DiaLUX จำลองสภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบที่มีการใช้รูปแบบหิ้งแสงและฝ้าเพดานที่แตกต่างกันตามกำหนด

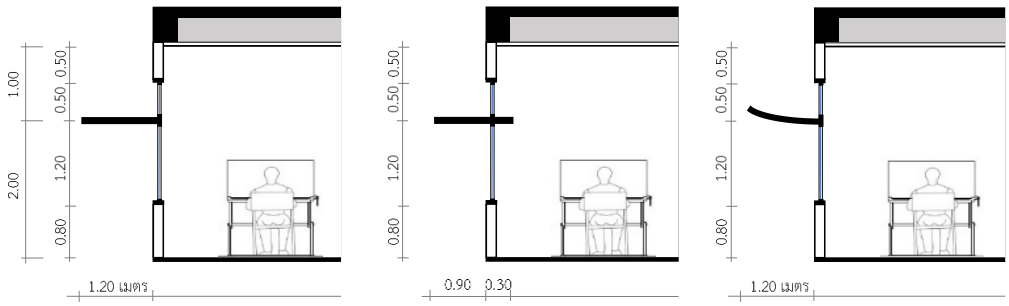
1.8 วัดค่าความสว่างและค่าความสม่ำเสมอของแสงทุก ๆ ระยะ 0.50 ม. x 0.50 ม.

2. ตัวแปรตาม

ส่วนที่ 1 ตัวแปรทางกายภาพของหิ้งแสง

ตัวแปรทางกายภาพของหิ้งแสงที่มีอิทธิพลต่อการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

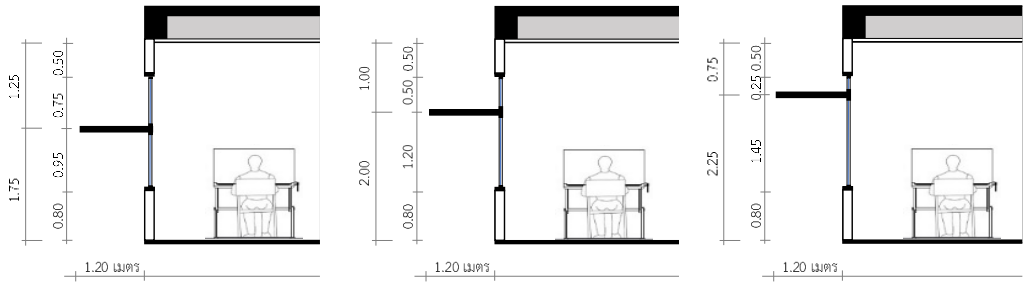
1. การศึกษารูปแบบของหิ้งแสง กำหนดรูปแบบที่ทำการศึกษาทั้งหมด 3 รูปแบบ คือหิ้งแสงแบบภายนอก หิ้งแสงแบบผสม และหิ้งแสงแบบโค้ง



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 2 (ก) หิ้งแสงแบบภายนอก (ข) หิ้งแสงแบบผสม และ (ค) หิ้งแสงแบบโค้ง

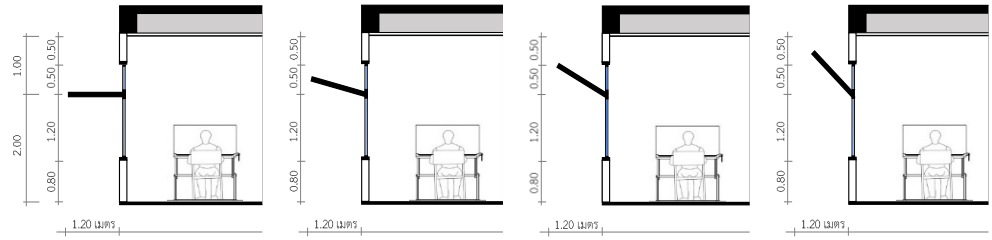
2. การศึกษาความสูง ในการติดตั้งของหิ้งแสง จากการศึกษาในเรื่องของระยะพื้นที่ทำงานที่เหมาะสม รวมไปถึงไม่ต่ำกว่าระยะของโต๊ะเขียนแบบ ซึ่งกำหนดระยะความสูงของพื้นที่พับตั้งทำงานอยู่ที่ 0.75 เมตร เป็นระดับการติดตั้งที่ระดับเหนือสายตา และเป็นระดับความสูงทั่วไปของช่องเปิด ประตู หน้าต่าง จึงเริ่มติดตั้งที่ระดับ 1.75 เมตร ไล่ระดับขึ้นไปเพื่อไม่ให้เกิดการบังมุมมองของสายตา และคำนึงถึงการสะท้อนของแสงแดดที่มีต่อฝ้าเพดาน โดยกำหนดความสูง 3 ระดับคือ ติดตั้งที่ระดับ 1.75 เมตร 2.00 เมตร และ 2.25 เมตร จากพื้น



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 3 การศึกษาความสูง ในการติดตั้งของหิ้งแสงติดตั้งที่ระดับ (ก) 1.75 เมตร (ข) 2.00 เมตร และ (ค) 2.25 เมตร

3. การศึกษาองศาในการติดตั้งของหิ้งแสง กำหนดองศาในการติดตั้งอ้างอิงจากระดับความสามารถในการรับความส่องสว่างของการมองเห็นในมุมต่าง ๆ ในแนวตั้งของมนุษย์ และเป็นการไล่ระดับที่ง่ายต่อการออกแบบการติดตั้งหิ้งแสง กำหนดองศา 4 ระดับคือ 0 องศา 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา



(ก) (ข) (ค) (ง)

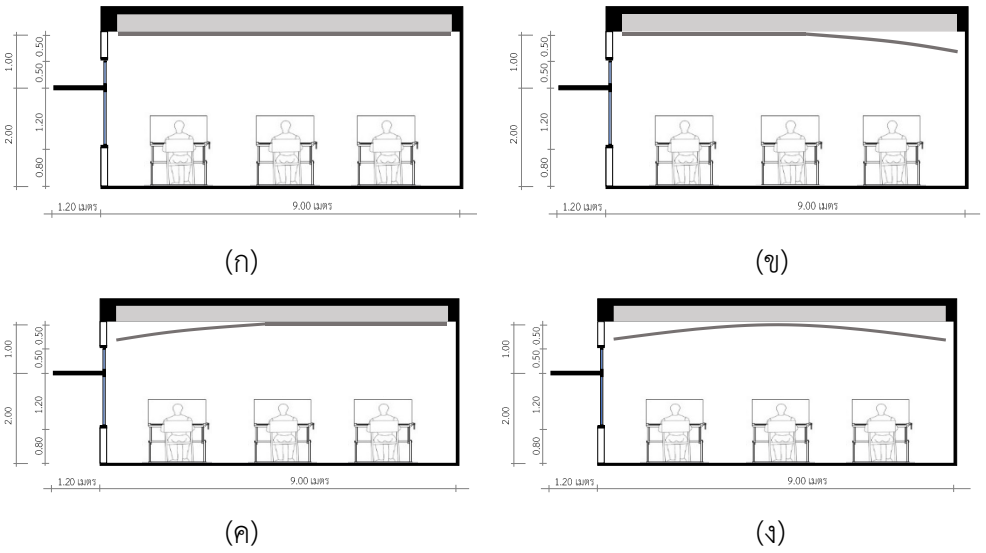
ภาพที่ 4 การศึกษาองศาในการติดตั้งของหิ้งแสงติดตั้งที่ระดับ (ก) 0 องศา (ข) 15 องศา (ค) 30 องศา และ (ง) 45 องศา

4. การศึกษาพื้นผิววัสดุของหิ้งแสง กำหนดจากการเฉลี่ยค่าการสะท้อนแสงในระดับปานกลางคือ 50% ซึ่งจะต่ำกว่าค่าการสะท้อนแสงมาตรฐานของฝ้าเพดาน และไล่ระดับค่าการสะท้อนแสงของหิ้งแสงที่ 70% ซึ่งเป็นค่าการสะท้อนแสงสำหรับคอนกรีตทาสีขาว ที่ง่ายต่อการก่อสร้างและประยุกต์ใช้ รวมไปถึงงบประมาณการก่อสร้างด้วย กำหนดให้มี 3 ระดับ ได้แก่ค่าการสะท้อนแสงของหิ้งแสง 50%, 70% และ 90%

ส่วนที่ 2 ตัวแปรทางกายภาพของฝ้าเพดาน

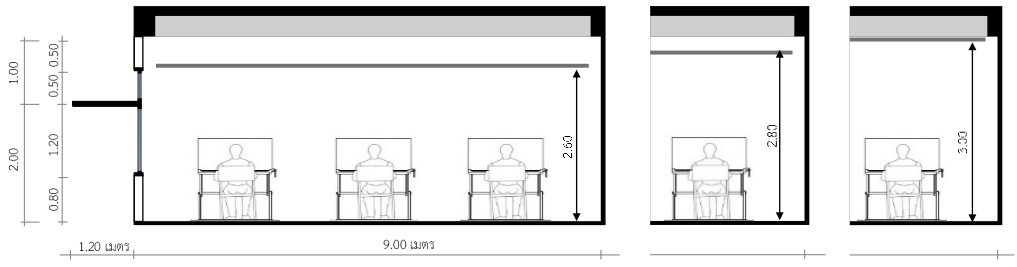
ตัวแปรทางกายภาพของฝ้าเพดานที่มีอิทธิพลต่อการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ตัวแปรดังนี้

5. การศึกษารูปแบบของฝ้าเพดาน จากการศึกษารูปแบบของหิ้งแสงนำมาใช้ในการกำหนดรูปแบบที่ทำการศึกษาทั้งหมด 4 รูปแบบ คือ ฝ้าเพดานแบบเรียบตรง ฝ้าเพดานแบบเอียงเข้าหาช่องเปิด ฝ้าเพดานแบบเอียงออกจากช่องเปิด และฝ้าเพดานแบบโค้ง



ภาพที่ 5 การศึกษารูปแบบของฝ้าเพดาน (ก) ฝ้าเพดานแบบเรียบตรง (ข) เอียงเข้าหาช่องเปิด (ค) เอียงออกจากช่องเปิด และ (ง) แบบโค้ง

6. การศึกษาความสูง ในการติดตั้งของฝ้าเพดาน ติดตั้งฝ้าเพดานที่ระดับ 2.60 เมตร (กฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522, 2543) ระดับ 2.80 เมตร (กำหนดจากระยะเฉลี่ยตามระยะดิ่งกฎกระทรวงและระยะความสูงของห้อง) และ ติดตั้งฝ้าเพดานที่ระดับ 3.00 เมตร (ระยะความสูงของห้อง)



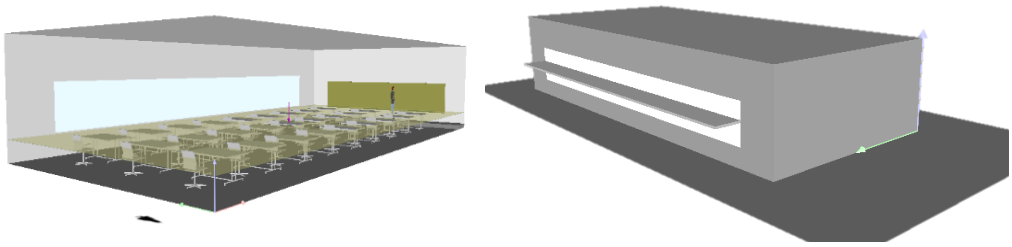
(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 6 การศึกษาความสูง ในการติดตั้งฝ้าเพดานที่ (ก) 2.60 เมตร (ข) 2.80 เมตร และ (ค) 3.00 เมตร

7. การศึกษาพื้นผิววัสดุฝ้าเพดาน โดยกำหนดค่าการสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิว จากการศึกษามาตรฐานค่าตัวประกอบการสะท้อนแสงที่กำหนดสำหรับโรงเรียน เริ่มจาก 70% ซึ่งเป็นค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยปานกลางสำหรับวัสดุยิบซั่มบอร์ดสีขาวซึ่งเป็นวัสดุโดยทั่วไปสามารถหาได้ง่าย และกำหนดให้มี 3 ระดับ ได้แก่ ค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน 70% 80% และ 90%

ได้ทำการจำลองลักษณะการออกแบบหิ้งแสง 3 รูปแบบ 3 ความสูง 4 องศา 3 ค่าการสะท้อนแสง ใน 2 ทิศทางได้แก่ทิศเหนือและทิศใต้ ทั้งหมดเท่ากับ 3 x 3 x 4 x 3 x 2 หรือ 216 กรณี จากนั้นจึงเลือกกรณีที่ดีที่สุดในแต่ละทิศมาทำการทดสอบการปรับเปลี่ยนรูปแบบฝ้าเพดานต่อ 4 รูปแบบ 3 ระดับความสูง 3 ค่าการสะท้อนแสง ใน 2 ทิศทาง เท่ากับ 4 x 3 x 3 x 2 หรืออีก 72 กรณี รวมเป็นทั้งสิ้น 288 กรณี โดยจำลองแสงสว่างภายในห้อง ณ ช่วงเวลา 8:00 น. 10:00 น. 12:00 น. 14:00 น. 16:00 น. และ 18:00 น. ของวันที่ 21 มีนาคม (Summer Equinox) วันที่ 21 มิถุนายน (Summer Solstice) และวันที่ 21 ธันวาคม (Winter solstice) ซึ่งเป็นเวลาใช้งานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสรุปแบบสอบถามคุณภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ โดยนำค่าของแต่ละช่วงเวลามาบวกกันและหารห้าเป็นค่าเฉลี่ยของวัน จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของวันมาทำการคำนวณดังนี้

(ค่าเฉลี่ยวันที่ 21 มีนาคม) x 2 + ค่าเฉลี่ยวันที่ 21 มิถุนายน + ค่าเฉลี่ยวันที่ 21 ธันวาคม) / 4

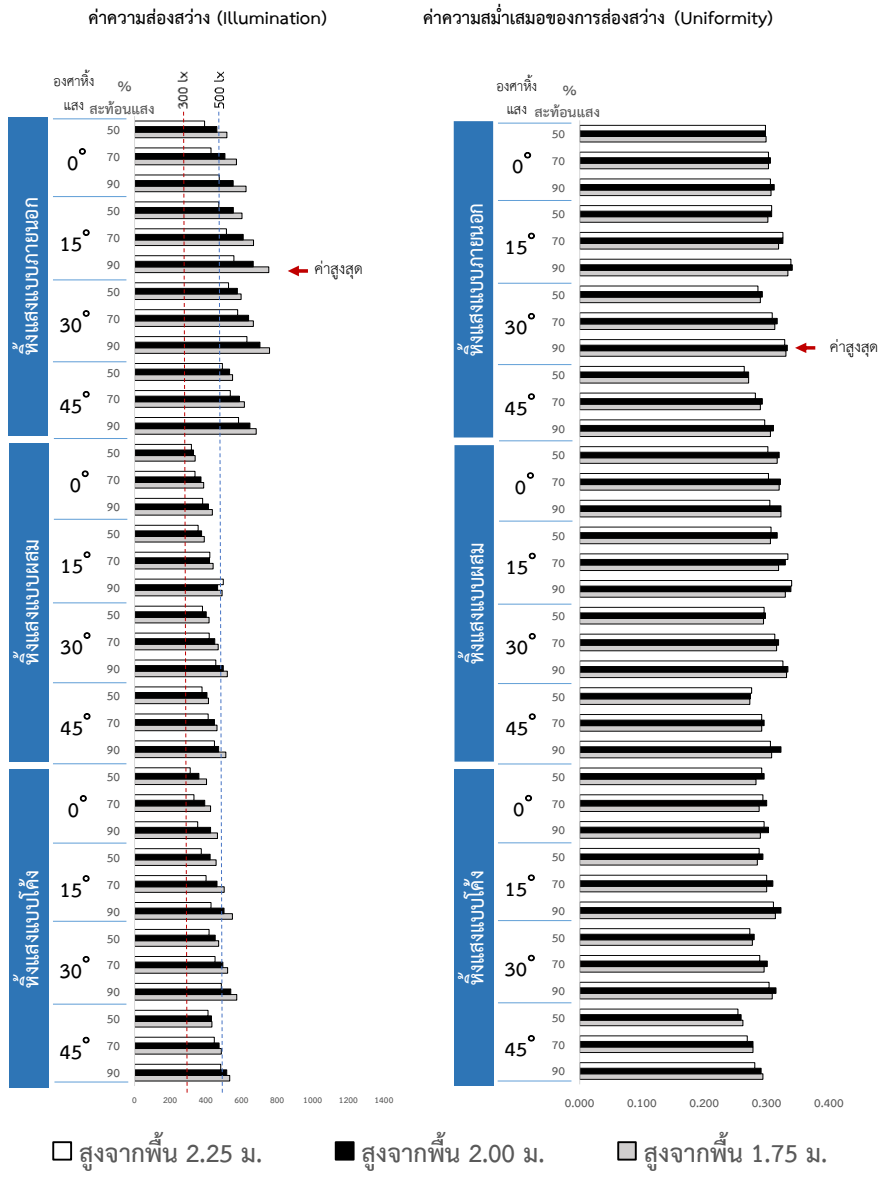


ภาพที่ 7 แบบจำลองห้องปฏิบัติการออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่ติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงด้วยโปรแกรม DIALux

ผลการวิจัย

1. หิ้งแสงช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ

สำหรับอาคารที่ติดตั้งหิ้งแสงเพียงอย่างเดียว ผลการศึกษาด้านประสิทธิภาพความส่องสว่าง (Illuminance) ของแสงธรรมชาติพบว่า รูปแบบหิ้งแสงแบบภายนอกมีประสิทธิภาพดีที่สุด ความสูงในการติดตั้งหิ้งแสง 1.75 เมตร มีประสิทธิภาพดีที่สุด มุมของหิ้งแสงที่ดีที่สุดคือ 15 องศา โดยมีค่าที่มากกว่ามุม 30 องศาเล็กน้อย และค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว (R) 90% มีประสิทธิภาพดีที่สุด การใช้หิ้งแสงยังสามารถทำให้แสงธรรมชาติเข้ามาในห้องที่มีความลึก 9 เมตร ได้เฉลี่ยมากกว่า 300 ลักซ์ ในทุกกรณี ผลการศึกษาด้านความสม่ำเสมอในการส่องสว่าง (Uniformity) ของแสงธรรมชาติพบว่า รูปแบบหิ้งแสงแบบภายนอกมีประสิทธิภาพดีที่สุด ระยะความสูงการติดตั้งหิ้งแสงที่ดีที่สุดคือ 2.00 เมตร โดยมุมของหิ้งแสงที่ดีที่สุดคือ 30 องศาโดยมีค่าที่มากกว่ามุม 15 องศาเล็กน้อย และค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว (R) ที่ดีที่สุดคือ 90%

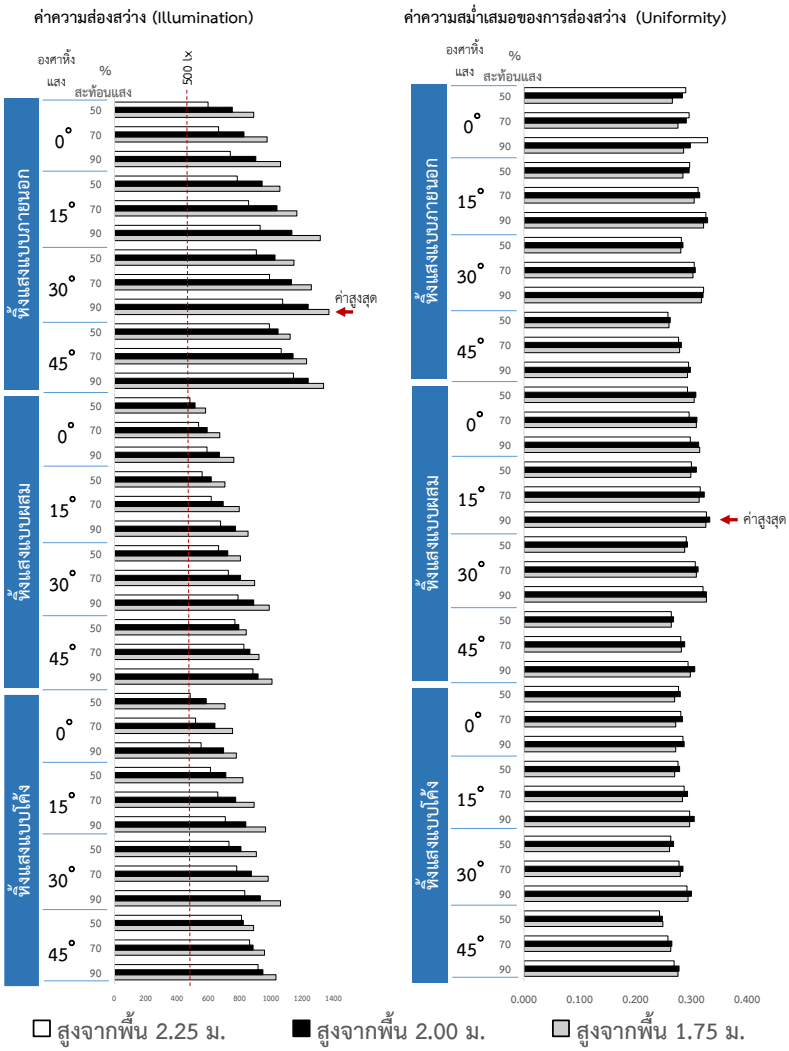


ภาพที่ 8 ผลการจำลองค่าความส่องสว่าง (Illuminance) และค่าความสม่ำเสมอ (Uniformity) ของแสงธรรมชาติในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบที่มีการติดตั้งหิ้งแสงแบบต่าง ๆ ทางด้านทิศเหนือ

2. หิ้งแสงช่องเปิดทางด้านทิศใต้

สำหรับอาคารที่ติดตั้งหิ้งแสงเพียงอย่างเดียว ผลการศึกษาด้านประสิทธิภาพความส่องสว่าง (Illuminance) ของแสงธรรมชาติพบว่า รูปแบบหิ้งแสงแบบภายนอกมีประสิทธิภาพดีที่สุด ความสูงในการติดตั้งหิ้งแสง 1.75 เมตร มีประสิทธิภาพดีที่สุด มุมของหิ้งแสงที่ดีที่สุดคือ

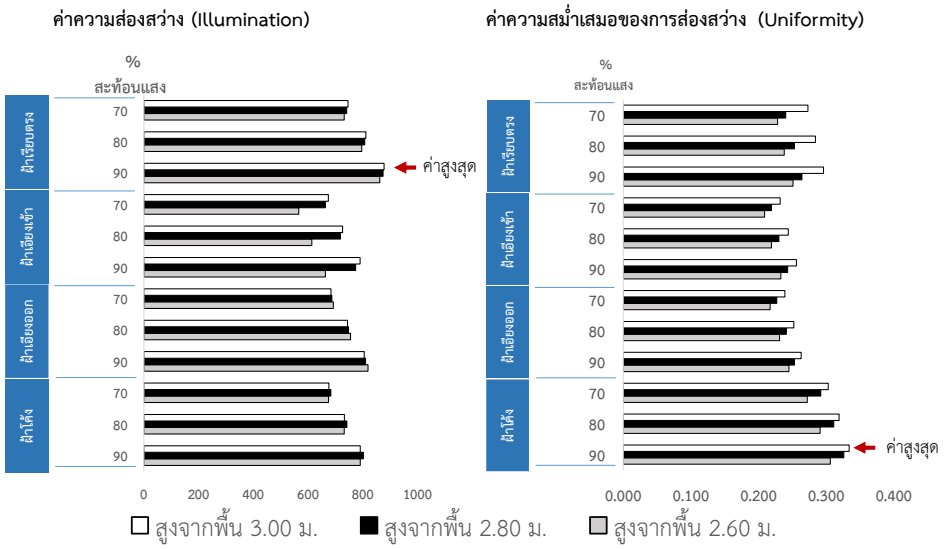
30 องศา โดยมีค่าที่มากกว่ามุม 15 องศา เล็กน้อย และค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว (R) 90% มีประสิทธิภาพดีที่สุด การใช้หิ้งแสงยังสามารถทำให้แสงธรรมชาติเข้ามาในห้องที่มีความลึก 9 เมตร ได้เฉลี่ยมากกว่า 500 ลักซ์ ในทุกกรณี ผลการศึกษาด้านความสม่ำเสมอในการส่องสว่าง (Uniformity) ของแสงธรรมชาติพบว่า รูปแบบหิ้งแสงแบบผสมมีประสิทธิภาพดีที่สุด ระยะความสูงการติดตั้งหิ้งแสงที่ดีที่สุดคือ 2.00 เมตร มุมของหิ้งแสงที่ดีที่สุดคือ 15 องศา โดยมีค่าที่มากกว่ามุม 30 องศา เล็กน้อย และค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว (R) ที่ดีที่สุดคือ 90%



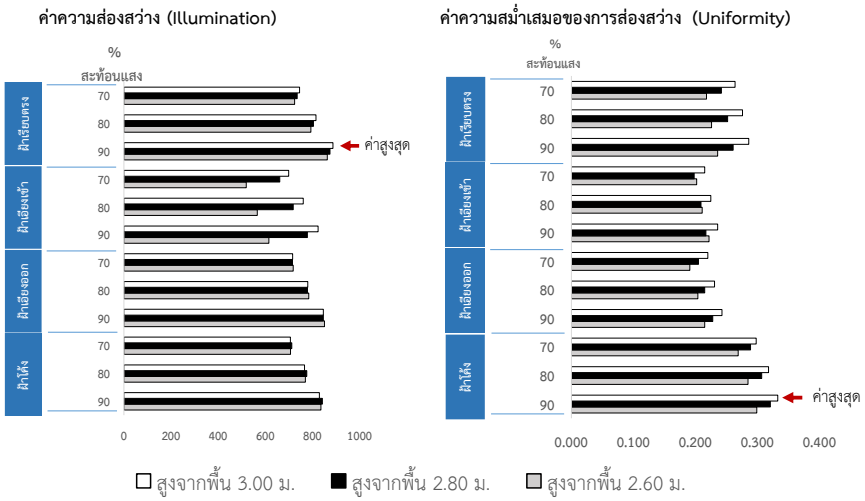
ภาพที่ 9 ผลการจำลองค่าความส่องสว่าง (Illuminance) และค่าความสม่ำเสมอ (Uniformity) ของแสงธรรมชาติในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบที่มีการติดตั้งหิ้งแสงแบบต่าง ๆ ทางด้านทิศใต้

3. การใช้หิ้งแสงร่วมกับฝ้าเพดาน

เมื่อนำหิ้งแสงที่ดีที่สุดของแต่ละทิศมาทดสอบร่วมกับรูปแบบฝ้าเพดานแบบต่าง ๆ พบว่า ฝ้าเพดานรูปแบบโค้งที่มีความสูงจากพื้น 3.00 เมตร มีค่าสะท้อนแสงเท่ากับ 90% สามารถทำให้แสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นในห้องมีความสม่ำเสมอเพิ่มขึ้นมากที่สุดโดยจะลดค่าความส่องสว่างในห้องลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับฝ้าเพดานแบบเรียบตรง



ภาพที่ 10 ผลการจำลองค่าความสม่ำเสมอ (Uniformity) และค่าความส่องสว่าง (Illuminance) ของแสงธรรมชาติในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบที่มีการติดตั้งฝ้าเพดานแบบต่าง ๆ ร่วมกับรูปแบบหิ้งแสงที่ดีที่สุดทางด้านทิศเหนือ



ภาพที่ 11 ผลการจำลองค่าความสม่ำเสมอ (Uniformity) และค่าความส่องสว่าง (Illuminance) ของแสงธรรมชาติในห้องเรียนปฏิบัติการออกแบบที่มีการติดตั้งฝ้าเพดานแบบต่าง ๆ ร่วมกับรูปแบบหิ้งแสงที่ดีที่สุด ทางด้านทิศใต้

อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่ารูปแบบหิ้งแสงแบบภายนอกมีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับหิ้งแสงแบบผสม และแบบโค้ง ความสูงในการติดตั้งหิ้งแสงนั้นยิ่งน้อยยิ่งดี เพราะทำให้ระยะระหว่างหิ้งแสงกับขอบหน้าต่างบนมากยิ่งขึ้น มุมของหิ้งแสงที่ 15 องศา และ 30 องศาดีที่สุด และมีค่าใกล้เคียงกันมาก และยิ่งค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว (R) สูงจะยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในด้านความสม่ำเสมอของแสงนั้น รูปแบบหิ้งแสงแบบภายนอกมีประสิทธิภาพดีที่สุดในทิศเหนือ และ รูปแบบหิ้งแสงแบบผสมมีประสิทธิภาพดีที่สุดในทิศใต้ ระยะความสูงการติดตั้ง 2.00 เมตร ดีที่สุด ดีกว่า 1.75 เมตร และ 2.25 เมตร มุม 15 องศา ดีที่สุด ดีกว่า 0 องศา 30 องศา และ 45 องศา และยิ่งค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว (R) สูงยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับฝ้าเพดาน รูปแบบฝ้าเพดานแบบเรียบตรงมีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับฝ้าเพดานแบบเอียงเข้าหาช่องเปิด ฝ้าเพดานแบบเอียงออกจากช่องเปิด และ ฝ้าเพดานแบบโค้ง ฝ้าเพดานยิ่งสูงยิ่งดี แต่ในรูปแบบฝ้าเพดานแบบเอียงออกจากช่องเปิด และ ฝ้าเพดานแบบโค้งนั้นการแปรผันของค่าความส่องสว่างไม่คงที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบ และค่าความสะท้อนของพื้นผิว และยิ่งค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว (R) สูงยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้านค่าความสม่ำเสมอของแสงนั้น รูปแบบฝ้าเพดานแบบโค้งมีประสิทธิภาพดีที่สุด ฝ้าเพดานยิ่งสูงยิ่งดี และยิ่งค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว (R) สูงยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิพวรรณ ลิ้มสัจจาพาณิชย์ เรณุ ด่านกุล และ ศรัญญา ดิษฐอุดม เมื่อแยกแต่ละองค์ประกอบ แต่เมื่อพิจารณาผลรวมที่เกิดจากรูปแบบหิ้งแสงร่วมกับฝ้าเพดานที่ทิศทางอาคารหันด้านทิศเหนือและทิศใต้ พบว่ายังไม่มีงานวิจัยที่มีรูปแบบเดียวกัน ทำให้รูปแบบที่ดีที่สุดที่ได้จากการศึกษานี้มีความแตกต่างกับงานวิจัยอื่น (ทิพวรรณ ลิ้มสัจจาพาณิชย์, 2557); (เรณุ ด่านกุล, 2545); (ศรัญญา ครุวาทนนท์, 2547)

สรุป/ข้อเสนอแนะ

การติดตั้งหิ้งแสงที่เหมาะสม สามารถทำให้แสงธรรมชาติเข้ามาในห้องที่มีความลึก 9 เมตร ได้เฉลี่ยมากกว่า 300 ลักซ์ ในกรณีช่องเปิดอยู่ทางด้านทิศเหนือ และมากกว่า 500 ลักซ์ในกรณีช่องเปิดอยู่ทางด้านทิศใต้ เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าความสม่ำเสมอของแสง พบว่ารูปแบบหิ้งแสงร่วมกับฝ้าเพดานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับช่องเปิดหันไปทางด้านทิศเหนือ คือ รูปแบบหิ้งแสงแบบภายนอก สูงจากพื้น 1.75 เมตร เอียง 30° ค่าสะท้อนแสงเท่ากับ 90% ร่วมกับฝ้าเพดานรูปแบบโค้งที่มีความสูงจากพื้น 3.00 เมตร มีค่าสะท้อนแสงเท่ากับ 90% และรูปแบบหิ้งแสงกับฝ้าเพดานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับช่องเปิดหันไปทางด้านทิศใต้ คือ รูปแบบหิ้งแสงแบบผสม สูงจากพื้น 2.00 เมตร เอียง 15° ค่าสะท้อนแสงเท่ากับ 90% ร่วมกับฝ้าเพดานรูปแบบโค้งที่มีความสูงจากพื้น 3.00 เมตร มีค่าสะท้อนแสงเท่ากับ 90% โดยสามารถทำให้แสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นในห้องมีความสม่ำเสมอเพิ่มขึ้นมากที่สุด เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาที่ใช้ใน

การวิจัย การศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาข้อมูลเฉพาะในช่วงเวลา 08:00 น. - 18:00 น. ในสภาพท้องฟ้าแบบโปร่ง (Clear Sky) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วนในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะมีการศึกษาเก็บข้อมูลในช่วงเวลาอื่น ๆ และสภาพท้องฟ้าอื่น ๆ เช่น สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมาก (Overcast Sky) และ สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆบางส่วน (Partly Cloudy Sky) ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. (2543). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 117 ตอนที่ 75 ก. หน้า 16-30 (7 สิงหาคม 2543).

ทิพวรรณ ลิ้มสัจจาพาณิชย์. (2557). การออกแบบฝ้าเพดานผ้าใบที่ใช้ร่วมกับหิ้งแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติสำหรับอาคารสำนักงาน. ใน วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ (ฉบับที่ 2). (2556). เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130 ตอนพิเศษ 47 ง. หน้า 19-21 (11 เมษายน).

พิบูลย์ ดิษฐอุดม. (2545). การออกแบบระบบแสงสว่าง. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

เรณุ ด่านกุล. (2545). การออกแบบหิ้งสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในสถานศึกษา: กรณีศึกษาอาคารเรียนระดับมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร. ใน วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศรัญญา ครุวาทนนท์. (2547). การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ฝ้าเพดานเพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมภายในห้องเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร. ใน วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Baiche, B. & Walliman N. (2012). Architects' Data. (4th ed.). West Susse: Blackwell Publishing Ltd.

Heschong Mahone Group. (1999). Daylighting in schools: an investigation into the relationship between daylighting and human performance. Retrieved October 19, 2020, from https://www.pge.com/includes/docs/pdfs/shared/edusafety/training/pec/daylight/SchoolDetailed820App.pdf

Kompier, M. E. et al. (2020). Effects of light transitions on measures of alertness, arousal and comfort. Retrieved October 19, 2020, from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938420303139

Smolders, K. C. H. J. et al. (2013). Daytime light exposure and feelings of vitality: Results of a field study during regular weekdays. Journal of Environmental Psychology, 36(2013), 270-279.

Thomson, G. (1989). The museum environment. London: Butterworth-Heinemann.

Vandewalle, G. et al. (2006). Daytime Light Exposure Dynamically Enhances Brain Responses. Current Biology, 16(16), 1616-1621.