การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างในหอศิลป์ : กรณีศึกษา พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย

นางสาว วรากุล ตันทนะเทวินทร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EVALUATION OF LIGHTING EFFICIENCY IN ART GALLERY
: CASE STUDY FOR THAI CONTEMPORARY ART MUSEUM

Miss Warakul Tantanatewin

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างในหอศิลป์ : กรณีศึกษา พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย
โดย	นางสาว วราภุล ตันทนะเทวินทร์
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต จุลาลัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรจน์ เศรษฐบุตร)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญา มหัทธนทวี)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรากุล ตันทนะเทวินทร์ :การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างในหอศิลป์ : กรณีศึกษา พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย (Evaluation of Lighting Efficiency in Art Gallery : Case study for Thai Contemporary Art Museum) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ. พรรณชลัท สุริโยธิน, 137 หน้า.

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นศึกษาการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่างในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยทำการศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่างๆอันเป็นอันตรายต่อชิ้นงานซึ่งประกอบด้วยประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการจัดแสดง (Mode of Lighting) การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรม (Architectural Integration) การให้แสงสว่างในหอศิลป์ (Gallery Lighting) การใช้พลังงานของแหล่งกำเนิดแสง (Lighting Power Density) และความร้อน (Heat) เป็นต้น อีกทั้งอ้างอิงกับมาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ได้แก่ Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) และChartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) โดยการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในหอศิลป์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่างตามแบบที่ผู้ออกแบบแสงสว่างกำหนด การประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่างในการศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นปัจจัยที่สำคัญในการส่องสว่างซึ่งประกอบด้วย ปริมาณค่าความส่องสว่าง (Illuminance) ที่เหมาะสมตามประเภทวัสดุชิ้นงานที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง ปานกลาง และต่ำ คือ 50 lux, 200 lux และไม่ระบุค่า ตามลำดับ ปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน (Accumulated Illuminance Level) คือ 50,000-150,000 lux-hr/year, 480,000-600,000 l lux-hr/year และไม่ระบุค่า ตามลำดับ ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ (Contrast) ที่ทำให้มองเห็นความต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอย่างน้อย 2 : 1 ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิววัสดุ (Reflectance) ที่ทำให้ห้องค่อนข้างสว่าง มีอัตราส่วนระหว่างฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น คือ 0.7 : 0.5 : 0.3 ความเหมาะสมสำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป (Ambient Lighting) แสงเงา (Shade and Shadow) ชนิดชิ้นงานจัดแสดง (Type of Object) กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง (Lighting Power Density) ที่กำหนดตามพ.ร.บ.อนุรักษ์พลังงานปี 2535 สำหรับอาคารชุมนุมคน คือ 18 watt/sq.m. รวมถึงมาตรฐานและข้อกำหนดของ ASHRAE ที่กำหนดสำหรับการจัดแสดง คือ 11 watt/sq.m. และความปลอดภัย (Safety)

พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัยที่เป็นอาคารกรณีศึกษานั้นมีศักยภาพเป็นหอศิลป์ชั้นนำที่มีรูปแบบการจัดแสดง และแนวความคิดในการจัดแสดงเฉพาะที่มีความหลากหลาย และน่าสนใจ การศึกษาห้องจัดแสดงจำนวน 4 ห้อง ได้แก่ โถงประติมากรรม อ.ศิลป์ พีระศรี ห้องจัดแสดงชั้น 3 ห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี และห้องวิดีทัศน์ ซึ่งห้องจัดแสดงทั้งหมดมีรายละเอียดการให้แสงสว่าง องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม และชิ้นงานจัดแสดงที่แตกต่างกัน จากการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในหอศิลป์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 นั้นทำให้ทราบค่าปัจจัยสำคัญต่างๆที่กล่าวในข้างต้น ซึ่งพบลักษณะแสงสว่างภายใน และพบข้อบกพร่องด้านแสงสว่างในห้องจัดแสดงทั้ง 4 ห้อง จึงได้เสนอแนวทางเลือกในการปรับปรุงข้อบกพร่องในส่วนต่างๆ เช่น การปรับหรี่แสงของหลอดไฟตามความเหมาะสมกับการจัดแสดง การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง และการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติเข้ามาในลักษณะแสงสะท้อน ในลักษณะที่เหมาะสม เป็นต้น ซึ่งทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่าง ปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิววัสดุ ความเหมาะสมสำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป แสงเงา และกำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างมีค่าเหมาะสมตามที่เกณฑ์กำหนดดังที่กล่าวในข้างต้น อีกทั้งทำการจำลองแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องเปรียบเทียบกับแบบติดตั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่องสว่างที่เพิ่มขึ้นด้วย

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2553.....

5374154925 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS: LIGHTING EFFICIENCY / ART GALLERY LIGHTING

WARAKUL TANTANATEWIN : EVALUATION OF LIGHTING EFFICIENCY IN ART GALLERY: CASE STUDY FOR THAI CONTEMPORARY ART MUSEUM

ADVISOR : PHANCHALATH SURIYOTHIN, 137 pp.

The present research aimed to study the lighting design of art galleries in order to evaluate its efficiency both quantitatively and qualitatively. This study examined the factors which may negatively affect the exhibits, such as modes of lighting, gallery lighting, architectural integration, lighting power density, and heat. These lighting design criteria were based on the international standards and practices of Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) and Chartered Institution of Building Service Engineers (CIBSE). DIALux4.8 program was employed to artificially recreate the lighting conditions in an art gallery according to the specifications of the lighting designer. The lighting efficiency then was evaluated in terms of accumulated luminance levels, contrast value between object and background, reflectance value of surfaces, general ambient lighting, shade and shadow, types of objects, lighting power density, and safety. In terms of degrees of luminance, the design was evaluated as to whether it reflected appropriate lighting onto the object on display. The contrast value between object and background was expected at the ratio of 2:1 while the reflectance value was anticipated at 0.7:0.5:0.3 (ceiling: wall: floor) ratio. As for power density, the lighting conditions in the art gallery was evaluated as to whether it conformed to the 1992 Energy Conservation Act which specified the power density of 18 watts per square meter for buildings in populated areas and whether it observed the ASHRAE's regulations of 11 watts per square meter for exhibitions.

The Thai Contemporary Art Museum was selected as the case study in this research because of its variety of lighting designs and interesting lighting concepts. Four exhibition halls which contained different architectural elements, lighting details, and displays were examined. These were Silpa Bhirasri sculpture hall, third floor exhibition room, Thawan Duchanee masterpiece display, and Victorian room. The simulation of lighting conditions of the four exhibition halls in DIALux4.8 revealed the characteristics of current internal lighting and its flaws. The researcher recommended some options for correcting these flaws such as dimming the lights to suit the specific display, installing tinting films, and creating an opening for natural light. These recommendations will bring about lighting conditions which are appropriate for an art gallery, as standardized by IESNA and CIBSE mentioned above. Through the simulation program, this study also compared the efficiency of lighting conditions based on the researcher's recommendations with those of the original design.

Department : Architecture Student's Signature .....

Field of Study : Architecture Advisor's Signature .....

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์ยิ่งของ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.พรรณชลัท สุริโยธิน รวมทั้งผศ.ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร และดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ อาจารย์ผู้สั่งสอนให้วิชาความรู้ตั้งแต่เริ่มต้นเข้าศึกษาจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา รวมถึง น.ส.ภคพร เรืองศรี และนายวีระพงษ์ เอี่ยวพานิช ที่ให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ตลอดการทำวิทยานิพนธ์ และที่สำคัญที่สุดวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความอนุเคราะห์ทางด้านทุนสนับสนุนในการทำวิจัย คือ ทุนงบประมาณเงินรายได้คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2553

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปรีชญา มหัทธนทวี ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ในสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร.วรรณภา พิมพ์วิยะกุล คุณสุภาพร ผู้มีโชคชัย คุณพิสิทธิ์ จงไกรจักร และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลอาคารที่สำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอบคุณเพื่อน พี่ และน้องทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือสนับสนุนให้คำแนะนำ และให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา รวมทั้งขอขอบคุณผู้ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์นี้ทุกท่าน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ พี่สาว และน้องสาวที่ได้ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนที่ใช้ในการศึกษา และงานวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำ และกำลังใจตลอดเวลาการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างมากที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญภาพ..... ฐ

สารบัญแผนภูมิ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย..... 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.1 ธรรมชาติของการมองเห็นของมนุษย์..... 7

2.1.1 ขอบเขตในการมองเห็นของดวงตา..... 7

2.1.2 ปัจจัยที่ช่วยในการมองเห็น..... 8

2.1.2.1 ขนาดของวัตถุที่มองเห็น (Size of Visual Object or View – Angle)..... 8

2.1.2.2 สว่างจ้าและความสว่าง (Luminous Intensity)..... 8

2.1.2.3 ความเปรียบต่าง (Contrast)..... 9

2.1.2.4 เวลา (Time of Viewing)..... 9

2.1.3 การมองเห็นที่เกี่ยวเนื่องกับการใช้งานที่เกี่ยวเนื่องกับการแสดงงานศิลปะ 10

2.1.2.1 แนวสายตากับระดับมุมมองชิ้นงาน..... 10

2.1.2.2 แนวสายตากับระยะการมองชิ้นงาน..... 11

2.1.2.3 ระยะเวลาในการมองชิ้นงาน..... 11

2.2 คุณสมบัติของแสง, พฤติกรรมของแสง และแหล่งกำเนิดแสง..... 12

2.2.1 คุณสมบัติของแสง 12

หน้า

2.2.2 พฤติกรรมของแสง..... 12
2.2.2.1 การดูดกลืน (Absorption) 13
2.2.2.2 การสะท้อน (Reflection) 13
2.2.2.3 การส่องผ่าน (Transmission) 14
2.2.3 แหล่งกำเนิดแสง 14
2.3 เกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่าง..... 15
2.3.1 หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านเกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนด..... 15
2.3.2 เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย IESNA 15
2.3.3 เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย CIBSE 20
2.3.4 เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย ASHRAE 24
2.3.5 พระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 24
2.4 การออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงงานศิลปะ 26
2.4.1. ประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการออกแบบ (Mode of Lighting)..... 26
2.4.2. การให้แสงสว่างภายในหอศิลป์ (Gallery Lighting) 27
2.4.2.1 การใช้แสงธรรมชาติ (Natural Lighting) 27
2.4.2.2 การใช้แสงไฟฟ้า (Electrical Lighting) 28
2.4.2.3 การใช้แสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าร่วมกัน (Natural and Electrical Lighting) 30
2.4.3. การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรม (Architectural Integration) 30
2.4.4. การให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดง (Display Lighting) 31
2.4.4.1 ระดับความส่องสว่าง (Illuminance) 31
2.4.4.2 สีของแสง (Colour Rendering) 34
2.4.4.3 ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ (Contrast) 34
2.4.4.4 แสงเงา (Shade and Shadow) 35
2.4.4.5 ชนิดวัตถุจัดแสดง (Type of Object) และความปลอดภัย (Safety) 36
2.4.5. การอนุรักษ์วัตถุจัดแสดง (Conservation) 37
2.4.5.1 การลดปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลต 37
2.4.5.2 การลดปริมาณความส่องสว่างที่ชิ้นงาน 38
2.4.5.3 การลดระยะเวลาสะสมในการให้แสงแก่ชิ้นงาน 38
2.4.6. การให้แสงเพื่อการจัดแสดงพิเศษ (Lighting for Effect) 39
2.4.7. การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ (Energy Efficiency) 39
2.4.8. การดูแลรักษา (Maintenance) 40

หน้า

2.4.9. ค่าใช้จ่าย (Costs) 40
2.5 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 40
2.5.1 การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..... 40
2.5.2 เทคนิคการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารแสดงภาพเขียนในเขตร้อนชื้น..... 41
2.5.3 เทคนิคการให้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านบน 41
2.5.4 การอนุรักษ์งานจิตรกรรมบนผืนผ้าใบ 42
2.5.5 เทคนิคการประยุกต์ใช้แสงประดิษฐ์ในอาคารประวัติศาสตร์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์แห่งชาติพระนคร..... 43

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 44
3.1 การทบทวนเกณฑ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์..... 45
3.2 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้ง และประเมินสิทธิภาพการให้แสงสว่าง 46
3.2.1 เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา 46
3.2.2 จำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้ง 58
3.2.3 สรุปวิเคราะห์ผลการทดลอง และเสนอแนวทางในการออกแบบที่เหมาะสม 60

บทที่ 4 ผลการวิจัย..... 61
4.1 ผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในโถงรูปปั้น อ.ศิลป์ พีระศรี 62
4.1.1 ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าโปร่ง 63
4.1.2 ผลการจำลองในในสภาพท้องฟ้าหลัว 65
4.2 ผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 67
4.3 ผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี..... 69
4.3.1 ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าโปร่ง 70
4.3.2 ผลการจำลองในในสภาพท้องฟ้าหลัว 73
4.4 ผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องห้องวิคตอเรียน 75
4.4.1 ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าโปร่ง 76
4.4.2 ผลการจำลองในในสภาพท้องฟ้าหลัว 81

หน้า

บทที่ 5 อภิปรายผล / ข้อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่าง..... 87
5.1 อภิปรายผล..... 87
5.1.1 อภิปรายผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี 88
5.1.2 อภิปรายผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 90
5.1.3 อภิปรายผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องแสดงงาน
ภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี..... 93
5.1.4 อภิปรายผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน..... 96
5.2 สรุปผลการอภิปราย และรายละเอียดข้อบกพร่องที่พบในแต่ละห้องจัดแสดง..... 101
5.2.1 สรุปผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี 101
5.2.2 สรุปผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 102
5.2.3 สรุปผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องแสดงงาน
ภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี..... 102
5.2.4 สรุปผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน..... 102
5.3 ข้อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่าง 102
5.3.1 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสว่างภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี 103
5.3.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 103
5.3.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องแสดงงาน
ภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี..... 105
5.3.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องวิคตอเรียน..... 111

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย /ข้อเสนอแนะ..... 119
6.1 สรุปแนวทางเลือกในการปรับปรุงข้อบกพร่องในอาคารกรณีศึกษา..... 119
6.2 สรุปผลการวิจัย 121
6.2 แนวทางการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์หรืออาคารประเภทเดียวกัน..... 123
6.4 ข้อเสนอแนะ..... 126
6.4.1 ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยนี้ 126
6.4.2 ข้อเสนอแนะอื่นๆในการปรับปรุงข้อบกพร่องด้านแสงสว่างในอาคารกรณีศึกษา..... 127

รายการอ้างอิง..... 128
บรรณานุกรม..... 130
ภาคผนวก..... 132
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 137

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่าระดับความส่องสว่างที่แนะนำสำหรับการใช้งานทั่วไป 16
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ 16
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงค่าปริมาณการส่องสว่างสูงสุด และการส่องสว่างสะสมในจำนวนชั่วโมงต่อปี 17
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงระดับความส่องสว่าง และค่าจำกัดรังสีอัลตร้าไวโอเลตสำหรับชิ้นงานประเภทต่างๆ 21
ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงระดับความส่องสว่างสะสมสำหรับชิ้นงานประเภทต่างๆ..... 21
ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงข้อเสนอแนะระดับค่าความเปรียบต่างในการจัดแสดงชิ้นงาน และลักษณะแสงสว่าง 22
ตารางที่ 2.7 ตารางแสดงข้อเสนอแนะสำหรับระดับค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวฝ้าเพดาน ผนัง และพื้น 22
ตารางที่ 2.8 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในจากเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย ASHRAE 24
ตารางที่ 2.9 ตารางแสดงค่าของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพแสงสว่างภายในหอศิลป์ 25
ตารางที่ 2.10 ตารางแสดงการส่องสว่างสูงสุดที่สัมพันธ์กับความสูงของห้องจัดแสดง และชนิดของหลอดไฟ 33
ตารางที่ 2.11 ตารางแสดงค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นหลัง..... 35
ตารางที่ 2.12 ตารางแสดงค่ารังสีอัลตร้าไวโอเลตในหลอดไฟประเภทต่างๆ..... 37
ตารางที่ 2.13 ตารางแสดงปริมาณรังสีอินฟาเรดกับแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ 38
ตารางที่ 2.14 ตารางแสดงปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตกับแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ 38
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงข้อมูลทั่วไปของห้องจัดแสดงที่ทำการศึกษาวิจัย..... 49
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี 50
ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม และวัสดุภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 52
ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในห้องจัดแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี 54
ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในห้องห้องวิคตอเรียน 56
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงรายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆในการจำลองภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี..... 62
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง.... 63
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ในสภาพท้องฟ้าหลัว 65
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงรายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆในการจำลองภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 67
ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 68

หน้า

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงรายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆภายในห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่น ของ อ.ถวัลย์ ดัชนี 69
ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงผลการจำลองภายในห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง 70
ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงผลการจำลองภายในห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ในสภาพท้องฟ้าหลัว 73
ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงรายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆ ภายในห้องวิคตอเรียน 75
ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone A ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง 76
ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone B ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง..... 79
ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone A ในสภาพท้องฟ้าหลัว 81
ตารางที่ 4.13 ตารางแสดงผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone B ในสภาพท้องฟ้าหลัว..... 84
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 104
ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่าง ภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง โดยแสดงค่าเฉลี่ย ของวันสำคัญทั้ง 3 วัน 108
ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่าง ภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ในสภาพท้องฟ้าครึ้ม โดยแสดงค่าเฉลี่ย ของวันสำคัญทั้ง 3 วัน 109
ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในห้องวิคตอเรียน ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง โดยการปรับปรุงช่องแสงแบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ 113
ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในห้องวิคตอเรียน ในสภาพท้องฟ้าครึ้ม โดยการปรับปรุงช่องแสงแบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ 114
ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในห้องวิคตอเรียน ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง โดยการปรับปรุงช่องแสงแบบที่ 2 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ 114
ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในห้องวิคตอเรียน ในสภาพท้องฟ้าครึ้ม โดยการปรับปรุงช่องแสงแบบที่ 2 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ 115
ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงแนวทางในการออกแบบแสงธรรมชาติ 124
ตารางที่ 6.2 ตารางแสดงแนวทางในการออกแบบแสงไฟฟ้า..... 125

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงขอบเขตในการมองเห็นของตาในระนาบแนวนอน..... 7
ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงขอบเขตในการมองเห็นของตาในระนาบแนวตั้ง 7
ภาพที่ 2.3 ภาพแสดงความเปรียบต่างระหว่างวัตถุที่พิจารณากับพื้นหลัง..... 9
ภาพที่ 2.4 ภาพแสดงรูปร่างและขนาดของชิ้นงานและเวลาในการมองเห็นเมื่อเทียบกับปริมาณแห่งการการส่องสว่าง 10
ภาพที่ 2.5 ภาพแสดงความกว้างมุมมองและระดับมุมมองชิ้นงาน การชมงานจิตรกรรมและประติมากรรมตามลำดับ 10
ภาพที่ 2.6 ภาพแสดงตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งหลอดไฟในการจัดแสดงที่สัมพันธ์กับการมอง..... 11
ภาพที่ 2.7 ภาพแสดงตำแหน่ง และระยะที่เหมาะสมในการในจัดแสงงานสำหรับจิตรกรรมที่สัมพันธ์กับระดับสายตา 11
ภาพที่ 2.8 ภาพแสดงสเปคตรัมของแสง 12
ภาพที่ 2.9 ภาพแสดงการดูดกลืนของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลาง 13
ภาพที่ 2.10 ภาพการสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา 13
ภาพที่ 2.11 ภาพการสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา 13
ภาพที่ 2.12 ภาพการสะท้อนแสงแบบกระจายแสงสมบูรณ์ 14
ภาพที่ 2.13 ภาพการสะท้อนแสงแบบกระจัดกระจาย 14
ภาพที่ 2.14 ภาพตัวอย่างการให้แสงสว่างชิ้นงาน 3 มิติ..... 19
ภาพที่ 2.15 ภาพตัวอย่างการให้แสงสว่างชิ้นงาน 3 มิติ..... 21
ภาพที่ 2.16 ภาพเกณฑ์การออกแบบการให้แสงสว่างในหอศิลป์ 26
ภาพที่ 2.17 ภาพแสดงตัวอย่างการให้แสงแบบต่างๆ 36
ภาพที่ 2.18 ภาพแสดงแสงส่องขึ้น และแสงที่พื้นหลัง 36
ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง 48
ภาพที่ 3.2 ภาพทัศนียภาพแสดงบรรยากาศอาคารพิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย และภาพถ่ายจากสถานที่จริงซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง..... 48
ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงแบบรายละเอียดโถงรูปปั้น อ.ศิลป์ พีระศรี 50
ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงบรรยากาศส่วนโถงรูปปั้น อ.ศิลป์ พีระศรี 51
ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงแบบรายละเอียดห้องจัดแสดงชั้น 3 52
ภาพที่ 3.6 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานในห้องจัดแสดงชั้น 3 53
ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงแบบรายละเอียดส่วนห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี 54
ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานในห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี 54
ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงบรรยากาศในส่วนห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี 55
ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงแบบรายละเอียดส่วนจัดแสดงในห้องวิคตอเรียน 56

หน้า

ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานในส่วนห้องห้องวิคตอเรียน 56
ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงบรรยากาศในส่วนห้องห้องวิคตอเรียน 57
ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงระยะสำคัญในการมองชิ้นงานที่ใช้อ้างอิงในการวัดข้อมูล..... 59
ภาพที่ 4.1 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ในสภาพท้องฟ้าโปร่งของวันสำคัญทั้ง 3 วัน ในช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น. 64
ภาพที่ 4.2 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ในสภาพท้องฟ้าหลัวของวันสำคัญทั้ง 3 วัน ในช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น. 66
ภาพที่ 4.3 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 68
ภาพที่ 4.4 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของอ.ถวัลย์ ดัชนีในสภาพท้องฟ้าโปร่งของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00น. 72
ภาพที่ 4.5 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของอ.ถวัลย์ ดัชนีในสภาพท้องฟ้าหลัวของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00น. 74
ภาพที่ 4.6 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียนส่วน zone A ในสภาพท้องฟ้าโปร่งของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น. 78
ภาพที่ 4.7 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียนส่วน zone B ในสภาพท้องฟ้าโปร่งของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น. 80
ภาพที่ 4.8 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียนส่วน zone A ในสภาพท้องฟ้าหลัวของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น. . 83
ภาพที่ 4.9 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียนส่วน zone B ในสภาพท้องฟ้าหลัวของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น. 85
ภาพที่ 5.1 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ที่วัดได้ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ตามแบบติดตั้ง 88
ภาพที่ 5.2 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงชั้น3ตามแบบติดตั้ง 91
ภาพที่ 5.3 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของอ.ถวัลย์ ดัชนี ที่วัดได้ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ตามแบบติดตั้ง .. 94
ภาพที่ 5.4 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของอ.ถวัลย์ ดัชนี ที่วัดได้ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าหลัว ตามแบบติดตั้ง ... 94
ภาพที่ 5.5 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องห้องวิคตอเรียนที่วัดได้ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ตามแบบติดตั้ง 97

หน้า

ภาพที่ 5.6 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องห้องวิคตอเรียนที่วัดได้ใน วันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าหลัว ตามแบบติดตั้ง ……..……..... 98
ภาพที่ 5.7 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องห้องแสดงภาพเขียน ชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี เป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light)เปิดช่องแสงทางทิศเหนือ.. 106
ภาพที่ 5.8 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องห้องแสดงภาพเขียน ชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี เป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light)เปิดช่องแสงทางทิศใต้..... 107
ภาพที่ 5.9 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องห้องแสดงภาพเขียน ชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี โดยใช้แผงกันแดด และม่านปรับมุม……..... 107
ภาพที่ 5.10 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องวิคตอเรียน เป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) และหลังคามีระยะยื่นบังแดด…… 111
ภาพที่ 5.11 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องวิคตอเรียน เป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) และหลังคามีลักษณะโค้ง…….…… 112
ภาพที่ 5.12 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องวิคตอเรียน เป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) โดยใช้แผงกันแดด และม่านปรับมุม……..…….. 112

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 5.1 แผนภูมิแสดงปริมาณค่าความสว่างสภาพโดยรวมภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น. ... 89

แผนภูมิที่ 5.2 แผนภูมิแสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และสภาพโดยรวมภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น..... 89

แผนภูมิที่ 5.3 แผนภูมิแสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 92

แผนภูมิที่ 5.4 แผนภูมิแสดงปริมาณค่าความสว่างโดยรวมภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น. 94

แผนภูมิที่ 5.5 แผนภูมิแสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น..... 95

แผนภูมิที่ 5.6 แผนภูมิแสดงปริมาณค่าความสว่างโดยรวมภายในห้องห้องวิคตอเรียนในส่วน zone A โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น. 99

แผนภูมิที่ 5.7 แผนภูมิแสดงปริมาณค่าความสว่างโดยรวมภายในห้องห้องวิคตอเรียนในส่วน zone B โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น. 99

แผนภูมิที่ 5.8 แผนภูมิแสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพภายในห้องห้องวิคตอเรียนในส่วน zone A โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น. 100

แผนภูมิที่ 5.9 แผนภูมิแสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพภายในห้องห้องวิคตอเรียนในส่วน zone B โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น. 100

แผนภูมิที่ 5.10 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงทั้ง 3 แนวทางภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 105

แผนภูมิที่ 5.11 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง (watt/sq.m.) ตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงทั้ง 3 แนวทางภายในห้องจัดแสดงชั้น 3..... 105

แผนภูมิที่ 5.12 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงทั้ง 3 แนวทาง ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี 110

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 5.13 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงทั้ง 3 แนวทาง ในสภาพห้องฟ้าหลัว ภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี 110
แผนภูมิที่ 5.14 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางแบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟในการปรับปรุง ในสภาพห้องฟ้าโปร่ง ภายในห้องวิคตอเรียน..... 116
แผนภูมิที่ 5.15 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางแบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟในการปรับปรุง ในสภาพห้องฟ้าหลัว ภายในห้องวิคตอเรียน..... 116
แผนภูมิที่ 5.16 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางแบบที่ 2 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟในการปรับปรุง ในสภาพห้องฟ้าโปร่ง ภายในห้องวิคตอเรียน..... 117
แผนภูมิที่ 5.17 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางแบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ ในการปรับปรุงในสภาพห้องฟ้าหลัว ภายในห้องวิคตอเรียน..... 117
แผนภูมิที่ 5.18 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง (watt/sq.m.) ตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงภายในห้องวิคตอเรียน 118

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปในเรื่องของความสวยงาม ความน่าสนใจ และองค์ประกอบแสงเงา แต่ความเป็นจริงแล้วการให้แสงสว่างนั้นมีความสำคัญมากกว่านั้นโดยมีปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่างๆที่ต้องพิจารณาประกอบด้วย ประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการออกแบบ (Mode of Lighting) การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรม (Architectural Integration) การให้แสงสว่างในหอศิลป์ (Gallery Lighting) การให้แสงเพื่อการจัดแสดงพิเศษ การให้แสงในการจัดแสดงชิ้นงาน (Lighting for Effect) การแสดงการอนุรักษ์วัตถุจัดแสดง (Conservation) การใช้พลังงานของแหล่งกำเนิดแสง (Light source) ความร้อน (Heat) งบประมาณ (Cost) และการดูแลรักษา (Maintenance) เป็นต้น การใช้ไฟฟ้าด้านแสงสว่างนับเป็นการใช้พลังงานที่สำคัญส่วนหนึ่งของพลังงานทั้งหมดในอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาคารประเภทอาคารจัดแสดงงานศิลปะ หรือหอศิลป์ ซึ่งเป็นสถานที่ที่องค์ประกอบของแสงมีความสำคัญเป็นอย่างมากที่ต้องให้แสงสว่างเหมาะสมกับการจัดแสดงชิ้นงานในแต่ละประเภท มีการนำเสนองานที่ต้องแสดงให้เห็นจริงถึงสีหรือพื้นผิวชิ้นงาน รวมทั้งองค์ประกอบแสงเงา ความสวยงาม และการดึงดูดความสนใจ[1] ดังนั้นการออกแบบแสงสว่างในอาคารประเภทนี้จะต้องออกแบบอย่างเหมาะสมโดยมีปัจจัยที่สำคัญในการส่องสว่างซึ่งประกอบด้วย ระดับความส่องสว่าง (Illuminance) ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ (Contrast) ความถูกต้องของสีของแสง (Colour Rendering) ความเหมาะสมสำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป (Ambient Lighting) ความจ้าของแสงหรือแสงบาดตา (Glare) แสงเงา (Shade and Shadow) ชนิดชิ้นงานจัดแสดง (Type of Object) และความปลอดภัย (Safety) เป็นต้น [2]

แสงสว่างที่ใช้ในหอศิลป์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ซึ่งแบ่งตามประเภทของแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) คือ *แสงธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ หรือ แสงไฟฟ้า* (ในที่นี้จะขอใช้คำว่าแสงไฟฟ้า) และอาจมีการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า แสงสว่างทั้ง 2 ประเภทนั้นมีคุณสมบัติ ลักษณะการนำไปใช้งาน และเทคนิคในการออกแบบที่แตกต่างกัน แสงสว่างเป็นต้นเหตุทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของชิ้นงาน เนื่องจากมีพลังงานความร้อนที่แผ่กระจายไปที่พื้นผิวของชิ้นงานอันเป็นสาเหตุของการทำลายที่ถาวรต่อชิ้นงาน เมื่อพลังงานที่กระจายตัวแผ่เข้ามาตกกระทบต่อพื้นผิวของวัตถุไม่ว่าจะเป็นวัตถุทึบแสง หรือโปร่งแสงก็ตาม พลังงานส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนเข้าไปทำให้เกิดการแผ่กระจายของความร้อน (Heat Radiation) และเกิด ปฏิกิริยาเคมีของแสง (Photochemistry) ซึ่งการแผ่ความร้อนของแสงจะทำให้อุณภูมิพื้นผิวสูงขึ้น และแผ่เข้าไปในเนื้อของวัตถุทำให้ความชื้นขับออกทางผิวของชิ้นงาน เป็นผลทำให้ผิวแตกร้าว และสีชิ้นงานซีดจางลง[3] ชิ้นงานศิลปะที่มีมูลค่าจึงควรถูกจัดให้อยู่ในสภาวะที่มีแสงสว่าง อุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสมด้วย

การศึกษาประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ทำให้มีการพัฒนาเทคนิคการให้แสงสว่างที่คำนึงถึงคุณภาพของแสงสว่าง และปริมาณความร้อนที่เหมาะสมให้มีความเฉพาะ

---

[1] Flynn. Architectural Interior System,1992

[2] CIBSE.CIBSE Lighting for Museum and Art Galleries ,(London : CIBSE ,1994c)

[3] IESNA .The IESNA Lighting Handbook Reference & Application,(U.S.A.: Publication Department IESNA ,2000c)

สำหรับการจัดแสดงงานในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เช่น การจัดแสดงงานภาพ จิตรกรรม การจัดแสดงงานประติมากรรม หรือการจัดแสดงที่เป็นไปตามประเภทของวัสดุชิ้นงาน เป็นต้น

นอกจากแสงสว่างจะมีความสำคัญต่อวัตถุจัดแสดงแล้ว รูปทรงของสถาปัตยกรรม และแสงธรรมชาติยังมีความสำคัญต่อแสงสว่างในหอศิลป์อีกด้วย จึงควรมีการวิเคราะห์ในส่วนของผลกระทบที่สัมพันธ์กับสถาปัตยกรรม และแสงธรรมชาติที่นำเอาความร้อนเข้าสู่อาคาร ส่งผลให้เกิดปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างด้านอื่นด้วย คือ ปัจจัยที่ถูกกำหนดโดย พื้นผิวสถาปัตยกรรม และแสงธรรมชาติ[4] ที่ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- ขนาดของห้องที่ใช้งาน โดยเฉพาะความสูงเพดาน และความลึกของห้อง
- ประเภทของวัสดุพื้นผิวอาคาร
- การวางตัวและการเว้นระยะของช่องเปิด
- ทิศทางการวางอาคาร
- อุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้นจากทั้งภายนอกและภายใน
- คุณสมบัติการสะท้อนของพื้นผิวภายในอาคาร

ดังนั้นในการออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารประเภทหอศิลป์นั้น แสงสว่างจึงมีความ สำคัญมากทั้งแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า ซึ่งการนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้เพื่อลดปริมาณการใช้แสงไฟฟ้าภายในอาคารจะต้องพิจารณาองค์ประกอบหลายประการเพื่อประกอบการตัดสินใจทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม ความเหมาะสมในใช้งาน ความสวยงาม งบประมาณ การควบคุมแสงธรรมชาติ การดูแลบำรุงรักษาภายในอาคาร การใช้พลังงานและการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร เป็นต้น จึงนำไปสู่การประเมินการใช้แสงสว่างที่เหมาะสมในหอศิลป์โดยพิจารณาตัวแปรหลักที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแสงสว่างในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ ตัวแปรในเชิงปริมาณ ได้แก่ ปริมาณค่าความส่องสว่าง ปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมตลอดปี (Illuminance Value Accumulated) ค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างต่อพื้นที่ห้องจัดแสดง สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิววัสดุ (Reflectance Factor) ค่าปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต (UV) และความปลอดภัยต่างๆ (Safety) ส่วนตัวแปรในเชิงคุณภาพ ได้แก่ ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ แสงเงา ความถูกต้องของสีของแสง และความสม่ำเสมอสำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป (Uniformity)

พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัยอาคารกรณีศึกษาที่เลือกมาทำการวิจัยนั้นมีศักยภาพในการเป็นหอศิลป์ชั้นนำที่มีรูปแบบการจัดแสดงที่หลากหลาย มีแนวความคิดในการจัดแสดงเฉพาะที่น่าสนใจและมีการใช้เทคนิคต่างๆ ในการให้แสดงสว่างที่สวยงาม ทำให้อาคารแห่งนี้เป็นกรณีศึกษาที่เหมาะสมในการศึกษาแสงสว่างสำหรับหอศิลป์ที่คำถึงถึงประสิทธิภาพของแสงสว่างเชิงคุณภาพควบคู่กับเชิงปริมาณ โดยอ้างอิงกับข้อมูลจากมาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

---

[4] M. David Egan, Concepts in architectural lighting (USA: McGraw-Hill, Inc., 1983c)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างทั้งแสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าในอาคาร เปรียบเทียบเกณฑ์และแนวทางการออกแบบแสงสว่าง ทั้งทางด้านปริมาณ และคุณภาพ สำหรับอาคารจัดแสดงงานศิลปะหรือหอศิลป์

1.2.2 เพื่อศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับแสงสว่างทั้งแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้าในอาคารกรณีศึกษา และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ และระดับความส่องสว่างที่เป็นสาเหตุ และปัจจัยอันเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานแสงสว่างในอาคาร

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์สาเหตุ และกำหนดทางเลือกในการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมกับการจัดแสดงที่เลือกศึกษาในอาคารกรณีศึกษา โดยไม่ปรับเปลี่ยนรูปแบบสถาปัตยกรรม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาแนวทางการให้แสงสว่างในหอศิลป์โดยเลือกห้องจัดแสดงที่มีการออกแบบแสงสว่างที่แตกต่างกันซึ่งมีเฉพาะแสงธรรมชาติ เฉพาะแสงไฟฟ้า หรือมีการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า ตลอดจนศึกษาปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อเสริมคุณภาพของแสงในส่วนจัดแสดงให้มีความเหมาะสม และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีขอบเขตของการศึกษา ดังนี้

1.3.1 การศึกษาเฉพาะเกณฑ์เบื้องต้นทางด้านปริมาณและคุณภาพของการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับอาคารจัดแสดงงานศิลปะหรือหอศิลป์ ได้แก่ ระดับการส่องสว่าง (Illuminance) ค่าความสว่าง (Luminance) ค่าความเปรียบต่าง (Contrast) และค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) สำหรับในส่วนของค่าดัชนีสีของแสง (CRI) แสงและเงา (Shade and Shadow) และสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิว (Reflectance) และค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน (Lighting Power Density) นั้นจะถือเป็นเกณฑ์รอง

1.3.2 ในการศึกษาเชิงปริมาณ การเก็บข้อมูลจะมุ่งเน้นเรื่องแสงสว่าง โดยมีตัวแปรต่างๆร่วมด้วย เช่น ประเภทแหล่งกำเนิดแสง องค์ประกอบด้านสถาปัตยกรรม และระยะเวลาในการใช้อาคาร เป็นต้น

1.3.3 การศึกษาในเชิงคุณภาพจะมุ่งเน้นในเรื่องของความเหมาะสมที่สอดคล้องกับแนวความคิดในการจัดแสดง เช่น สภาพแสงสว่างโดยรอบ การเกิดแสงและเงา และความถูกต้องของสีของแสง เป็นต้น

1.3.4 ในส่วนของการวัดผลการใช้พลังงานในอาคาร จะเน้นการวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบแสงสว่างเท่านั้น โดยไม่รวมถึงพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารอื่นๆ

1.3.5 การทำการวิจัยจะทำการจำลองสภาพแสงสว่างภายในอาคารโดยไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมโดยรอบ

1.3.6 การเสนอแนวทางปรับปรุงอาคาร โดยผู้ศึกษาหลีกเลี่ยงการออกแบบที่กระทบต่อรูปแบบงานสถาปัตยกรรมเดิม และพื้นที่ใช้งานเดิม ตลอดจนนำเสนอแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับอาคารประเภทเดียวกัน

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 ค่าการส่องสว่าง (Illuminance) คือ ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบน 1 หน่วยพื้นที่ใดๆ มีหน่วยเป็น ลักซ์ (lux) หรือ ลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m^2) โดยในการวิจัยนี้จะทำการวัดค่าการส่องสว่างทั้ง 3 ชนิด คือ ค่าการส่องสว่างสูงสุด (E_{max}) ค่าการส่องสว่างต่ำสุด (E_{min}) ค่าการส่องสว่างโดยเฉลี่ย (E_{ave}) ซึ่งมีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux)

1.4.2 ค่าความสว่าง (Luminance) คือ การที่แสงตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับหรือส่องผ่านวัตถุเข้าสู่ตา ทำให้มองเห็นวัตถุนั้นได้ มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m^2) หรือ ฟุตแลมเบิร์ต (Footlambert, FL)

1.4.3 ค่าความสม่ำเสมอของปริมาณแสงสว่าง (Illuminance Uniformity)[5] คือ รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ในการประเมินความพอเพียงของค่าการส่องสว่างของการให้แสงสว่างบนพื้นที่ใช้งานที่เกี่ยวเนื่องกับความสบายทางสายตา (Visual Comfort)

1.4.4 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน (Lighting Power Density, LPD)[6] คือ กำลังไฟฟ้าสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่ของอาคารซึ่งแบ่งออกไปตามประเภทพื้นที่การใช้งาน มีหน่วยเป็น วัตต์ / ตารางเมตร ($Watt/m^2$)

1.4.5 การให้แสงเฉพาะที่ (Task Lighting)[7] คือ การให้แสงสว่างโดยตรงไปยังพื้นที่หรือระนาบที่เจาะจง ในกรณีที่ต้องการให้ค่าการส่องสว่างมีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานที่ต้องการความสว่างมากขึ้น

1.4.6 ค่าความเปรียบต่าง (Contrast) คือ อัตราส่วนความสว่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ

1.4.7 ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิววัสดุ (Reflectance) คือ ค่าที่แสดงคุณสมบัติอย่างหนึ่งของพื้นผิวในการสะท้อนรังสีที่มากระทบ

1.4.8 ค่าอุณหภูมิสีของแสง (Colour Temperature) คือ ดัชนีการให้ค่าสีของหลอดไฟและอุณหภูมิความสัมพันธ์ของสี (CCT) มีผลต่อสีที่ปรากฏของวัตถุ

1.4.9 ค่าความถูกต้องของสีของแสง (Colour Rendering Index หรือCRI) คือ ดัชนีการให้ค่าความถูกต้องของสีของแสง มีผลต่อสีที่ปรากฏจริงของวัตถุ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงคุณภาพแสงสว่างในการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับอาคารที่จัดแสดงงานศิลปะ โดยเฉพาะเกณฑ์และแนวทางที่เหมาะสม และสอดคล้องกับการประยุกต์ใช้เทคนิคการให้แสงเฉพาะจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสอดคล้องกับตัวแปรที่เหมาะสม เพื่อให้แสงสว่างนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.5.2 เข้าใจเทคนิคการให้แสงสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานในอาคารประเภทนี้

1.5.3 สามารถเสนอทางเลือกในการแก้ไขปัญหาเรื่องแสงสว่าง และพื้นที่การใช้งานในอาคารประเภทเดียวกัน

---

[5] The donn. Simulation Quality Assurance: Illuminance and Uniformity[Online]. Available from: http://www.aecsimqa.net/en/node/19 [2009, Dec 20]

[6] Acuity Brands™ Lighting. ASHRAE 90.1–2004 Definitions[Online]. Available from: http://www.acuitybrandslighting.com/sustainability/ASHRAE–Definitions.htm [2009, Dec 20]

[7] Mitsuru Saitoh, Chairman, Committee Report: Task and Ambient Lighting Systems Committee. J. Light & Vis. Env. 22, 1 (1998): 63 – 68.

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

การใช้เทคนิคการให้แสงสว่างเพื่อเสริมการให้แสงในบริเวณจัดแสดงงานชิ้นศิลปะ ทั้งแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในเชิงปริมาณ และคุณภาพ โดยมุ่งเน้นศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับความเป็นอันตรายต่อชิ้นงานจัดแสดง ระเบียบวิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1.6.1 ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเกณฑ์ในการออกแบบระบบแสงสว่างและแนวทางในการออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดง

ในส่วนนี้จะเป็นการทบทวนเกณฑ์และมาตรฐานในการออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารหอศิลป์ โดยมีมาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติเป็นหลักในการอ้างอิง คือ Illumination Engineering Society of North America (IESNA) และChartered Institute for the Building Services Engineerings (CIBSE) รวมทั้งแนวทางในการออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงอื่นๆจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยลำดับเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

- ศึกษาแสงธรรมชาติ และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
- ศึกษาแสงไฟฟ้า และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
- ศึกษามาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์
- ศึกษาทฤษฎีแสงที่เกี่ยวข้อง

1.6.2 เก็บข้อมูลและศึกษาแสงสว่างในอาคารทั้งหมด

ในส่วนนี้จะมีการเก็บและศึกษาข้อมูลแสงสว่างที่เกิดขึ้นในอาคารทั้งแสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้า เทคนิคการให้แสงสว่าง ช่วงเวลาในการใช้งาน พลังงานที่ใช้ในการแสงไฟฟ้า ขนาดของห้องจัดแสดง วัสดุพื้นผิวในห้องจัดแสดง และวัสดุช่องเปิดของอาคาร

1.6.3 กำหนดรายละเอียดของการวิจัย

- กำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในแต่ละห้องจัดแสดง
- กำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทำการวิจัย ได้แก่ ค่าความส่องสว่าง การใช้พลังงานในการส่องสว่าง ค่าความต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นหลัง การเกิดเงาและแสงเงา ดัชนีสีของแสง และค่าการสะท้อนของพื้นผิว เป็นต้น

1.6.4 ทำการจำลองโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.8

1.6.5 วิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ของตัวแปร และประเมินผล

1.6.6 เสนอทางเลือกในการปรับปรุง และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสภาพเดิม

1.6.7 สรุปผลการประเมิน และเสนอแนวทางเลือกในการปรับปรุงสำหรับส่วนที่พบข้อบกพร่อง

1.6.8 เสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์สำหรับผู้ออกแบบต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ซึ่งข้อมูลหลักแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การศึกษาธรรมชาติของการมองเห็นของมนุษย์ โดยเน้นเฉพาะการมองเห็นของมนุษย์ที่เกี่ยวเนื่องกับการแสดงงานศิลปะ ส่วนที่ 2 พฤติกรรมของแสง ส่วนที่ 3 การศึกษาการออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงงานศิลปะ ส่วนที่ 4 การศึกษาเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติ โดยเน้นเฉพาะสำหรับการใช้งานภายในอาคารจัดแสดงงานศิลปะ และส่วนที่ 5 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษาธรรมชาติของการมองเห็นของมนุษย์ โดยเน้นเฉพาะการมองเห็นของมนุษย์ที่เกี่ยวเนื่องกับการแสดงงานศิลปะ เช่น แนวสายตากับระยะการมองชิ้นงาน แนวสายตากับระดับมุมมองชิ้นงาน และระยะเวลาในการมองชิ้นงาน เป็นต้น

ส่วนที่ 2 การศึกษาคุณสมบัติของแสง และพฤติกรรมของแสง

ส่วนที่ 3 การศึกษาเกณฑ์ มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติ โดยเน้นเฉพาะสำหรับการใช้งานภายในหอศิลป์ ประกอบด้วยการศึกษาเกณฑ์, มาตรฐาน และข้อกำหนดจากหน่วยงานด้านแสงสว่าง ได้แก่ Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) และChartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) โดยเน้นเฉพาะสำหรับการใช้งานภายในอาคารจัดแสดงงานศิลปะ เช่น การจัดแสดงตามความเหมาะสมกับประเภทชิ้นงานทั้งงานจิตรกรรม และงานปฏิมากรรม การจัดแสดงตามความเหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน เป็นต้น เกณฑ์ มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวเนื่องกับการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง ได้แก่ The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) และพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

ส่วนที่ 4 การศึกษาการออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงงานศิลปะ โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องที่ควรพิจารณา ประกอบด้วย ประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการออกแบบ การให้แสงสว่างภายในหอศิลป์ การประสานแสงสว่างกับสภาปัตยกรรม การให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดง การอนุรักษ์วัตถุจัดแสดง การให้แสงเพื่อการจัดแสดงพิเศษ การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ การดูแลรักษา และค่าใช้จ่าย

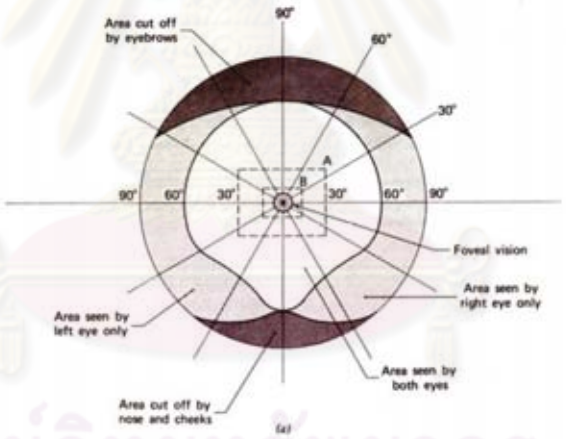
ส่วนที่ 5 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องอันเป็นประโยชน์ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี โดย ผศ.พรรณชลัท สุริโยธิน และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน, เทคนิคการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารแสดงภาพเขียนในเขตร้อนชื้น โดย น.ส.กุลศรี สุริยเดชสกุล, เทคนิคการให้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านบน โดย น.ส.ปัทมาพร ศิริผลวุฒิชัย การอนุรักษ์งานจิตรกรรมบนผืนผ้าใบ โดย The Center for Cultural Materials Conservation,The University of MelBourne และการประยุกต์ใช้แสงประดิษฐ์ในอาคารประวัติศาสตร์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์แห่งชาติ พระนคร โดย นาย วณัฐ ตันประเสริฐ

2.1 ธรรมชาติของการมองเห็นของมนุษย์

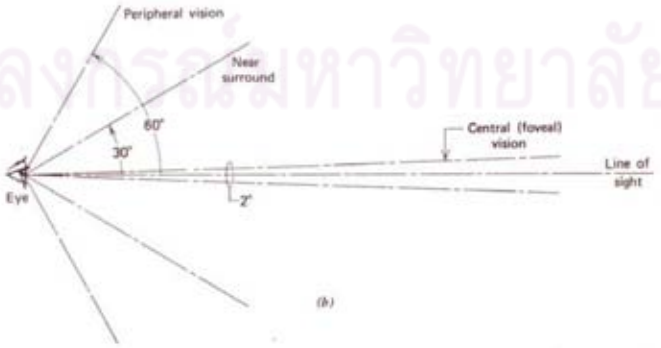
2.1.1 ขอบเขตในการมองเห็นของดวงตา

ดวงตาของมนุษย์มีขอบเขตในการมองเห็นในมุมมองที่จำกัด โดยแต่ละมุมของสายตาจะมีความสามารถในการรับภาพและความสว่างที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งมุมตามความสามารถตามขอบเขตในการมองเห็นของตาในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้ง

ส่วนกลางของพื้นที่ที่มองเห็น คือ จุดที่มองไปครอบคลุม พื้นที่ 1 – 2° จากแกนกลาง กรวยที่ได้เป็นพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนที่สุด เรียกว่า การมองเห็นในส่วนกลางของจอรับภาพ (The Central Foveal vision) ทรงกรวยที่ทำมุมกับแกนกลาง 30° ในพื้นที่ถัดมาจากส่วนกลางการมองเห็น จะเป็นพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้ไม่ละเอียดนัก จะเป็นเพียงการแยกความแตกต่างระหว่างวัตถุกับสิ่งแวดล้อมของมัน พื้นที่ในส่วนนี้เรียกว่า พื้นที่รอบจอภาพ (The Foveal Surround) ส่วนที่เหลือ คือ จุดที่อยู่ขอบสุดของการมองเห็น จะมองเห็นวัตถุในขนาด และรูปร่างที่แตกต่างออกไปจากความเป็นจริง เนื่องจากการทับซ้อนกันของพื้นที่การมองของตาซ้าย และตาขวา ส่วนนี้เรียกว่าการมองเห็นในส่วนขอบ (The Peripheral Vision) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 - 2.2



ภาพที่ 2.1 แสดงขอบเขตในการมองเห็นของตาในระนาบแนวนอน



ภาพที่ 2.2 แสดงขอบเขตในการมองเห็นของตาในระนาบแนวตั้ง

ที่มา : Stein, B.,and Raynolds, **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, 9th**(New York: John Wiley and Sons, 2000), p.1066.

2.1.2 ปัจจัยที่ช่วยในการมองเห็น

ปัจจัยพื้นฐานในการมองเห็นเห็นชิ้นงาน หรือวัตถุได้ชัดเจนมี 4 ปัจจัย ได้แก่ ขนาด (Size) ความเข้มแสง (Luminous Intensity) ความเปรียบต่าง (Task Contrast) และ เวลาที่ใช้ในการมอง (Time of Viewing) นอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่นรองลงมา ได้แก่ การปรับตัวของสายตา (Adaptation) ประสบการณ์ (Experience) และระยะทางการมอง (Distance) เป็นต้น

2.1.2.1 **ขนาดของวัตถุที่มองเห็น** (Size of Visual Object or View – Angle)

ขนาดของวัตถุที่มองเห็นโดยทั่วไปแล้ว ความชัดเจนในการมองเห็นเป็นสัดส่วนของขนาดทางกายภาพของวัตถุ และขึ้นอยู่กับการให้ความสว่างที่วัตถุ (Fixed Brightness) ความเปรียบต่าง และเวลาที่ใช้ในการมอง ถึงแม้ว่าในทางกายภาพไม่มีขอบเขตในการมองภาพที่แท้จริงก็ตามแต่มุมแห่งการมอง (Subtended Visual Angle) มีผลต่อความสามารถในการมองเห็นได้ดีขึ้นเมื่อมีการนำวัตถุ หรือภาพเข้ามาใกล้ตา เนื่องจากตาสามารถมองเห็นวัตถุที่ใหญ่ได้ง่ายกว่าวัตถุที่เล็ก และตาจะเห็นวัตถุชิ้นเดียวที่ระยะเดียวกันมีขนาดเล็กลงในเวลากลางคืนเมื่อเทียบกับกลางวัน เมื่อได้ปริมาณแสงที่พอเหมาะ คือ การให้ตาของคนมีความรู้สึก เมื่อเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันนั้นเสมือนมีขนาดใหญ่ขึ้นเท่ากับขนาดที่เราเห็นในตอนกลางวัน วัตถุที่มีขนาดเล็กและมีรายละเอียดมากยิ่งต้องการระดับความส่องสว่างมากขึ้นด้วย

2.1.2.2 **ความสว่างจ้าและความสว่าง** (Luminance and Brightness)

การมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ และสีของวัตถุ ถ้าความสว่างไม่เพียงพอจะทำให้เราสามารถแยกแยะวัตถุนั้น ๆ ได้ลำบาก ยิ่งถ้าวัตถุนั้นกำลังเคลื่อนที่อยู่ก็จะต้องใช้แสงสว่างมากขึ้นเพื่อที่จะได้เห็นวัตถุนั้นได้ชัดเจน ถ้ามีความเปรียบต่างของความขาว - ดำน้อย หรือมีลักษณะคล้ายกัน หรือขนาดของวัตถุยิ่งเล็กก็ต้องการแสงสว่างมาก และเวลาในการมองเห็นก็ต้องเพิ่มมากขึ้น องค์ประกอบเหล่านี้จะต้องนำไปพิจารณาในการออกแบบระบบแสงสว่าง การออกแบบแสงสว่างที่ดีได้ระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมถูกต้องกับการใช้งาน จะต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นที่มีผลกระทบต่อการมองเห็น

การออกแบบระบบแสงสว่างทั่วไปนั้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่อยู่รอบ ๆ ในบริเวณที่กำลังออกแบบ ได้แก่ พื้น ผนัง ฝ้าเพดาน โต๊ะและชิ้นงาน โดยต้องจัดให้สิ่งเหล่านี้มีความสว่างที่เหมาะสม เพื่อสร้างความสบายตาทางสายตา (Visual Comfort) จึงมีการศึกษาเพื่อหาสัดส่วนความแตกต่างของความสว่างที่ต้องการในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไปของมุมมองปกติซึ่งมี อัตราส่วนความสว่างจ้า (Brightness Ratio) ในที่นี้หมายถึงอัตราส่วนระหว่างความสว่างของชิ้นงานกับสิ่งที่อยู่รอบชิ้นงานนั้น โดยเฉพาะชิ้นงานที่มีสีค่อน ข้างมืดกว่าพื้นที่ที่อยู่ข้างเคียง โดยพยายามจัดให้ชิ้นงานมีความสว่างน้อยกว่าพื้นที่ที่อยู่ข้างเคียงไม่เกินอัตราส่วน 1 : 3

การกระจายความสว่าง (Luminance Distribution)[1] ในมุมมองของการมองเห็น (Field of View) ได้ควบคุมการปรับตัวของสายตา (Adaptation) ซึ่งมีผลต่อการมองเห็นชิ้นงาน (Task Visibility) โดยการปรับความสว่างที่มีสมดุลนั้นจะช่วยในการเพิ่มความคมชัด (ความชัดเจนของวิสัยทัศน์) ความรู้สึกไวต่อความเปรียบต่าง (การแยกแยะความแตกต่างเล็กน้อยของความสว่าง) และประสิทธิภาพในการมองเห็น (การปรับสายตา)

---

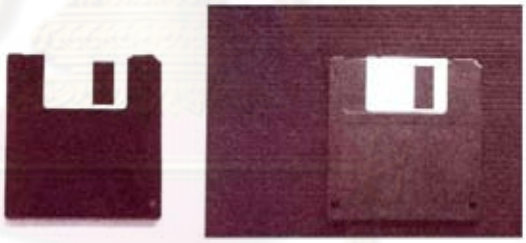
[1] Society of Light and Lighting, Code for Lighting, (Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002) p. 33

นอกจากนี้การกระจายความสว่าง (Luminance Distribution) [2] ในมุมมองของการมองเห็น (Field of View) ยังมีผลต่อความสบายทางสายตา (Visual Comfort) ซึ่งสมควรที่จะหลีกเลี่ยงความสว่างที่มีค่าสูงมาก (ซึ่งอาจให้ความจ้าที่สูงเช่นกัน), ความเปรียบต่างของความสว่างที่มีค่าสูงมาก (ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ดวงตาเกิดความเมื่อยล้า เนื่องจากการปรับตัวของสายตาที่ไม่คงที่) ความสว่างและความเปรียบต่างของความสว่างที่มีค่าต่ำมาก (ซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน)

ความแตกต่างของความสว่างสามารถระบุหรือวัดในแง่ของอัตรา โดยอัตราส่วนความสว่างระหว่างงานกับพื้นที่ข้างเคียง (Task-to-Immediate Surround) คือ 3:1 และอัตราส่วนความสว่างระหว่างงานกับพื้นที่โดยรอบทั่วไป (Task-to-General Background) คือ 10:1 ที่ทำให้เห็นงานได้ชัดเจน และในส่วนค่าการสะท้อนแสง (Reflectance) และอัตราส่วนความส่องสว่าง (Illuminance Ratio) นั้นให้พิจารณาตามอัตราส่วนความสว่าง (Luminance Ratio)

2.1.2.3 ความเปรียบต่าง (Contrast)

ความแตกต่างของความดำ – ขาวระหว่างวัตถุกับพื้นภาพ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวมัน จะเห็นได้ว่าเมื่อความแตกต่างของความดำ – ขาวยิ่งมาก การมองเห็นก็จะทำได้ง่ายขึ้น และความต้องการปริมาณแสงจะน้อยลง เช่น ตัวหนังสือดำบนกระดาษสีขาว สามารถเห็นได้ง่ายกว่าตัวหนังสือดำบนพื้นเทา และถ้าความแตกต่างของความดำ – ขาวยิ่งน้อย ปริมาณแสงที่ต้องการจะมีมากขึ้น ตัวอย่างเช่น วางวัตถุสีดำบนพื้นสีขาวจะมองเห็นได้ง่ายกว่าวัตถุสีดำที่วางบนพื้นสีดำ ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงความเปรียบต่างระหว่างวัตถุที่พิจารณากับพื้นหลัง

ที่มา : พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า**. (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า 24.

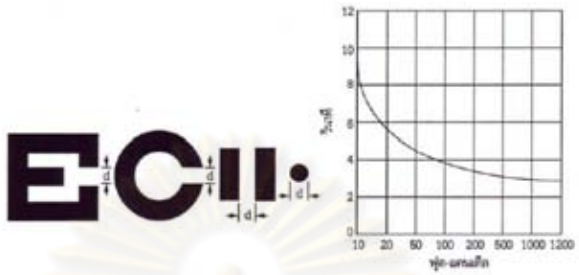
2.1.2.4 เวลา (Time of Viewing)

ตามปกติตาของคนเราไม่สามารถมองเห็นวัตถุที่ปรากฏขึ้นตรงหน้าทันที เพราะต้องมีช่วงเวลาให้ตาได้สัมผัส หรือมองเห็นกับวัตถุ เนื่องจากตาต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งเพื่อปรับกล้ามเนื้อตาให้ขยายหรือหดตัวให้เข้ากับปริมาณแสง ถ้าปริมาณแสงยิ่งน้อยการเห็นก็ต้องการเวลามากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้ออกแบบระบบแสงสว่างจะต้องคำนึงถึงปัญหานี้เป็นพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ปริมาณแสงที่ต้องการสูงเพียงพอ ผู้ออกแบบควรนำข้อจำกัดเหล่านี้มาพิจารณาเป็นพิเศษ เมื่อปริมาณแสงเพิ่มมากขึ้น เวลาที่ตาต้องใช้ในการปรับ

---

[2] Society of Light and Lighting, Code for Lighting, (Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002) p. 33

สายตาเพื่อให้มองเห็นจะสั้นลง อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณแสงมากขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง เวลาที่ตาต้องการใช้ในการปรับตาจะเริ่มคงที่เนื่องจากตามีขีดจำกัดในการปรับกล้ามเนื้อตานั่นเอง ดังนั้นผู้ที่ทำงานอยู่ภายใต้แสงที่มีปริมาณมากเพียงพอ ก็ย่อมสามารถทำงานได้เร็วกว่าและถูกต้องกว่า ดังแสดงในภาพที่ 2.4



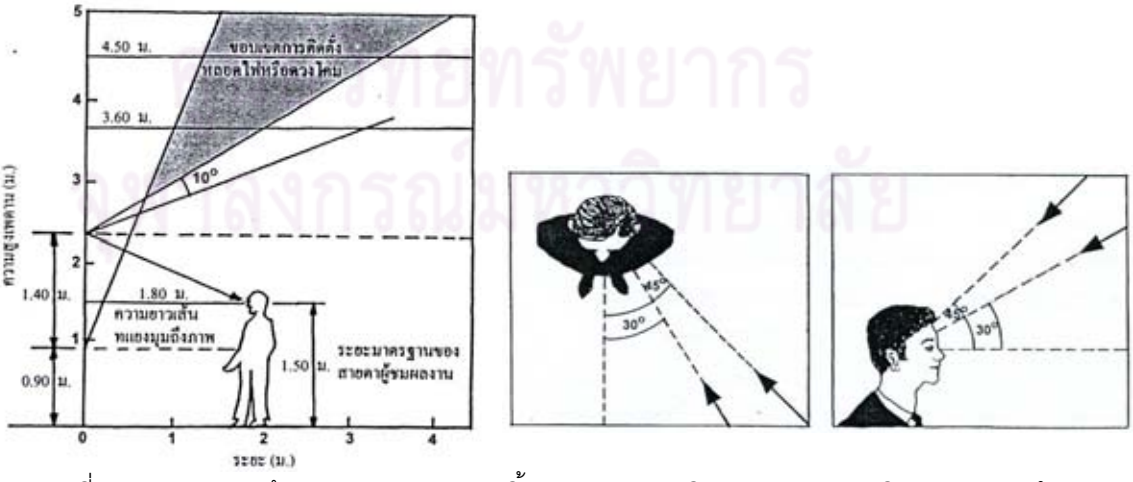
ภาพที่ 2.4 แสดงรูปร่างและขนาดของชิ้นงานและเวลาในการมองเห็นเมื่อเทียบกับปริมาณแห่งการส่องสว่าง
ที่มา : ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. **เทคนิคการออกแบบแสงสว่าง, พิมพ์ครั้งที่3**. (กรุงเทพฯ: ส.ส.ท., 2543), หน้า 14.

2.1.3 การมองเห็นที่เกี่ยวเนื่องกับการใช้งานที่เกี่ยวเนื่องกับการแสดงงานศิลปะ

ในการออกแบบแสงสว่างสำหรับการจัดแสดงชิ้นงานศิลปะนั้น ควรพิจารณาร่วมกับปัจจัยการมองเห็นอื่นๆ เช่น แนวสายตากับระยะการมองชิ้นงาน, แนวสายตากับระดับมุมมองชิ้นงาน และระยะเวลาในการมองชิ้นงาน เป็นต้น

2.1.3.1 แนวสายตากับมุมมองชิ้นงาน

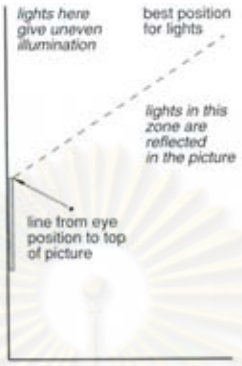
ระยะในการมองนั้นมีความเกี่ยวเนื่องกับระยะความสูงของผนัง ขนาดของผนัง และการติดตั้งดวงโคมที่เหมาะสมกับการใช้เทคนิคการให้แสง และสำหรับการป้องกันความจ้า (Glare) ของแหล่งกำเนิดแสงสว่างต่อสายตาผู้ชมงานนั้นมีความสำคัญมากการติดตั้งดวงโคมที่เหมาะสม เพื่อเสริมการให้แสงโดยรอบในบริเวณทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงความกว้างมุมมอง และมุมมองชิ้นงานการชมงานจิตรกรรม และประติมากรรม ตามลำดับ
ที่มา: พรรณชลัท สุริโยธิน และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน. **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี แห่งจุฬาฯ** (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า 2-1.

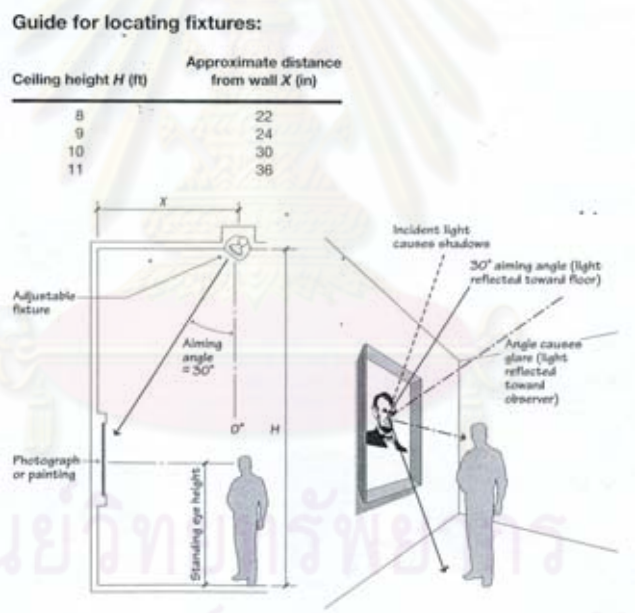
2.1.3.2 แนวระดับสายตากับระยะการมองชิ้นงาน

ตำแหน่ง และระยะในการมองนั้นมีความเกี่ยวเนื่องกับระยะความสูงของผนัง ขนาดของผนัง และการติดตั้งโคมไฟที่เหมาะสมกับการใช้เทคนิคการให้แสง ดังแสดงในภาพที่ 2.6 - 2.7



ภาพที่ 2.6 แสดงตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งหลอดไฟในการจัดแสดงที่สัมพันธ์กับการมอง

ที่มา : Peter Tregenza and David Loe, **The Design of Lighting**,1st ed.(London :E&FN), 1998, p. 93.



ภาพที่ 2.7 แสดงตำแหน่ง และระยะที่เหมาะสมในการในจัดแสงสำหรับงานจิตรกรรมที่สัมพันธ์กับระดับสายตา

ที่มา : M. David Egan and Victor W. Olgyay. **Architectural Lighting**, 2th ed.New York: Mc Graw Hill, 2002, p. 238.

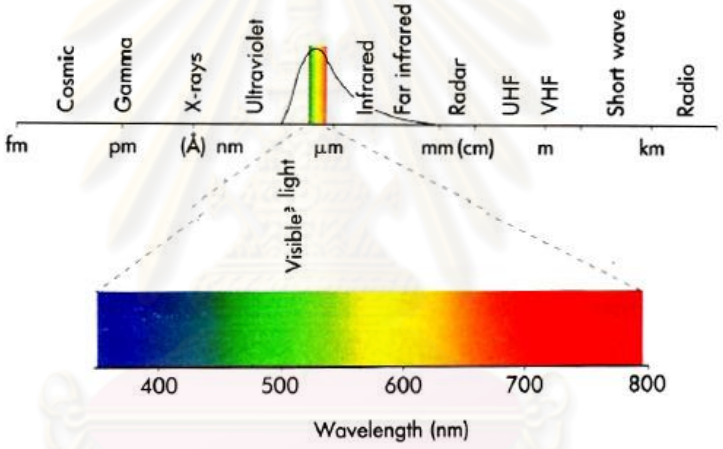
2.1.3.3 ระยะเวลาในการมองชิ้นงาน

ระยะเวลาในที่นี้ คือ ช่วงเวลาที่ตาได้มีโอกาสสัมผัสกับวัตถุจัดแสดง ซึ่งตาคนเราไม่ได้เห็นวัตถุในทันที แต่ต้องการเวลาช่วงหนึ่งในการปรับกล้ามเนื้อตาให้หดหรือขยายตัว โดยทั่วไปแล้วปริมาณแสงยิ่งน้อยการมองเห็นยิ่งต้องการเวลามากขึ้น ส่วนใหญ่ตาคนเราจะมีความเร็วในการมองเห็นเมื่อเทียบกับความส่องสว่างอยู่ที่ 30-90 วินาที ในช่วงความส่องสว่างประมาณ 1-1,200 ฟุตแคนเดิล ดังนั้นในการออกแบบแสงสว่างจึงต้องคำนึงถึงปริมาณความส่องสว่างที่เพียงพอ

2.2 คุณสมบัติของแสง, พฤติกรรมของแสง และแหล่งกำเนิดแสง

2.2.1. คุณสมบัติของแสง

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่เคลื่อนที่ได้ การเคลื่อนที่ของแสงอยู่ในรูปของแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งพลังงานที่เคลื่อนที่ได้เหล่านี้ถูกกำหนดโดยความถี่ (Frequency) ในหน่วย เฮิรตซ์ (Hz) และความยาวคลื่น (Wavelength) ในหน่วย นาโนมิเตอร์ (Nanometer) ซึ่งการเคลื่อนที่ในรูปของคลื่นนี้ทำให้มีความยาวคลื่นที่เฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป กล่าวคือ ความถี่หรือความยาวคลื่นจะเป็นตัวกำหนดพลังงาน เมื่อนำเอาพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดมาเรียงกันจากพลังงานที่มีความยาวคลื่นต่ำสุดจนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นสูงสุด จะเห็นว่าแสงช่วงที่ตามองเห็น (Visible Light) เป็นเพียงแถบพลังงานเล็กๆ แถบหนึ่งที่มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.78 ไมครอน (Micron) หรือ 380 – 780 นาโนเมตร ประกอบด้วยสเปคตรัม (Spectrum) ของแสงหลายสีอันเกิดจากความถี่ และความยาวคลื่นของการแผ่รังสีที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แสดงสเปคตรัมของแสง

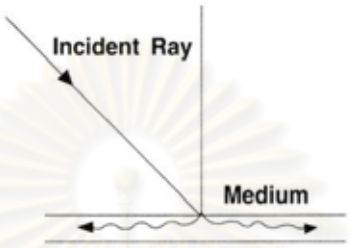
ที่มา : Gordon, G. **Interior Lighting for Designers.** (USA : John Wiley & Sons, 1995)

2.2.2 พฤติกรรมของแสง

แสงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดเป็นเส้นตรงในสูญญากาศ ด้วยความเร็วสูง 3×10^8 เมตร /วินาที ใช้เวลาเดินทางประมาณ 8.3 วินาที จากดวงอาทิตย์มายังโลก และประมาณ 1.3 วินาที จากดวงจันทร์มายังโลก เมื่อแสงเดินทางมากระทบตัวกลาง (Medium) เช่น อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสงและวัตถุทึบแสง ฯลฯ ทางเดินของแสงจะเปลี่ยนไป ความเร็วของแสงจะลดลง เนื่องจากค่าดัชนีการหักเห (Refractive Index) ของตัวกลางนั้น ๆ และแสงจะแสดงพฤติกรรมหลัก 3 ประการ คือ การดูดกลืน (Absorption) การสะท้อน (Reflection) และการส่องผ่าน (Transmission) การเกิดพฤติกรรมใดมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและพื้นผิวของวัสดุแต่ละชนิด ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของแสงนี้ จึงเป็นเรื่องที่ควรศึกษา และคำนึงถึง เมื่อจะต้องเลือกใช้ดวงโคมตลอดการออกแบบการให้แสงสว่าง และเทคนิคในการออกแบบแสงสว่าง

2.2.2.1 **การดูดกลืน** (Absorption)

การดูดกลืนเป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลางและเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน เช่น การฉายแสงขาวลงบนผนังสีแดง แสงสีอื่นๆ จะถูกดูดกลืน หายเข้าไปในกำแพงยกเว้นแสงสีแดงเท่านั้นที่สะท้อนออกมาสู่ดวงตา เราจึงเห็นผนังสีแดง และเมื่อมีการดูดกลืนพลังงานแสงเข้าไปในวัตถุใดๆ จะเกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน ดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แสดงการดูดกลืนของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลาง

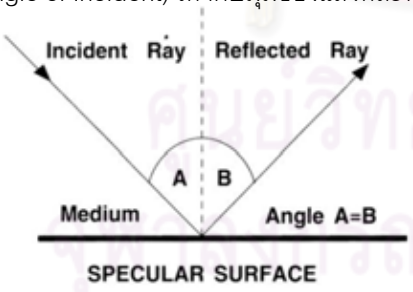
ที่มา: พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า**. (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า 4.

2.2.2.2 **การสะท้อน** (Reflection)

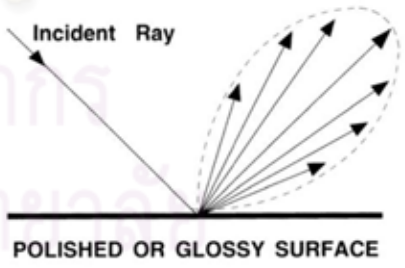
การสะท้อนเป็นพฤติกรรมของแสงที่ตกกระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนกลับออกมาโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะของการสะท้อนแบ่งได้เป็น

- การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection)

การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงาเกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่เป็นวัสดุทึบแสง (Opaque Material) มีลักษณะเป็นผิวเรียบมันวาว (Polished Surface) การสะท้อนจะมีมุมของแสงที่ตกกระทบ (Angle of Incident) เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน (Angle of Reflection) ดังแสดงในภาพที่ 2.10 - 2.11



ภาพที่ 2.10 การสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา

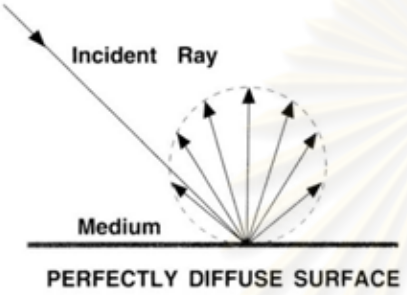


ภาพที่ 2.11 การสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงาบางส่วนหรือแบบมีทิศทางบางส่วน

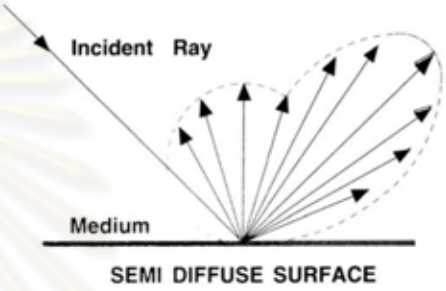
ที่มา: พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า**. (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า 6.

-การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection)

การสะท้อนแบบกระจายเกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่มีผิวหยาบ แสงจะสะท้อนออกไปในหลายทิศทาง ซึ่งส่วนมากมุมของแสงสะท้อนที่กระจายออกไปจะไม่เท่ากับมุมของแสงที่ตกกระทบ หากผิววัสดุมีลักษณะหยาบอย่างสมบูรณ์คือ หยาบทั่วกันทั้งผิว (Perfectly Diffuse Surface) แสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นการกระจายแสงสมบูรณ์ (Perfectly Diffuse Reflection) เป็นการสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างเท่าๆกันในทุกมุมสะท้อน แต่ถ้าหากผิววัตถุไม่เรียบอย่างสม่ำเสมอ (Semi Diffuse Surface) แสงสะท้อนที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็นการสะท้อนแบบกระจัดกระจาย (Semi Diffuse Reflection) ดังแสดงในภาพที่ 2.12 - 2.13



ภาพที่ 2.12 การสะท้อนแสงแบบกระจายแสงสมบูรณ์



ภาพที่ 2.13 การสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา

ที่มา: พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า**. (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า 6.

2.2.3 การส่องผ่าน (Transmission)

การส่องผ่านเกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลาง แล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง หากไม่พิจารณาคุณสมบัติหรือลักษณะของตัวกลางที่แสงผ่านแล้ว มุมของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับมุมของแสงที่ทะลุผ่านและแสงที่ผ่านออกมานั้นจะยังมีปริมาณคงเดิม ปริมาณของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับ ปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนและปริมาณแสงที่สะท้อนกลับ รวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่านเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{Absorptance} + \text{Reflectance} + \text{Transmittance} = 1$$

2.2.4 แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงมีความสำคัญในการศึกษาเรื่องแสงเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีความสัมพันธ์ โดยตรงต่อการให้แสง รูปแบบและคุณสมบัติของแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิด ทิศทางของแหล่งกำเนิด ปริมาณและความเข้มของแสง มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของแสงที่จะนำมาใช้งาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดของแสงจากคุณสมบัติของแสงดังที่กล่าวมาข้างต้น ปริมาณและคุณภาพแสงจะขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสงเป็นหลัก จึงทำให้สามารถจำแนกแหล่งกำเนิดของแสงใน 2 กรณี คือ แหล่งกำเนิดแสงทางตรง (Direct Light Source) ซึ่งมีพลังงานสูงจนสามารถเปล่งแสงออกมาจากตัวของมันเองได้โดยตรง และแหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม (Indirect Light Source) ซึ่งเป็นแสงที่เกิดจากการสะท้อน หรือส่องผ่านวัตถุ ทำให้วัตถุนั้นมีคุณสมบัติเสมือนแหล่งกำเนิดแสง (Secondary Source) ซึ่งคุณสมบัติในการสะท้อนแสง และการยอมให้แสงส่องผ่านขึ้นกับลักษณะพื้นผิวของวัตถุด้วย นอกจากนั้นยังแบ่งแหล่งกำเนิดแสง ออกเป็น 2 ประเภทตามที่มา คือ แหล่งกำเนิดของ

แสงธรรมชาติ และแหล่งกำเนิดแสงไฟฟ้า ซึ่งทั้งสองมีคุณลักษณะ และข้อดี – ข้อเสียแตกต่างกันจึงควรเลือกใช้อย่างเหมาะสมตามประเภทของชิ้นงาน

2.3 เกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่าง

2.3.1 หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านเกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนด

หน่วยงานที่มีส่วนรับผิดชอบมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้นมีอยู่หลายหน่วยงานทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ เช่น International Standard Organization (ISO) International Commission on Illumination (CIE) British Standard Institution (BSI), Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) Lawrence Berkeley Laboratory (LBL) Illuminating Engineering Society (IES) South African National Standards (SANS) New Zealand Standard (NZS) The American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) Thai Industrial Standards Institute (TIEA) พระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เป็นต้น โดยหน่วยงานเหล่านี้ได้มีการจัดทำเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่าง โดยแบ่งค่าการส่องสว่าง (Illuminance) ซึ่งวัดได้ในหน่วย ลักซ์ (lux) หรือ ฟุตแคนเดิล (footcandle) ออกตามลักษณะการจัดแสดง และประเภทของชิ้นงานศิลปะ ตลอดจนเทคนิคต่างๆในการจัดแสดงงานศิลปะ ทั้งค่าการส่องสว่างโดยเฉลี่ย (Average Illuminance) ซึ่งใช้เพียงค่าเดียว และค่าการส่องสว่างแบบช่วง (Range Illuminance)

เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดที่นำมาเป็นหลักในการพิจารณาประสิทธิภาพแสงสว่างในงานวิจัยนี้ ได้แก่ Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) ASHRAE และ พระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

2.3.2 เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย IESNA

(Illuminating Engineering Society Society of North America)

การให้แสงในหอศิลป์ที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วย ค่าการส่องสว่าง สีของแสง ความจ้าของแสง แสงบาดตา แสงเงา รูปแบบวัตถุ ความปลอดภัย และมั่นคง เป็นต้น รวมทั้งการควบคุมระบบ และความยืดหยุ่นในการใช้งานโดยอ้างอิงจากแนวทางการออกแบบตามกฎเกณฑ์ต่างๆ และกฎของ IESNA การให้แสงสว่างในการจัดแสดงที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องสร้างความสมดุลระหว่างตัวแปรดังกล่าว และกลุ่มคนที่เกี่ยวแต่ละกลุ่มไม่ว่าจะเป็นผู้ดูแลชิ้นงาน ผู้เยี่ยมชม ศิลปิน และผู้ออกแบบ

การออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์ และอาคารแสดงงานศิลปะมีความแตกต่างกันไปตามมุมมองด้านความสำคัญจากรูปแบบการให้แสงวัตถุในพิพิธภัณฑ์มักจะมีความเฉพาะเจาะจงในเรื่องขนาดรูปร่างห้องจัดแสดง สี วิธีการที่เรามองเห็น ระยะเวลาที่เรามองเห็น เทคนิคที่ใช้ในการจัดแสดง และปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่าง

2.3.2.1 การเสียหายของชิ้นงาน

ปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหายมีสาเหตุหลักมาจากความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เกิดจากแสงสว่าง ส่วนของพลังงานความร้อนนั้นจะถูกดูดกลืนเข้าไปในชิ้นงาน ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของ

ชิ้นงาน การแผ่กระจายของความร้อนทำให้อุณภูมิพื้นผิวของวัสดุสูงขึ้น และเมื่อแผ่เข้าไปในเนื้อของวัตถุเป็นจะทำให้ผิวชิ้นงานแตกร้าว และเกิดปฏิกิริยาเคมีแสงที่ทำให้สีซีดจางลง นอกจากนั้นปฏิกิริยาเคมีแสงยังมีผลที่รุนแรงมาก คือ การเปลี่ยนโมเลกุลโครงสร้างวัสดุทำให้เกิดการการจางลงหรือการเข้มขึ้นของสีที่ผิดเพี้ยนไป การปราะแตกง่าย และการสูญเสียความแข็งแรง ที่เนื้อวัสดุไม่ยืดเกาะตัวดีเท่าเดิม

การประเมินผลการแสดงการให้แสงสว่างวัตถุ และแสงในหอศิลป์จะเกี่ยวข้องกับพลังงงานจากการส่องสว่าง การแผ่พลังงานความร้อนต่ำที่สุดต่อชิ้นงาน เทคนิคที่ใช้กำจัดแสงบาดตา และการควบคุมความจ้าของแสงรอบๆ และที่สำคัญ คือ รังสีจากแสงที่เป็นอันตรายต่อชิ้นงาน คือ รังสีอินฟาเรด (IR) และรังสีอัลตร้าไวโอเลต (UV) จึงมีการควบคุมรังสีทั้งสอง โดยใช้วัสดุกรองแสงจากแหล่งกำเนิดแสงประเภทต่างๆตามความเหมาะสม ค่าระดับความส่องสว่างที่แนะนำสำหรับการใช้งานต่างๆ และปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 - 2.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่าระดับความส่องสว่างที่แนะนำสำหรับการใช้งานทั่วไป

การใช้งาน	lux	footcandles
สภาพแสงโดยรอบ	50-300	5-30
การอ่านตัวอักษร	100-300	10-30
การใช้งานอุปกรณ์เปิด-ปิดไฟ	100	10
ป้ายสัญลักษลักษณ์	200-300	20-30
ทางลาด และบันได	100-300	10-30
ทางเดิน	100-300	10-30

ที่มา : IESNA .**The IESNA Lighting Handbook Reference & Application** ,(U.S.A.: Publication Department IESNA ,2000c), p 14-3.

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ

แหล่งกำเนิดแสง		UV(uw/lm)	UV(%)
หลอดอินแคนเดสเซนส์	Incandescent , PAR38	75 , 67	1.4 , 1.7
	MR16 ; tungsten-halogen, dicroic, aluminized	36-95	0.9-1.9
หลอดฟลูออเรสเซนส์	Range lowest-hight	80-280	2.0-8.3
	Typical F40RE730 , F40RE830	130-140	3.4 , 4.6
แสงธรรมชาติ	Overcast sky (6500K) outdoors	540	12.0
	Overcast sky throught glass	410	9.5
	Skylight+Sunlight (5500K) outdoors	350	8.3
	Skylight+Sunlight throught glass	275	6.7

ที่มา : IESNA .**The IESNA Lighting Handbook Reference & Application** ,(U.S.A.: Publication Department IESNA ,2000c), p 14-4.

2.3.2.2 การจำกัดค่าปริมาณการส่องสว่างสะสมที่มีความเหมาะสม

ค่าปริมาณการส่องสว่างนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนซึ่งเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่สิ่งผลต่อการเสียหายของชิ้นงาน ทำให้มีการแบ่งแยกวัสดุของชิ้นงานจัดแสดงตามความอ่อนไหวต่อการเสื่อมสภาพของวัสดุ ความสำคัญของควาสัมพันธ์ในการส่องสว่างต่อความไวแสงจะพิจารณาการประเมินผลโดยกำหนดเป็นค่าปริมาณการส่องสว่างสูงสุดที่ชิ้นงาน และการส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานในจำนวนชั่วโมงต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงค่าปริมาณการส่องสว่างสูงสุด และการส่องสว่างสะสมในจำนวนชั่วโมงต่อปี

ชนิดของวัสดุชิ้นงาน	การส่องสว่างสูงสุด	การส่องสว่างสะสม
วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง เช่น ผ้าชนิดต่างๆ เครื่องนุ่งห่ม เส้นใยธรรมชาติ สีน้ำ สีหมึก สิ่งทอ ขนสัตว์ แร่บางชนิด และภาพพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น	50 lux	50,000 lux-hr /year
วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง เช่น สิ่งทอคงรูป สีน้ำมัน สีฝุ่น สีปูนเปียก หนังที่ไม่ได้ย้อม งาช้าง ไม้ พลาสติก และแล็กเกอร์ เป็นต้น	200 lux	480,000 lux-hr /year
วัตถุต่าง ๆที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย พวกโลหะ และหินต่างๆ เช่น เหล็ก แก้ว กระจก และเซรามิก เป็นต้น	ขึ้นกับการจัดแสดง	ขึ้นกับการจัดแสดง

ที่มา : IESNA .**The IESNA Lighting Handbook Reference & Application** ,(U.S.A.: Publication Department IESNA ,2000c), p 14-4.

2.3.2.3 การให้แสงในการจัดแสดง

ลักษณะการให้แสงโดยทั่วไปในพิพิธภัณฑ์ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ งานแสดงภาพสองมิติที่แสดงแนวตั้ง (Flat Displays on Vertical Surfaces) กล่องแสดงชิ้นงาน (Display cases) การแสดงชิ้นงาน 3 มิติ (Three-Dimensional Objects) และการแสดงสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Realistic Environments)

-งานแสดงภาพสองมิติที่แสดงแนวตั้ง (Flat Displays on Vertical Surfaces)

การให้แสงแก่ชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นระนาบขนาดใหญ่ที่จัดแสดงทางแนวตั้งเป็นปัญหาสำคัญของการจัดแสดง ลักษณะงานแสดงประเภทนี้ได้แก่ ภาพวาด ภาพพิมพ์ รวมไปถึงป้ายบอกข้อมูล การให้แสงจะยิ่งยากหากการนำแผ่นอะคริลิก หรือแผ่นกระจกมาปิดด้านหน้า เพื่อรักษาชิ้นงาน การใช้วัสดุที่มีผิวสะท้อนผนวกกับการวางตำแหน่งของแหล่งกำเนิดที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดแสงสะท้อนเป็นแสงบาดตา และเงาที่บดบังชิ้นงานได้ ลักษณะการกระจายแสงในรูปแบบต่างๆ และการวางแหล่งกำเนิดแสงอยู่เหนือชิ้นงาน แล้วฉายแสงให้ครอบคลุมบนพื้นผิวของชิ้นงานทั้งหมด หรือการให้แสงทำมุมจากแกนตั้ง 30 องศาในลักษณะหันเข้าหาชิ้นงานจะทำให้เกิดเงาและแสงบาดตาน้อยลง นอกจากนี้เมื่อผู้ชมงานเข้ามาดูงานใกล้ๆ ยังไม่ทำให้เกิดเงาของผู้ชมงานบนชิ้นงานอีกด้วย

การให้แสงเฉพาะจุดสำหรับภาพขนาดเล็ก และขนาดกลาง รวมถึงป้ายอธิบายรายละเอียดที่นำไปติดบนผนัง ตำแหน่งการติดตั้งชิ้นงานดูได้จากภาพที่ 2.19 ระยะ x ในภาพสามารถปรับเพิ่มหรือลดได้ตามต้องการเพื่อลดการเกิดเงาบนภาพในกรณีที่ภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น การคำนวณมุมตกกระทบ และมุมสะท้อนของแสงที่ฉายลงมาจะช่วยลดการเกิดแสงบาดตา เครื่องฉายแสง (Optical projector) สามารถใช้ในการกำหนดกรอบของวัตถุ แต่จะส่งผลให้ภาพดูไม่เหมือนจริงถ้านำเครื่องฉายแสงมาใช้ ควรเพิ่มแสงที่นุ่มนวล(soft lighting) เข้าไปในพื้นที่แสดงงานนั้นๆ จะช่วยไม่ให้ภาพงานเกิดเป็นภาพโปร่งแสง โดยทั่วไปแล้วจะใช้แสงกระจาย (spill light) ติดตั้งโดยรอบของพื้นที่แสดงงานเพื่อให้เกิดแสงนวลตาขึ้นโดยรอบพื้นที่

การอนุรักษ์ชิ้นงานในกล่องแสดงชิ้นงานที่ยังคงความส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพแต่ลดปริมาณความร้อนที่เข้ามา มีวิธีการต่างๆ ดังนี้

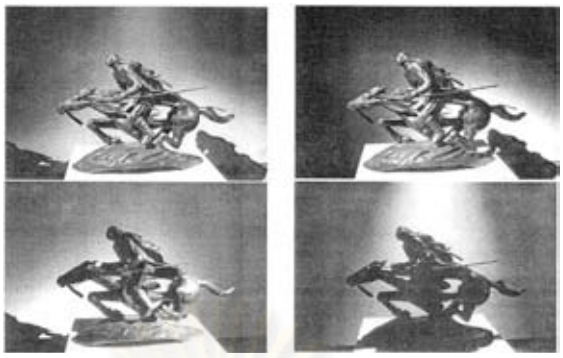
การลดแสงสะท้อน (Minimizing Reflections) แสงสะท้อนมักจะเกิดมากกับกล่องแสดงงานที่แสงภายในกล่องมีปริมาณแสงน้อย หรือมีความมืดกว่าภายนอก สามารถแก้ไขโดยวางกล่องแสดงชิ้นงานไว้ชิดกับผนังที่มีสีเข้ม หรือมีสีดำ จะทำให้ลดแสงสะท้อนและลดภาพสะท้อนของผู้ชมงานบนผิวกล่องด้วย แนวทางที่ช่วยแก้ไขปัญหาแสงสะท้อนสามารถทำได้อีกหลายวิธี เช่น การใช้กระจกที่หันมุมไปทางผู้ชมงาน แสงสะท้อนหลักที่เกิดจะสะท้อนลงที่พื้นห้องแทนที่จะสะท้อนเข้าสู่สายตาผู้ชมงาน เลือกใช้กระจกชนิดพิเศษที่มีความโค้งที่จะช่วยลดแสงสะท้อนที่เกิดขึ้นได้ และออกแบบการให้แสงที่มีสัดส่วนระหว่างความสว่างภายในกล่องกับภายนอกกล่องอยู่ที่ประมาณ 1:10 โดยส่วนใหญ่การเกิดเงาบางส่วนหรือเกิดในปริมาณที่รับได้

- ชิ้นงาน 3 มิติ (Thee-Dimensional Object)

การให้แสงกับวัตถุ 3 มิติไม่มีการคำนึงถึงขนาดของชิ้นงาน แต่ควรมีการให้แสงสว่างจากหลากหลายทิศทาง การส่องแสงในลักษณะนี้ทำให้เห็นถึงความลึกของชิ้นงาน โดยผิวที่แสงมากจะมีความสว่างมากจนเป็นจุดเด่นในขณะที่บริเวณอื่นจะตกอยู่ภายใต้เงามืด

การให้แสงและการเกิดเงา (Highlight and Shadow) บริเวณที่ได้รับแสงสว่างมากจะทำให้สามารถมองเห็นลักษณะผิวสัมผัส และร่องรอยบนพื้นผิวได้ดี แต่ไม่ควรให้มีความจ้ามากเกินไปเนื่องจากส่งผลกระทบต่อการมองเห็นของผู้ชม ในส่วนที่มืดจะช่วยส่งเสริมวัตถุให้เห็นรูปร่างรูปทรงชัดเจนมากยิ่งขึ้น รวมถึงช่วยปกปิดผิววัตถุในส่วนที่ไม่ต้องการแสดงให้เห็นชัดเจนได้

การลดแสงจ้า (Minimizing Glare) ปัญหาสำหรับผู้ชมวัตถุที่อยู่ในตำแหน่งในระดับสายตาที่ต่ำกว่าแสงที่มาจากทุกทิศทาง โดยกึ่งกลางของลำแสงนั้นทำมุม 30 องศา หรือน้อยกว่ากับเส้นทางตั้งทำให้เกิดปัญหาแสงจ้าเข้าตาได้ สำหรับวัตถุที่มีขนาดเล็กนั้นต้องให้แสงสว่างควรให้มีมุมที่สูงชัน เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงในการมองเห็นแสงจ้าเข้าตาของบุคคลที่อยู่ฝั่งตรงข้าม ส่วนชิ้นงานที่มีความสูง แสงบางส่วนอาจมีการส่องผ่านไปเข้าตาของผู้ชมได้เมื่อมีการมองขึ้นสูง วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว เช่น การปรับแสงสว่างให้มีความคมของขอบแสง และเงาจางลงด้วย High- reflectance pedestal การรักษาทิศทางของแสงสว่างให้อยู่ภายในขอบเขตของของพื้นที่ผิวชิ้นงาน การใช้แสงที่นุ่มนวลเพื่อไม่ให้เด่นชัดจนเกินไป การเน้นจุดสำคัญของพื้นผิวชิ้นงานโดยให้แสงลักษณะเป็นลำแสง และการให้แสงบริเวณด้านหลังของชิ้นงาน เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างการให้แสงสว่างชิ้นงาน 3 มิติ

ที่มา : IESNA .**The IESNA Lighting Handbook Reference & Application** ,(U.S.A.: Publication Department IESNA ,2000c), p 14-10.

- การแสดงสภาพแวดล้อมที่สเมือนจริง (Realistic)

การสร้างสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงสามารถบ่งบอกถึงความเป็นไปทั้งทางด้านอารมณ์ บรรยากาศ ความรู้สึกได้ภายในตัวมันเอง การใช้เทคนิคในการจัดแสงเสมือนจริงทั้งเทคนิคการติดตั้งเพื่อไม่ให้เห็นแหล่งกำเนิดแสง และแสงไฟที่ใช้ต้องมีความสว่างที่เพียงพอต่อความปลอดภัยของผู้ชม การให้แสงแบบเสมือนจริง และการให้แสงแบบไฟจัดแสดง ซึ่งมักจะกลายมาเป็นส่วนเติมเต็มซึ่งกัน และกันในเรื่องของรูปแบบและสีสัน

2.3.2.4 ด้านสถาปัตยกรรมและแสงธรรมชาติ

รูปร่างทางสถาปัตยกรรม และแสงธรรมชาติมีผลต่อแสงสว่างในการจัดแสดงชิ้นงาน ดังนั้นจึงควรมีการวิเคราะห์ผลกระทบในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ความสอดคล้องเข้ากันได้กัน และการเก็บรักษาชิ้นงาน ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับพื้นผิวสถาปัตยกรรม และแสงธรรมชาติ คือพื้นที่กระจกในการใช้งานที่สัมพันธ์กับพื้นที่ต่อชั้น ขนาดของห้องที่ใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสูงเพดาน ความลึกของห้อง การวางตัวและระยะของกระจก ทิศทางการวางอาคารลงบนพื้นที่ อุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้น และคุณสมบัติการสะท้อนของพื้นผิวภายในอาคาร

2.3.2.5 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การพิจารณาตามประเภทของไฟที่ใช้ในการจัดแสดง โดยส่วนใหญ่นิยมใช้หลอดในตระกูลอินแคนเดสเซนส์ และฟลูออเรสเซนส์

2.3.2.6 วัสอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า

โดยทั่วไปการจัดแสดงมักมีการใช้แสงภายในในหลายๆ รูปแบบ เช่น General lighting Accent lighting Indirect lighting Case or Cabinet lighting Flood lighting Special effect lighting และ Safety lighting ทำให้เกิดการนำอุปกรณ์อื่นๆมาใช้รองรับรูปแบบการจัดแสดงต่างๆ

รางระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้สำหรับเชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดแสง และแหล่งกำเนิดพลังงาน รองรับการทำงานของโคมไฟ การใช้งานไม่ควรใช้งานให้เกินกำลังที่สามารถในการรับน้ำหนัก รางสำหรับแสงสว่างเป็นสิ่งสำคัญทำให้สามารถเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสง และรูปแบบของลำแสงได้หลากหลายประเภท นอกจากนั้นยังรวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เลนส์ ฟิวเตอร์ บานเกล็ด หมวกครอบเลนส์ ฝาปิด-เปิดสำหรับบังคับทิศทางของแสง ชัตเตอร์ ซึ่งเป็นตัวช่วยบังคับให้แสงสว่างที่ได้ออกมานั้น

2.3.2.7 **การควบคุมความสว่าง**

การควบคุมแสงสว่างมีการจำกัดปริมาณแสงสว่างด้วยตัวหรี่แสง เพื่อลดความจ้าของระดับแสงสว่าง และในบางครั้งยังสามารถช่วยปรับเปลี่ยนสีของแหล่งต้นกำเนิดแสง ในปัจจุบันยังสามารถประยุกต์ใช้กับการจำกัดรังสีที่เข้ามาภายในอาคาร การควบคุมแสงสว่างแบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ Manual Switching Manual Dimming Preset Dimming Program Control Motion Sensor และFilters

2.3.3 **เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย** CIBSE

(Chartered Institution of Building Services Engineers)

2.3.3.1 **ปัจจัยที่เป็นข้อกำหนดในการออกแบบ**

การให้แสงในหอศิลป์ที่มีประสิทธิภาพมีปัจจัยที่นำมาเป็นข้อกำหนดในการออกแบบแสงสว่างประกอบด้วย ประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการออกแบบ การให้แสงสว่างภายในหอศิลป์ การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรมการให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดง การอนุรักษ์วัตถุจัดแสดง การให้แสงเพื่อการจัดแสดงพิเศษ การใช้พลังงานไฟฟ้าในการส่องสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ การดูแลรักษา และค่าใช้จ่าย

2.3.3.2 **การให้แสงสว่างภายในหอศิลป์** (Gallery Lighting)

แสงสว่างทั่วไปในห้องจัดแสดงที่ได้จากแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า หรือการให้แสงร่วมกันระหว่างแสงทั้งสอง ซึ่งลักษณะการใช้งานของแสงทั้ง 3 รูปแบบ

- **การใช้แสงธรรมชาติ** (Natural Lighting) มีข้อจำกัดในการใช้งานมากทั้งการควบคุมปริมาณความส่องสว่าง การควบคุมปริมาณความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เข้ามา ซึ่งมีปริมาณไม่คงที่ตลอดทั้งวัน เนื่องจากสภาพท้องฟ้า ช่องแสง และทิศทางที่แสงตกกระทบ

- **การใช้แสงไฟฟ้า** (Electrical Lighting) สามารถควบคุมปริมาณค่าความส่องสว่าง การควบคุมปริมาณความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตได้โดยการเลือกชนิดหลอดไฟ ชนิดดวงโคม จำนวนในการติดตั้ง และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ทั้งนี้การใช้เทคนิคต่างๆ ในการออกแบบเพื่อเพิ่มความสวยงาม เช่น การให้แสงทางอ้อม การให้แสงที่ผนัง และการใช้ไฟส่องขึ้น เป็นต้น แต่ข้อเสีย คือ การสิ้นเปลืองพลังงาน

- **การใช้แสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าร่วมกัน** (Natural and Electrical Lighting) เป็นการนำเอาข้อดีและข้อเสียของแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกันตามความเหมาะสมของชิ้นงาน เพื่อให้การส่องสว่างนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นมีการใช้ระบบควบคุมแสงไฟฟ้าที่ทำให้เกิดรูปแบบการให้แสงที่หลากหลายทั้งการปรับหรี่แสงได้ การจำกัดสีของแสง การควบคุมระยะเวลาในการให้แสง และการปรับระดับแสงไฟฟ้าให้สัมพันธ์กับแสงธรรมชาติด้วย

2.3.3.3 **การให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดง** (Lighting the Display)

- **ระดับความส่องสว่าง** (Illuminance) เกี่ยวเนื่องกับการมองเห็น และการปรับสายตาในการมอง เนื่องความสว่างมีผลต่อความสบายทางสายตา (Visual Comfort) ควรหลีกเลี่ยงความสว่างที่มีค่าสูงมาก อันเป็นสาเหตุที่ทำให้การปรับตัวของสายตาที่ไม่คงที่ ความสว่าง และความเปรียบต่างของความสว่างต่ำ ค่าความส่องสว่างทั่วไปในพื้นที่จัดแสดงประมาณ 100- 200 lux และค่าความส่องสว่างเพื่อความปลอดภัยตามข้อแนะนำของ CIBSE ดังแสดงในตารางที่ 2.4 - 2.5

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงระดับความส่องสว่าง และค่าจำกัดรังสีอัลตร้าไวโอเลตสำหรับชิ้นงานประเภทต่างๆ

ชนิดของวัตถุ	ค่าความส่องสว่างสูงสุด (lux)	รังสีอัลตร้าไวโอเลตสูงสุด (MiWatt/Lux)
วัตถุต่างๆที่แสงสว่างไม่ส่งผลกระทบ พวกโลหะ และหินต่างๆ เช่น เหล็ก แก้ว กระจก และเซรามิก เป็นต้น	ขึ้นกับความร้อนและการปรับสายตา	75
วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง เช่น สีน้ำมัน สีฝุ่น สีปูนเปียก หนังที่ไม่ได้ย้อม งาช้าง ไม้ และแล็กเกอร์ เป็นต้น	200	75
วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง เช่น ผ้าชนิดต่างๆ เครื่องนุ่งห่ม สีน้ำ สิ่งทอ และภาพพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น	50	75

ที่มา : CIBSE.**CIBSE Lighting for Museum and Art Galleries** ,(London : CIBSE ,1994c), p.22.

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงระดับความส่องสว่างสะสมสำหรับชิ้นงานประเภทต่างๆ

ชนิดของวัตถุ	ระยะเวลาสะสมสูงสุดในการให้แสงแก่ชิ้นงาน (lux – hr/ year)
วัตถุต่างๆที่แสงสว่างไม่ส่งผลกระทบ พวกโลหะ และหินต่างๆ เช่น เหล็ก แก้ว กระจก และเซรามิก เป็นต้น	-
วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลางเช่น สีน้ำมัน สีฝุ่น สีปูนเปียก หนังที่ไม่ได้ย้อม งาช้าง ไม้ และแล็กเกอร์ เป็นต้น	600,000
วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง เช่น ผ้าชนิดต่างๆ เครื่องนุ่งห่ม สีน้ำ สิ่งทอ และภาพพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น	150,000

ที่มา : CIBSE.**CIBSE Lighting for Museum and Art Galleries** ,(London : CIBSE ,1994c), p.23.

- **ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ** (Contrast) ที่ทำให้การจัดแสดงชิ้นงานมีความน่าสนใจจากการส่องเน้นที่ชิ้นงานด้วยเทคนิคการให้แสงแบบต่างๆ และการทำให้เห็นถึงแสงเงา และบรรยากาศอีกด้วย โดยแบ่งตามประเภทวัสดุของชิ้นงาน ดังแสดงในภาพที่ 2.15 และตารางที่ 2.6

ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างการให้แสงสว่างชิ้นงาน 3 มิติ

ที่มา : CIBSE.**CIBSE Lighting for Museum and Art Galleries** ,(London : CIBSE ,1994c), p.35.

ตารางที่ 2.6 ข้อเสนอแนะระดับค่าความเปรียบต่างในการจัดแสดงชิ้นงาน และลักษณะแสงสว่าง

ลักษณะแสงสว่างที่ต้องการ	ค่าความสว่างของชิ้นงาน : ค่าความสว่างพื้นภาพ (DIR)	Subjective apparent brightness ratio
subtle	5 : 1	2.5 : 1
moderate	15 : 1	5 : 1
strong	30 : 1	7 : 1
dramatic	50 : 1	10 : 1

อ้างอิง : CIBSE. **Code for interior lighting** ,(London : CIBSE ,1994c), p. 34.

- พื้นผิวภายในห้อง (Room Surfaces)

พื้นผิวภายในห้องจัดแสดงนั้นเกี่ยวเนื่องกับค่าการสะท้อน (Reflectance) ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการให้แสงสว่าง โดยแบ่งพื้นผิวที่สำคัญออกเป็น 3 ส่วนสำหรับการใช้งานโดยทั่วไปเพื่อคงประสิทธิภาพของการให้แสงสว่าง ดังนี้

พื้นผิวฝ้าเพดานเป็นส่วนที่มีผลกระทบต่อการส่องสว่างน้อยที่สุด การวัดปริมาณความส่องสว่างของฝ้าเพดานจะทำการวัดปริมาณเฉลี่ยโดยทั่วไปในระนาบแนวนอน โดยมีค่าการสะท้อนอยู่ในช่วง 0.3-0.9 แต่ส่วนใหญ่แล้วควรออกแบบฝ้าเพดานให้มีค่าการสะท้อนมากกว่า 0.6 หรือให้มีปริมาณค่าความส่องสว่างอย่างน้อย 50 ลักส์ / ตร.ม.

พื้นผิวผนังเป็นพื้นผิวที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณค่าความส่องสว่างมากที่สุด การวัดปริมาณความส่องสว่างของผนังจะทำการวัดปริมาณเฉลี่ยโดยทั่วไปในระนาบแนวนอน โดยมีค่าการสะท้อนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.5-0.8 แต่ส่วนใหญ่แล้วควรออกแบบฝ้าผนังให้มีค่าการสะท้อนมากกว่า 0.6 หรือมีค่าการสะท้อนที่ใช้กันโดยทั่วไปอยู่ที่ 0.3-0.7 นอกจากนั้นผนังบริเวณใกล้กระจกควรมีค่าการสะท้อนมากกว่า 0.6 เนื่องจากจะช่วยลดค่าความเปรียบต่างระหว่างภายใน และภายนอกอาคารอีกด้วย

ส่วนพื้นผิวของพื้นห้อง และพื้นระดับ Working Plane นั้นมีผลต่อการเพิ่มปริมาณค่าความส่องสว่างมากไม่น้อยไปกว่าพื้นผิวผนังห้อง การวัดปริมาณความส่องสว่างของผนังจะทำการวัดปริมาณเฉลี่ยโดยทั่วไปในระนาบแนวนอน โดยมีค่าการสะท้อนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.2-0.4 นอกจากนั้นอาจมีการออกแบบโดยใช้ค่าการสท้อนที่มากกว่าหรือน้อยกว่าตามคำแนะนำในข้างต้นซึ่งจะส่งผลต่อการส่องสว่าง ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ข้อเสนอแนะสำหรับระดับค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวฝ้าเพดาน ผนัง และพื้น

พื้นผิว	ค่อนข้างสว่าง	ปานกลาง	ค่อนข้างมืด
ฝ้าเพดาน	0.7	0.5	0.3
ผนัง	0.5	0.3	0.1
พื้น	0.3	0.2	0.1

อ้างอิง : CIBSE. **Code for interior lighting** ,(London : CIBSE ,1994c), p. 140.

- **สีของแสง** (Colour Rendering)

ส่งผลต่อสีของชิ้นงานที่ปรากฏ สีของแสงจะอ้างอิงด้วยค่าดัชนีสีของแสง (CRI) ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับอุณหภูมิความสัมพันธ์ของสี (CCT) อันส่งผลต่อสีที่ปรากฏสีของชิ้นงาน โดยทั่วไปค่าCRI ที่สูงขึ้นทำให้ต้นกำเนิดแสงรักษาสีจริงได้ดีขึ้น ค่าCCTของแหล่งกำเนิดแสงจะบ่งบอกว่าการมองเห็นนั้นจะปรากฏเป็นภาพเย็น หรือภาพร้อน ความถูกต้องของสีจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาในการออกแบบแสงสว่าง

- **แสงจ้า หรือแสงบาดตา** (Glare)

มีสาเหตุมาจากแหล่งกำเนิดแสง ค่าความส่องสว่าง และค่าความเปรียบต่างที่ไม่เหมาะสมที่รบกวนการชมงานของผู้ชมซึ่งทำลายภาวะสบายตา

2.3.3.4. **การอนุรักษ์ชิ้นงาน** (Conservation)

- **สาเหตุของความเสียหายของชิ้นงาน** (Cause of damage to exhibit)

การเสื่อมสภาพของชิ้นงานส่วนใหญ่เกิดจากความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่มาจากแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า เนื่องจากเกิดการแผ่กระจายของความร้อน (Heat Radiation) และปฏิกิริยาเคมีของแสง (Photochemistry) เป็นผลทำให้ผิวแตกร้าว และสีวัตถุซีดจางลง

- **การลดความเสียหายของชิ้นงาน** (Reduce the damaging effects)

การลดความเสียหายของชิ้นงานทำได้โดยการออกแบบแสงสว่างภายใต้การจำกัดค่าปริมาณการส่องสว่างที่เหมาะสมต่อประเภทชิ้นงาน ค่าปริมาณความส่องสว่างสะสม และปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต การลดปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตทำได้โดยการใช้วัสดุช่องเปิดชนิดที่ดูดซับรังสีอัลตร้าไวโอเลต การติดฟิล์มที่หน้าต่าง หรือหลังค่าชนิดที่ดูดซับรังสีอัลตร้าไวโอเลต การใช้ฟิล์มกรองแสง หรือฟิลเตอร์ที่หน้าดวงโคม และการเลือกใช้หลอดไฟที่ปล่อยรังสีอัลตร้าไวโอเลตต่ำ ตาม CIBSE ที่กล่าวไปแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 2.2 - 2.4

2.3.3.5. **การให้แสงเพื่อการจัดแสดงพิเศษ** (Lighting for Effect)

การจัดแสดงพิเศษที่ต้องการเสริมบรรยากาศเพื่อให้ผู้ชมคล้อยตาม และสร้างความน่าสนใจในบางกรณี โดยการใช้เทคนิคในการให้แสงสว่างต่างๆ และเทคโนโลยีของหลอดไฟ เป็นต้น

- **การจัดแสดงชั่วคราว** (Multipurpose or temporary exhibition galleries)

การจัดแสดงงานชั่วคราวควรสามารถรองรับการจัดแสดงที่มีความหลากหลายทั้งประเภทชิ้นงาน ขนาดชิ้นงาน และรูปแบบการจัดแสดง โดยการออกแบบสว่างที่สามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งเพิ่มลดจำนวน และรูปแบบตามการจัดแสดงได้ ไฟส่องเน้น หรือไฟที่ปรับเปลี่ยนได้นั้นควรมีการคำนึงถึงระยะห่างในการติดตั้งตำแหน่งรางไฟที่เหมาะสมสำหรับการปรับมุมของดวงโคมที่ส่องมายังชิ้นงานไม่ควรเกิน 40 องศากับแนวตั้ง เนื่องจากหากเกินกว่านี้จะทำให้เกิดแสงบาดตา นอกจากนั้นเทคโนโลยีที่ทันสมัยของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในปัจจุบันยังสามารถปรับให้มีการใช้งานที่หลากหลายมากขึ้นด้วย

2.3.3.6. **การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ, การดูแลรักษา และค่าใช้จ่าย** (Efficiency, Maintenance and Cost)

การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ การดูแลรักษา และค่าใช้จ่ายเป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวเนื่องกันซึ่งสามารถแสดงถึงการออกแบบแสงสว่างที่ดี การออกแบบให้แสงสว่างภายในอาคารเกิดประสิทธิภาพนั้นจะครอบคลุมในเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพด้วย โดยเริ่มต้นที่วัตถุประสงค์ใน

การใช้งานในแต่ละช่วงเวลาทั้งกลางวัน หรือกลางคืน ชิ้นงานเป็นงานจิตรกรรม หรืองานปฏิมากรรม เป็นต้น การเลือกใช้ดวงโคม และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ รวมทั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า

การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การออกแบบที่ให้มีการใช้พลังงานน้อยที่สุด เพื่อให้ได้แสงสว่างตามความต้องการทั้งในการมองเป็นผลงานตามความเหมาะสมของแสงสว่างในการจัดแสดง การเลือกใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูง และให้คุณภาพแสงที่ดีทั้งค่าความส่องสว่าง และสีของแสงจึงต้องคำนึงถึงชนิดของหลอดไฟ และการกระจายแสงของแต่ละดวงโคม ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์บังหน้าโคม (Filter) เลนส์(Lens) รางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Track Light) เกล็ด (Roof) หมวกครอบเลนส์ ฝาปิด-เปิดสำหรับบังคับทิศทางของแสง และชัตเตอร์ เป็นต้น

การรักษาดวงโคมให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานนั้นควรทำความสะอาดดวงโคมและหน้าต่างช่องแสงอย่างสม่ำเสมอ และควรเปลี่ยนหลอดไฟเมื่อครบตามอายุการใช้งาน ตลอดจนควรทำความสะอาดห้องจัดแสดงอย่างสม่ำเสมอเพื่อคงประสิทธิภาพการสะท้อนของพื้นผิว เพื่อให้ปริมาณค่าความส่องสว่างเพิ่มขึ้น โดยค่าใช้จ่ายที่ต้องลงทุนนั้นขึ้นอยู่กับความซับซ้อน และคุณภาพของอุปกรณ์เป็นหลัก โดยการลงทุนได้แก่ ค่าวัสดุ ค่าก่อสร้าง ค่าดวงโคม อุปกรณ์ประกอบดวงโคม การติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ส่วนค่าดำเนินการได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าดูแลรักษา ค่าเปลี่ยนหลอดไฟ และค่าทำความสะอาด เป็นต้น

2.3.4 **เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย** ASHRAE

(The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)

ในส่วนของเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย ASHRAEนั้นจะมุ่งเน้นการพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเพียงอย่างเดียว โดยอาคารประเภทพิพิธภัณฑ์นั้น ได้ระบุค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในไม่เกิน 11 watt/ sq.m. ดังแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในจากเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย ASHRAE

อาคารประเภทพิพิธภัณฑ์ (Museum)	กำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD, watt/ sq.m.)
General Exhibition	11
Restoration	18

อ้างอิง : ASHRAE. **ASHRAE 90.1-2007 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings** ,(U.S.A. : ASHRAE ,2007c), p. 63.

2.3.5 **เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดยพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.** 2535

ในส่วนของพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 นั้นจะมุ่งเน้นการพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเพียงอย่างเดียว โดยอาคารประเภทพิพิธภัณฑ์ หอศิลป์ และอาคารจัดแสดงงานศิลปะนั้นจัดเป็นอาคารชุมนุมคน ซึ่งพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้ระบุค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในไม่เกิน 18 watt/ sq.m.

สรุปค่าของตัวแปรจากเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อการประเมินประสิทธิภาพแสงสว่างภายในหอศิลป์ ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ตารางแสดงค่าของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพแสงสว่างภายในหอศิลป์

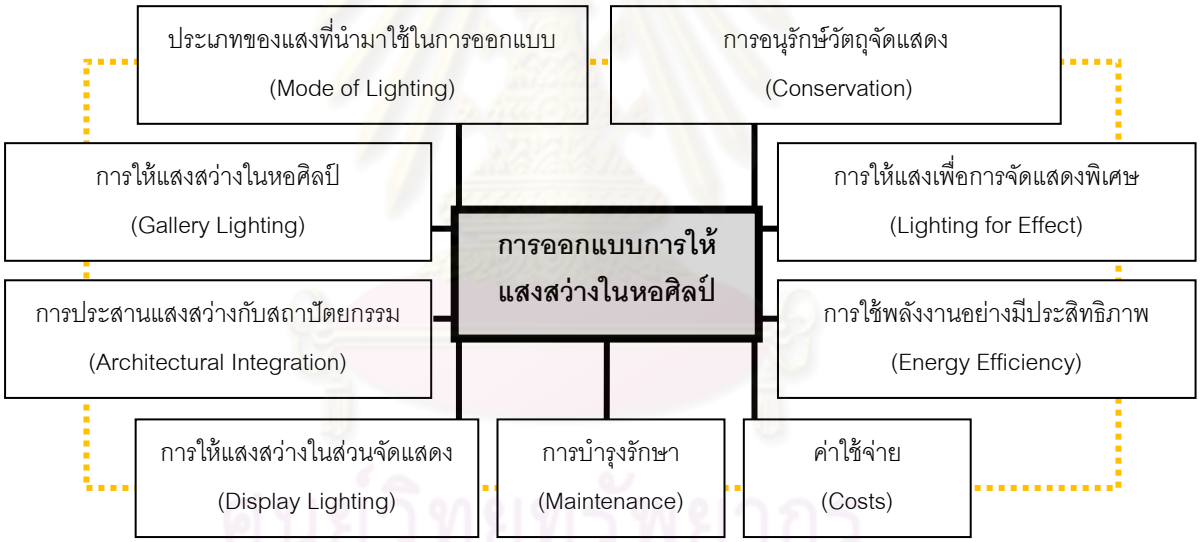
ตัวแปร	ค่าจากเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนด
1. **ปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยโดยรอบ**	กำหนดให้สภาพแสงแสงโดยรอบ และทางเดินมีความสว่าง 50-300 lux และ 100-200 lux สำหรับการมองรายละเอียด
2. **ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน** แบ่งตามวัสดุชิ้นงานออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ - วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง - วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง - วัตถุต่างๆที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย	**การส่องสว่างสูงสุด** / **การส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี** 50 lux / 50,000-150,000 lux-hr /year 200 lux / 480,000-600,000 lux-hr /year ขึ้นกับการจัดแสดง การปรับสายตา และการมองชิ้นงาน
3. **ค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่างภายในห้อง และผนัง**	ไม่มีเกณฑ์ใดระบุค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ชัดเจน เนื่องจากลักษณะในการให้แสง และแนวความคิดพิเศษ
4. **ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นหลัง** โดยเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างบริเวณริมขอบของชิ้นงาน และพื้นหลังใกล้กับชิ้นงาน	ความสว่างชิ้นงาน : ความสว่างพื้นหลัง มีอัตราส่วนดังนี้ 2.5 : 1 ทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ 5 : 1 เน้นให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพมากยิ่งขึ้น 10 : 1 สร้างบรรยากาศเพื่อแสดงความโดดเด่นระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพเด่นชัดมากขึ้น
5. **ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิว**	สัมประสิทธิ์ระหว่าง ฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น มีอัตราส่วน ดังนี้ ห้องค่อนข้างสว่าง 0.7 : 0.5 : 0.3 ห้องสว่างปานกลาง 0.5 : 0.3 : 0.2 ห้องค่อนข้างมืด 0.3 : 0.1 : 0.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวแปร	ค่าจากเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนด
6. **ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน**	ASHRAE กำหนดค่าไม่เกิน 11 watt/ sq.m. พ.ร.บ.2535 กำหนดค่าไม่เกิน 18 watt/ sq.m.

2.4 การออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงงานศิลปะ

เกณฑ์ในการศึกษาการออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงงานศิลปะ มีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องที่ควรพิจารณาประกอบด้วย ประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการออกแบบ การให้แสงสว่างภายในหอศิลป์ การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรม การให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดง การอนุรักษ์วัตถุจัดแสดง การให้แสงเพื่อการจัดแสดงพิเศษ การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ การดูแลรักษา และค่าใช้จ่าย ดังแสดงในภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 เกณฑ์การออกแบบการให้แสงสว่างในหอศิลป์

อ้างอิง : พรรณชลัท สุริโยธิน และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน. **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรีแห่งจุฬาฯ**. (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า 2-1.

2.4.1. ประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการออกแบบ (Mode of Lighting)

แสงที่นำมาใช้ในการออกแบบนั้นอาจเป็นได้ทั้งแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า หรือการใช้ผสมผสานร่วมกันระหว่างแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า ในการเลือกใช้นี้จะต้องพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น ปริมาณค่าความส่องสว่าง ความสอดคล้องกับสถาปัตยกรรม การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ความร้อนที่เกิดขึ้น การอนุรักษ์วัตถุจัดแสดง ความเหมาะสมกับชิ้นงาน ความสวยงามน่าสนใจ การบำรุงรักษา และค่าใช้จ่าย เป็นต้น

2.4.2. **การให้แสงสว่างภายในหอศิลป์** (Gallery Lighting)

แสงสว่างทั่วไปในห้องจัดแสดงที่ได้จาก แสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า หรือการให้แสงร่วมกันระหว่างแสงทั้งสอง การให้แสงโดยทั่วไปแล้วมีวัตถุประสงค์เพื่อ การให้เห็นถึงสภาพจริงของวัตถุจัดแสดง ความสวยงาม ความน่าสนใจในการดึงดูดคนมอง ความปลอดภัยต่อวัตถุจัดแสดง รวมไปถึงแสงสว่างในกรณีฉุกเฉินและความปลอดภัยต่อผู้ชมงานอีกด้วย

2.4.2.1 **การใช้แสงธรรมชาติ** (Natural Lighting)

การนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารนั้นนอกจากจะเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างแล้ว แสงธรรมชาติมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำเสนองานศิลปะที่มีความน่าสนใจ การดึงดูดความสนใจ ความเข้มของแสง และการแสดงให้เห็นจริงถึงสี หรือพื้นผิวของวัตถุ แต่แสงธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงต้องมีการควบคุมในการนำมาใช้ในอาคารให้มีความเหมาะสมกับการจัดแสดงตลอดจนการเป็นที่ดึงดูดความสนใจด้วยการมองทัศนียภาพผ่านช่องเปิดที่เชื่อมต่อกับภายนอกอาคาร เพื่อช่วยให้รู้สึกผ่อนคลาย และลดอาการอ่อนล้าทางสายตาที่เกิดจากม่านตาเกร็งเป็นเวลานานจากการชมงานศิลปะ

แสงธรรมชาติมีองค์ประกอบของรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรดซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่วัตถุจัดแสดงได้ เนื่องจากเกิดการแผ่กระจายของความร้อน (Heat Radiation) และเกิดปฏิกิริยาเคมีของแสง (Photochemistry) โดยการแผ่ความร้อนของแสงจะทำให้อุณภูมิพื้นผิวสูงขึ้น และแผ่เข้าไปในเนื้อของวัตถุ ทำให้ความชื้นถูกขับออกจะผิวของวัตถุ เป็นผลทำให้ผิวแตกร้าว และสีวัตถุซีดจางลงไป ดังนั้นในการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์ด้วย จึงไม่ควรให้แสงส่องไปกระทบวัตถุโดยตรง ดังนั้นแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารควรเป็นแสงกระจาย (Diffuse Daylight) หรือเป็นแสงที่มีการสะท้อนก่อนเข้าสู่อาคาร (Indirect Light) เพื่อลดปริมาณความร้อน และปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เข้ามากับแสงธรรมชาติ เนื่องจากยิ่งมีจำนวนครั้งของการสะท้อนแสงมากเท่าไรจะยิ่งลดปริมาณความร้อน และปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เข้ามามากขึ้นเท่านั้น แต่จำนวนครั้งของการสะท้อนแสงยิ่งมากจะทำให้ปริมาณความส่องสว่างยิ่งลดลงตามไปด้วย จึงควรออกแบบให้มีความสมดุลระหว่างตัวแปรเหล่านั้นด้วย

นอกจากนั้นช่องเปิดยังมีความสำคัญต่อการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคาร ทั้งตำแหน่งของช่องเปิด ขนาดของช่องเปิด วัสดุของช่องเปิดและอุปกรณ์บังแดดที่ส่งผลต่อปริมาณความเข้มของแสง คุณภาพของแสง สีของแสง และแสงเงาที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้ช่องเปิดที่ตำแหน่งสูงมากกว่า เนื่องจากการกระจายแสงลงพื้นที่จัดแสดงมีความสม่ำเสมอมากกว่า ส่วนวัสดุช่องเปิดนั้นควรพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสงที่ทำให้มองเห็นถึงสภาพจริงของชิ้นงาน แต่ลดความร้อน และปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เข้ามาด้วย

การควบคุมแสงธรรมชาติตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน และในแต่ละช่วงฤดูกาลนั้น เนื่องจากทิศทางที่แสงอาทิตย์ทำมุมนั้นแตกต่างกันตามการโคจรของโลก นอกจากการออกแบบช่องเปิดให้มีประสิทธิภาพในการรับแสงธรรมชาติแล้ว ยังต้องมีการป้องกันปริมาณแสงสว่างที่มากเกินไป รวมถึงความร้อนและปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น แผงกันแดด บานเกล็ดปรับมุม มู่ลี่ และม่านบังตา เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องระวังสีของแสงที่เปลี่ยนไปเนื่องจากการสะท้อนกับสีของอุปกรณ์บังแดดเหล่านั้นด้วย ในปัจจุบันมีการใช้อุปกรณ์บังแดดที่สามารถปรับอัตโนมัติอย่างต่อเนื่องตามความแปรปรวนของสภาพแสง

ธรรมชาติ โดยใช้อุปกรณ์เครื่องจับระยะเวลาในการรับแสงของวัตถุ (Light Exposure Value) ในหน่วยลักซ์ - ชม. (lux – hours) แทนการวัดค่าระดับความส่องสว่างเพียงอย่างเดียว

2.4.2.2 **การใช้แสงไฟฟ้า** (Electrical Lighting)

แสงธรรมชาติมีข้อจำกัดในการใช้งานและสามารถควบคุมได้ยาก เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงตลอดวัน การใช้แสงไฟฟ้าจึงจำเป็นในการให้แสงสว่างภายในอาคารหอศิลป์ เพื่อช่วยทำให้วัตถุจัดแสดงมีความน่าสนใจมากขึ้นตามประเภท และวัสดุของชิ้นงาน รวมทั้งความเสียหายอาจที่เกิดจากแสงสว่างอีกด้วย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะออกแบบแสงสว่างที่เพียงพอต่อการมองเห็นเท่านั้น มิได้ให้แสงจ้าเกินไป

การใช้แสงไฟฟ้าต้องพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับแสงหลายประการ เช่น ปริมาณค่าความส่องสว่าง ความถูกต้องของสี การเลือกชนิดของหลอดไฟที่มีค่าปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรดต่ำ ให้ความร้อนน้อย และมีสเปกตรัมของแสงที่เหมาะสมกับประเภทวัตถุจัดแสดง นอกจากนั้นยังมีค่าความเปรียบต่างระหว่างค่าความส่องสว่างระหว่างวัตถุจัดแสดง และพื้นที่ทั่วไปในห้องจัดแสดง (โดยทั่วไปจะคิดค่าระดับความส่องสว่างในแนวตั้ง) ที่มีค่า 3:1 มีค่าความเปรียบต่างเหมาะสมที่ทำให้เห็นชิ้นงานได้ชัดเจน และอัตราค่าความส่องสว่างอาจมีค่ามากกว่า 3:1 ก็ได้เพื่อต้องการสร้างความตื่นเต้นเร้าใจ แต่ถ้าหากวัตถุมีความสว่างมากกว่าพื้นหลังมากเกินไปจะทำให้เกิดความจ้าที่ไม่สามารถปรับสายตารับได้จนเป็นแสงบาดตาอันสร้างความไม่สบายตา ดังนั้นจึงมีการควบคุมค่าความส่องสว่างของแสงไฟฟ้าจากดวงโคมโดยใช้อุปกรณ์ป้องกันแสง[3]

องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการที่สำคัญในการพิจารณาการใช้แสงไฟฟ้าคือความถูกต้องของสี ที่ส่งผลต่อการรับรู้สภาพจริงของชิ้นงาน การสร้างบรรยากาศ และการเลือกใช้หลอดไฟที่มี สเปกตัรมของแสงเหมาะสมกับสีของวัตถุ ให้ความร้อนน้อย มีปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรดต่ำ

การเลือกใช้หลอดไฟนั้น นอกจากเรื่องความถูกต้องของสี ปริมาณรังสี และความร้อนแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่นที่ต้องพิจารณา คือ ปริมาณแสง คุณภาพของแสง และลักษณะขนาดของลำแสงอีกด้วย หลอดไฟที่นิยมใช้จะเป็นหลอดในตระกูลอินแคนเดสเซนต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์[4] และในปัจจุบันที่เทคโนโลยีของการให้แสงสว่างนั้นมีเพิ่มมากขึ้น

- **หลอดในตระกูลอินแคนเดสเซนต์** (Incandescense)

หลอดในตระกูลนี้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าแหล่งกำเนิดแสงร้อน (Hot source) ที่ให้พลังงานของแสงสีแดงมากกว่าแสงสีน้ำเงิน เป็นหลอดที่มีอุณหภูมิสีต่ำ ปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตต่ำแต่ปริมาณรังสีอินฟาเรดสูง ให้ความร้อนสูง เนื่องจากเป็นแสงที่เกิดจากการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดทังสเตนทำให้ขดลวดร้อนแดง และเปล่งแสงออกมา ดังนั้นยิ่งเปล่งมากเท่าไรความร้อนก็มากขึ้นด้วย สีของแสงออกโทนอบอุ่น มีอายุการใช้งานสั้น สามารถควบคุมปริมาณแสงด้วยการหรี่ (Dimming) ทั้งยังนิยมติดฟิลเตอร์หน้าดวงโคมเพื่อลดความร้อนและลดปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาไม่ให้กระทบวัตถุจัดแสดงโดยตรง ตัวอย่างหลอดไฟในตระกูลนี้ เช่น หลอดทังสเตนฮาโลเจน และหลอดไส้แบบหลอดสะท้อนแสง เป็นต้น

---

[3] อ้างอิง CIBSE.CIBSE Lighting for Museum and Art Galleries ,(London : CIBSE ,1994c)

[4] อ้างอิง พรรณชลัท สุริโยธิน และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน. การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรีแห่งจุฬาฯ. (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547)

-หลอดในตระกูลฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescense)

หลอดในตระกูลนี้จัดเป็นพวกลูมิเนสเซนส์ (Luminescense) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แหล่งกำเนิดแสงเย็น (Cold source) ที่ให้พลังงานของแสงสีน้ำเงินมากกว่าแสงสีแดง เป็นหลอดที่มีอุณหภูมิสีหลากหลายขึ้นกับชนิดของสารเรืองแสงที่เคลือบภายในผิวของหลอด ปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตสูง ให้ความร้อนน้อย เนื่องจากเป็นแสงที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานแสง หลอดในตระกูลนี้มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าหลอดในตระกูลอินแคนเดสเซนต์ ให้แสงแบบกระจาย ทั้งยังนิยมติดฟิลเตอร์หน้าโคมเพื่อลดลดปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่แผ่ออกมาไม่ให้กระทบวัตถุจัดแสดง[5]

-หลอดในตระกูล LED (Light Emitting Diode)

หลอดไฟ LED หรือ Light Emitting Diode คือ เทคโนโลยีของการส่องสว่างใหม่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการส่องสว่างน้อยเมื่อเทียบกับความส่องสว่างที่ได้ มีความทนทาน ให้ความสว่างสูง เกิดความร้อนต่ำมาก มีสีของแสงให้เลือกใช้งานหลากหลาย มุมกระจายของแสงของหลอดไฟ LED น้อย ลำแสงมีลักษณะพุ่งตรง (แบบที่นำมาทำไฟฉาย) ทำให้การกระจายแสงน้อย หลอดไฟ LED ที่ดีนั้นมีแนวโน้มที่จะต้องสว่าง ให้แสงเป็นวงกว้าง และต้องกินไฟให้น้อยที่สุด และราคาที่เหมาะสม ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าหลอดไฟ LED คือ เทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงานด้านการส่องสว่าง

อย่างไรก็ตามหลอดไฟชนิดนี้ยังไม่มีเกณฑ์ และแนวทางในการใช้งานที่ชัดเจน เนื่องจากเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเพราะการพยายามพัฒนาประสิทธิภาพหลอดไฟ ทำให้การทำการประเมินหลอดไฟประเภทนี้จึงไม่คงที่ด้วย นอกจากนั้นชื่อของหลอดไฟ LED ยังมีมากมายหลายชื่อตามคุณสมบัติที่ถูกพัฒนา และตามแต่ละผู้ผลิต ทำให้การเปรียบเทียบหลอดไฟเป็นไปได้ยาก อีกทั้งยังไม่มีสถาบัน หรือมาตรฐานใดรองรับอย่างเป็นทางการทำให้แนวทางในการเลือกใช้งานนั้นยังไม่ชัดเจน [6]

เทคนิคในการให้แสงในห้องจัดแสดงนั้นต้องพิจารณาลักษณะของการจัดแสดงและลักษณะทางสถาปัตยกรรม โดยแสงสว่างบริเวณชิ้นงานจะมีค่าความส่องสว่างสูงกว่าส่วนอื่นๆ เพื่อความน่าสนใจ ประกอบกับการจัดให้มีค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพที่เหมาะสมในกรณีที่มีฉากพื้นภาพ วิธีการให้แสงโดยการซ่อนแหล่งกำเนิดแสง และการให้แสงทางอ้อม (Indirect Lighting) เช่น การให้แสงแบบซ่อนแหล่งกำเนิดเพื่อให้แสงกับผนัง และฝ้าเพดาน (Concealed or Indirect Lighting) การให้แสงโดยใช้โคมส่องขึ้นไปบนฝ้าเพดาน และส่วนบนของผนังโดยตรง (Uplighting) และการให้แสงสว่างส่องขึ้นฝ้าเพดานโดยใช้แผ่นบังรอบฝ้าเพดาน ซ่อนหลอดไฟไว้ (Cornice Lighting) เป็นต้น ตลอดจนการให้อุปกรณ์ต่างๆเพื่อส่งเสริมให้การใช้แสงไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น ดวงโคม อุปกรณ์บังหน้าโคม (Filter) เลนส์(Lens) รางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Track Light) เกล็ด (Roof) หมวกครอบเลนส์ ฝาปิด-เปิดสำหรับบังคับทิศทางของแสง และชัตเตอร์ เป็นต้น

---

[5] อ้างอิง พรรณชลัท สุริโยธิน และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน. การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรีแห่งจุฬาฯ. (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547)

[6] อ้างอิง http://www.nsthai.com/howtobuy_led.htm

2.4.2.3 **การใช้แสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าร่วมกัน** (Natural and Electrical Lighting)

ถึงแม้แสงธรรมชาติมีคุณลักษณะที่เหมาะสมในการนำเสนองานศิลปะมีความน่าสนใจ และลดการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่กลับจำกัดในการใช้งานที่ควบคุมได้ยาก จึงจำเป็นที่จะต้องใช้แสงไฟฟ้าในบางช่วงที่ปริมาณค่าความส่องสว่างต่ำเกินไปเนื่องจากสภาพท้องฟ้า และการใช้แสงไฟฟ้าแทนแสงธรรมชาติในเวลากลางคืน

การใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้านั้น จะต้องพิจารณาถึง บรรยากาศภาพรวมของหอศิลป์ องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม รูปแบบห้องจัดแสดง และประเภทชิ้นงานศิลปะ ที่จะต้องออกแบบให้สมดุลระหว่างแสงสว่างทั้งสอง โดยส่วนมากแสงธรรมชาติจะนิยมใช้ในห้องจัดแสดงขนาดใหญ่ และการแสดงงานประติมากรรม ส่วนแสงไฟฟ้าจะใช้เพื่อเพิ่มการส่องเน้นในการจัดแสดง

นอกจากนั้นมีการออกแบบพัฒนาระบบควบคุมแสงไฟฟ้าที่ทำให้เกิดรูปแบบการให้แสงที่หลากหลาย ทั้งการปรับหรี่แสงได้ การจำกัดสีของแสง การควบคุมระยะเวลาในการให้แสง และการปรับระดับแสงไฟฟ้าให้สัมพันธ์กับแสงธรรมชาติด้วยเครื่องส่งสัญญาณที่ไวต่อแสง (Light Sensor)

2.4.3. **การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรม** (Architectural Integration)

แสงสว่างมีความสำคัญต่องานสถาปัตยกรรมในการออกแบบจึงควรพิจารณาตั้งแต่เรื่องประวัติความเป็นมา และความสำคัญของอาคาร พฤติกรรมการใช้สอยพื้นที่ ภาพลักษณ์ บรรยากาศ และสร้างมิติให้สถาปัตยกรรม ตลอดจนเป็นองค์ประกอบหนึ่งในงานสถาปัตยกรรม โดยที่แสงนั้นวางตัวเองกลมกลืนไปกับงานสถาปัตยกรรมได้เป็นอย่างดี จนบางครั้งแทบจะมองไม่ออกเลยว่าแสงสว่างในสถาปัตยกรรมนั้นได้รับการออกแบบ ซึ่งการออกแบบแสงสว่างที่ดี คือความกลมกลืม หรือทำตัวเด่นกว่างานสถาปัตยกรรม และรวมถึงชิ้นงานศิลปะด้วย

การสร้างความสวยงาม และความโดดเด่นให้แก่สถาปัตยกรรมโดยใช้เทคนิคต่างๆในการให้แสงสว่างที่ต้องพิจารณาถึงการเลือกใช้ดวงโคม และอุปกรณ์ต่างๆ และรูปทรงทางสถาปัตยกรรมมีความสำคัญต่อแสงสว่างในหอศิลป์มาก โดยมีปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา 6 ปัจจัย ดังนี้

- พื้นที่กระจกที่สัมพันธ์กับการใช้งาน
- ขนาดของห้องที่ใช้งาน โดยเฉพาะความสูงเพดาน และความลึกของห้อง
- การเว้นระยะห่างของกระจกถึงจุดที่ใช้งาน
- ทิศทางการวางอาคารลงบนที่ตั้งอาคาร
- อุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้นจากทั้งภายนอก และภายใน
- คุณสมบัติการสะท้อนของพื้นผิวภายในอาคาร

ตัวอย่างของคุณลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่ช่วยในการรับแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ เช่น ขนาดของช่องแสงที่เหมาะสมสามารถนำความสว่างเข้ามาภายในอาคารโดยไม่ทำให้ชิ้นงานเสียหาย แสงที่ดีควรมีลักษณะของลำแสงแผ่ออกกว้างทำมุม 30 องศากับแนวแกนกลางของหลอดไฟในขณะที่ผนังภายในควรมีพื้นผิวสีขาว การใช้กระจกควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าสามารถที่จะควบคุมการรับแสงธรรมชาติเข้ามาจากภายนอกได้ การใช้ประจุทางไฟฟ้าควบคุมความโปร่งแสง และทึบแสงของเนื้อกระจก และกระจกที่มีการแผ่รังสีต่ำสามารถช่วยลดการส่งผ่านความร้อนเข้ามาภายในตัวอาคารได้ โดยเฉพาะรังสีอัลตร้าไวโอเลต เป็นต้น

2.4.4. **การให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดง** (Display Lighting)

การให้แสงนั้นมีวัถุประสงค์หลัก คือ การแสดงให้เห็นชิ้นงาน และบรรยากาศโดยรวมที่ส่งเสริมให้ผู้ชมรับรู้ความหมายที่ศิลปินต้องการสื่อผ่านชิ้นงานทั้งงานจิตรกรรม และงานปฏิมากรรม ซึ่งการให้แสงที่ดีนั้นจะต้องแสดงรายละเอียดของชิ้นงานทั้ง รูปร่าง รูปทรง สี และพื้นผิวได้อย่างถูกต้องรวมไปถึงแสงสว่างนั้นจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อชิ้นงานด้วย ดังนั้นการออกแบบแสงสว่างในอาคารประเภทนี้จะต้องออกแบบอย่างเหมาะสมโดยสร้างความสมดุลระหว่าง ระดับความส่องสว่าง (Illuminance) สีของแสง (Colour Rendering) ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ (Contrast) ความเหมาะสมสำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป (Ambient Lighting) ความจ้าของแสงหรือแสงบาดตา (Glare) แสงเงา (Shade and Shadow) ชนิดวัตถุจัดแสดง (Type of Object) และความปลอดภัย (Safty) ส่วนในเรื่องของเทคนิคอื่นๆในการจัดวางชิ้นงานและการเสริมสร้างบรรยากาศนั้นเป็นส่วนช่วยส่งเสริมความน่าสนใจในการจัดแสดง โดยจะกล่าวถึงปัจจัยหลักที่ต้องพิจารณา ดังนี้

2.4.4.1 **ระดับความส่องสว่าง** (Illuminance)

การส่องสว่าง คือ ปริมาณแสงที่ตกกระทบวัตถุ สามารถวัดในหน่วยลักซ์ หรือฟุตแคนเดิลได้ (ค่าการส่องสว่าง 1 ฟุตแคนเดิล มีค่าเท่ากับ10 ลักซ์) แต่สิ่งที่ตาเห็น คือ ความจ้าที่เกิดจากการสะท้อนแสงจากวัตถุเข้าสู่ตา และวัดได้ในหน่วยฟุตแลมเบิร์ต ปริมาณแสงสว่างมากขึ้นความจ้าจะมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามความจ้ายังขึ้นกับการสะท้อนผิวของวัตถุอีกด้วย ทั้งนี้ระดับความส่องสว่าง และความจ้านั้นจะมีความเกี่ยวเนื่องกับแสงบาดตา (Glare) และความสบายตา (Visual Comfort)

ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลระดับความส่องสว่างนั้นประกอบด้วย ประเภทของชิ้นงาน ขนาดของห้องจัดแสดง ชนิดของหลอดไฟที่ใช้ วัสดุพื้นผิว และค่าการสะท้อนแสง ส่วนปัจจัยรองนั้นประกอบด้วย แสงเงา ความสวยงาม การสื่ออารมณ์ และความหมายของชิ้นงาน

การวัดระดับค่าความส่องสว่าง หรือความเข้มแสงทำได้หลายวิธีโดยแบบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ การวัดแสงธรรมชาติ และการวัดแสงไฟฟ้า มีรายละเอียด ดังนี้

- **การวัดแสงธรรมชาติ**

มีวิธีการวัดแสงที่ใช้โดยทั่วไป 2 วิธี ดังนี้

a. **การวัดแสงวิธีลูเมน** (Lumen Method) เป็นการวัดค่าความส่องสว่างที่ ณ จุดใดจุดหนึ่ง โดยไม่จำเป็นต้องทราบค่าความส่องสว่างทุกตำแหน่งภายในห้อง ส่วนมากนิยมวัด 3 จุด คือ จุดกึ่งกลางห้องในแนวตั้งฉากกับช่องเปิด กำหนดเป็น ระยะใกล้สุด ระยะกึ่งกลาง และระยะไกลสุด ซึ่งต้องกำหนดความห่างเฉลี่ยเท่ากัน และความสูงของจุดที่ทำการวัด

b . **วิธี** Daylight Factor Method เป็นการพิจารณาการส่องสว่างของแสงธรรมชาติโดยสนใจตัวแปรสภาพท้องฟ้า องค์ประกอบภายนอก และองค์ประกอบภายใน เป็นการวัดแสงโดยเป็นปริมาณเฉลี่ยทั่วไป (General Lighting Measurement) การคำนวณในการออกแบบแสงสว่างนั้นสิ่งที่ต้องทราบ คือ จำนวนดวงโคมที่ติงตั้ง ชนิดของโคมที่ติดตั้ง ชนิดของหลอดไฟที่ติดตั้ง และปริมาณค่าความส่องสว่างทั้งหมดคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

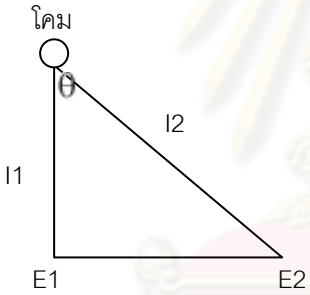
$$(Dh)\% = \frac{\text{ค่าความสว่างในแนวนอน x 100\%}}{\text{ค่าความส่องสว่างในแนวนอนไม่รวมแสงแดดตรง}}$$

$$(Dv)\% = \frac{\text{ค่าความสว่างในแนวนอน x 100\%}}{\text{ค่าความส่องสว่างในแนวตั้งไม่รวมแสงแดดตรง}}$$

- **การวัดแสงไฟฟ้า**

มีวิธีการวัดแสงที่ใช้โดยทั่วไป 3 วิธี ดังนี้

วิธี Point by Point Method เป็นการวัดแสงบนพื้นหน้างานทั้งแนวตั้งและแนวราบ เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า วิธีจุดต่อจุด คือการคำนวณความสว่างทีละจุดที่ต้องการ โดยออกแบบเฉพาะเจาะจงลงไปบริเวณจุดเล็กๆ บริเวณใดบริเวณหนึ่ง หรือจุดใดจุดหนึ่งบนชิ้นงาน การคำนวณแบบนี้จำเป็นที่จะต้องทราบกราฟการกระจายแสงของโคมซึ่งแสดงค่าความเข้มของแสง (I) ที่กระจายออกมาในทิศทางต่างๆของหลอด หรือดวงโคมนั้นๆ วิธีการคำนวณแบบจุดต่อจุด มีวิธีการคำนวณดังนี้



E1 =ความส่องสว่างในแนวตั้งฉากกับดวงโคม (lx. หรือ fc.)
E2 =ความส่องสว่างในแนวที่ไม่ตั้งฉากกับดวงโคม (lx. หรือ fc.)
I1 =ความเข้มแสงในแนวตั้งฉากกับดวงโคม (เมตร)
I2 =ความเข้มแสงในแนวที่ไม่ตั้งฉากกับดวงโคม (เมตร)
θ =มุมที่แสงกระทำกับจุดที่ต้องการหาค่าความส่องสว่าง

$$E1 = \frac{I1}{\text{ระยะจาก E1 ถึงโคม}^2}$$

$$E2 = \frac{I2\ (\cos\theta)^3}{\text{ระยะจาก E1 ถึงโคม}^2} \quad \text{หรือ} \quad E2 = \frac{I2\ (\cos\theta)}{\text{ระยะจาก E2 ถึงโคม}^2}$$

วิธี Zonal Cavity Method การวัดปริมาณแสงสว่างสำหรับแสงไฟฟ้า คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$TL = \frac{E \times A}{CU \times LLD \times LDD}$$

TL = ค่าฟลักซ์ส่องสว่างรวมของห้อง (lumen)
E = ค่าปริมาณความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES (lux)
A = พื้นที่ของห้องที่ออกแบบ กว้าง x ยาว (ตร.ม.)
CU = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์
LLD = ค่าความเสื่อมของหลอดไฟ (จากบริษัทผู้ผลิต)
LDD = ค่าความเสื่อมจากความสกปรกของดวงโคม

หลังจากได้ค่า TL แล้วสิ่งที่ต้องการทราบค่า คือ จำนวนดวงโคมที่ใช้ในการติดตั้งในห้อง (N) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$N = \frac{TL}{\text{จำนวนลูเมนต่อโคม}}$$

วิธี Room Index Method การวัดปริมาณแสงสว่างสำหรับแสงไฟฟ้า คำนวณจากสูตรดังนี้

$$TL = \frac{E \times A}{CU \times MF}$$

TL = ค่าฟลักซ์ส่องสว่างรวมของห้อง (lumen)

E = ค่าปริมาณความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES (lux)

A = พื้นที่ของห้องที่ออกแบบ กว้าง x ยาว (ตร.ม.)

CU = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์

MF = ค่าการบำรุงรักษา

หลังจากได้ค่า TL แล้วสิ่งที่ต้องการทราบค่า คือ จำนวนดวงโคมที่ใช้ในการติดตั้งในห้อง (N) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$N = \frac{TL}{\text{จำนวนลูเมนต่อโคม}}$$

ค่าระดับความส่องสว่างมาตรฐานมีความสำคัญต่อการใช้งานเป็นอย่างมาก ทำให้หน่วยงานต่างๆ ได้กำหนดระดับความส่องสว่างมาตรฐานขึ้นที่แตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ตารางแสดงการส่องสว่างสูงสุดที่สัมพันธ์กับความสูงของห้องจัดแสดง และชนิดของหลอดไฟ

ความสูงสูงสุด	ค่าความส่องสว่างสูงสุด(lux)	การใช้งาน	A ≤ 100 W	A > 100 W	PAR 38	PAR 56	R	QT ≤ 250 W	QT - DE	QT > 250 W	QT - LV	QR - CB _ LV	QR - LV	T	TC	TC - D	TC - L	HMW > 80 W	HIT - DE ≤ 70 W	HIT - DE > 70	HIT ≤ 70 W	HIT > 70 W	HE
3 m.	500	ห้องจัดแสดง			●						●			●	●	●	●		●		●		
		พิพิธภัณฑ์และหอศิลป์	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●			●						
3-5 m.	500	ห้องจัดแสดงพิพิธภัณฑ์และหอศิลป์		●	●	●	●	●	●	●				●		●	●						
	750	ห้องจัดแสดงและโถงจัดแสดง												●			●	●		●		●	●
5 m. up	500	ห้องจัดแสดงพิพิธภัณฑ์และหอศิลป์				●		●						●			●						
	750	ห้องจัดแสดงและโถงจัดแสดง							●					●			●	●		●		●	●

A	= general purpose lamps	T	= fluorescence lamps
PAR	= parabolic reflector lamps	TC	= compact fluorescence lamps
R	= reflector lamps	HME	= muecury vapour lamps
QT	= halogen filament lamps	HIT	= sodium vapour lamps
QR-LV	= low voltage reflector lamps	HIE	= halogen metal vapour lamps
QR-CB-LV	= low voltage reflector lamps,cold light		

อ้างอิง : Bousmaha Biache and Nicolus Walliman. **Ernst and Peter Nuefert Architects, Data**, 3rd ed.(U.K. : Blackwell Science), 2002, p. 143.

2.4.4.2 **สีของแสง** (Colour Rendering)

การใช้สีในการจัดแสดงแตกต่างจากการใช้สีในการใช้งานอื่น เนื่องจากสีจากแหล่งกำเนิดแสงควรจะเปลี่ยนมุมมองของวัตถุ ซึ่งส่งผลต่อมุมมองของวัตถุจัดแสดง ค่าCRI หรือColor Rendering Index คือ ดัชนีการให้สีของหลอดไฟ และอุณหภูมิความสัมพันธ์ของสี(CCT) มีผลต่อสีที่ปรากฏของวัตถุ โดยทั่วไปค่าCRIที่สูงขึ้นทำให้ต้นกำเนิดแสงรักษาสีจริงได้ดีขึ้นแม้ว่าจะไม่เกิดขึ้นในทุกกรณีก็ตาม ส่วนใหญ่จะใช้หลอดไฟที่มีค่า CRI 80 ขึ้นไป (ใช้ที่ 90-100) CCT ของแหล่งกำเนิดแสงจะบ่งบอกว่าการมองเห็นนั้นจะปรากฏเป็นภาพเย็น หรือภาพร้อน เช่น แสงกลางวันตอนเที่ยงจะเย็นตา และมี CCT ประมาณ 5000 K หลอดฟลูออเรสเซนต์ไตรฟอสเฟอร์ CCT ระหว่าง 2800 K – 6500 K หลอดทังเสตนฮาโลเจนมี CCT ประมาณ 3000 K และหลอดอินแคนเดสเซนต์ มีค่า CCT ประมาณ 2800 K เป็นต้น

ความถูกต้องของสีเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาในการออกแบบแสงสว่าง โดยใช้ค่าความถูกต้องของสี (CIE Colour Rendering Index [Ra]) เป็นตัวชี้วัดสำหรับหลอดไฟในหอศิลป์นั้นควรมีค่าสูงกว่า 80 หรือถ้าจะให้เหมาะสมที่สุดควรมีค่า Ra สูงกว่า 90 นอกจากนั้นคุณภาพความถูกต้องของสีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสเปกตรัมแสงจากแหล่งกำเนิดอีกด้วย

2.4.4.3 **ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ** (Contrast)

ความเปรียบต่างนี้เป็นความเปรียบต่างระหว่างความสว่าง และสีของชิ้นงานกับพื้นหลัง ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนี้จะส่งผลต่อการมองเห็น ดังนั้นค่าความเปรียบต่างควรเหมาะสมไม่เกินกว่าความสามารถในการปรับสายตาของมนุษย์ โดยที่มนุษย์สามารถปรับการทำงานตามระดับความส่องสว่างที่ 10^{-6} cd/m^2 - 10^{6} cd/m^2 ความสามารถในการทำงานของดวงตาในช่วงความแตกต่างของระดับความส่องสว่างนี้ เรียกว่า ระดับการปรับสายตา (Adaptation level) โดยปกติแล้วระยะเวลาในการปรับสายตาจากการมองในที่มืด และที่สว่าง โดยปกติค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และภาพที่ใช้ในการจัดแสดงงานศิลปะนั้นมีค่าประมาณ 1 : 2-3 แต่ไม่เกิน 1 : 15 ที่ไม่ทำให้เกิดภาวะไม่สบายตา

พื้นหลังของการจัดแสดงจึงมีความสำคัญต่อการจัดแสดง และการปรับสายตาของผู้ชม อย่างไรก็ตามความเหมาะสมของค่าความเปรียบต่างยังขึ้นอยู่กับการจัดแสดงชิ้นงานแต่ละประเภท และแนวคิดในการสื่อความหมายที่ต่างกันออกไป ดังแสดงตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 ตารางแสดงค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นหลัง

$E_{ave ชิ้นงาน} : E_{ave พื้นหลัง}$	
2 : 1	ทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ
5 : 1	เน้นให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพมากยิ่งขึ้น
15 : 1	สร้างบรรยากาศเพื่อแสดงความโดดเด่นระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพที่เด่นชัดมากขึ้น

อ้างอิง : Peter Tregenza and David Loe, **The Design of Lighting**,1st ed.(London :E&FN), 1998, p.88.

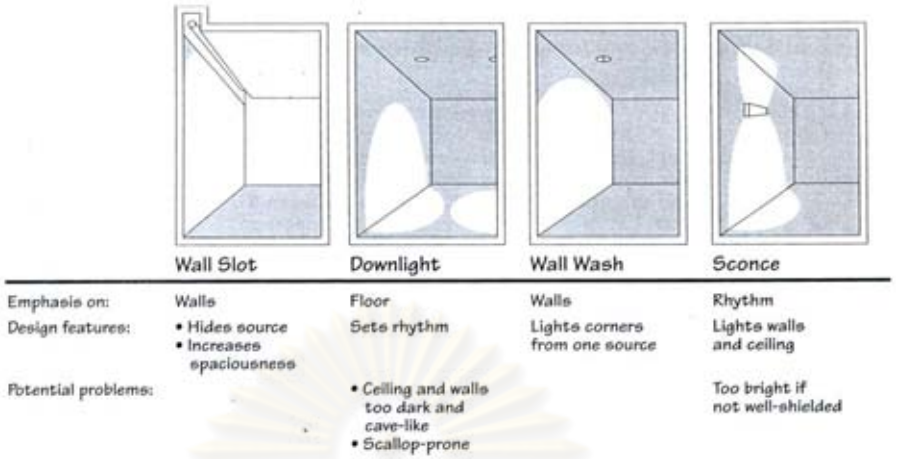
2.4.4.4 **แสงเงา** (Shade and Shadow)

การให้แสงเงาจะต้องคำนึงถึงจังหวะ และทิศทางในการให้แสง (Modeling Effect of Light) แสงที่ตกกระทบลงบนชิ้นงานตามความมากน้อย และวิธีการให้แสงที่แตกต่างกันออกไปตามประเภทชิ้นงาน และเทคนิคการใช้แสง การเน้นมุมมองในบริเวณที่เป็นจุดเด่นของชิ้นงาน ต้องคำนึงถึงขนาด รูปร่าง และความฟุ้งกระจายของลำแสง โดยอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับลำแสงของดวงโคมที่แม่นยำ ดังนั้นควรทำการทดลองติดตั้งดวงโคม (Mock-up) ก่อนติดตั้งจริง การให้แสงในการจัดแสดงต้องคำนึงถึงชิ้นงาน และการมองเห็น ดังนี้

- จัดให้มีความส่องสว่างตามมาตรฐานที่กำหนดสำหรับวัตถุจัดแสดงประเภทต่างๆ
- ควรจัดแสงโดยคำนึงถึงความสม่ำเสมอของแสง และบรรยากาศโดยรอบ
- ความสัมพันธ์ของระยะในการติดตั้งดวงโคม และการมอง เช่น ภาพขนาดสูงไม่เกิน 1.40 ม. จุดกลางภาพควรอยู่สูงจากพื้น 1.60 ม. ระดับสายตาของผู้ชมประมาณ 1.50 ม. และติดตั้งดวงโคมทำมุมกับส่วนล่างสุดของภาพไม่เกิน 20 องศา
- มีการป้องกันแสงสะท้อนไม่ให้เข้าสู่ตาผู้ชม ตลอดจนความสบายตาของผู้ชม
- ไม่ควรใช้กรอบภาพที่ทำให้เกิดเงาทอดบนชิ้นงาน (สำหรับงานจิตรกรรม) เป็นต้น

ในที่นี้จะกล่าวถึงการให้แสงไฟฟ้าในการส่องเน้น โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ การให้แสงไฟฟ้าสำหรับการจัดแสดงงานจิตรกรรม (บนผนัง หรือการจัดแสดงในทางตั้ง) และการให้แสงไฟฟ้าสำหรับการจัดแสดงงานประติมากรรม มีรายละเอียด ดังนี้

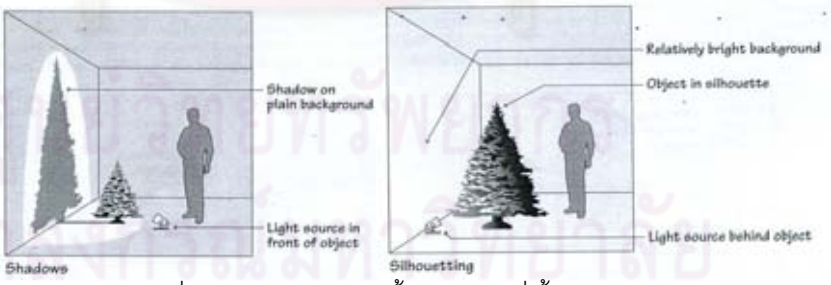
- **การให้แสงไฟฟ้าสำหรับการจัดแสดงงานจิตรกรรมบนผนัง หรือการจัดแสดงในทางตั้ง** (Wall side exhibition Lighting) ใช้วิธีการสร้างบรรยากาศโดยรอบให้ดูนุ่มนวล และสบายตา โดยให้แสงสม่ำเสมอ ค่าความส่องสว่างวัตถุ และพื้นภาพไม่ต่างกันมาก ค่าวามเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพส่วนใหญ่มีค่าประมาณ 3 :1 นอกจากนั้นยังมีวิธีการให้แสงอีกแบบ คือ การให้แสงเฉพาะที่ หรือการส่องเน้น วิธีนี้จะทำให้ภาพมีความโดดเด่นมากกว่าแบบแรก โดยให้ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพส่วนใหญ่มีค่าประมาณ 10 : 3 ด้วยเทคนิคการให้แสงแบบต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 แสดงตัวอย่างการให้แสงแบบต่างๆ

ที่มา : M. David Egan and Victor W. Olgyay. **Architectural Lighting**, 2th ed.New York: Mc Graw Hill, 2002.

- **การให้แสงไฟฟ้าสำหรับการจัดแสดงงานประติมากรรม** ให้แสงเพื่อให้เกิดมิติของวัตถุ แสดงพื้นผิว และรายละเอียดอื่นๆ ตลอดจนการสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจ ประกอบด้วยแสง 3 ส่วน คือ แสงหลัก (Key Light Light) เป็นแสงที่มีความสว่างมากกว่าบริเวณอื่นในการส่องเน้น แสงเสริม (Fill Light) เป็นแสงในอีกทิศทางที่ช่วยลบเงาจากแสงหลักไม่ให้คมชัดเกินไป และทำให้ค่าความเปรียบต่างอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม และ แสงจากด้านหลัง (Back Light) เป็นแสงที่ส่องมาจากด้านหลังวัตถุเพื่อเน้นขอบรูปร่างและรูปทรง นอกจากนั้นยังมีเทคนิคอื่นที่เพิ่มความน่าสนใจให้แก่ชิ้นงาน คือ แสงส่องขึ้น (Uplight) ที่ช่วยเน้นรายละเอียดของวัตถุ และสร้างอารมณ์ (Dramatic Effect) และแสงที่พื้นหลัง (Set or Background Light) ที่ช่วยสร้างมิติระหว่างชิ้นงานกับพื้นหลัง ดังแสดงในภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 แสดงแสงส่องขึ้น และแสงที่พื้นหลัง

ที่มา : M. David Egan and Victor W. Olgyay. **Architectural Lighting**, 2th ed.New York: Mc Graw Hill, 2002, p. 239.

2.4.4.5 ชนิดวัตถุจัดแสดง (Type of Object) และความปลอดภัย (Safety)

ชิ้นงานจะมีความเสื่อมสภาพที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดวัสดุ ระยะเวลา ความร้อน และปัจจัยอื่นๆ ที่มาจากแสงสว่าง โดยทั่วไปแล้ววัตถุประเภทอินทรีย์ (Organic) จะมีความเสื่อมได้ง่ายกว่าวัตถุประเภทอนินทรีย์ (Inorganic) ที่เกี่ยวเนื่องกับความไวแสง ดังจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อ 2.3.5.

2.4.5. **การอนุรักษ์วัตถุจัดแสดง** (Conservation)

การลดการเสื่อมสภาพของชิ้นงาน โดยการหลีกเลี่ยงความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่มาจากแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า ทั้งแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้ามีองค์ประกอบของรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรดซึ่งเป็นรังสีที่มองไม่เห็นนั้นเป็นอันตรายอย่างมาก ก่อให้เกิดความเสียหายแก่วัตถุจัดแสดงได้เนื่องจากเกิดการแผ่กระจายของความร้อน (Heat Radiation) และปฏิกิริยาเคมีของแสง (Photochemistry) โดยการแผ่ความร้อนของแสงจะทำให้อุณภูมิพื้นผิวสูงขึ้น และแผ่เข้าไปในเนื้อของวัตถุ ทำให้ความชื้นถูกขับออกจะผิวของวัตถุ เป็นผลทำให้ผิวแตกร้าว และสีวัตถุซีดจางลงไป ปฏิกิริยาเคมีแสงที่เกิดผลทำนองเดียวกัน แต่กระบวนการแตกต่างกัน และมักจะรุนแรงกว่าการเปลี่ยนแปลงผลทาง คือ เปลี่ยนโครงสร้างด้วยปฏิกิริยาเคมีแสง ทำให้เปราะแตกง่าย สูญเสียความแข็งแรงหรือไม่เหนียว และมีการเปลี่ยนสี

การควบคุมรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรด นิยมจะใช้ตัวกรองแสง เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์ (รวมทั้งทังสเตน และฮาโลเจน) จะส่งพลังงานจากรังสีอินฟาเรดออกมามากกว่าแสงทั่วไป ส่วนแหล่งกำเนิดแสงจากพวกหลอดฟลูออเรสเซนส์ หลอดเมอร์คิวรี่ หลอดเมทอลฮาไลด์ และหลอดเดย์ไลท์ จะมีปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตสูง ดังแสดงในตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 ตารางแสดงค่ารังสีอัลตร้าไวโอเลตในหลอดไฟประเภทต่างๆ

แหล่งกำเนิดแสง		UV(uw/lm)	UV(%)
หลอดอินแคนเดสเซนส์	Incandescent , PAR38	75 , 67	1.4 , 1.7
	MR16 ; tungsten-halogen, dicroic, aluminized	36-95	0.9-1.9
หลอดฟลูออเรสเซนส์	Range lowest-hight	80-280	2.0-8.3
	Typical F40RE730 , F40RE830	130-140	3.4 , 4.6
แสงธรรมชาติ	Overcast sky (6500K) outdoors	540	12.0
	Overcast sky throught glass	410	9.5
	Skylight+Sunlight (5500K) outdoors	350	8.3
	Skylight+Sunlight throught glass	275	6.7
หลอด LED		240-400	-

อ้างอิง : IESNA .**The IESNA Lighting Handbook Reference & Application** ,(U.S.A.: Publication Department IESNA ,2000c)

วิธีการลดความเสียหาย และความเสื่อมสภาพที่ได้รับผลกระทบจากแสง แบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

2.4.5.1 **การลดปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลต**

- ใช้วัสดุช่องเปิดชนิดที่ดูดซับรังสีอัลตร้าไวโอเลต
- ติดฟิล์มที่หน้าต่าง หรือหลังค่าชนิดที่ดูดซับรังสีอัลตร้าไวโอเลต
- ใช้ฟิล์มกรองแสง หรือฟิลเตอร์ที่หน้าดวงโคม
- เลือกใช้หลอดไฟที่ปล่อยรังสีอัลตร้าไวโอเลตต่ำ

- เลือกใช้สีขาวที่มีส่วนผสมของไททาเนียมไดออกไซด์ เนื่องจากมีปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตเพียง 20 % (ข้อแนะนำของ CIBSE ดังตารางที่ 2.2 ในข้อ 2.3.5.2)
- แหล่งกำเนิดแสงแต่ละประเภทให้ปริมาณรังสีแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.13 - 2.14

ตารางที่ 2.13 ตารางแสดงปริมาณรังสีอินฟาเรดกับแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ

ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง	ปริมาณรังสีอินฟาเรด (Lu/Radianwatts)
แสงอาทิตย์	220
แสงธรรมชาติที่ส่องผ่านกระจก	130
หลอดฟลูออเรสเซนส์ ชนิด High efficiency	130
หลอดฟลูออเรสเซนส์ ชนิด Low efficiency	85
หลอดทังสเตน กับ Diachroic Reflector	40
หลอดทังสเตน ฮาโลเจน	20-25
หลอดเมทัลฮาไลด์	มากกว่า 130
หลอดทังสเตนชนิดธรรมดา	16

ที่มา : Thomson ,1978.

ตารางที่ 2.14 ตารางแสดงปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตกับแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ

ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง	ปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต (MiWatt/Lu)
ท้องฟ้าที่ 1500 K.	1600
หลอดฟลูออเรสเซนส์ ชนิด Day Light (6500 K.)	220
หลอดฟลูออเรสเซนส์ ชนิด Cool White (4000 K.)	60-120
หลอดฟลูออเรสเซนส์ ชนิด Warm White (3000 K.)	70
หลอดเมทัลฮาไลด์	มากกว่า 75
หลอดทังสเตนชนิด Lodine Through Glass	มากกว่า 130
หลอดทังสเตนชนิดธรรมดา	60-80

ที่มา : Thomson ,1978.

2.4.5.2 การลดปริมาณความส่องสว่างที่ชิ้นงาน

ค่าความส่องสว่างเพื่อความปลอดภัยเป็นปัจจัยที่ควรคำนึงถึง เนื่องจากแสงสว่างที่ส่องชิ้นงานจะมีความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตอันเป็นอันตรายต่อชิ้นงานจึงควรควบคุมให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมตามข้อแนะนำของ CIBSE

2.4.5.3 การลดระยะเวลาสะสมในการให้แสงแก่ชิ้นงาน

ระยะเวลาสะสมสูงสุดในการให้แสงแก่ชิ้นงานเพื่อความปลอดภัยตามข้อแนะนำของ CIBSE

นอกจากนั้นยังมีปัจจัยที่มีผลต่อสภาพชิ้นงาน ได้แก่ สภาพแวดล้อมโดยรอบทั้งในห้องจัดแสดง และห้องเก็บรักษาชิ้นงาน วิธีการดูแลรักษา และธรรมชาติของวัสดุที่ใช้ในส่วนประกอบของชิ้นงาน โดยแบ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการอนุรักษ์ที่ต้องควบคุม เช่น แสงที่ต้องคำนึงถึงชนิดของแสง ความเข้มของแสง และรังสีอัลตร้าไวโอเลต อุณหภูมิ และสภาพอากาศแปรปรวน ส่งผลต่อการหดขยายของชิ้นงาน ความชื้นสัมพัทธ์ความชื้นที่มาก หรือน้อยเกินไป มลพิษ และการปนเปื้อน การถลอก และปฏิกิริยาเคมี การแทรกแซงของมนุษย์ การโจรกรรม การทำลายศิลปวัฒนธรรม และการซ่อมแซม ความเสียหายทางกายภาพ การขุดขีด การกระแทก และการแตกหักฉีกขาด ภัยจากสิ่งมีชีวิต สัตว์รบกวนจำพวกแมลง เชื้อรา และนก รวมทั้งมหันตภัยต่างๆ

อย่างไรก็ตามควรมีการทำรายงานสภาพชิ้นงานโดยระบุรายละเอียดในการสร้างสรรค์งาน และตรวจสภาพของชิ้นงานอย่างสม่ำเสมอ

2.4.6. **การให้แสงเพื่อการจัดแสดงพิเศษ** (Lighting for Effect)

การจัดแสดงพิเศษที่ต้องการเสริมบรรยากาศเพื่อให้ผู้ชมคล้อยตาม และสร้างความน่าสนใจในบางกรณี และการให้แสงสำหรับการจัดแสดงชั่วคราวที่มีรูปแบบการจัดแสดงที่หลากหลายทั้งประเภทชิ้นงาน ขนาดชิ้นงาน วัสดุชิ้นงาน และแนวคิดพิเศษอื่นๆ เป็นต้น โดยการใช้เทคนิคในการให้แสงสว่างต่างๆ และเทคโนโลยีของหลอดไฟ

2.4.7. **การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ** (Energy Efficiency)

การออกแบบให้แสงสว่างภายในอาคารเกิดประสิทธิภาพนั้นจะครอบคลุมในเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพด้วย โดยเริ่มต้นที่วัตถุประสงค์ในการใช้งานในแต่ละช่วงเวลา ทั้งกลางวัน หรือกลางคืน ชิ้นงานเป็นงานจิตรกรรม หรืองานปฏิมากรรม เป็นต้น การเลือกใช้ดวงโคม และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ รวมทั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า

การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพนั้น คือ การออกแบบที่ให้มีการใช้พลงงานน้อยที่สุดเพื่อให้ได้แสงสว่างตามความต้องการทั้งในการมองเป็นผลงาน และการดึงดูดความสนใจ โดยที่การใช้แสงไฟฟ้าในการจัดแสดงนั้นอาจมีการใช้เสริมกับแสงธรรมชาติตามความจำเป็นในกรณีที่คุณภาพของแสงธรรมชาติไม่เหมาะสมต่อการจัดแสดง ด้วยเหตุนี้จึงมีการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติในการใช้แสงไฟฟ้าร่วมกับแสงธรรมชาติเพื่อความเหมาะสมของแสงสว่างในการจัดแสดง

การเลือกใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูง และให้คุณภาพแสงตามที่ต้องการจัดเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ การเลือกใช้ดวงโคมที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งหมายถึง การใช้ดวงโคมที่มีอัตราการให้ปริมาณแสงสว่างสูงนั้นมีส่วนช่วยให้ในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการส่องสว่างจะขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดไฟ และการกระจายแสงของแต่ละดวงโคม ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์บังหน้าโคม (Filter) เลนส์(Lens) รางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Track Light) เกล็ด (Roof) หมวกครอบเลนส์ ฝาปิด-เปิดสำหรับบังคับทิศทางของแสง และชัตเตอร์ (Shutter) เป็นต้น

2.4.8. **การดูแลรักษา** (Maintenance)

การรักษาดวงโคมให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยการทำความสะอาดดวงโคม และหน้าต่างช่องแสงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยเพิ่มระดับความส่องสว่าง ควรการเตรียมการเพื่อความสะดวกในการดูแล และทำความสะอาดดวงโคม ควรเปลี่ยนหลอดไฟเมื่อครบตามอายุการใช้งาน ตลอดจนควรทำความสะอาดห้องจัดแสดงอย่างสม่ำเสมอเพื่อคงประสิทธิภาพการสะท้อนของพื้นผิวของพื้น ผนัง และฝ้าเพดาน

2.4.9. **ค่าใช้จ่าย** (Costs)

ค่าใช้จ่ายที่ต้องลงทุนนั้นขึ้นอยู่กับความซับซ้อน และคุณภาพของอุปกรณ์เป็นหลัก โดยการลงทุนประกอบด้วย ค่าวัสดุ ค่าก่อสร้าง ค่าดวงโคม อุปกรณ์ประกอบดวงโคม การติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และค่าดำเนินการต่างๆได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าดูแลรักษา ค่าเปลี่ยนหลอดไฟ และค่าทำความสะอาด เป็นต้น การลงทุนด้านไฟฟ้าแสงสว่างนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายของโครงการที่ส่งเสริมให้การใช้สอยอาคารนั้นมีประสิทธิภาพ

รายละเอียดในการใช้งานของดวงโคม การติดตั้งดวงโคม การดำเนินการ และการดูแลรักษานั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของดวงโคมแต่ละประเภท ซึ่งเป็นข้อมูลละเอียดที่มีความสำคัญโดยอาจอ้างอิงจากข้อมูลของผู้ผลิตอุปกรณ์ และการประเมินอาคารที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการควบคุมค่าใช้จ่ายในการลงทุนจึงเป็นเรื่องยากที่จะหาคำตอบในแนวทางเดียว การพิจารณาตัวแปรต่างๆ และปรับให้สมดุลกันจึงเป็นแนวทางที่ดีในการเลือระบบแสงสว่างให้เหมาะสม และคุ้มค่าในการลงทุนต่อการใช้งาน

2.5 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องอันเป็นประโยชน์ในงานวิจัยในเรื่อง ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างในหอศิลป์นั้นพบว่ามีการศึกษาในหลายรูปแบบ โดยมีจุดประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป และใกล้เคียงกัน ได้แก่ การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี โดย ผศ.พรรณชลัท สุริโยธิน และ นาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน, เทคนิคการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารแสดงภาพเขี้ยนในเขตร้อนชื้น โดย น.ส.กุลศรี สุริยเดชสกุล, เทคนิคการให้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านบน โดย น.ส.ปัทมาพร ศิริผลวุฒิชัย การอนุรักษ์งานจิตรกรรมบนผืนผ้าใบ โดย The Center for Cultural Materials Conservation, The University of MelBourne และ การประยุกต์ใช้แสงประดิษฐ์ในอาคารประวัติศาสตร์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์แห่งชาติ พระณคร โดย นาย วณัฐ ตันประเสริฐ มีรายะเอียดดังนี้

2.4.1 **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** โดย ผศ.พรรณชลัท สุริโยธิน และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน (2547)

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในอาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ให้เป็นหอศิลป์จามจุรี เพื่อจัดแสดงงานศิลปะ ซึ่งเดิมไม่ได้ออกแบบมาสำหรับการแสดงงานศิลปะโดยเฉพาะทำให้ทั้งแสงสว่างธรรมชาติ และแสงไฟฟ้าไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรสำหรับการจัดแสดงชิ้นงาน ก่อให้เกิดความไม่สบายตาแก่ผู้ชม ไม่สวยงาม ไม่ดึงดูดความสนใจ ตลอดจนแสงธรรมชาติที่เข้ามามากเกินไปทำลายชิ้นงาน และลดคุณค่าของชิ้นงานลงอีกด้วย

การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในหอศิลป์นั้นได้เสนอแนวทางในการออกแบบที่มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาประกอบด้วย ประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการออกแบบ การให้แสงสว่างภายในหอศิลป์ การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรม การให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดง การอนุรักษ์วัตถุจัดแสดง การให้แสงเพื่อการจัดแสดงพิเศษ การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ การดูแลรักษา และค่าใช้จ่าย ส่วนตัวแปรที่เกี่ยว ข้องกับประสิทธิภาพของแสงสว่างนั้นจะให้ความสำคัญกับค่าปริมาณการส่องสว่างในช่วงเวลากลางวัน และเวลากลางคืน ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ แหล่งกำเนิดแสง และวิธีการให้แสงที่สอดคล้องกับองค์ประกอบสถาปัตยกรรม

ในการวิจัยนั้นทำการศึกษาเฉพาะห้องนิทรรศการชั้น 1 ห้องเดียว โดยทำการสำรวจสภาพจริงของห้องจัดแสดง นำข้อมูลนั้นมาทำการจำลองด้วยโปรแกรม Light scape แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และเสนอเทคนิคปรับปรุงตามความเหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดความสบายตาแก่ผู้ชม สวยงาม ไม่ทำลายชิ้นงาน และแสดงคุณค่าของชิ้นงานให้โดดเด่น การอ้างอิงกับเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดที่นำมาเป็นหลักในการพิจารณาในงานวิจัยนี้ ส่วนใหญ่อ้างอิงจากมาตรฐานของ Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) และ Illuminating Engineering Society (IES)

2.4.2 เทคนิคการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารแสดงภาพเขียนในเขตร้อนชื้น

โดย น.ส.กุลศรี สุริยเดชสกุล (2542)

การในพลังงานจากแสงประดิษฐ์ในอาคารนั้นถือว่าเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยเฉพาะในอาคารขนาดใหญ่จึงหาทางลดปริมาณพลังงานดังกล่าว โดยการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ทดแทนในอาคาร เนื่องจากแสงธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการส่องสว่างสูง และไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตามการใช้แสงธรรมชาติก็มีข้อจำกัดในการใช้งานในเรื่องปริมาณความเข้มของแสงแต่ละช่วงเวลาในแต่ละวันไม่คงที่ ปริมาณความร้อน และปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เข้ามาอีกด้วย

เทคนิคในการให้แสงธรรมชาติที่เหมาะสมที่คำนึงถึงการมองเห็น การให้ความถูกต้องของสี ความสวยงามดึงดูดความสนใจ การป้องกันรังสีอัลตร้าไวโอเลต รังสีอินฟาเรด และความร้อนที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงาน โดยการศึกษาจะเน้นที่ลักษณะขนาด และตำแหน่งของช่องเปิด การนำคุณสมบัติการกระจายแสงทางอ้อม ระยะ และทิศทางแสงที่ตกกระทบ วัสดุพื้นผิว และรูปทรงภายในอาคารมากำหนดแนวทางของรูปแบบที่เหมาะสมในการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งยังคำนึงถึงคุณภาพของแสง และปริมาณความร้อนอีกด้วย

2.4.3 เทคนิคการให้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านบน

โดย น.ส.ปัทมาพร ศิริผลวุฒิชัย (2542)

การออกแบบโดยการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารเพื่อลดปริมาณการใช้แสงไฟฟ้านั้นต้องพิจารณาองค์ประกอบหลายประการ เช่น สถานที่ตั้งอาคาร ทิศทางการวางตัวอาคาร รูปทรงสถาปัตยกรรม ขนาดและรูปทรงของช่องเปิด วัสดุพื้นผิว อุปกรณ์บังแดด ช่วงเวลาในการใช้งาน งบประมาณ และการควบคุมความร้อนที่

เกิดขึ้น เป็นต้น ประกอบกับคุณสมบัติของท้องฟ้าประเทศไทยที่เป็นเขตร้อนชื้นนั้นปริมาณสูงธรรมชาติสูงตลอดปี แต่มีปริมาณความร้อนสูงเข้ามาสูงด้วย

เกณฑ์ในการกำหนดแนวทางในการควบคุมแสงสว่างธรรมชาตินั้นจะพิจารณาในเรื่องระดับค่าความส่องสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งาน ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง ระดับค่าความส่องสว่างต่ำสุด – สูงสุดภายในอาคารโดยที่ระดับค่าความส่องสว่างสูงสุดไม่เกิน 3 เท่าของค่าต่ำสุด และการประเมินผลของโมโนกราฟที่ทดสอบกับหุ่นจำลอง เพื่อประเมินความแม่นยำในการใช้เทคนิคในการออกแบบในรูปแบบของโมโนกราฟ

เทคนิคในการให้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านบนสำหรับสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้นนั้น ช่องแสงทางด้านบนส่วนใหญ่จะอยู่ที่จุดบนสุดของอาคารไม่ว่าจะเป็นบริเวณชั้นดาดฟ้า หรือหลังคาอาคาร จะต้องคำนึงถึงการควบคุมการแผ่รังสี และแสงสว่างที่ส่องมาโดยตรงของดวงอาทิตย์ การควบคุมปริมาณแสงสว่าง การควบคุมปริมาณความร้อนโดยให้เข้ามาน้อยที่สุด ทิศทางการจายแสงธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการ ตลอดจนการประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติที่ทำให้เกิดความสวยงามดึงดูดความสนใจ ความสบายตา และความรู้สึกต่างๆที่มีต่อแสงที่เข้ามาในอาคาร

2.4.4 การอนุรักษ์งานจิตรกรรมบนผืนผ้าใบ

โดย The Center for Cultural Materials Conservation, The University of MelBourne ร่วมกับ สถานทูตออสเตรเลียประจำประเทศไทย พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ หอศิลป์ กรุงเทพฯ และ กรมศิลปากร (2547)

การศึกษาเพื่ออนุรักษ์ และป้องกันงานจิตรกรรมบนผืนผ้าใบ อันเนื่องมาจากแสงสว่าง รังสีอัลตร้าไวโอเลต อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฝุ่น และมลพิษ ตลอดจนแนวทางในการเก็บรักษาชิ้นงานซึ่งเกี่ยวเนื่องกับ ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพชิ้นงาน ได้แก่ สภาพแวดล้อมโดยรอบทั้งในห้องจัดแสดง การเก็บรักษาชิ้นงาน และวิธีการดูแลรักษา

ปัญหาทั่วไปที่พบในตัวชิ้นงานมักเป็นความเสียหายในทางกายภาพ และเคมี เช่น การขูดขีด การกระแทก การแตกหักฉีกขาด ความเสียหายของไม้ และผ้าจากแมลง วัสดุระนาบรองชิ้นงานเกิดการเปลี่ยนแปลงจากความชื้น การแตกร้าวของสารเคลือบจากความชื้น ชั้นเคลือบอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน หรืออุณหภูมิสูงขึ้น การทำลายของเชื้อราที่เกี่ยวเนื่องกับความชื้น อุณหภูมิที่อบอุ่น และสภาพความเป็นกรด และการเปลี่ยนสี หรือการซีดจางของสี และความเสียหายของสารเคลือบผิวเมื่อกระทบรังสีอัลตร้าไวโอเลต เป็นต้น โดยมีตัวแปรที่สำคัญต่อการอนุรักษ์ 8 อย่างที่ต้องควบคุม ได้แก่

- แสง ชนิดของแสง ความเข้มของแสง และระยะเวลาสะสมที่แสงตกกระทบ รวมถึงรังสีอัลต้าไวโอเลต
- อุณหภูมิ ความร้อน ความเย็น และสภาพอากาศแปรปรวน ส่งผลต่อการหดขยาย และบิดงอของชิ้นงาน
- ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นที่มาก หรือน้อยเกินไป และความแปรปรวน
- มลพิษ และการปนเปื้อน การถลอก และปฏิกิริยาเคมี
- การแทรกแซงของมนุษย์ การโจรกรรม การทำลายศิลปวัฒนธรรม และการซ่อมแซม บูรณะปฏิสังขรณ์
- ความเสียหายทางกายภาพ การขูดขีด การกระแทก การสั่นสเทือน และการแตกหักฉีกขาด
- ภัยจากสิ่งมีชีวิต สัตว์รบกวนจำพวกแมลง เชื้อรา และนก มีการควบคุมด้วยโปรแกรมระบบ IPM
- มหันตภัยต่างๆ เช่น ไฟไหม้ น้ำท่วม เป็นต้น

ส่วนแนวทางในการเก็บรักษาชิ้นงานทำได้หลายวิธี เช่น การใช้วัสดุต่างๆในการเคลือบผิวชิ้นงาน การใส่กรอบชิ้นงาน วัสดุที่ใช้ในการทำอุปกรณ์จัดแสดง การเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่ดี อุณหภูมิ และระดับแสงที่เหมาะสม และที่สำคัญที่สุด คือ การระบายอากาศ เป็นต้น ทั้งนี้ควรมีการทำรายงานสภพชิ้นงานโดยระบุรายละเอียดในการสร้างสรรค์งาน และสภาพของชิ้นงาน โดยตรวจสภาพชิ้นงานจากการส่องไฟเอียงเพื่อตรวจดูคุณลักษณะผิวหน้าชิ้นงาน การส่องไฟทะลุในการตรวจสอบรอยแยกและแมลง และการใช้แสงสว่างมากๆเพื่อดูการสะท้อนที่ผิวชิ้นงาน

2.4.5 **เทคนิคการประยุกต์ใช้แสงประดิษฐ์ในอาคารประวัติศาสตร์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์แห่งชาติพระนคร**

โดย นาย วณัฐ ตันประเสริฐ (2548)

การอนุรักษ์อาคารพิพิธภัณฑ์เก่าอันเป็นที่เก็บแสดงชิ้นงานโบราณวัตถุอันทรงคุณค่าที่มีความสำคัญต่อบ้านเมืองนั้น ระบบแสงสว่างจึงมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากที่แสดงความสวยงาม ความประทับใจ การสื่อเนื้อหา การไม่ทำลายชิ้นงาน และการมีส่วนในการกำหนด “ภาพ และความรู้สึก” ในการเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆภายในพื้นที่จัดแสดงเข้าไว้ด้วยกัน

การจัดการระบบแสงสว่างในอาคารเก่าให้มีการใช้งานได้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆโดยเฉพาะสภาพเดิมที่เป็นข้อจำกัดในการให้แสงสว่างทั้งรูปทรงสถาปัตยกรรม และช่องเปิด ที่ไม่ได้รับการออกแบบเพื่อใช้จัดแสดงงานตั้งแต่แรก เนื่องจากอาคารเดิมเป็นพระราชวังบวรสถานมงคล หรือ วังหน้า ซึ่งจัดเป็นโบราณสถานสำคัญ ผิวของอาคารจึงต้องระวังในเรื่องความร้อนเป็นอย่างมาก ประกอบกับการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคการให้แสงสว่างโดยแสงไฟฟ้าจึงต้องแสดงสภาพบรรยากาศโดยรวมของการติดตั้งที่กลมกลืน ไม่แปลกแยก เป็นอันหนึ่งอันเดียวกับอาคาร และการใช้งาน

ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการใช้เทคนิคการให้แสงสว่างโดยแสงไฟฟ้า เช่น ชิ้นงานโบราณวัตถุ เนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ ประวัติความเป็นมา ขนาดของห้องจัดแสดง รูปทรงของห้องจัดแสดงคุณสมบัติวัสดุพื้นผิวห้องจัดแสดง ระบบสัญจร การเชื่อมต่อ ข้อมูลแสงธรรมชาติ และข้อมูลแสงประดิษฐ์ที่มีอยู่เดิม เป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงศักยภาพในการปรับเปลี่ยนลักษณะพื้นที่ภายใน เพื่อกำหนดรูปแบบ และวิธีให้แสงสว่างที่เหมาะสมในห้องแสดงต่างๆที่มีบรรยากาศ และชิ้นงานที่แตกต่างกันออกไป คือ ความเหมาะสมของแสงสว่างสำหรับพื้นที่ ความเหมาะสมของแสงสว่างสำหรับวัตถุจัดแสดง ความสวยงามและความดึงดูดความสนใจในการสื่อเนื้อหาด้วยแสงสว่าง การคงคุณค่าของชิ้นงาน ความยืดหยุ่นในการใช้งานสำหรับนิทรรศการหมุนเวียน และการดูแลรักษา

จะเห็นว่ามีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการให้แสงสว่างในหอศิลป์ที่มีการศึกษาในหลายรูปแบบทั้งการใช้แสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า ประสิทธิภาพของแสงสว่างในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ ในจุดประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป แต่ยังไม่มีงานวิจัยชิ้นใดที่มีการกล่าวถึงประสิทธิภาพของแสงสว่างในหอศิลป์ในเชิงคุณภาพ และปริมาณควบคู่กัน ตลอดจนการอ้างอิงกับเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดที่นำมาเป็นหลักในการพิจารณาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ IESNA CIBSE ASHRAE และพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ในกรณีที่ไม่ใช่การปรับปรุงอาคารเดิมเพื่อปรับเปลี่ยนการใช้งานของอาคาร

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงจำลองสถานการณ์ (Simulation Research) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่างทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพ รวมถึงเสนอแนะแนวทางการออกแบบที่เหมาะสม โดยได้แบ่งขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ได้แก่ ส่วนที่ 1 การทบทวนเกณฑ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์ และ ส่วนที่ 2 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้ง และประเมินสิทธิภาพการให้แสงสว่าง โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ส่วนที่ 1 การทบทวนเกณฑ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์ ประกอบด้วย การทบทวนเกณฑ์ มาตรฐาน ข้อกำหนด และแนวทางในการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับการการจัดแสดงชิ้นงานจากหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ได้แก่ Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) และพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยจะวิเคราะห์เปรียบเทียบในเรื่องประสิทธิภาพของแสงว่างในเชิงปริมาณ และคุณภาพ โดยมีค่าต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือ ค่าความส่องสว่าง (Illuminance) ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ (Contrast) ค่าสีของแสงที่เหมาะสม (Colour rendering) ค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่างภายในห้อง (Uniformity) ค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง (Energy consumption) และค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิว (Reflectance) เป็นต้น

ส่วนที่ 2 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้ง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Silmulation) คือ DIALux 4.8 และประเมินสิทธิภาพการให้แสงสว่างโดยอ้างอิงข้อมูลจากเกณฑ์ และมาตรฐานในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล คือ Illumination Engineering Society of North America (IESNA) Chartered Institute for the Building Services Engineerings (CIBSE), Illuminating Engineering Society (IES) และแนวทางในการออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงอื่นๆที่เหมาะสม เช่น เทคนิคการให้แสงสว่าง การลดความร้อนจากแสงธรรมชาติ และการเลือกใช้กระจกที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น พร้อมเสนอแนะแนวทางในการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมเฉพาะส่วนห้องจัดแสดงที่พบข้อบกพร่อง ซึ่งในส่วนนี้สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่

1) เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา
2) กำหนดสมมติฐานในแต่ละห้องจัดแสดงที่ทำการศึกษาวิจัย
3) จำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้ง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.8
4) สรุปวิเคราะห์ผลการทดลอง และเสนอแนวทางในการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมเฉพาะส่วนห้องจัดแสดงที่พบข้อบกพร่อง

3.1 การทบทวนเกณฑ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์

การทบทวนเกณฑ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์จะอยู่ในขั้นตอนการทบทวนวรรณกรรมซึ่งกล่าวไว้ในบทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในส่วนที่ 3 การศึกษาเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติ โดยเน้นเฉพาะการออกแบบแสงสว่างสำหรับการจัดแสดงชิ้นงานในหอศิลป์ (Display lighting)

3.2 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้ง และประเมินสิทธิภาพการให้แสงสว่าง

การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้งโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.8 เริ่มจากการเก็บข้อมูลอาคาร และกำหนดสมมติฐานในแต่ละส่วนห้องจัดแสดง เพื่อให้ได้ผลการทดลองภายใต้ขอบเขตของปัญหาที่ชัดเจน ประเมินสิทธิภาพการให้แสงสว่างโดยอ้างอิงข้อมูลจากเกณฑ์ และมาตรฐานในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล และเสนอแนะแนวทางการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมต่อไปในส่วนห้องจัดแสดงที่มีข้อบกพร่อง ซึ่งในส่วนนี้สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 3 ระยะ คือ เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา กำหนดสมมติฐานในแต่ละห้องจัดแสดงที่ทำการวิจัย และจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงตามแบบติดตั้ง มีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา

ในการศึกษาใช้วิธีการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.8 เพื่อจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้งผู้วิจัยต้องทำการเก็บข้อมูลที่จำเป็น โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนสำคัญ ดังนี้

3.2.1.1 แสงธรรมชาติ และสภาพท้องฟ้า

- ทิศทาง และมุมตกกระทบ
- สภาพท้องฟ้า 2 ลักษณะ คือ สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky) และสภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)
- ช่วงเวลาในการจัดแสดง คือ 10.00-18.00 น. เป็นระยะเวลารวม 8 ชม.

3.2.1.2 แสงไฟฟ้า

- ชนิดของดวงโคม ตำแหน่ง และจำนวนการติดตั้ง
- ลักษณะวิธีการในการติดตั้ง (เทคนิคการให้แสงสว่าง)
- พลังงานที่เกี่ยวข้องกับแสงไฟฟ้า
- ช่วงเวลาในการจัดแสดง คือ10.00-18.00 น. เป็นระยะเวลารวม 8 ชม.

3.2.1.3 องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม

- ขนาดของห้องจัดแสดง
- วัสดุพื้นผิวในห้องจัดแสดง
- ช่องเปิดของอาคาร
- ลักษณะของฝ้าเพดาน

3.2.1.4 ข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงาน

- ประเภท วัสดุของชิ้นงาน และขนาดของชิ้นงาน
- ระยะในการมองชิ้นงาน
- รูปแบบ และแนวคิดในการจัดแสดงชิ้นงาน

รายละเอียดสำคัญของอาคารกรณีศึกษา และข้อมูลอื่นๆในห้องจัดแสดงที่เลือกมาทำการศึกษาวิจัยทั้ง 4 ส่วน คือ โถง อ.ศิลป์ พีระศรี ห้องจัดแสดงชั้น 3 ห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี และห้องวิคตอเรียน โดยมีรายละเอียดของแบบห้องจัดแสดง วัสดุพื้นผิว รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม ชิ้นงานจัดแสดง และแนวความคิดในการออกแบบ ดังนี้

- รายละเอียดของอาคารกรณีศึกษา

อาคารกรณีศึกษาที่เลือกมาทำการศึกษาวิจัยนี้เป็นหอศิลป์ที่มีศักยภาพในการที่จัดแสดงชิ้นงานจำนวนมากตั้งแต่เริ่มใช้อาคาร เช่น หอศิลปวัฒนธรรมกรุงเทพมหานคร พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย หอศิลป์แห่งมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ หอศิลป์แห่งมหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นต้น นอกจากนั้นการเลือกอาคารกรณีศึกษานี้ยังพิจารณาเรื่องความน่าสนใจ และความหลากหลายในการใช้แสงสว่างร่วมด้วย ทำให้อาคารกรณีศึกษาที่เลือกมาทำการศึกษาวิจัยนี้ คือ พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลอาคารกรณีศึกษา

ชื่ออาคาร : พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย (Thai Contemporary Art Museum)

เจ้าของอาคาร : ครอบครัวเบญจรงคกุล (UCOM)

สถานที่ตั้ง : ติดกับตึกเบญจจินดา ถ.วิภาวดี – รังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กทม. 10900

ความสำคัญ : พิพิธภัณฑ์แห่งนี้มีศักยภาพเป็นหอศิลป์ชั้นนำในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากได้เก็บรวบรวมชิ้นงานศิลปะที่มีคุณค่ามากมายซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานศิลปะไทยร่วมสมัยอันแสดงออกถึงแนวความคิด สังคม และศิลปะวัฒนธรรมของชาติบ้านเมือง เรียกได้ว่าพิพิธภัณฑ์แห่งนี้เป็นแหล่งรวมความรู้ทางศิลปะที่สามารถเรียนรู้ได้จากของจริง

ชิ้นงานจัดแสดง : ชิ้นงานจัดแสดงเป็นงานศิลปะสะสมที่มีความหลากหลาย มีทั้งงานจิตรกรรม และงานปฏิมากรรมที่เป็นงานศิลปะร่วมสมัย เช่น ชิ้นงานแบบประเพณีไทย ที่เป็นทั้งงานวิจิตรศิลป์ งานฝีมือ งานพื้นบ้าน เรือพระราชพิธีจำลองทั้งกระบวน หัวโขน ตุ๊กตางานจำหลักไม้ จิตรกรรมประเพณี ทั้งลงรักปิดทองล่องชาด และงานร่วมสมัยของศิลปินไทยเกือบทุกท่านในปัจจุบัน

รูปแบบการจัดแสดง : การจัดแสดงชิ้นงานมีทั้งการจัดแสดงแบบถาวร แบบกึ่งถาวร และแบบชั่วคราว การให้แสงสว่างในการจัดแสดงมีทั้งการใช้แสงธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ด้วย รูปแบบ และเทคนิคที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละห้องจัดแสดง

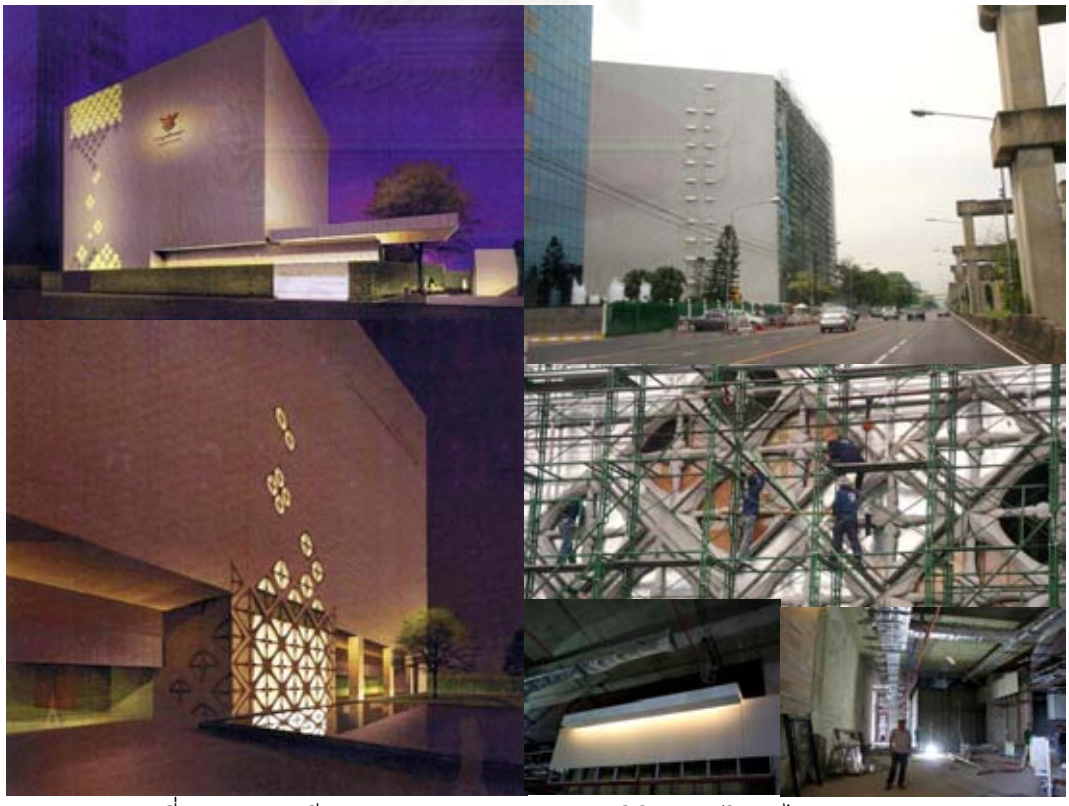
เวลาในการเปิดทำการ : 10.00 – 18.00 น.

รายละเอียดเพิ่มเติม : http://www.thaicontemporaryart.org/introactive.html

ภาพประกอบ : ดังแสดงในภาพที่ 3.1- 3.2

ภาพประกอบ

ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง



ภาพที่ 3.2 ภาพทัศนียภาพแสดงบรรยากาศอาคารพิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย
และภาพถ่ายจากสถานที่จริงซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง

รายละเอียดสำคัญของห้องจัดแสดงที่เลือกมาทำการศึกษาวิจัยทั้ง 4 ส่วน คือ โถง อ.ศิลป์ พีระศรี ห้องจัดแสดงชั้น 3 ห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี และห้องวิคตอเรียน ซึ่งแบ่งลักษณะการให้แสงในการจัดแสดงออกเป็น 2 ส่วน คือ การให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า ในการจัดแสดงชิ้นงานภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี และห้องวิคตอเรียน ซึ่งเป็นการจัดแสดงแบบถาวร และการให้แสงไฟฟ้าในการจัดแสดงชิ้นงานภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 ซึ่งมีลักษณะการจัดแสดงแบบกึ่งถาวร โดยจำแนกรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลทั่วไปของห้องจัดแสดงที่ทำการศึกษาวิจัย

	ห้องจัดแสดง		ลักษณะการจัดแสดง	ช่องเปิดและแสงธรรมชาติ	ขนาดพื้นที่
การให้แสงในการจัดแสดงชิ้นงาน	การให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า	โถง อ.ศิลป์ พีระศรี	จัดแสดงแบบถาวร	ห้องจัดแสดงตั้งอยู่ริมอาคารทางทิศตะวันออก รับแสงธรรมชาติเข้ามาโดยตรงจากช่องเปิดด้านข้างทางทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศใต้ รวมทั้งช่องเปิดด้านบน	399 ตร.ม.
		ห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี	จัดแสดงแบบถาวร	ห้องจัดแสดงตั้งอยู่ริมอาคารทางทิศเหนือ รับแสงธรรมชาติเข้ามาโดยตรงจากช่องเปิดด้านบน	242 ตร.ม.
		ห้องวิคตอเรียน	จัดแสดงแบบถาวร	ห้องจัดแสดงตั้งอยู่ริมอาคารทางทิศตะวันตก รับแสงธรรมชาติเข้ามาโดยตรงจากช่องเปิดด้านบน	285 ตร.ม.
	การให้แสงไฟฟ้า	ห้องจัดแสดงชั้น 3	จัดแสดงแบบกึ่งถาวร โดยมีการหมุนเวียนชิ้นงานจัดแสดงภายในอาคาร	-	882 ตร.ม.

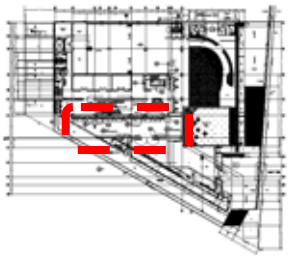
รายละเอียดของแบบผังพื้น ผังฝ้าเพดาน รูปตัด และผังดวงโคมของห้องจัดแสดง รายละเอียดวัสดุพื้นผิว รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม รายละเอียดชิ้นงานจัดแสดง และแนวความคิดในการออกแบบระบบแสงสว่าง ดังแสดงในตารางที่ 3.2 – 3.5

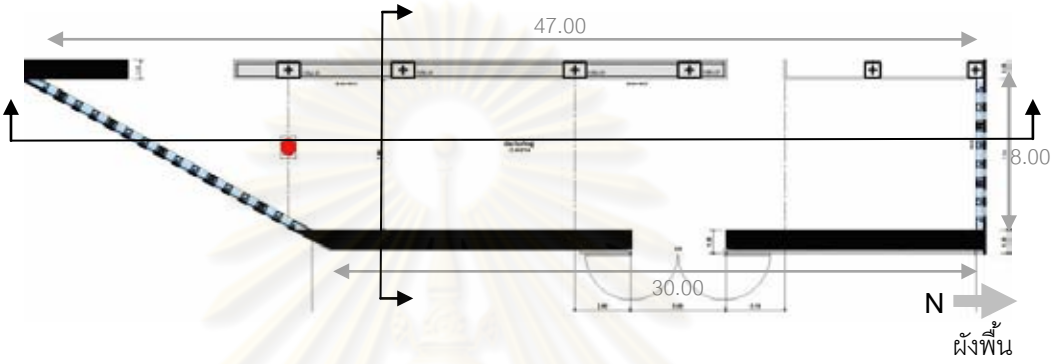
ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี

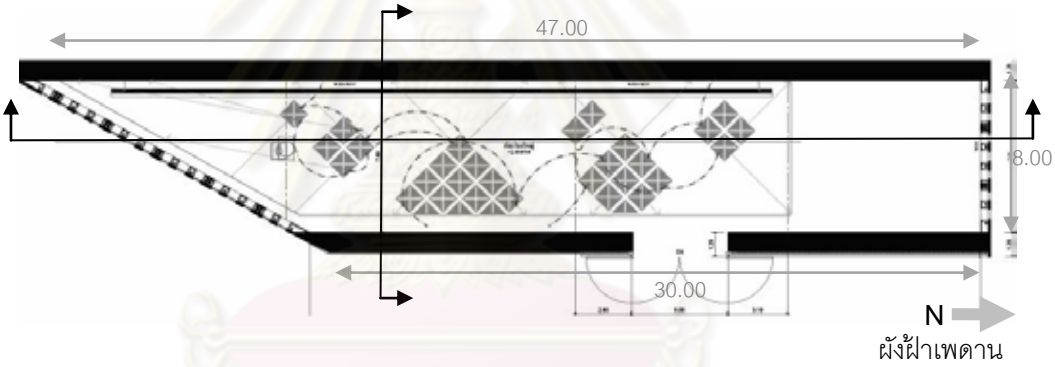
	ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
โถง อ.ศิลป์ พีระศรี	- ประติมากรรม อ.ศิลป์ พีระศรี เป็นวัสดุหินสีดำ	- **LT1** tracklight รุ่น ENDO GES9234w เป็น Spot light QT12 IRC 50W จำนวน 9 ดวง - **LT3** Recessed low voltage downlight รุ่น ENDO GLED2232s 90W จำนวน 2 ดวง - **LT10** Inground LED strip uplight (dimming) รุ่น SIGNEX SLGL430 ยาว 1 m. จำนวน 1 ชุด - **LT13** Recessed track low voltage projector รุ่น ENDO GLES8225w เป็น Spot light QT12 IRC 90W จำนวน 2 ดวง - **LT23** WE-EF FLC A139-0690 250W จำนวน 16 ดวง - **LT25** Surface mounted low voltage tracklight รุ่น ENDO GES9365w เป็นหลอด Discharge lamp 150W จำนวน 8 ดวง	- พื้น : หินขัดสำเร็จรูป สีขาว - ผนัง : หินขัดสำเร็จรูป สีขาว - ฝ้าเพดาน : ยิปซั่มบอร์ด luminous ceiling สีขาว - หลังคา skylight laminate tempered glass หนา 8+1.52+8 mm. - ผนังกระจก laminate heat strengthened glass หนา 6+1.52+6 mm.
	ภาพประกอบ		

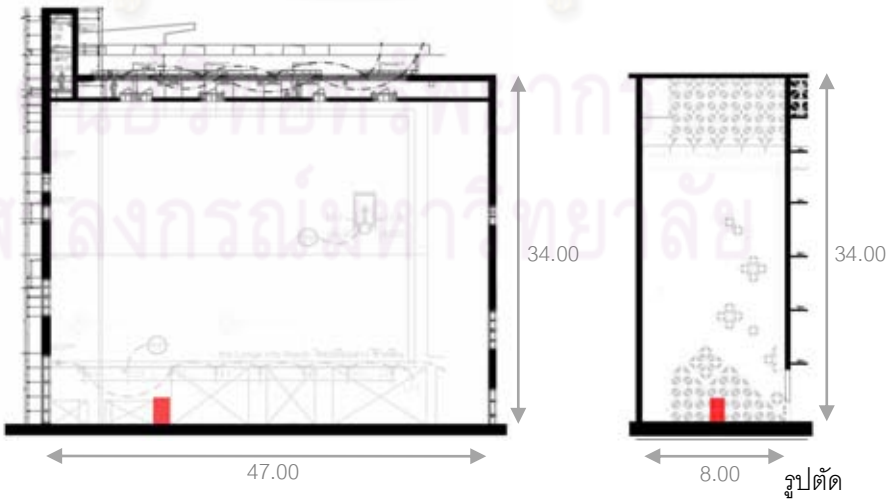
ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนโถง อ.ศิลป์ พีระศรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย







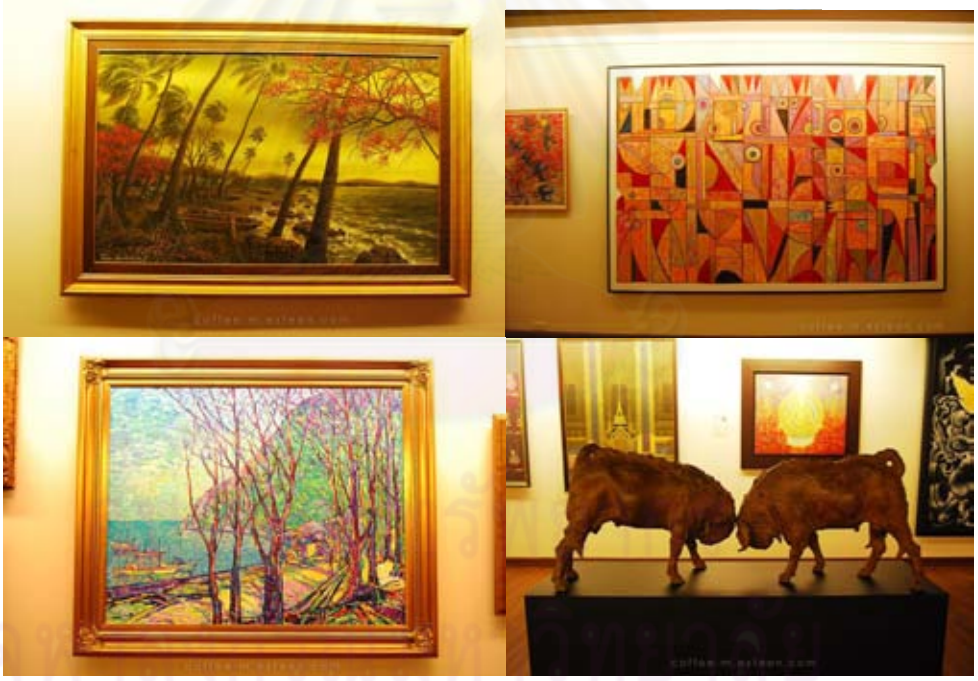


ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงแบบรายละเอียดโถง อ.ศิลป์ พีระศรี

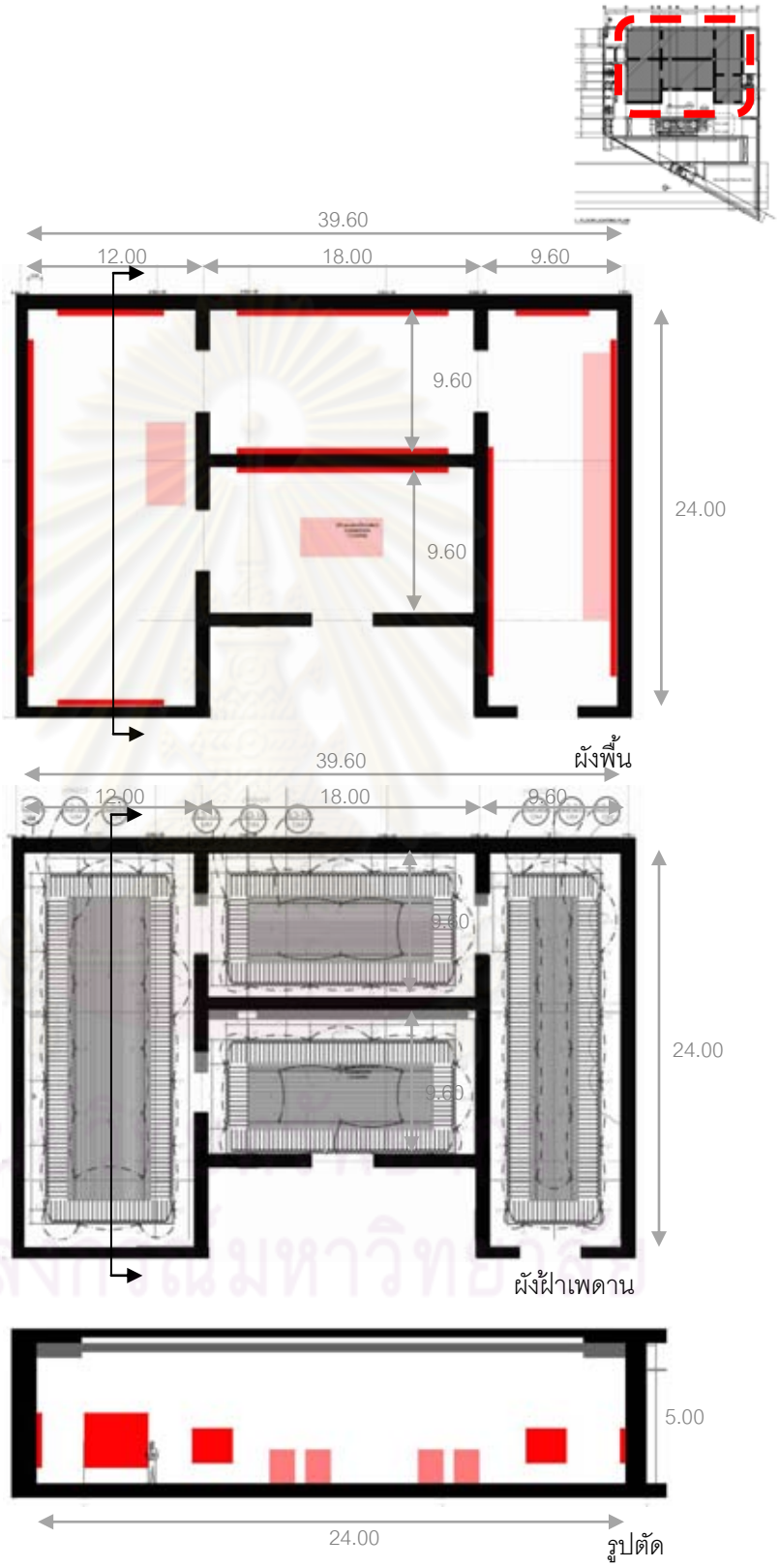
ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม และวัสดุภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

	ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
ห้องจัดแสดงชั้น 3	- มีทั้งงานจิตรกรรม ภาพเขียนสีน้ำมัน สีฝุ่น สีน้ำ และงานประติมากรรมวัสดุหิน และเซรามิก ซึ่งมีขนาด และวัสดุที่หลากหลาย - อาจมีการหมุนเวียนชิ้นงานภายในหอศิลป์	- LT1 tracklight รุ่น ENDO GES9234w เป็น Spot light QT12 IRC 50W จำนวน 232 ดวง - LT2.D Surface mounted T5 fluorescent batten รุ่น LUSO LBS 54-121/128 28W จำนวน 476 ดวง	- พื้น : หินขัดสำเร็จรูป สีขาว - ผนัง : ยิปซั่มบอร์ด สีขาว - ฝ้าเพดาน : ยิปซั่มบอร์ด สีขาว luminous ceiling สีขาว - ฝ้าเพดาน : aluminum strip สีน้ำตาล

ภาพประกอบ



ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดงภายในห้องจัดแสดงชั้น 3



ภาพที่ 3.6 ภาพแสดงแบบรายละเอียดห้องจัดแสดงชั้น 3

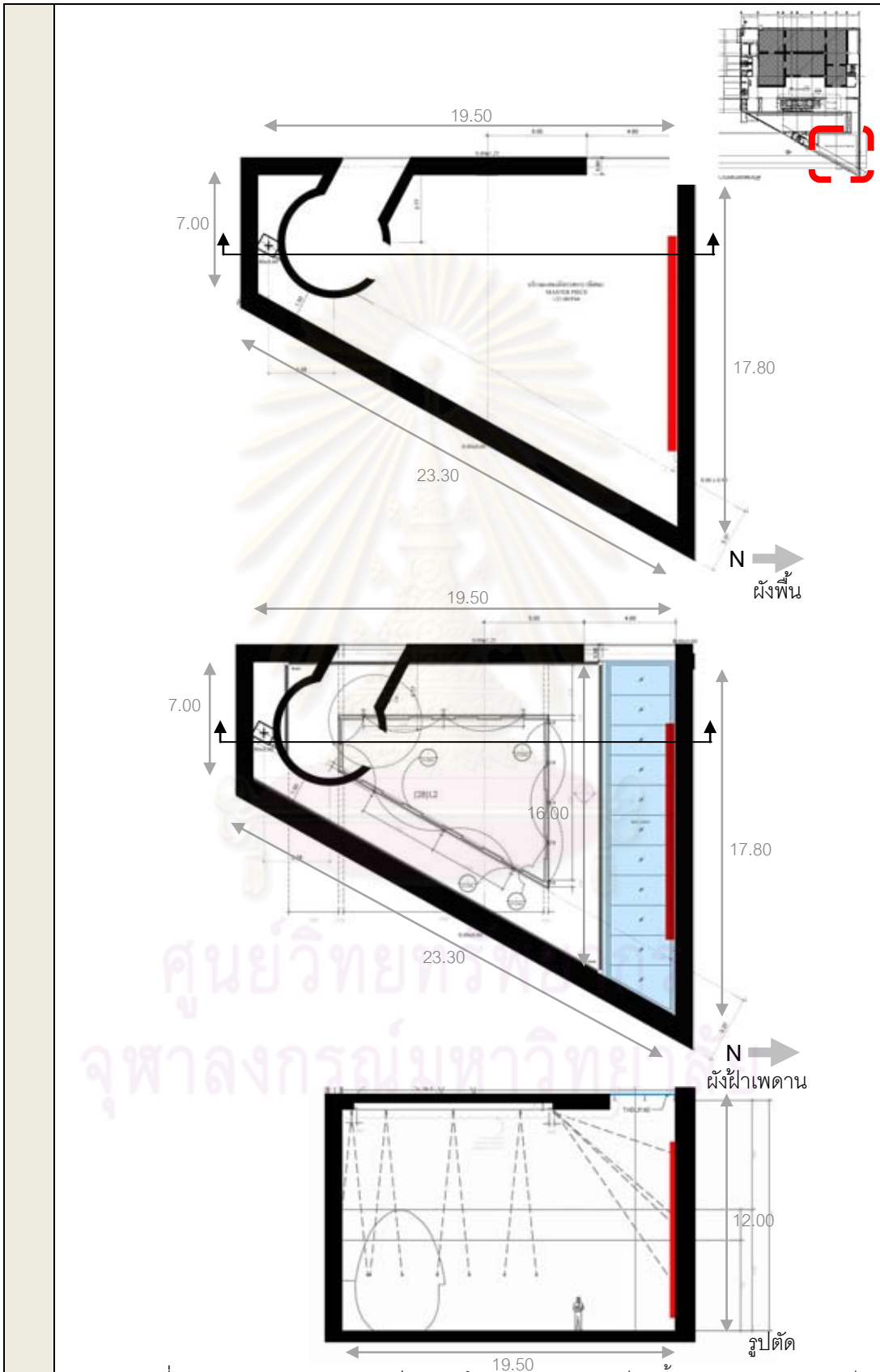
ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในห้องจัดแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

	ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
ห้องจัดแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี	- ภาพเขียนสีน้ำมันขนาดใหญ่ของ อ.ถวัลย์ ดัชนี จำนวน 1 ชิ้น	- LT1 tracklight รุ่น ENDO GES9234w เป็น Spot light QT12 IRC 50W จำนวน 9 ดวง - LT2.D Surface mounted T5 fluorescent batten รุ่น LUSO LBS 54-121/128 28W จำนวน 28 ดวง	- พื้น : หินขัดสำเร็จรูป สีขาว - ผนัง : ยิปซั่มบอร์ด สีขาว - ฝ้าเพดาน : ยิปซั่มบอร์ด luminous ceiling สีขาว - ฝ้าเพดาน : aluminum strip สีน้ำตาล - หลังคา skylight laminate tempered glass หนา 8+1.52+8 mm.

ภาพประกอบ

ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานที่ใกล้เคียงกับงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงบรรยากาศในส่วนห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

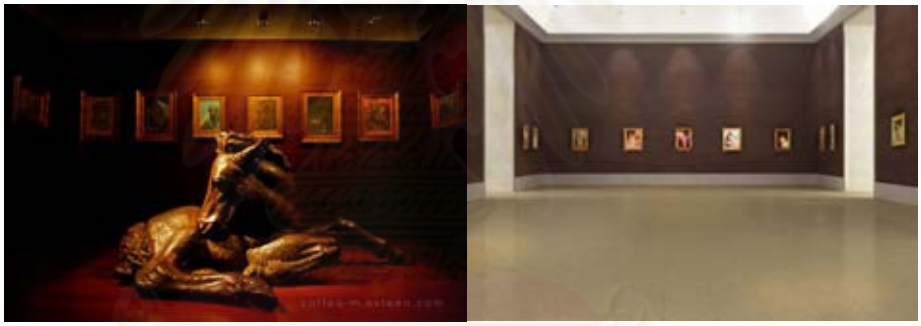


ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงแบบรายละเอียดของห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในห้อง ห้องวิคตอเรียน

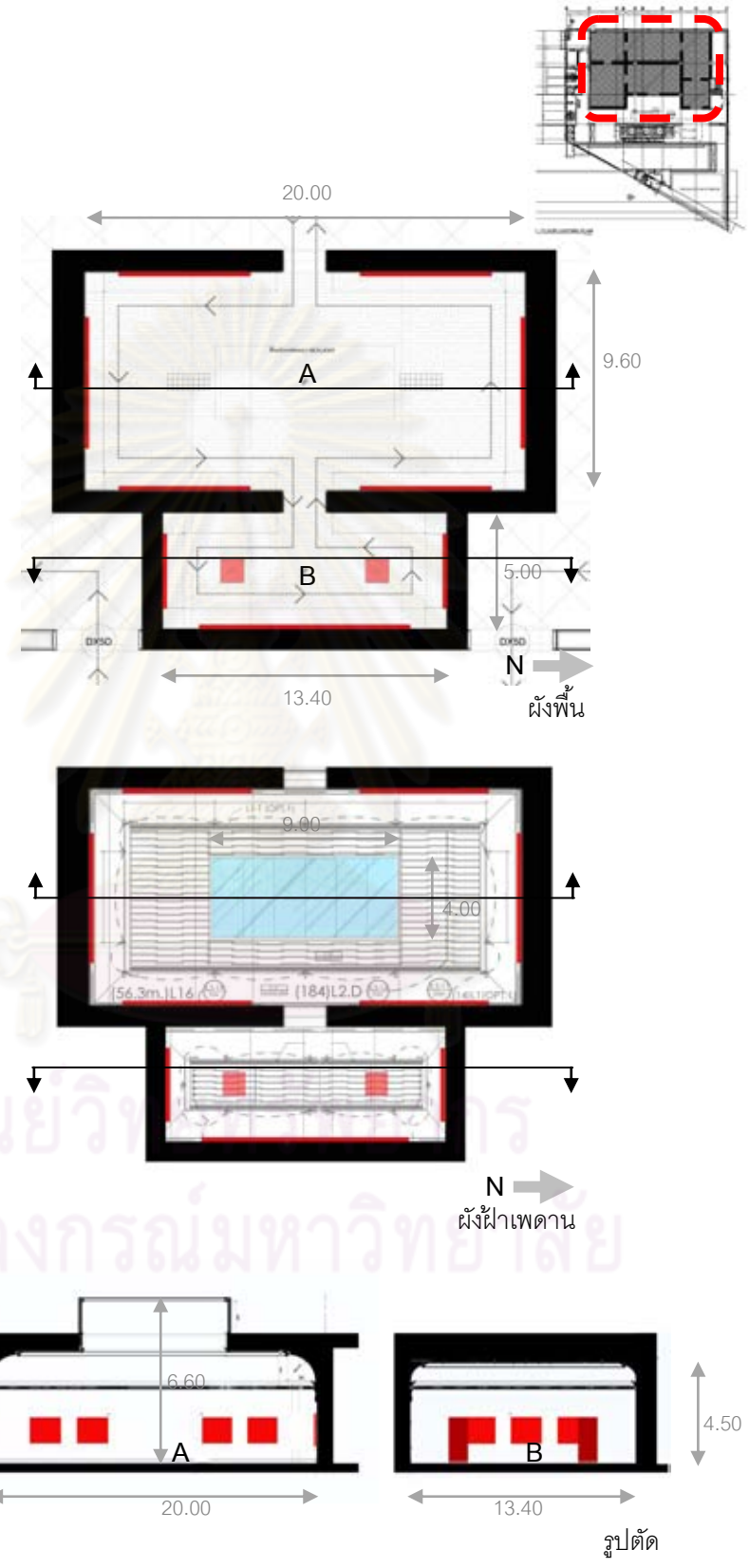
	ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
ห้องวิคตอเรียน	- มีทั้งงานจิตรกรรม ภาพเขียนสีน้ำมัน สีฝุ่น สีน้ำ และงานประติมากรรมวัสดุจำพวกหิน ซึ่งมีขนาด และวัสดุที่หลากหลาย เป็นศิลปะวิคตอเรียน	- **LT1** tracklight รุ่น ENDO GES9234w เป็น Spot light QT12 IRC 50W จำนวน 66 ดวง - **LT2.D** Surface mounted T5 fluorescent batten รุ่น LUSO LBS 54-121/128 28W จำนวน 268 ดวง - **L16** Surface mounted strip light รุ่น SIGNEX SLL1092 ยาว 100 m.	- พื้น : ไม้ปาร์เก้ ไม้สักสีธรรมชาติ - ผนัง : ยิปซั่มบอร์ด สีเขียวอ่อน - ฝ้าเพดาน : ยิปซั่มบอร์ด luminous ceiling สีขา - กระจกช่องแสง skylight ขนาด 8.4 m x 3.7m ลักษณะเป็นกระจกฝ้าโค้ง มีค่าการส่องผ่านแสง 40%

ภาพประกอบ



ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานในส่วนห้องห้องวิคตอเรียน

ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงบรรยากาศในส่วนห้องห้องวิคตอเรียน



ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงแบบรายละเอียดส่วนจัดแสดงในห้องวิคตอเรียน

3.2.2 จำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่าง ๆตามแบบติดตั้ง

การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงตามแบบติดตั้งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.8 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่างจากค่าต่างๆ ที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพ ค่าของตัวแปรที่สามารถวัดประสิทธิภาพของแสงสว่าง เช่น ระดับการส่องสว่าง ค่าความสม่ำเสมอของแสง ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน ตำแหน่งการจัดวางดวงไฟ ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ ค่าดัชนีสีของแสง แสง และเงา และค่าการสะท้อนของพื้นผิว เป็นต้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.8 นั้นสามารถปรับแก้ค่าของตัวแปรที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่าง และสามารถใช้กับดวงโคม และหลอดไฟจากบริษัทผู้ผลิตต่างๆได้อย่างหลากหลายเนื่องจากสามารถดาวน์โหลดข้อมูลของแต่ละบริษัทผู้ผลิตได้ นอกจากนั้นโปรแกรม DIALux 4.8 นั้นยังเป็นที่ยอมรับในเรื่องความแม่นยำของข้อมูลค่อนข้างสูง[1] ประกอบกับการใช้งานที่ง่ายทำให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายอีกด้วย ส่วนประกอบของโปรแกรมที่เกี่ยวเนื่องกับขั้นตอนในการจำลองมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.2.1 การป้อนข้อมูลในโปรแกรม

ข้อมูลที่สำคัญที่ใช้ในการจำลอง เช่น แสงธรรมชาติ สภาพท้องฟ้า แสงไฟฟ้า องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม ข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงาน ข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลาการใช้งาน และรูปร่างรูปทรงของโมเดลจำลองตามรายละเอียดที่ได้กล่าวในข้างต้น โดยการจำลองนั้นแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

- ข้อมูลสำคัญในการจำลองสภาพแสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า

การจำลองสถานการณ์แสงสว่างในห้องจัดแสดงที่มีการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า ได้แก่ โถง อ.ศิลป์ พีระศรี ห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี และห้องวิคตอเรียนนั้นได้กำหนดวันสำคัญ 3 วันในการจำลองสภาพแสงสว่างในช่วงเวลาจัดแสดงตั้งแต่ 10.00-18.00 น. ได้แก่ วันที่ 21 มีนาคม (Equinox ซึ่งมีสภาพท้องฟ้าเหมือนกับวันที่ 21 กันยายน) วันที่ 21 มิถุนายน (Soltice) และวันที่ 21 ธันวาคม (Soltice) โดยทำการจำลองในช่วงวันและเวลาดังกล่าวในสภาพท้องฟ้า 2 ลักษณะ คือ สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky) และสภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky) และวัดค่าการส่องสว่างที่ระนาบทำงาน (Work Plane) สูง 0.75 เมตร นอกจากนั้นยังมีข้อมูลสำคัญในการจำลองที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละห้องจัดแสดงซึ่งแสดงรายละเอียดในบทที่ 4 ต่อไป

- ข้อมูลสำคัญในการจำลองสภาพแสงไฟฟ้า

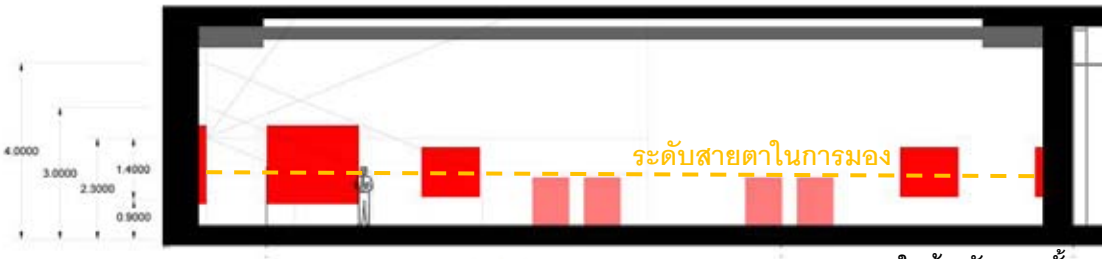
การจำลองสถานการณ์แสงสว่างในห้องจัดแสดงที่มีการใช้แสงไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว ได้แก่ ห้องแสดงงานชั้น 3 ได้กำหนดการปรับลดแสงสว่างโดยเปิดตามแบบติดตั้ง 100%

- ข้อมูลสำคัญในการกำหนดระยะในการเก็บข้อมูล

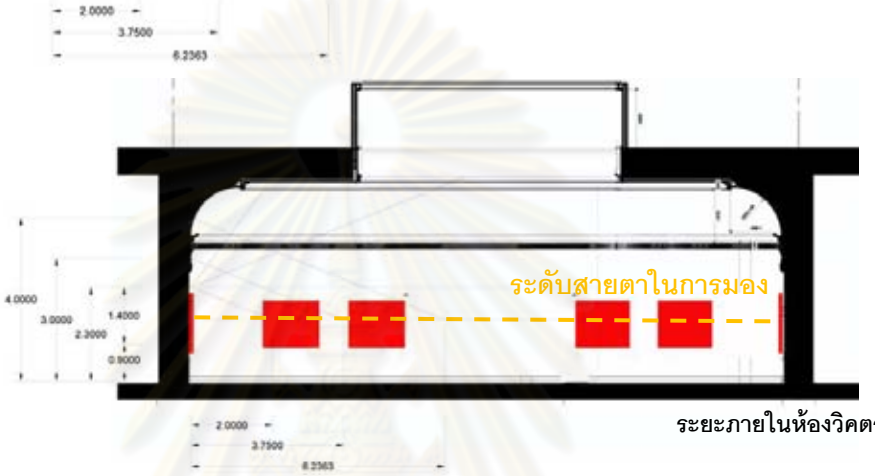
การวัดผลค่าตัวแปรด้านแสงสว่างต้องกำหนดระยะสำคัญในการเก็บข้อมูล โดยอ้างอิงกับระยะสำคัญในการมองชิ้นงาน ดังแสดงในภาพที่ 3.13

---

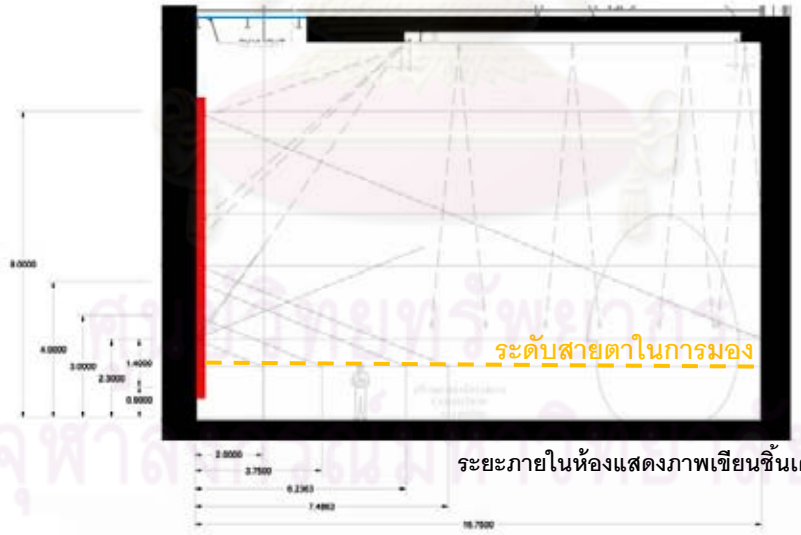
[1] มีการใช้โปรแกรม DIALux เพื่อจำลองสภาพแสงสว่างในการออกแบบ และวิจัยอย่างแพร่หลาย เช่น งานวิจัยแนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสื่อผสม โดย น.ส.น้ำผึ้ง สายหงษ์และผศ.อวิรุทธ์ศรีสุธาพรรณ และ การประยุกตใช้หลักทางการยศาสตรเพื่อจัดสภาพแวดลอมในหองเรียนกรณีศึกษา : คณะวิศวกรรมศาสตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตรวิทยาเขตบางเขน โดย รุจิพรรณ โกศลกาญจน และศันสนีย สุภาภา เป็นต้น



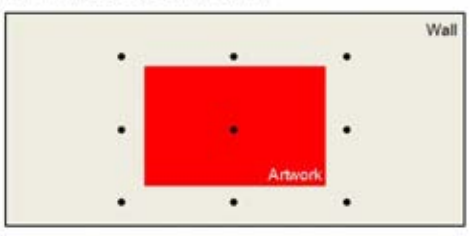
ระยะภายในห้องจัดแสดงชั้น 3



ระยะภายในห้องวิคตอเรียน



ระยะภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี



การวัดค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ

- วัดค่าความส่องสว่างที่กึ่งกลางชิ้นงาน หรือค่าเฉลี่ย
- วัดค่าความส่องสว่างที่พื้นหลังโดยรอบบริเวณขอบชิ้นงาน

ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงระยะสำคัญในการมองชิ้นงานที่ใช้อ้างอิงในการวัดข้อมูล

3.2.2.2 ปรับแต่งข้อมูลในรายละเอียดของสมมติฐาน

ข้อมูลที่ต้องการปรับเปลี่ยนในการจำลองเพื่อแก้ไขข้อมูลต่างๆ เช่น แสงธรรมชาติ สภาพท้องฟ้า แสงไฟฟ้า ข้อมูลการใช้งาน ข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลาการใช้งาน ชนิดของวัสดุพื้นผิว และรูปร่างรูปทรงของโมเดลจำลอง เป็นต้น

3.2.2.3 แสดงผล

ข้อมูลที่แสดงผลนั้นได้ทั้งในข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตัวเลข ข้อมูลในรูปแบบกราฟ ข้อมูลรายละเอียดดวงโคม ข้อมูลในรูปแบบตาราง และภาพกราฟฟิกที่แสดงสภาพบรรยากาศจำลอง อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของโปรแกรมก็มีในเรื่องของคุณภาพของภาพจำลองบรรยากาศที่มีความคลาดเคลื่อนกับบรรยากาศจริง และค่าของตัวแปรที่สำคัญในเรื่องเชิงคุณภาพที่ไม่สามารถประเมินได้ เช่น ความจ้าของแสง หรือแสงบาดตา (Glare) และความสบายตา (Visual Comfort) เป็นต้น ทั้งนี้ในการจำลองอาจมีความคลาดเคลื่อนไปได้อีกจากหลายปัจจัย เช่น ข้อจำกัดในการป้อนข้อมูลที่กำหนดความชัดเจนของรายละเอียดไม่ได้ โมเดลจำลองอาคารมีข้อจำกัดเรื่องรายละเอียดที่อาจไม่เหมือนสถานการณ์จริง และการวาดรูปร่างรูปทรงของอาคารที่ค่อนข้างยาก แต่สามารถแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมอื่นเข้ามาช่วยในการเขียนโมเดล เป็นต้น

3.2.3 สรุปวิเคราะห์ผลการทดลอง และเสนอแนวทางในการออกแบบที่เหมาะสม

การสรุปวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.8 ที่ให้ค่าของตัวแปรที่สามารถวัดประสิทธิภาพของแสงสว่างทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพได้ เช่น ระดับค่าการส่องสว่าง ระดับค่าการส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน ค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่าง ค่ากำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างภายใน ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ ค่าดัชนีสีของแสง แสงและเงา และค่าการสะท้อนของพื้นผิว เป็นต้น โดยอ้างอิงข้อมูลกับเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลจาก 2 หน่วยงาน คือ Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) และChartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) โดยเน้นเฉพาะสำหรับการใช้งานภายในอาคารจัดแสดงงานศิลปะ เช่น การจัดแสดงตามความเหมาะสมกับประเภทชิ้นงานทั้งงานจิตรกรรมและงานประติมากรรม และการจัดแสดงตามความเหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน เป็นต้น

การเสนอแนวทางในการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมในส่วนห้องจัดแสดงที่มีข้อบกพร่องด้านแสงสว่าง โดยทางเลือกในการปรับปรุงข้อบกพร่องที่เหมาะสมนั้นจะพิจารณาวิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสม ความเหมาะสมของการจัดแสดงชิ้นงานแต่ละประเภท ลักษณะชิ้นงานที่เหมาะสม ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ ประสิทธิภาพของวัสดุพื้นผิวห้องจัดแสดง และค่าพลังงานในการส่องสว่าง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพแสงสว่าง โดยการจำลองสภาพแสงสว่างตามแบบติดตั้งเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดจากหน่วยงานนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เช่น Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) และIlluminating Engineering Society (IES) โดยเน้นเฉพาะสำหรับการใช้งานภายในอาคารจัดแสดงงานศิลปะ โดยการศึกษาวิจัยนี้จะมุ่งเน้นประเมินปัจจัยสำคัญในการส่องสว่างที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยต่อชิ้นงานเป็นสำคัญซึ่งประกอบด้วย ระดับความส่องสว่าง ค่าความส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ แสงเงา ความถูกต้องของสีของแสง ค่าการสะท้อนของพื้นผิวประเภทชิ้นงาน และวัสดุของตัวชิ้นงาน รวมถึงองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม และการวางตัวของอาคารที่ส่งผลต่อแสงธรรมชาติอีกด้วย

การวัดข้อมูลจากการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 ภายในห้องจัดแสดงทั้ง 4 ส่วน ได้แก่ โถง อ.ศิลป์ พีระศรี ห้องจัดแสดงชั้น 3 ห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี และห้องวิคตอเรียน โดยแสดงข้อมูลผลการจำลองตามแบบติดตั้งและภาพทัศนียภาพแสดงสภาพบรรยากาศจำลอง ดังนี้

ส่วนที่ 1 รายละเอียด และข้อมูลผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี

ส่วนที่ 2 รายละเอียด และข้อมูลผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

ส่วนที่ 3 รายละเอียด และข้อมูลผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

ส่วนที่ 4 รายละเอียด และข้อมูลผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายใน ห้องวิคตอเรียน

จากการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 สามารถแจกแจงประสิทธิภาพของแสงสว่างในห้องจัดแสดงทั้ง 4 ห้อง โดยการวัดค่าการส่องสว่างนั้น จะทำการวัดที่ระนาบทำงาน (Work Plane) คือ 0.75 เมตร ผลการวิจัยซึ่งแสดงไว้ในตารางนั้นแทนค่าสัญลักษณ์ ดังนี้

E_{max} = ค่าความส่องสว่างสูงสุด (Maximum Illuminance, lux)

E_{min} = ค่าความส่องสว่างต่ำสุด (Minimum Illuminance, lux)

E_{ave} = ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ยภายในห้อง (Average Illuminance, lux)

E_{accum} = ค่าความส่องสว่างสะสมตลอดปี (Illuminance Value Accumulated, lux-hr/year) โดยวัดเฉพาะชิ้นงาน (E_{ave} ของชิ้นงาน x 8 x 24 x 12 lux-hr/year)

Contrast = ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นหลัง โดยเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างบริเวณริมขอบชิ้นงาน และจุดบนพื้นหลังใกล้กับของชิ้นงาน

Colour temp = อุณหภูมิสีของแสง (Colour Temperature)[1] แสดงเฉพาะส่วนของท้องฟ้า

CRI = ดัชนีความถูกต้องของสี (Colour Rendering Index) แสดงเฉพาะส่วนของท้องฟ้า

[1] อ้างอิงจาก IESNA .The IESNA Lighting Handbook Reference & Application, (U.S.A.: Publication Department IESNA,2000c) http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature และwww.mediacollage.com โดยแสดงค่าอุณหภูมิสีของแสงเป็นช่วงในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันออกไป

4.1 ผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี

บริเวณโถงนี้มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงทางด้านบนผ่านแผ่นฝ้าเพดานฉลุลาย ทำให้เกิดลวดลายของเงาที่ตกกระทบลงบนพื้น และช่องแสงทางด้านข้างบนผนังที่มีลวดลายฉลุ 2 ด้าน คือ ผนังทางทิศเหนือ และทิศใต้ วัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุผิวมันสีขาว และชิ้นงานจัดแสดงมีเพียงประติมากรรม 1 ชิ้น คือ ประติมากรรม อ.ศิลป์ พีระศรี โดยกำหนดค่าต่างๆที่สำคัญในการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.1 - 4.3 และภาพที่ 4.1 -4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆในการจำลองภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี

รายละเอียดของตัวแปร		ค่าของตัวแปร
1	ค่าการดูแลรักษา (maintenance factor)	0.80
2	ค่าความสะท้อนของวัสดุพื้นหินขัดสำเร็จรูป สีขาว	0.68
	ค่าความสะท้อนของวัสดุผนังหินขัดสำเร็จรูป สีขาว	0.68
	ค่าการส่องผ่านแสงของช่องแสงด้านข้าง วัสดุกระจกใส (laminate tempered)	0.70
	ค่าความสะท้อนของวัสดุฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดสีขาว luminous ceiling	0.70
	ค่าการส่องผ่านแสงของส่วนช่องแสงด้านบน วัสดุกระจกกรองแสง (solar control)	0.50
3	การใช้งานของแสงไฟฟ้าตามแบบติดตั้ง (เปิดไฟทุกดวง=dimming value 100%)	1.00
4	ค่าความสะท้อนของวัสดุชิ้นงาน	0.50
5	วันสำคัญ และช่วงเวลาในการลจำลอง - วันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน (Equinox) ในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. - วันที่ 21 มิถุนายน (Summer Solstice) ในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. - วันที่ 21 ธันวาคม (Winter Solstice) ในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. โดยทำการจำลองในสภาพท้องฟ้า 2 ลักษณะ คือ สภาพท้องฟ้าโปร่ง และสภาพท้องฟ้าหลัว	-

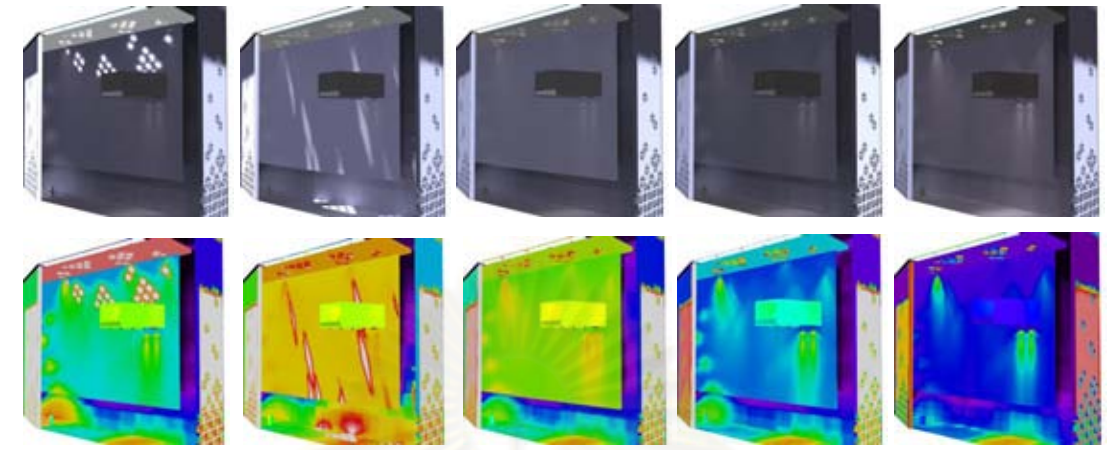
ผลการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องนี้เกี่ยวเนื่องกับแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยตรงประกอบกับวัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุผิวมันสีขาวที่ทำให้เกิดการสะท้อนเข้าตาส่งผลให้ค่าความส่องสว่างมากเกินไปในบางจุด โดยแบ่งการจำลองออกเป็น 3 ส่วนตามวันสำคัญที่กล่าวในข้างต้น และในแต่ละส่วนมีรายละเอียดเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะสภาพท้องฟ้า คือ สภาพท้องฟ้าโปร่ง และสภาพท้องฟ้าหลัว ดังแสดงในตาราง และภาพ ดังนี้

4.1.1 **สภาพท้องฟ้าโปร่ง** (clear sky)

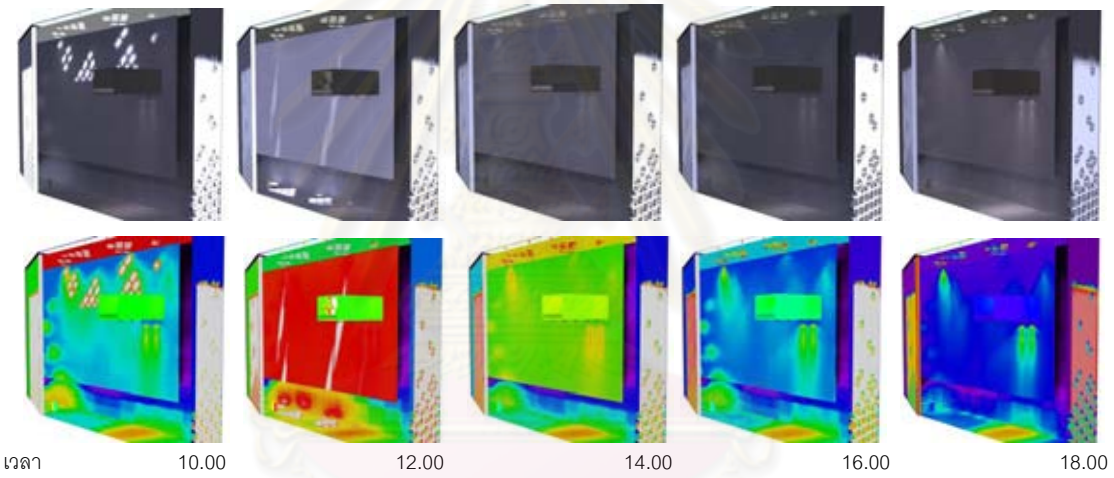
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
21 มีนาคม	E_{max}	19,980	15,266	24,630	24,982	1,060	1,034	1,019	1,001	972
	E_{min}	31	26	25	36	38	34	33	26	11
	E_{ave}	491	384	1,572	586	327	307	294	274	239
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	1,973	570	474	395	335	324	311	259	125
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	242	231	297	300	206	194	112	101	81
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	886	347	325	287	219	229	198	168	103
	Contrast	ขึ้นกับระยะในการมองชิ้นงาน และการจัดแสดง								
21 มิถุนายน	E_{max}	13,373	19,470	24,707	25,822	1,055	1,036	1,025	1,010	972
	E_{min}	26	29	36	52	42	37	35	30	11
	E_{ave}	379	395	1,970	517	338	323	312	292	239
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	526	452	559	318	331	332	328	288	125
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	181	167	979	173	130	123	118	107	81
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	321	291	969	257	221	216	211	187	103
	Contrast	ขึ้นกับระยะในการมองชิ้นงาน และการจัดแสดง								
21 ธันวาคม	E_{max}	18,867	8,963	17,917	16,062	1,039	1,020	997	976	956
	E_{min}	47	22	21	25	32	29	26	19	4
	E_{ave}	657	395	622	372	311	249	277	251	215
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	2,851	695	499	435	341	305	259	172	121
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	422	202	172	153	123	113	102	84	59
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	1,346	425	321	282	221	198	171	124	54
	Contrast	ขึ้นกับระยะในการมองชิ้นงาน และการจัดแสดง								
E_{accum}		739,585 lux-hr /year								
$Um_{ผนัง}$		0.003 ; (4 / 1,500)								
$Um_{ห้อง}$		0.003 ; (4 / 1,572)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 1,524 watt ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายในห้อง 6.3 watt/sq.m.								
Colour temp		4,000-5,500 K						3,000-4,000 K		3,000 K
CRI		100								

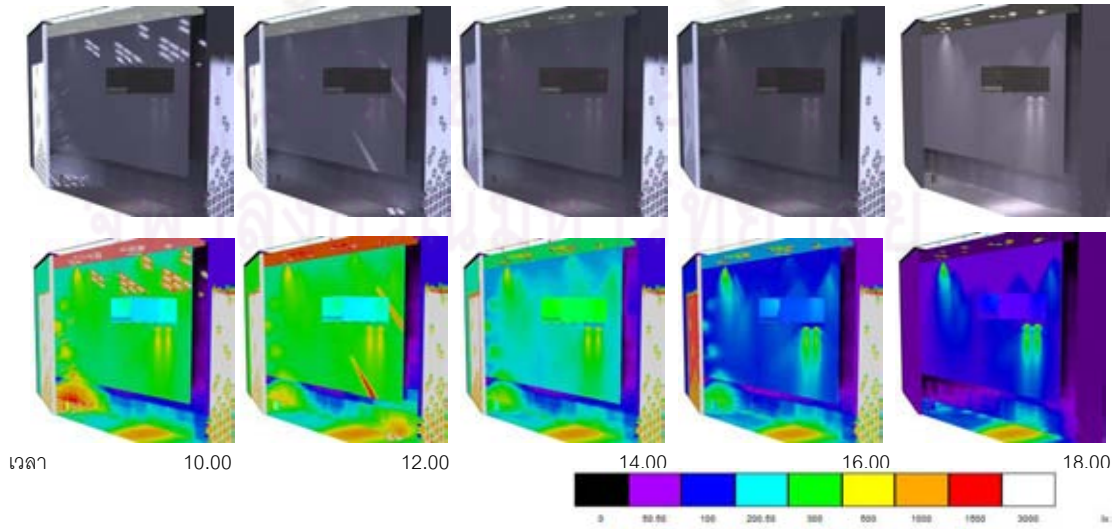
21 มีนาคม



21 มิถุนายน



21 ธันวาคม



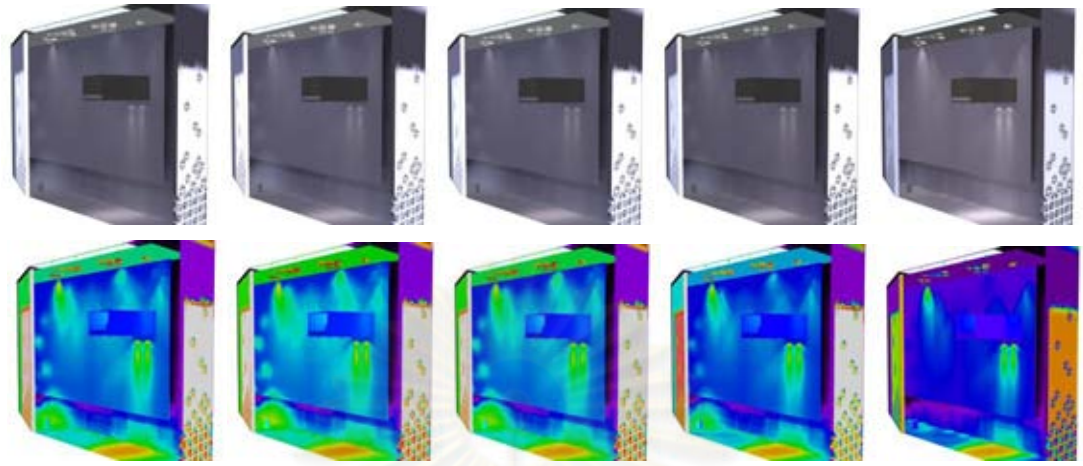
ภาพที่ 4.1 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้ง
ภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ในสภาพท้องฟ้าโปร่งของวันสำคัญทั้ง 3 วัน ในช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น.

4.1.2 **สภาพท้องฟ้าหลัว** (overcast sky)

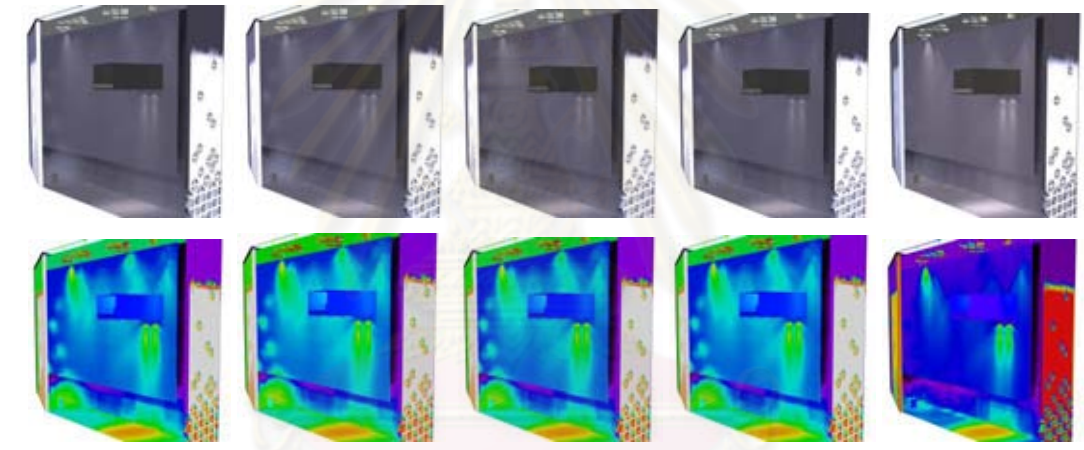
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ในสภาพท้องฟ้าหลัว

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
21 มีนาคม	E_{max}	1,035	1,105	1,177	1,171	1,087	1,032	1,009	989	976
	E_{min}	20	21	22	22	21	19	17	14	9
	E_{ave}	319	335	343	342	333	316	292	263	232
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	289	328	348	346	323	281	223	152	101
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	158	134	180	179	133	155	132	106	74
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	208	223	245	244	221	203	167	125	78
	Contrast	ขึ้นกับระยะในการมองชิ้นงาน และการจัดแสดง								
21 มิถุนายน	E_{max}	1,037	1,139	1,198	1,185	1,102	1,034	1,012	991	976
	E_{min}	20	22	23	22	21	20	17	14	10
	E_{ave}	325	339	345	344	335	318	296	269	240
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	303	337	353	350	327	287	232	166	107
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	163	136	181	180	134	158	135	112	73
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	216	229	248	246	223	207	173	133	90
	Contrast	ขึ้นกับระยะในการมองชิ้นงาน และการจัดแสดง								
21 ธันวาคม	E_{max}	1,016	1,032	1,036	1,035	1,028	1,009	992	978	956
	E_{min}	18	19	20	20	19	17	15	11	4
	E_{ave}	301	315	321	319	309	292	270	243	215
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	245	287	239	288	264	224	168	109	89
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	140	154	160	158	147	132	112	88	35
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	181	204	197	208	193	143	134	95	54
	Contrast	ขึ้นกับระยะในการมองชิ้นงาน และการจัดแสดง								
E_{accum}		417,024 lux-hr /year								
$Um_{ผนัง}$		0.003 ; (4 / 1,500)								
$Um_{ห้อง}$		0.02 ; (4 / 215)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 1,524 watt ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายในห้อง 6.3 watt/sq.m.								
Colour temp		5,500-8,000 K						3,000-5,500 K		3,000 K
CRI		100								

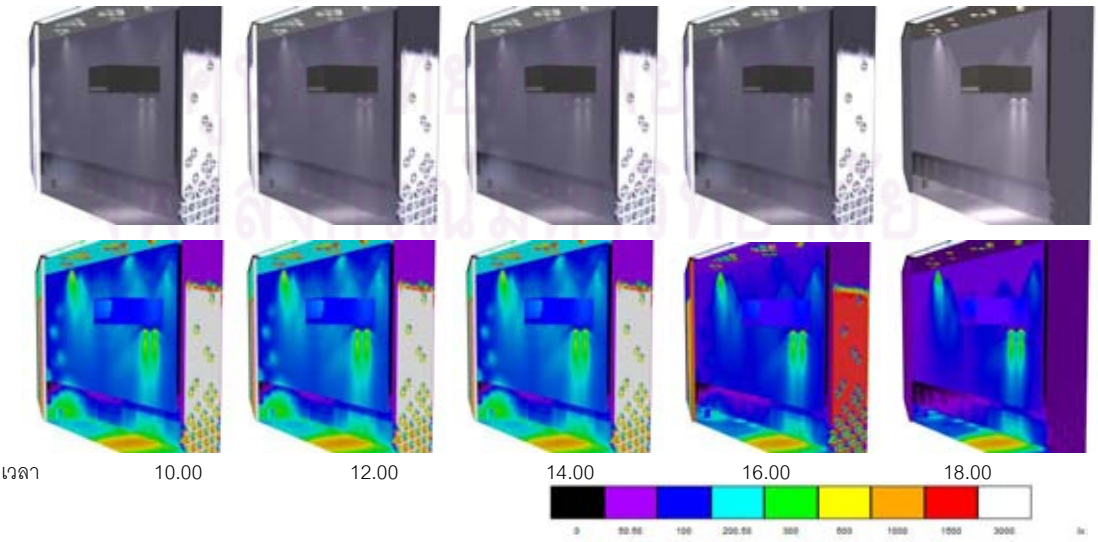
21 มีนาคม



21 มิถุนายน



21 ธันวาคม

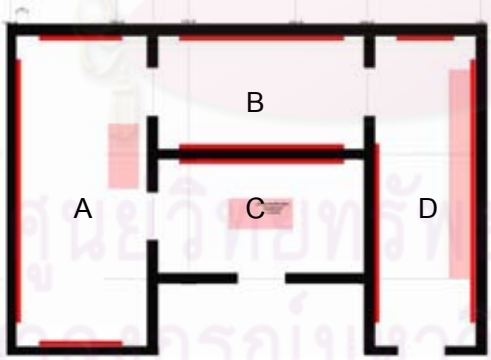


ภาพที่ 4.2 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้ง
ภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ในสภาพท้องฟ้าหลัว ของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น.

4.2 ผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

ห้องจัดแสดงห้องนี้มีการใช้แสงไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว ส่วนพื้น และผนังที่ติดชิ้นงานเป็นวัสดุผิวมันสีขาว และบางส่วนของฝ้าเพดานเป็นวัสดุสีน้ำตาลเข้ม การจัดแสดงชิ้นงานมีความหลากหลาย และจัดแสดงเป็นแบบกึ่งถาวรจึงแบ่งพื้นที่ในการจำลองออกเป็น 4 ส่วนตามลักษณะชิ้นงานจัดแสดง คือ ส่วน A เป็นส่วนจัดแสดงภาพเขียน ส่วน B เป็นส่วนจัดแสดงภาพเขียน ส่วน C เป็นส่วนจัดแสดงภาพเขียน และประติมากรรม และส่วน D เป็นส่วนจัดแสดงภาพเขียน และประติมากรรม โดยกำหนดค่าต่างๆที่สำคัญในการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.4 - 4.5 และภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆในการจำลองภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

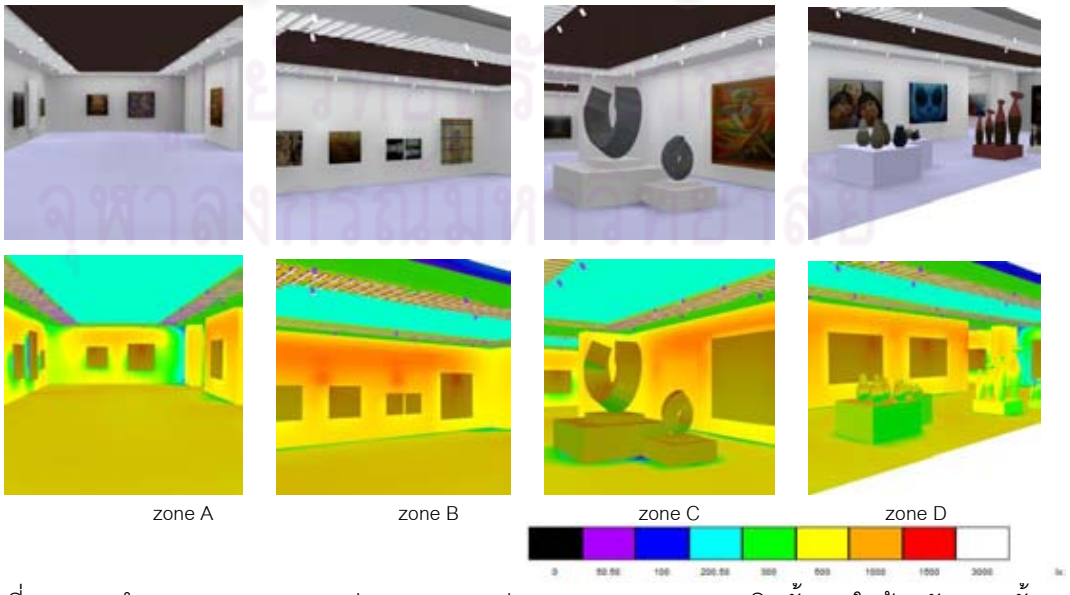
รายละเอียดของตัวแปร		ค่าของตัวแปร
1	ค่าการดูแลรักษา (maintenance factor)	0.80
2	ค่าความสะท้อนของวัสดุพื้นหินขัดสำเร็จรูป สีขาว	0.68
	ค่าความสะท้อนของวัสดุผนังยิปซั่มบอร์ดสีขาว	0.70
	ค่าความสะท้อนของวัสดุฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดสีขาว luminous ceiling	0.70
	ค่าความสะท้อนของวัสดุฝ้าเพดาน aluminum strip สีน้ำตาล	0.12
3	การใช้งานของแสงไฟฟ้าตามแบบติดตั้ง (เปิดไฟทุกดวง=dimming value 100%)	1.00
4	ค่าความสะท้อนของวัสดุชิ้นงาน	0.78
5	แบ่งพื้นที่ในการจำลองออกเป็น 4 ส่วนตามลักษณะชิ้นงานจัดแสดง ดังภาพ 	

ผลการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องนี้ สามารถจำแนกผลการจำลองออกเป็น 4 ส่วน ตามแบบติดตั้ง และข้อสนอแนะต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

ค่าตัวแปร			ห้องจัดแสดงชั้น 3			
			zone A	Zone B	Zone C	Zone D
การใช้งานของแสงไฟฟ้า	ตามแบบติดตั้ง	$E_{max\ พื้นหลัง}$	1,354	1,317	1,200	1,136
		$E_{min\ พื้นหลัง}$	416	419	411	406
		$E_{ave\ พื้นหลัง}$	790	871	743	751
		$E_{max\ ชิ้นงาน}$	1,095	1,012	955	986
		$E_{min\ ชิ้นงาน}$	795	825	795	788
		$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	828	939	860	857
		Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1
		$E_{max\ ห้อง}$	1,236 lux			
		$E_{min\ ห้อง}$	30 lux			
		$E_{ave\ ห้อง}$	721 lux			
		E_{accum}	1,692,288 lux-hr /year			
		$Um_{ผนัง}$	0.7 ; (788 / 1,095)			
		$Um_{ห้อง}$	0.1 ; (70 / 721)			
		Energy	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 23,540 watt ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายในห้อง 23 watt/sq.m.			
Colour temp			T5 (LUSO) 3000 K Task ligh (ENDO) -			
CRI			-			

แบบติดตั้ง



ภาพที่ 4.3 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

4.3 ผลการจำลองภายในห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

ภายในห้องจัดแสดงนี้มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงด้านบนร่วมกับการให้แสงไฟฟ้า และมีชิ้นงานภาพเขียนขนาดใหญ่ของ อ.ถวัลย์ ดัชนี โดยกำหนดค่าต่างๆที่สำคัญในการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.6 - 4.8 และภาพที่ 4.4 - 4.5

ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆภายในห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

รายละเอียดของตัวแปร		ค่าของตัวแปร
1	ค่าการดูแลรักษา (Maintenance factor)	0.80
2	ค่าความสะท้อนของวัสดุพื้นหินขัดสำเร็จรูป สีขาว	0.68
	ค่าความสะท้อนของวัสดุผนังสีขาว	0.68
	ค่าความสะท้อนของวัสดุฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดสีขาวluminous ceiling	0.70
	ค่าการส่องผ่านแสงของส่วนช่องแสงด้านบน วัสดุกระจกกรองแสง (solar control)	0.40
3	การใช้งานของแสงไฟฟ้าตามแบบติดตั้ง (เปิดไฟทุกดวง=dimming value 100%)	1.00
4	ค่าความสะท้อนของวัสดุชิ้นงาน	0.65
5	วันสำคัญ และช่วงเวลาในการลำลอง - วันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน (Equinox) ในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. - วันที่ 21 มิถุนายน (Soltice) ในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. - วันที่ 21 ธันวาคม (Soltice) ในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. โดยทำการจำลองในสภาพท้องฟ้า 2 ลักษณะ คือ สภาพท้องฟ้าโปร่ง และสภาพท้องฟ้าหลัว	-

ผลการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องนี้สามารถจำแนกผลการจำลองออก เป็น 3 ส่วนตามแนวแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุง โดยในแต่ละส่วนนั้นแสดงข้อมูลเปรียบเทียบสภาพแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงทั้งสภาพท้องฟ้าโปร่ง และสภาพท้องฟ้าหลัว ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.3.1 ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)

สำหรับการจำลองตามแบบติดตั้ง เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในอาคารว่ามีค่าตัวแปรสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐาน และข้อกำหนดจากหน่วยงานทั้งสาม ซึ่งมีผลการจำลอง ดังนี้

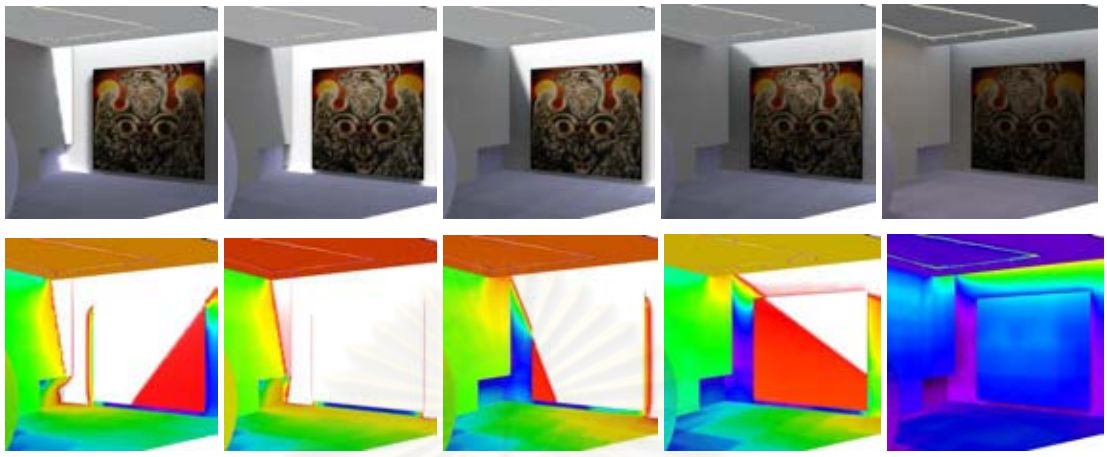
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการจำลองภายในห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
21 มีนาคม	$E_{max\ พื้นหลัง}$	1,129	1,714	2,398	2,597	1,970	1,991	1,292	395	180
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	107	107	107	106	105	101	64	61	46
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	1,026	1,315	1,569	1,997	1,579	1,191	582	198	150
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	1,152	1,284	1,276	1,197	909	498	371	250	131
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	220	236	308	379	305	288	189	128	94
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	546	895	1,037	1,136	910	789	444	239	128
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1.5
	$E_{max\ ห้อง}$	897	1,118	1,276	1,196	1,251	1,012	551	321	136
	$E_{min\ ห้อง}$	317	353	375	367	344	305	250	213	131
	$E_{ave\ ห้อง}$	489	564	599	585	510	400	271	165	125
21 มิถุนายน	$E_{max\ พื้นหลัง}$	1,784	2,318	2,546	2,459	2,024	2,177	1,377	275	198
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	100	100	100	99	99	98	67	58	45
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	622	669	697	755	801	763	608	402	156
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	554	815	994	1,051	710	737	639	314	186
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	200	226	302	388	300	284	197	95	94
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	460	512	798	784	507	418	329	232	121
	Contrast	1:1.5	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1.5	1:1.5
	$E_{max\ ห้อง}$	453	458	471	693	807	688	408	194	129
	$E_{min\ ห้อง}$	191	213	210	206	172	130	107	70	54
	$E_{ave\ ห้อง}$	336	384	371	369	370	331	210	130	112
21 ธันวาคม	$E_{max\ พื้นหลัง}$	1,584	2,318	2,546	2,459	2,024	1,177	1,007	295	98
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	100	100	100	99	99	98	97	58	45
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	1,220	2,005	2,199	2,533	2,023	1,515	916	174	58
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	511	849	950	922	783	713	627	454	184
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	196	217	340	289	217	192	157	119	79
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	408	452	488	489	432	306	232	151	91

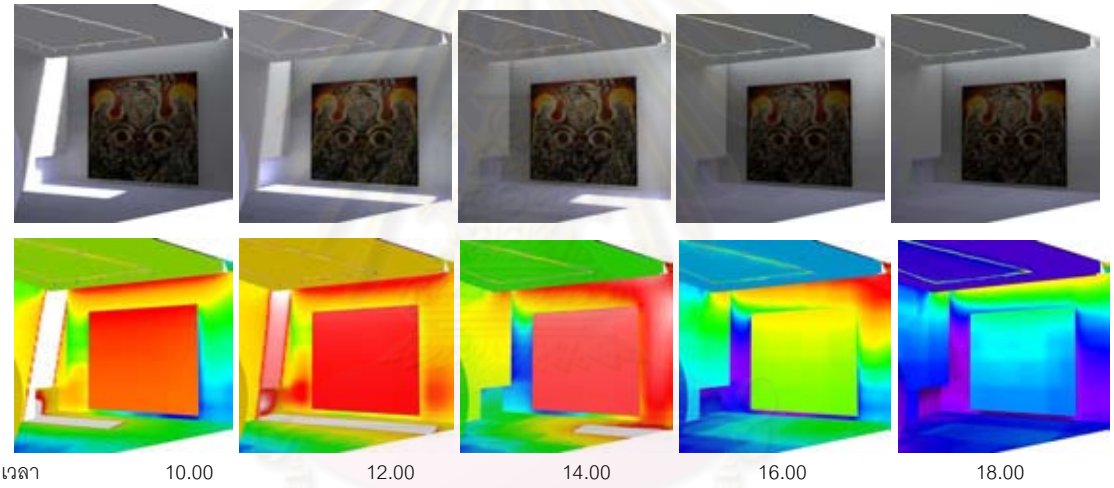
	ค่าตัวแปร	สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1.5
	$E_{max\ ห้อง}$	250	274	278	283	262	228	177	124	107
	$E_{min\ ห้อง}$	144	158	163	162	144	122	99	76	54
	$E_{ave\ ห้อง}$	232	209	220	219	204	203	156	112	100
E_{accum}		1,137,408 lux-hr /year								
$Um_{ผนัง}$		0.13 ; (79 / 599)								
$Um_{ห้อง}$		0.27 ; (79 / 295)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 1,524 watt ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายในห้อง 6 watt/sq.m.								
Colour temp		4,000-5,500 K						3,000-4,000 K		3,000 K
CRI		100								

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

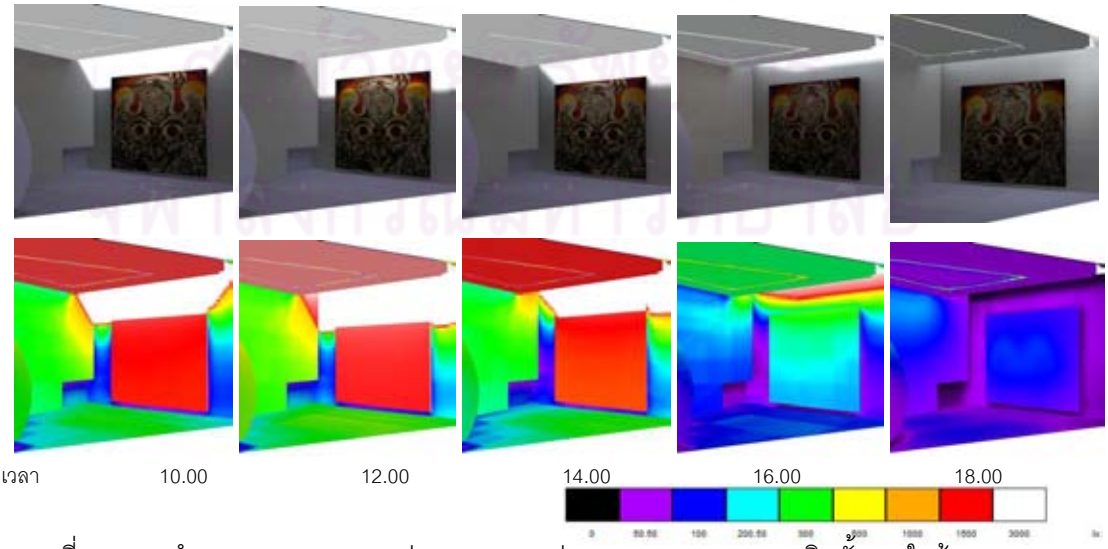
21 มีนาคม



21 มิถุนายน



21 ธันวาคม



ภาพที่ 4.4 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องแสดงภาพ - เขียนชิ้นเด่นของอ.ถวัลย์ ดัชนีในสภาพท้องฟ้าโปร่งของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00น.

4.3.2 **ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าหลัว** (overcast sky)

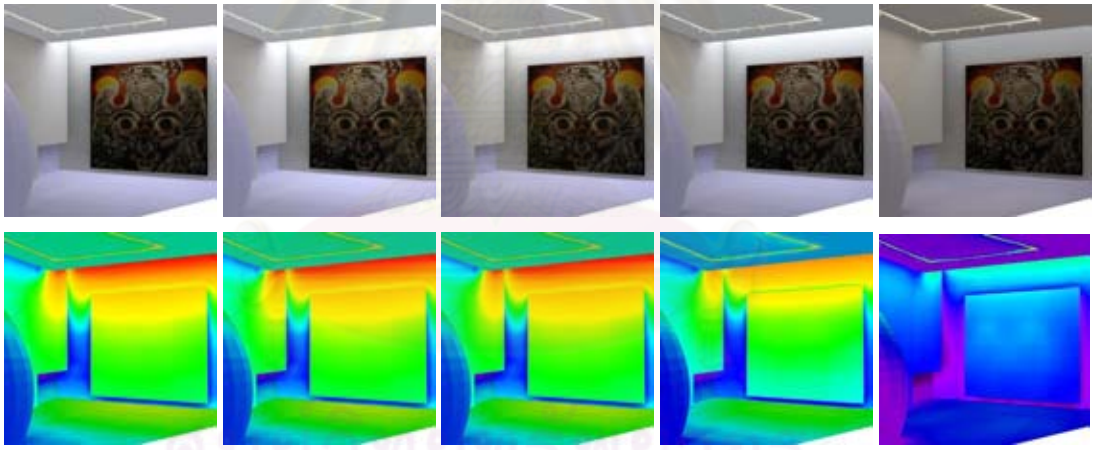
สำหรับการจำลองตามแบบติดตั้ง เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในอาคารว่ามีค่าตัวแปรสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐาน และข้อกำหนดจากหน่วยงานทั้งสาม ซึ่งมีผลการจำลองดังนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการจำลองภายในห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ในสภาพท้องฟ้าหลัว

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
21 มีนาคม	$E_{max\ พื้นหลัง}$	957	1,126	1,164	1,158	1,108	923	723	474	196
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	104	104	104	104	104	94	66	61	46
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	720	833	789	785	819	698	528	323	154
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	825	940	996	991	709	448	331	230	100
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	202	226	279	295	225	188	175	94	49
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	503	723	597	593	558	490	396	281	154
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1.5
	$E_{max\ ห้อง}$	607	670	653	599	394	268	210	259	104
	$E_{min\ ห้อง}$	107	108	109	109	108	107	106	80	54
	$E_{ave\ ห้อง}$	360	399	419	417	394	352	239	165	122
21 มิถุนายน	$E_{max\ พื้นหลัง}$	860	959	1,013	996	931	815	656	464	254
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	100	100	100	99	89	88	67	58	45
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	545	619	654	647	598	419	392	244	148
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	454	623	652	646	605	534	437	201	86
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	184	211	258	269	191	181	155	90	49
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	357	391	406	403	381	341	326	221	109
	Contrast	1:2	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:2	1:1.5
	$E_{max\ ห้อง}$	403	411	419	539	500	421	298	190	119
	$E_{min\ ห้อง}$	107	108	109	109	108	107	105	70	54
	$E_{ave\ ห้อง}$	268	289	302	300	286	261	210	128	102
21 ธันวาคม	$E_{max\ พื้นหลัง}$	689	781	829	817	769	598	440	259	182
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	100	100	100	99	99	98	97	58	45
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	518	591	624	614	562	472	350	205	82
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	411	449	465	470	438	371	269	165	82
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	186	217	240	239	207	152	137	109	43
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	299	332	347	342	292	278	223	157	90

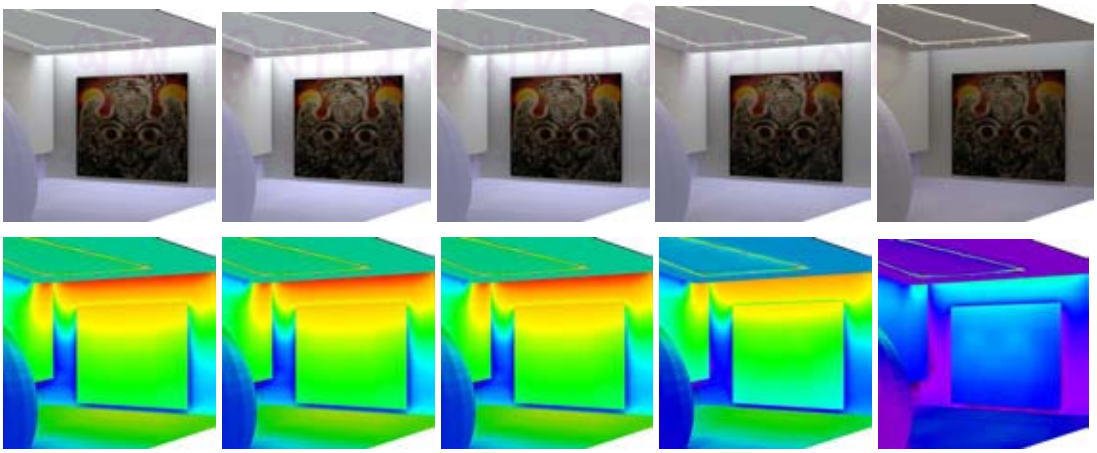
	ค่าตัวแปร	สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
	Contrast	1:3	1:3	1:3	1:3	1:1	1:1	1:1	1:3	1:1.5
	$E_{max\ ห้อง}$	459	518	544	536	494	420	321	190	119
	$E_{min\ ห้อง}$	107	108	109	109	108	107	100	70	54
	$E_{ave\ ห้อง}$	233	253	262	259	245	220	186	146	106
E_{accum}		817,92 lux-hr /year								
$Um_{ผนัง}$		0.47 ; (43 / 90)								
$Um_{ห้อง}$		0.21 ; (54 / 256)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 1,524 watt ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายใน 6 watt/sq.m.								
Colour temp		5,500-8,000 K						3,000-5,500 K		3,000 K
CRI		100								

21 มีนาคม



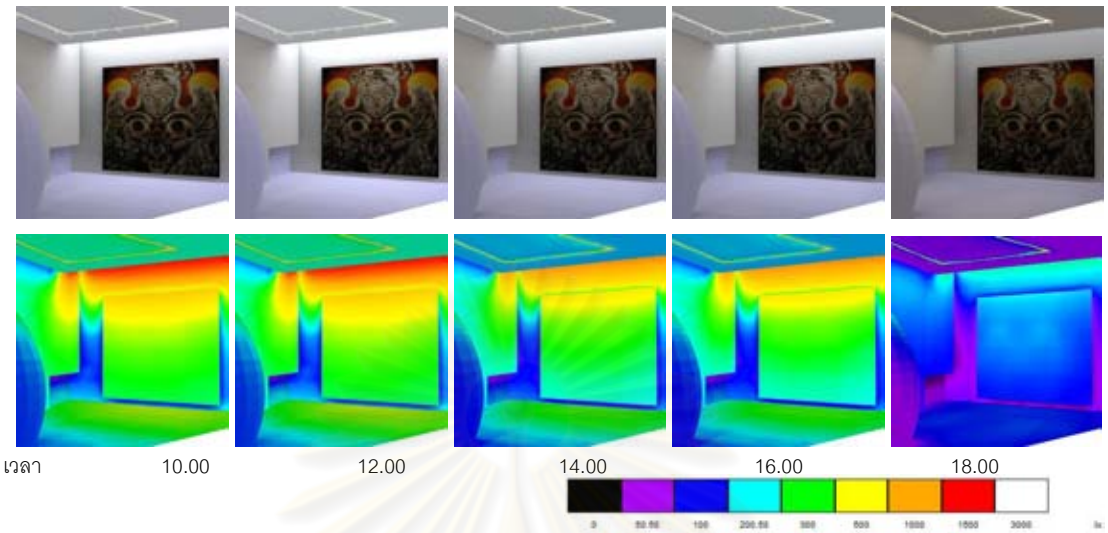
เวลา 10.00 12.00 14.00 16.00 18.00

21 มิถุนายน



เวลา 10.00 12.00 14.00 16.00 18.00

21 ธันวาคม



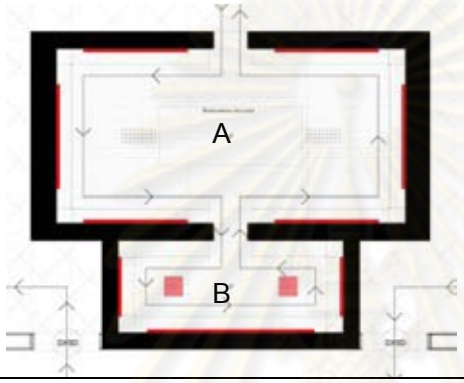
ภาพที่ 4.5 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องแสดงภาพ-เขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนีในสภาพท้องฟ้าหลัว ของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น.

4.4 ผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน

ภายในห้องจัดแสดงนี้มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงทางด้านบนร่วมกับการให้แสงไฟฟ้า และชิ้นงานจัดแสดงมีทั้งงานจิตรกรรมภาพเขียนสีน้ำมัน สีฝุ่น สีน้ำ และงานประติมากรรมที่มีความหลากหลายทั้งขนาด และวัสดุ โดยกำหนดค่าต่างๆที่สำคัญในการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.9-4.13 และภาพที่ 4.6-4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงรายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆ ภายในห้องวิคตอเรียน

รายละเอียดของตัวแปร		ค่าของตัวแปร
1	ค่าการดูแลรักษา (Maintenance factor)	0.80
2	ค่าความสะท้อนของวัสดุพื้นไม้ปาร์เก้ ไม้สัก สีธรรมชาติ	0.68
	ค่าความสะท้อนของวัสดุผนังสีเขียวอ่อน	0.50
	ค่าความสะท้อนของวัสดุฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดสีขาว luminous ceiling	0.70
	ค่าการส่องผ่านแสงของส่วนช่องแสงด้านบน วัสดุกระจกกรองแสง (solar control)	0.70
	ค่าการส่องผ่านแสงของส่วนช่องแสงด้านบน วัสดุกระจกฝ้า	0.40
3	การใช้งานของแสงไฟฟ้าตามแบบติดตั้ง (เปิดไฟทุกดวง=dimming value 100%)	1.00
4	ค่าความสะท้อนของวัสดุชิ้นงาน	0.78

5	วันสำคัญ และช่วงเวลาในการลำลอง - วันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน (Equinox) ในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. - วันที่ 21 มิถุนายน (Summer Soltice) ในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. - วันที่ 21 ธันวาคม (Winter Soltice) ในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. โดยทำการจำลองในสภาพท้องฟ้า 2 ลักษณะ คือ สภาพท้องฟ้าโปร่ง และสภาพท้องฟ้าหลัว	-
6	แบ่งพื้นที่ในการจำลองออกเป็น 2 ส่วน ดังภาพ 	-

ผลการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องนี้สามารถจำแนกผลการจำลองออกเป็น 2 ส่วน โดยแบ่งการแสดงค่าตัวแปรตามลักษณะสภาพท้องฟ้า คือ สภาพท้องฟ้าโปร่ง และสภาพท้องฟ้าหลัว ซึ่งแสดงค่าตัวแปรเป็นส่วนย่อยในแต่ละส่วนตามพื้นที่ห้องจัดแสดง คือ zone A และ zone B โดยในแต่ละส่วนนั้นแสดงข้อมูลเปรียบเทียบสภาพแสงสว่างภายในห้องจัดแสดง โดยแบ่งการจำลองออกเป็น 3 ส่วนตามวันสำคัญที่กล่าวในข้างต้น ดังแสดงในตาราง และภาพ ดังนี้

4.4.1 **ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าโปร่ง** (clear sky)

สำหรับการจำลองตามแบบติดตั้ง เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในอาคารว่ามีค่าตัวแปรสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐาน และข้อกำหนดจากหน่วยงานทั้งสาม ซึ่งมีผลการจำลอง ดังนี้

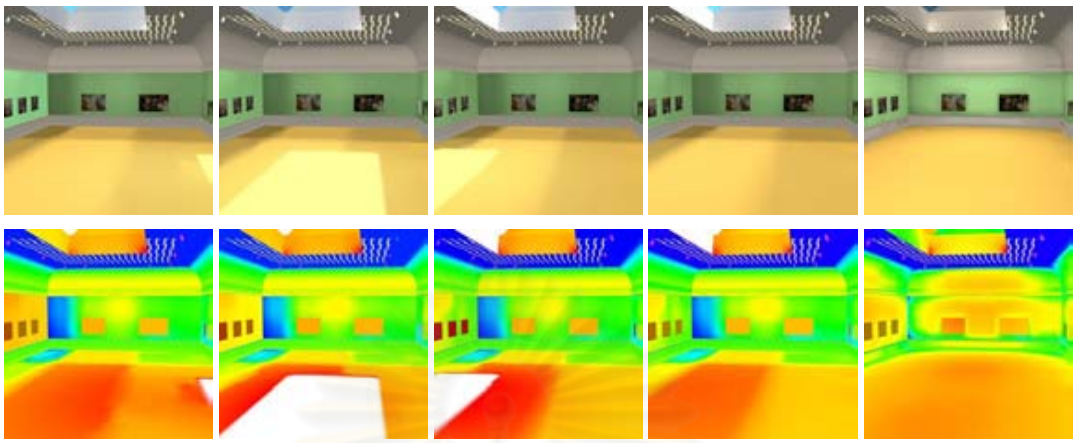
4.4.1.1 **ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าโปร่ง** (clear sky) **ในส่วน** zone A

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone A ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง

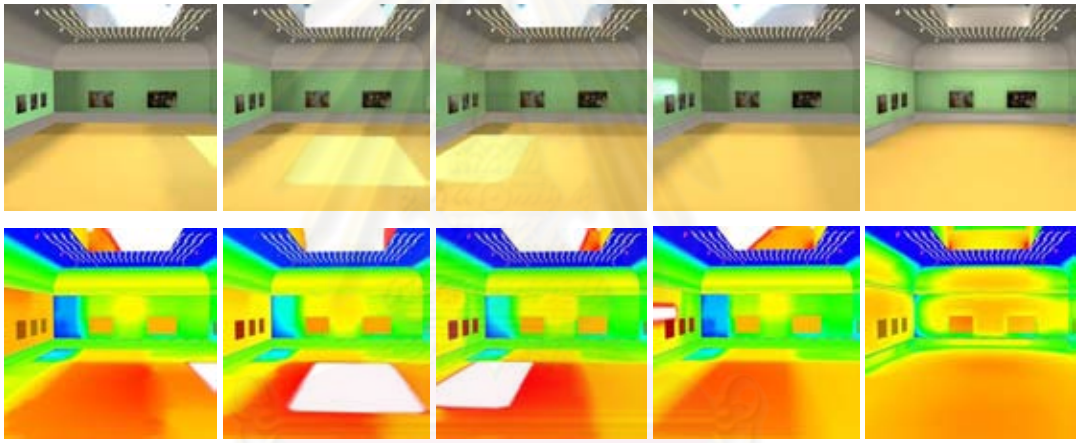
ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
21 มีนาคม	$E_{max\ ห้อง}$	1,884	2,098	11,378	11,277	1,985	1,862	1,777	1,381	1,101
	$E_{min\ ห้อง}$	645	644	648	644	643	545	450	444	444
	$E_{ave\ ห้อง}$	1,003	1,098	1,084	1,090	1,095	956	817	782	689
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	996	978	948	944	971	1,028	986	945	936
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	365	397	419	418	328	315	310	308	308
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	776	798	814	755	722	643	587	598	585

	ค่าตัวแปร	สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	950	958	975	974	949	928	886	845	736
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	435	440	540	540	529	485	470	400	397
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	547	598	695	631	626	565	483	448	430
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
21 มิถุนายน	$E_{max\ ห้อง}$	1,503	1,900	2,380	2,268	1,485	1,036	998	990	987
	$E_{min\ ห้อง}$	633	636	644	644	632	541	449	440	440
	$E_{ave\ ห้อง}$	987	998	1,006	1,040	994	868	758	689	599
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	996	978	948	944	971	1,028	986	945	936
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	363	394	415	415	322	311	305	303	301
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	771	795	810	750	712	634	598	590	582
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	944	955	972	974	940	920	879	835	724
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	431	420	440	440	428	480	440	397	388
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	519	550	629	614	563	502	463	409	401
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
	$E_{max\ ห้อง}$	1,704	1,986	9,790	9,266	1,781	1,001	967	989	971
	$E_{min\ ห้อง}$	640	642	644	641	635	530	469	453	442
	$E_{ave\ ห้อง}$	982	989	1,030	1,090	1,002	867	755	682	590
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	995	982	979	971	960	948	946	935	929
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	365	397	419	418	328	311	305	303	301
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	770	788	810	795	752	631	577	569	550
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	950	955	971	968	942	912	872	831	722
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	431	434	540	540	529	448	350	330	305
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	515	561	650	622	580	487	417	399	381
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
E_{accum}		1,218,816 lux-hr /year								
$Um_{ผนัง}$		0.58 ; (305 / 529)								
$Um_{ห้อง}$		0.49 ; (442 / 909)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 6,508 watt ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายในห้อง 33 watt/sq.m.								
Colour temp		4,000-5,500 K						3,000-4,000 K		3,000 K

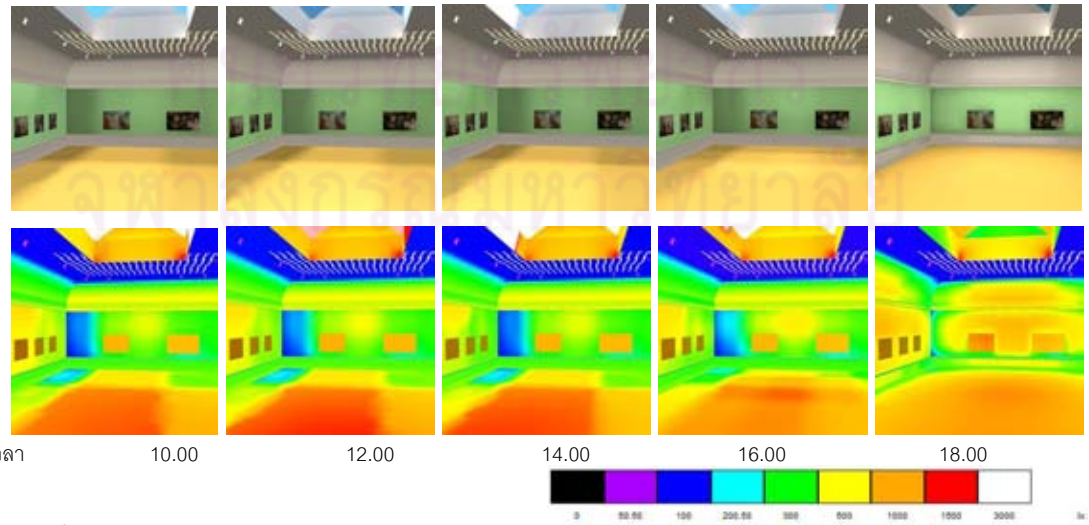
21 มีนาคม



21 มิถุนายน



21 ธันวาคม



ภาพที่ 4.6 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone A ในสภาพท้องฟ้าโปร่งของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น.

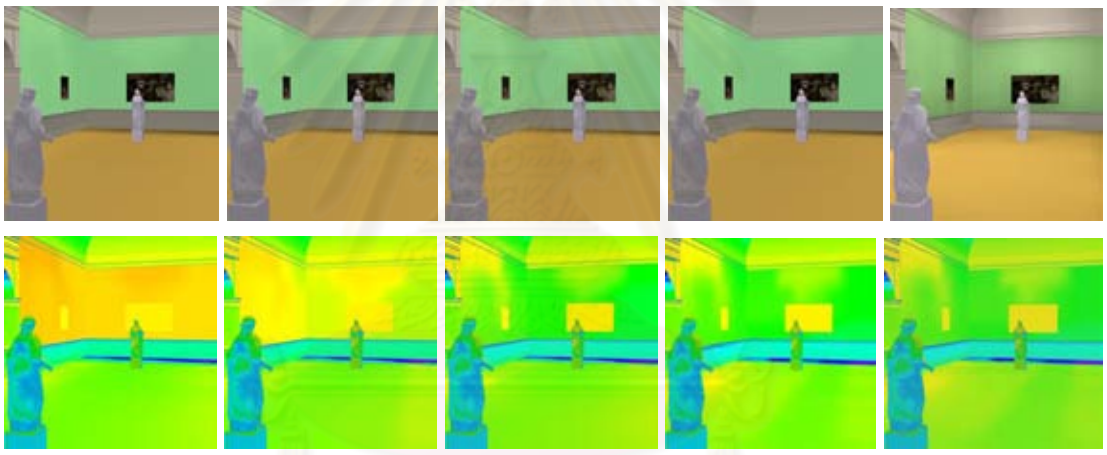
4.4.1.2 ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky) ในส่วน zone B

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone B ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
21 มีนาคม	$E_{max\ ห้อง}$	651	692	698	700	690	636	633	629	620
	$E_{min\ ห้อง}$	229	230	234	234	226	224	224	215	201
	$E_{ave\ ห้อง}$	449	464	479	485	459	448	427	425	421
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	539	612	619	618	611	559	525	512	492
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	199	211	224	226	218	189	189	189	184
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	499	502	511	510	494	490	484	472	444
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	610	635	643	643	583	564	551	523	482
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	211	211	214	219	214	211	211	198	191
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	473	482	490	478	421	401	400	399	382
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
21 มิถุนายน	$E_{max\ ห้อง}$	650	688	691	698	690	634	631	629	620
	$E_{min\ ห้อง}$	222	224	233	233	225	223	223	212	200
	$E_{ave\ ห้อง}$	444	460	472	479	455	440	418	415	409
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	533	608	609	609	612	577	535	519	495
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	196	210	224	226	218	188	187	187	184
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	493	497	508	507	494	488	483	470	440
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	608	632	640	640	580	561	547	537	472
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	211	211	214	219	214	211	211	198	191
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	447	472	484	473	412	399	389	385	378
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
21 ธันวาคม	$E_{max\ ห้อง}$	650	690	698	700	689	634	631	629	620
	$E_{min\ ห้อง}$	227	229	234	234	225	223	223	212	200
	$E_{ave\ ห้อง}$	448	463	477	484	452	441	418	415	409
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	539	602	616	614	600	578	536	519	495
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	199	211	224	226	218	188	187	187	184
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	497	501	510	510	495	486	481	465	434
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	610	635	643	643	583	561	547	537	472
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	211	211	214	219	214	211	211	198	191
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	470	479	490	474	417	400	390	387	367

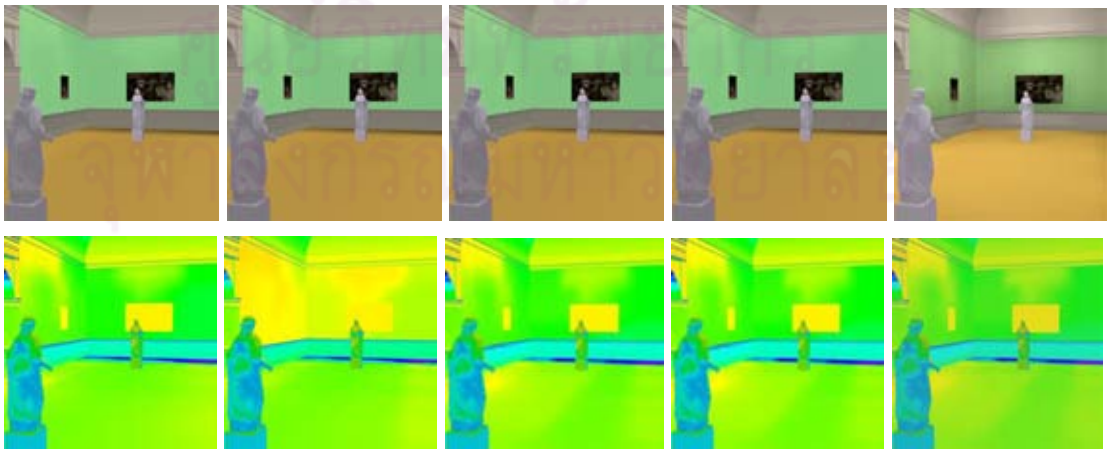
	ค่าตัวแปร	สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
E_{accum}		993,024 lux-hr /year								
$Um_{ผนัง}$		0.45 ; (191/ 425)								
$Um_{ห้อง}$		0.45 ; (201/ 444)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 2,282 watt ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายในห้อง 34 watt/sq.m.								
Colour temp		4,000-5,500 K						3,000-4,000 K		3,000 K
CRI		100								

21 มีนาคม



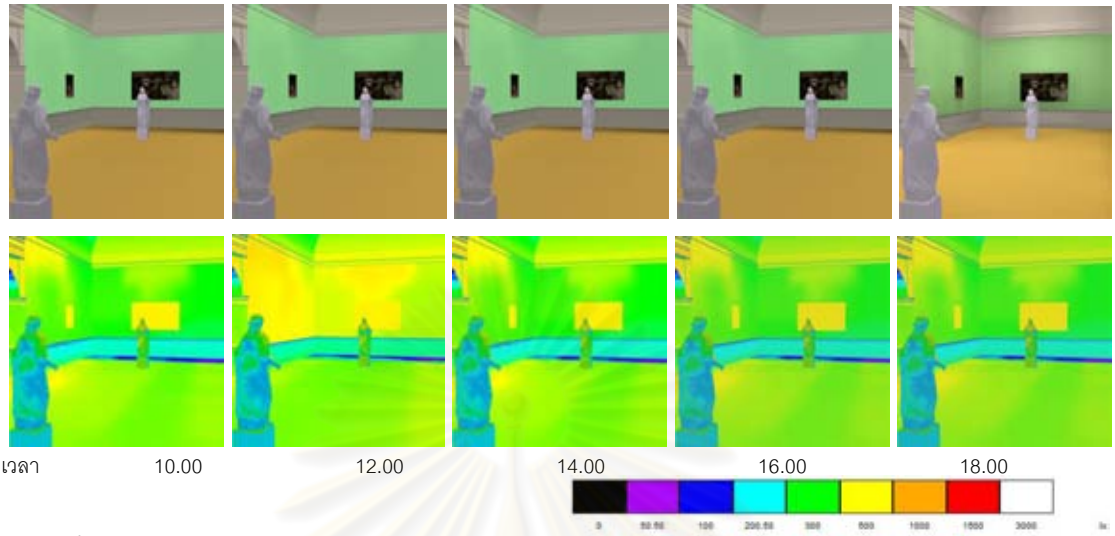
เวลา 10.00 12.00 14.00 16.00 18.00

21 มิถุนายน



เวลา 10.00 12.00 14.00 16.00 18.00

21 ธันวาคม



ภาพที่ 4.7 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone B ในสภาพท้องฟ้าโปร่งของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00

4.4.2 ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)

สำหรับการจำลองตามแบบติดตั้ง เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในอาคารว่ามีค่าตัวแปรสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐาน และข้อกำหนดจากหน่วยงานทั้งสาม ซึ่งมีผลการจำลอง ดังนี้

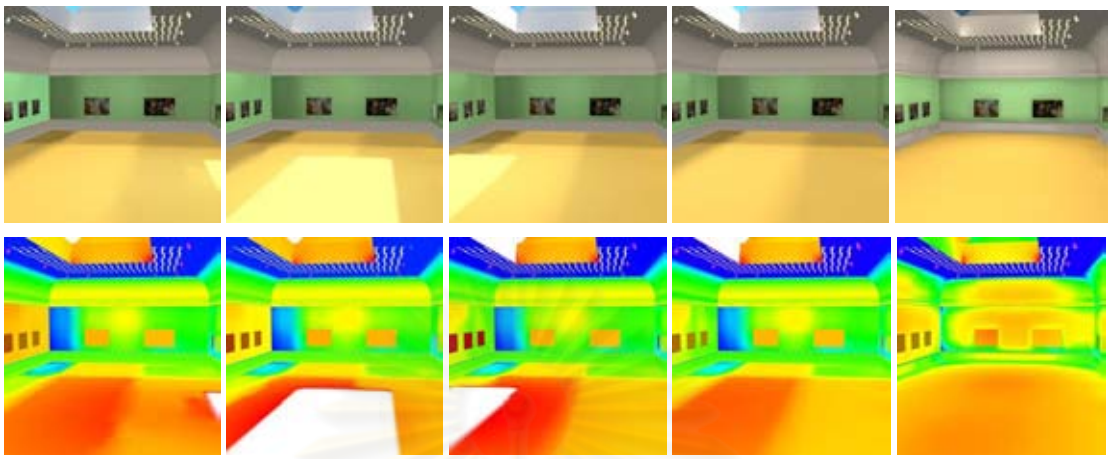
4.4.2.1 ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky) ในส่วน zone A

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone Aในสภาพท้องฟ้าหลัว

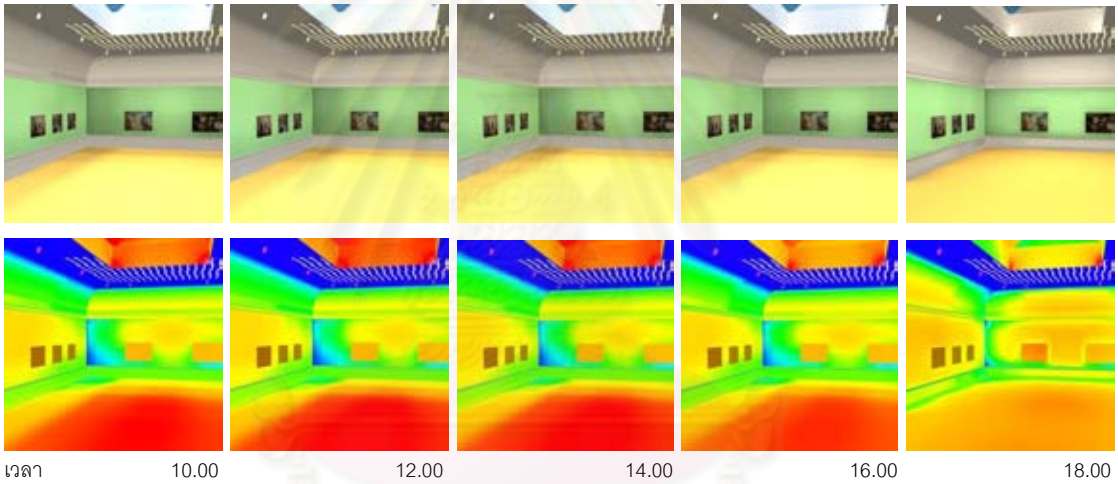
ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
21 มีนาคม	$E_{max\ ห้อง}$	973	982	998	997	940	842	841	732	619
	$E_{min\ ห้อง}$	440	452	454	454	433	430	416	399	390
	$E_{ave\ ห้อง}$	780	787	819	805	762	720	655	582	564
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	952	952	959	951	945	936	917	896	885
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	561	538	545	545	529	478	450	380	349
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	621	683	691	686	553	471	450	403	405
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	735	747	740	722	650	617	606	592	580
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	330	431	442	444	429	388	353	332	311
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	519	522	528	525	468	424	415	405	398
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
21	$E_{max\ ห้อง}$	970	988	988	967	898	840	833	727	612
	$E_{min\ ห้อง}$	430	440	451	451	431	426	412	395	390

	ค่าตัวแปร	สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
	$E_{ave\ ห้อง}$	774	780	897	895	735	690	645	580	561
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	932	932	938	939	933	916	903	889	880
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	561	538	545	545	529	478	450	380	349
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	524	578	594	586	493	442	421	402	400
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	731	740	729	711	633	602	586	582	580
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	320	428	438	440	424	404	351	330	310
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	500	514	520	521	464	420	411	400	392
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
21 ธันวาคม	$E_{max\ ห้อง}$	970	981	997	997	940	840	830	725	610
	$E_{min\ ห้อง}$	440	452	454	454	433	426	412	395	390
	$E_{ave\ ห้อง}$	780	787	819	805	762	690	645	580	561
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	952	952	959	951	945	916	903	889	880
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	561	538	545	545	429	400	385	380	349
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	615	680	685	664	558	446	419	400	395
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	735	747	740	722	650	601	583	580	578
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	330	430	440	442	426	400	348	327	305
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	501	519	524	524	477	420	401	395	389
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
E_{accum}		1,064,448 lux-hr /year								
$Um_{ผนัง}$		0.68 ; (305 / 446)								
$Um_{ห้อง}$		0.54 ; (390 / 721)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 6,508 watt ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายในห้อง 33 watt/sq.m.								
Colour temp		5,500-8,000 K						3,000-5,500 K		3,000 K
CRI		100								

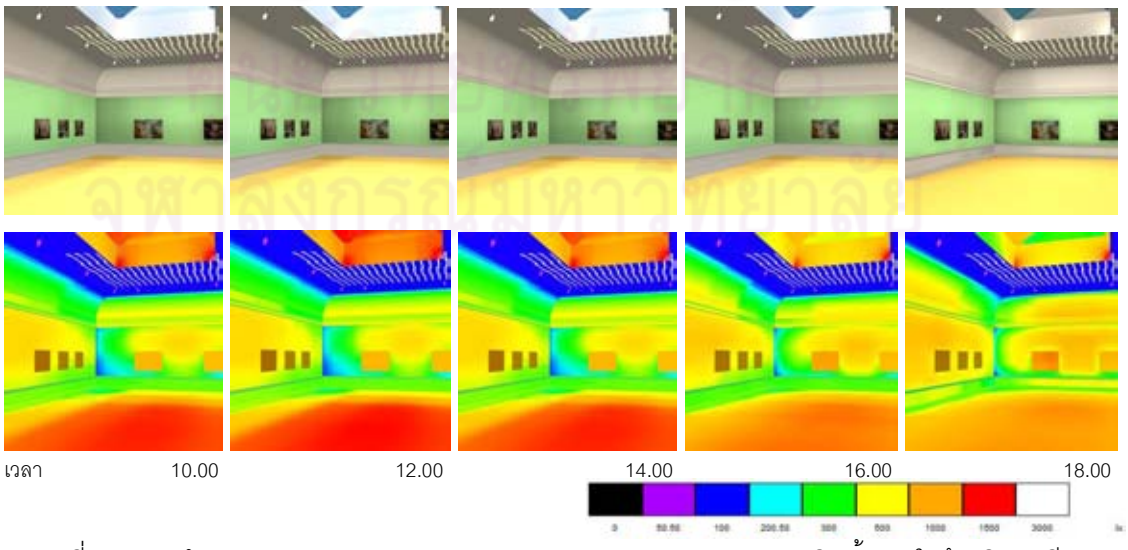
21 มีนาคม



21 มิถุนายน



21 ธันวาคม



ภาพที่ 4.8 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone A ในสภาพท้องฟ้าหลังของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00 น.

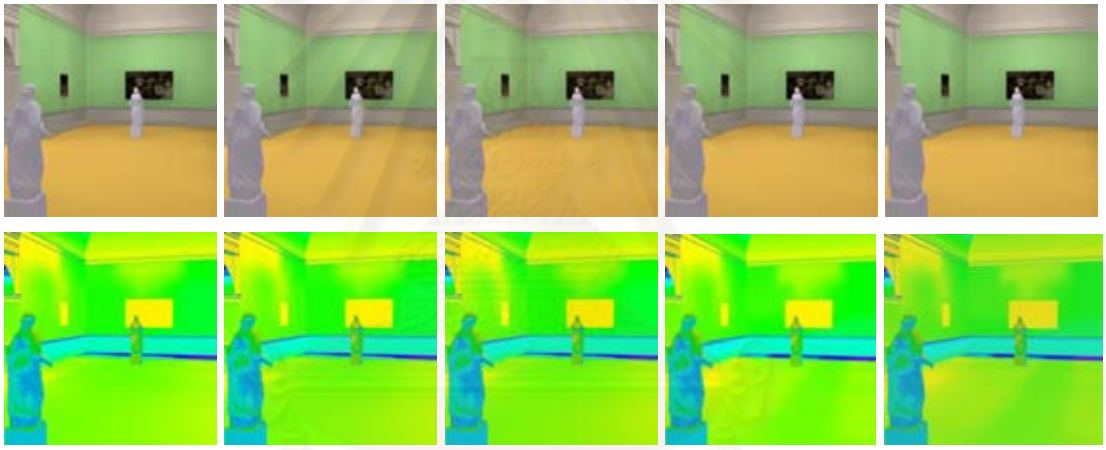
4.4.2.2 ผลการจำลองในสภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky) ในส่วน zone B

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone B ในสภาพท้องฟ้าหลัว

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
21 มีนาคม	$E_{max\ ห้อง}$	648	687	688	689	643	636	633	629	620
	$E_{min\ ห้อง}$	229	230	234	234	226	224	224	215	201
	$E_{ave\ ห้อง}$	442	469	471	468	448	432	425	424	421
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	534	609	598	568	531	503	511	499	482
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	199	211	224	226	218	189	189	189	184
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	331	361	354	346	338	333	322	319	314
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	600	623	639	631	553	553	551	523	482
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	211	211	214	219	214	211	211	198	191
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	392	409	394	383	370	367	370	363	360
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
21 มิถุนายน	$E_{max\ ห้อง}$	642	660	680	680	633	631	630	629	620
	$E_{min\ ห้อง}$	225	228	232	232	224	222	222	211	201
	$E_{ave\ ห้อง}$	439	457	464	464	438	423	422	421	421
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	533	608	595	568	530	503	511	499	482
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	199	211	224	226	218	189	189	189	184
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	331	361	354	346	338	333	322	319	314
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	601	624	640	638	553	553	551	523	482
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	211	211	214	219	214	211	211	198	191
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	390	396	394	382	368	364	363	360	360
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
21 ธันวาคม	$E_{max\ ห้อง}$	645	685	686	686	641	631	630	629	620
	$E_{min\ ห้อง}$	227	228	232	232	226	222	222	211	201
	$E_{ave\ ห้อง}$	441	468	470	468	447	423	422	421	421
	$E_{max\ พื้นหลัง}$	532	606	596	566	531	503	511	499	482
	$E_{min\ พื้นหลัง}$	199	211	224	226	218	189	189	189	184
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	330	352	354	345	336	334	322	319	314
	$E_{max\ ชิ้นงาน}$	600	623	639	631	553	553	551	523	482
	$E_{min\ ชิ้นงาน}$	211	211	214	219	214	211	211	198	191
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	390	393	394	385	370	364	363	360	360

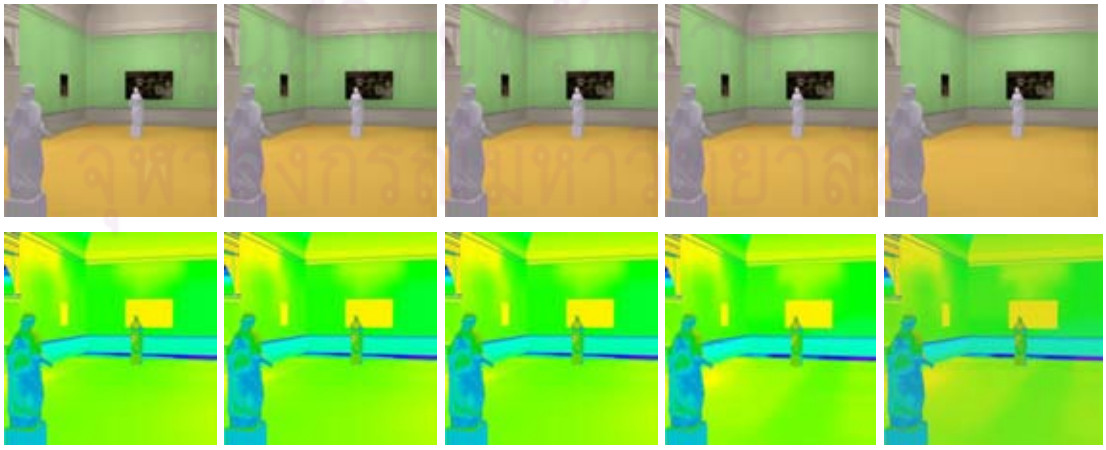
	ค่าตัวแปร	สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
E_{accum}		866,304 lux-hr /year								
$Um_{ผนัง}$		0.45 ; (191/ 425)								
$Um_{ห้อง}$		0.45 ; (201/ 444)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 2,282 watt ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายในห้อง 34 watt/sq.m.								
Colour temp		5,500-8,000 K						3,000-5,500 K		3,000 K
CRI		100								

21 มีนาคม



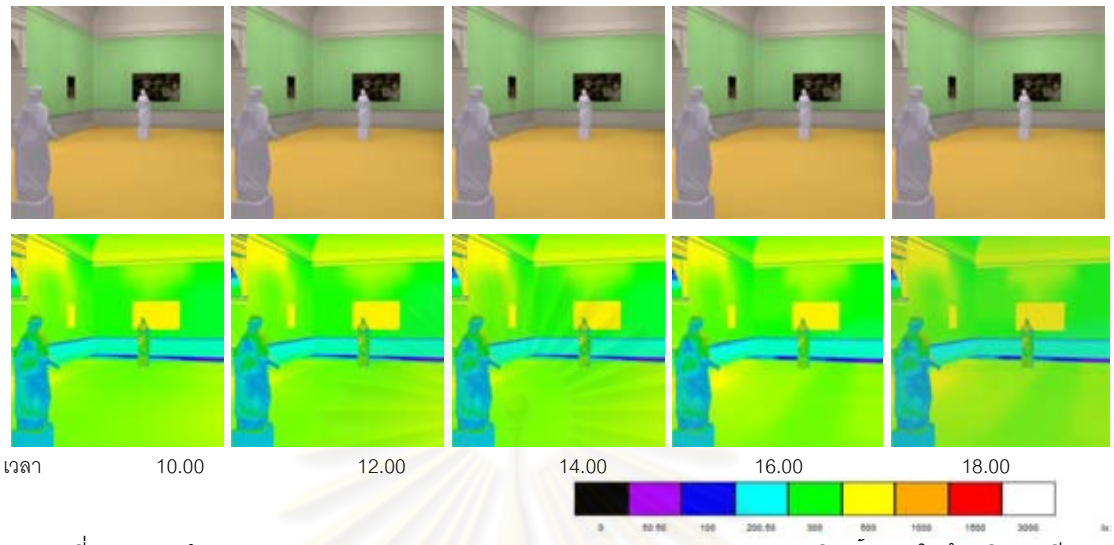
เวลา 10.00 12.00 14.00 16.00 18.00

21 มิถุนายน



เวลา 10.00 12.00 14.00 16.00 18.00

21 ธันวาคม



ภาพที่ 4.9 ภาพจำลองแสดงความแตกต่างของความสว่าง และแสงเงาตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน ส่วน zone B ในสภาพท้องฟ้าหลัวของวันสำคัญทั้ง 3 วัน และช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00-18.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
อภิปรายผล / ข้อเสนอแนะ

จากการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 นั้น ได้ข้อมูลของปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยต่อชิ้นงาน ได้แก่ ระดับความส่องสว่าง และค่าความส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี ส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ แสงเงา ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และค่าของพลังงานที่ใช้ในการส่องสว่าง ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพของแสงสว่างในห้องจัดแสดงแต่ละห้องมีความเหมาะสม และข้อบกพร่องที่แตกต่างกันออกไป เช่น ปริมาณค่าความส่องสว่างและปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสูงเกินเกณฑ์ที่กำหนด ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพต่ำทำให้ชิ้นงานขาดความน่าสนใจ สภาพแสงสว่างในห้องจัดแสดงแตกต่างกันเนื่องแสงธรรมชาติที่เกี่ยวเนื่องกับช่วงเวลาและสภาพท้องฟ้า ลักษณะแสงเงาไม่เป็นไปตามแนวคิดในการออกแบบเนื่องจากตำแหน่งการวางตัวของอาคาร เกิดเงามืดบนบางส่วนของชิ้นงานเนื่องจากลักษณะช่องเปิด เป็นต้น จึงได้ทำการเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงทั้งแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้าโดยทำการจำลองผลเปรียบเทียบเพื่อแสดงประสิทธิภาพของแนวทางเหล่านั้น โดยแบ่งการวิเคราห์ผลการจำลองตามแบบติดตั้ง และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพแสงสว่างการออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 อภิปรายผลการจำลองตามแบบติดตั้ง โดยพิจารณาค่าของตัวแปรสำคัญต่างๆ ได้แก่ ระดับความส่องสว่าง ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ แสงเงา ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และค่าของพลังงานที่ใช้ในการส่องสว่าง โดยอ้างอิงกับเกณฑ์ มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติ ได้แก่ Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) และพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

ส่วนที่ 2 สรุปผลการอภิปราย และข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบในห้องจัดแสดงแต่ละห้อง

ส่วนที่ 3 เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างในส่วนห้องจัดแสดงที่พบข้อบกพร่องต่างๆ ของสภาพแสงที่เกี่ยวเนื่องกับระดับความส่องสว่าง และค่าความส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ แสงเงา ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และค่าของพลังงานที่ใช้ในการส่องสว่าง โดยทางเลือกสำหรับข้อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างที่เหมาะสมในอาคารกรณีศึกษานั้นมุ่งเน้นที่เทคนิคในการให้แสงสว่างซึ่งไม่ปรับเปลี่ยนรูปแบบทางสถาปัตยกรรม และการใช้งานเดิม รวมถึงความคุ้มค่าในการลงทุนอีกด้วย

5.1 อภิปรายผล

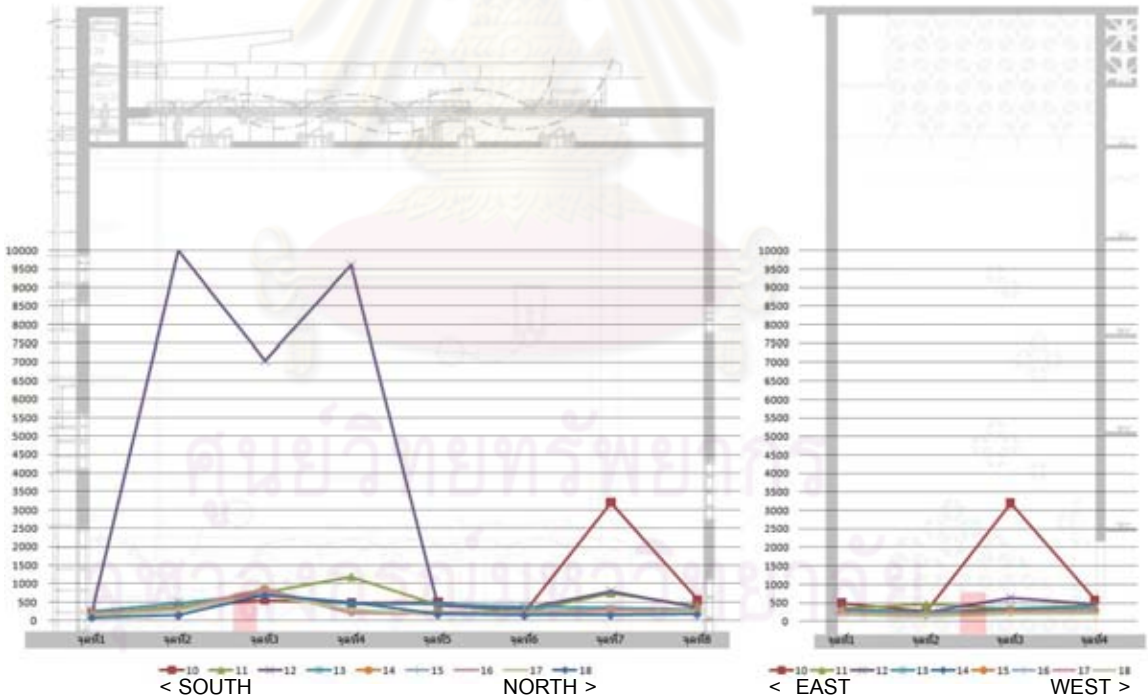
จากการวัดผลข้อมูลจากการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 ในห้องจัดแสดงที่เลือกมาทำการศึกษาวิจัยทั้ง 4 ห้อง ได้แก่ โถง อ.ศิลป์ พีระศรี ห้องจัดแสดงชั้น 3 ห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี และห้องวิคตอเรียน สามารถแบ่งการอภิปรายผลตัวแปรสำคัญออกเป็น 4 ส่วนตามห้องจัดแสดง ดังนี้

5.1.1 ผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี

จากผลการจำลองในบทที่ 4 ดังแสดงในข้อ 4.1 นั้นสามารถแบ่งส่วนการอภิปรายผลตามค่าของตัวแปรสำคัญต่างๆออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

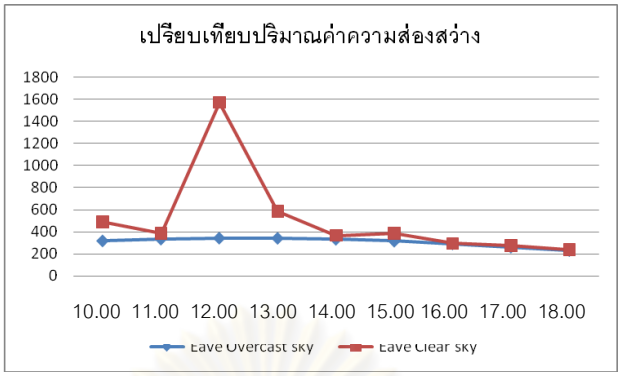
5.1.1.1 ปริมาณค่าความส่องสว่าง

เมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี นั้นมีความเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ โดยปริมาณค่าความส่องสว่างมีความแตกต่างกันมากตามลักษณะสภาพท้องฟ้า และช่วงเวลาต่างๆของวัน ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่วัดได้อยู่ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่งวัดได้ 24,982 lux และเป็นวันที่มีปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุด ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่วัดได้อยู่ในวันที่ 21 ธันวาคม เวลา 18.00 น.ในสภาพท้องฟ้าหลัววัดได้ 4 lux ส่วนปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยประมาณ 215-1,572 lux โดยส่วนใหญ่แล้วสภาพแสงสว่างมีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA ที่กำหนดให้สภาพแสงโดยรอบ และทางเดินมีความสว่าง 50-300 lux มีเพียงช่วงเวลา 10.00-13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่งเท่านั้นที่มีค่าเกินตามที่เกณฑ์กำหนด นอกจากนั้นปริมาณค่าความส่องสว่างภายในโถงนี้ขาดความสม่ำเสมอเนื่องจากในแต่ละจุดที่ทำการวัดนั้นพบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างมีค่ามากน้อยตามกับลักษณะแสงสว่างที่ส่องเข้ามาโดยตรงจากช่องแสงด้านบน ดังแสดงในภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ที่วัดได้ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ตามแบบติดตั้ง

ทั้งนี้การให้แสงสว่างในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี นั้นมีการให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า ซึ่งพบว่าลักษณะสภาพท้องฟ้ายังส่งผลต่อความสม่ำเสมอของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงอีกด้วย คือ ปริมาณค่าความส่องสว่างในสภาพท้องฟ้าโปร่งขาดความสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน และปริมาณค่าความส่องสว่างในสภาพท้องฟ้าครึ้มมีความสม่ำเสมอต่อเนื่องกันตลอดทั้งวัน ดังแสดงในแผนภูมิที่ 5.1



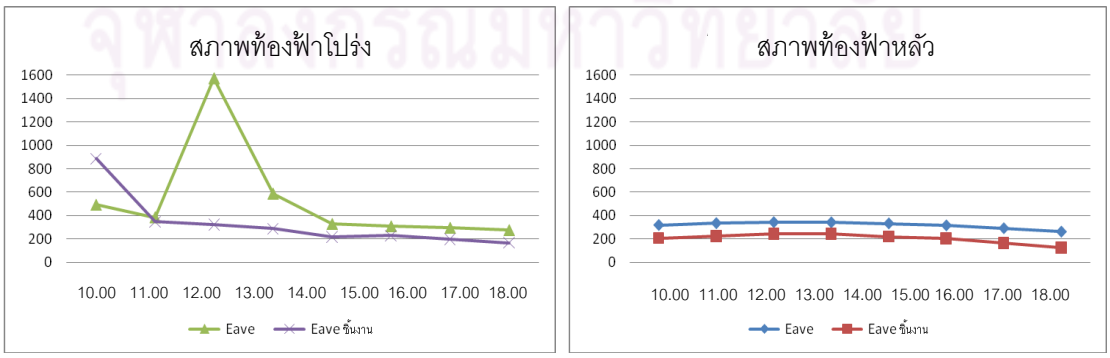
แผนภูมิที่ 5.1 แสดงปริมาณค่าความสว่างสภาพโดยรวมภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี
โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น.

5.1.1.2 ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี

เมื่อพิจารณาค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีโดยแบ่งตามประเภทวัสดุชิ้นงาน พบว่าชิ้นงานประติมากรรมหิน อ.ศิลป์ พีระศรี มีค่าประมาณ 470,016 - 831,744 lux-hr/ year ซึ่งอยู่ภายในเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA และ CIBSE ซึ่งไม่กำหนดค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสำหรับวัตถุชิ้นงานที่แสงสว่างไม่ส่งผลกระทบ โดยให้มีค่าความส่องสว่างสูงสุด และค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดแสดง

5.1.1.3 ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ

เมื่อพิจารณาค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนั้นพบว่าไม่สามารถประเมินความเหมาะสมของค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพได้ เนื่องจากพื้นที่ภายใน โถง อ.ศิลป์ พีระศรี นั้นมีการใช้งานเป็นโถงทางเข้าหลักของอาคาร และจัดแสดงชิ้นงานร่วมด้วย1 ชิ้น คือ ประติมากรรมหิน อ.ศิลป์ พีระศรี ประกอบกับเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA และCIBSE ไม่กำหนดค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับชิ้นงานประเภทนี้ โดยให้ค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานลักษณะนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดแสดง ระยะในการมองชิ้นงาน และการปรับสายตา ดังนั้นจึงไม่ประเมินความเหมาะสม ของค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ อย่างไรก็ตามจากผลการจำลองนั้นได้แสดงให้เห็น ปริมาณค่าความความส่องสว่างของชิ้นงาน และสภาพโดยรวมของห้องจัดแสดง ดังแสดงในแผนภูมิที่ 5.2



แผนภูมิที่ 5.2 แสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และสภาพโดยรวมภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี
โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น.

5.1.1.4 แสงเงา

จากผลการจำลองพบว่าลวดลายของแสงเงาภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี นั้นเกิดขึ้นชัดเจนเฉพาะในช่วงเวลา 10.00-12.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่งเท่านั้น และตั้งแต่ 13.00-18.00 น.นั้นลวดลายของแสงเงามีความชัดเจนลดลงจนจางหายไป ส่วนในสภาพท้องฟ้าครึ้มนั้นจะพบลวดลายของแสงเงาบริเวณผนัง และพื้นใกล้กับช่องเปิดทางทิศใต้ เนื่องจากตำแหน่งของห้องที่จำกัดในเรื่องทิศทางของช่องเปิดทำให้แสงธรรมชาติผ่านช่องเปิดเข้ามาภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ได้น้อย

ส่วนลักษณะแสงเงาที่ชิ้นงานนั้นเกิดจากการใช้ไฟส่องเน้นโดยจัดทิศทางการส่องเน้นจากด้านบนลงมาให้เหมาะสมไม่รบกวนสายตา นอกจากนั้นในบางช่วงเวลาที่มีแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารทำให้ลักษณะแสงเงาที่ชิ้นงานเปลี่ยนแปลงตามทิศทาง และมุมของลำแสงที่เข้ามา

5.1.1.5 ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง

จากผลการจำลองพบว่าค่าการสะท้อนของพื้นผิวของวัสดุ และค่าการใช้พลังงานนั้นมีความเหมาะสม เนื่องจากค่าการสะท้อนของวัสดุที่เลือกใช้ในห้องจัดแสดงทั้งหมด ให้ค่าการสะท้อนสูงกว่าข้อเสนอแนะสำหรับค่าการสะท้อนที่ทำให้ห้องค่อนข้างสว่างตามข้อกำหนดของ CIBSE คือ ค่าการสะท้อนของฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น ควรเป็น 0.7 : 0.5 : 0.3 ซึ่งภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี นั้นมีค่าการสะท้อนของฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น คือ 0.7 : 0.68 : 0.68 ทั้งยังส่งผลให้การใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างลดลงอีกด้วย ส่วนค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างประมาณ 6.3 watt /sq.m. จัดว่ามีการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างต่ำ

5.1.1.6 องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม และการวางตัวของอาคาร

จากผลการจำลองพบว่าข้อบกพร่องของแสงสว่าง และการเกิดแสงเงาในส่วนโถง อ.ศิลป์ พีระศรี มีสาเหตุมาจากรูปทรงของห้องมีลักษณะแคบสูง ทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบนั้นมีความแตกต่างกันมากในบางช่วงเวลา และบางสภาพท้องฟ้า สภาพแสงโดยรอบขาดความสม่ำเสมอ และการทิศทางการวางตัวของอาคารส่งผลต่อแสงเงาดังที่ได้กล่าวในข้อ 5.1.1.4

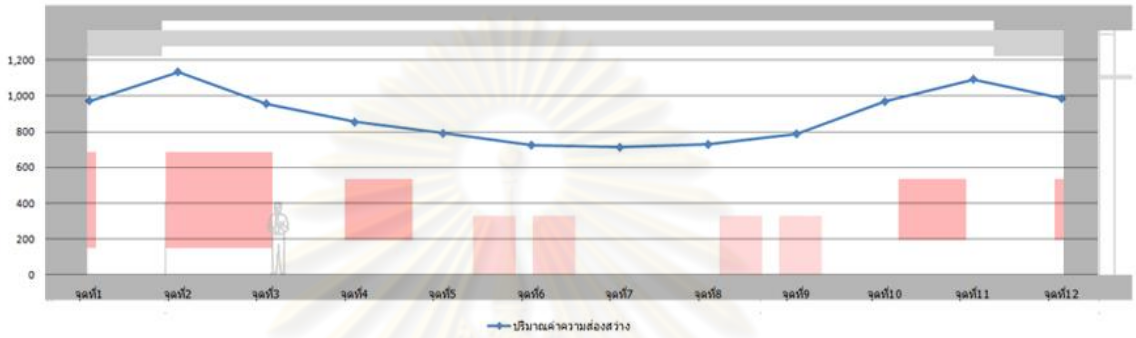
5.1.2 ผลจากผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

จากผลการจำลองในบทที่ 4 ดังแสดงในข้อ 4.2 นั้นสามารถแบ่งส่วนการอภิปรายผลตามค่าของตัวแปรสำคัญต่างๆ ดังนี้

5.1.2.1 ปริมาณค่าความส่องสว่าง

เมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 นั้นมีความสม่ำเสมอของแสงเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณค่าความส่องสว่างมีค่าสูงบริเวณส่วนริมห้องจัดแสดงใกล้กับผนังติดชิ้นงาน ค่าความส่องสว่างสูงสุดภายในห้องที่วัดได้อยู่ในส่วน zone A วัดได้ 1,236 lux และค่าความส่องสว่างต่ำสุดภายในห้องที่วัดได้อยู่ในส่วน zone D คือ 30 lux ส่วนปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในห้องประมาณ 721 lux โดยส่วนใหญ่แล้วสภาพแสงสว่างสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA ที่กำหนดให้สภาพแสงโดยรอบมีความสว่าง 50-500 lux ส่วนค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานนั้นมีค่าสูงสุดที่วัดได้ 1,095 lux และค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานนั้นมีค่าต่ำสุดที่วัดได้ 788 lux ส่วนปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ชิ้นงานสูงถึง 871 lux ซึ่งสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA และCIBSE ที่กำหนดให้

ปริมาณค่าความส่องสว่างของชิ้นงานที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง เช่น สีน้ำมัน สีฝุ่น สีน้ำ ไม้ แล็กเกอร์ ผ้าชนิดต่างๆ และภาพพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น มีค่า 50-200 lux ดังนั้นจึงควรปรับปรุงในส่วนของปริมาณค่าความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้การให้แสงสว่างในในห้องจัดแสดงนี้มีการให้แสงไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว โดยปริมาณค่าความส่องสว่างบริเวณจุดต่างๆภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 ดังแสดงในภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 ตามแบบติดตั้ง

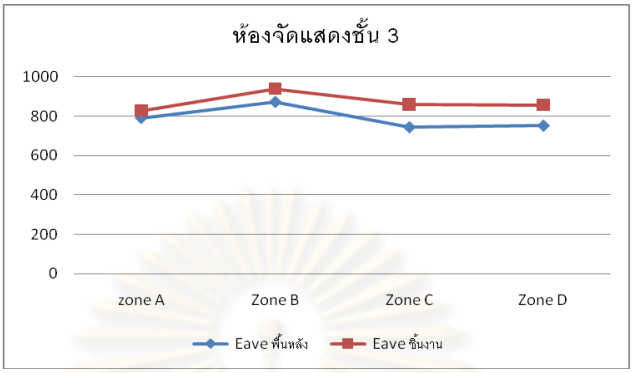
5.1.2.2 ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี

เมื่อพิจารณาค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีโดยมีชิ้นงานจัดแสดง ทั้งงานจิตรกรรม และงานประติมากรรม ซึ่งวัสดุชิ้นงานส่วนใหญ่เป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง เช่น สีน้ำมัน สีฝุ่น ไม้ และแล็กเกอร์ เป็นต้น และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง เช่น ผ้าชนิดต่างๆ สีน้ำ และภาพพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสูงถึง 1,692,288 lux-hr/ year ซึ่งมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA CIBSE และIES ซึ่งเกณฑ์ทั้ง 3 ได้กำหนดค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสำหรับวัตถุชิ้นงานที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อยถึงปานกลางประมาณ 120,000-600,000 lux-hr/ year ส่วนค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสำหรับวัตถุชิ้นงานที่แสงสว่างไม่ส่งผลกระทบ โดยให้มีค่าความส่องสว่างสูงสุด และค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดแสดง ดังนั้นจึงควรปรับปรุงในส่วนของปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปีให้มีความเหมาะสมในส่วนของงานจิตรกรรมซึ่งวัสดุชิ้นงานส่วนใหญ่เป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปาน และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูงเพื่อลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน

5.1.2.3 ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ

เมื่อพิจารณาค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนั้นพบว่าพื้นที่ทั้ง 4 ส่วนภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 นั้นมีค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพเป็น 1:1 เนื่องจากการให้แสงทางตั้งส่วนใหญ่จะให้แสงไล้กับแนวผนังทำให้บริเวณส่วนบนของภาพมีความสว่างมากกว่าส่วนล่าง เกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของCIBSE ได้กำหนดค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอย่างน้อย 2:1 ที่ทำให้เริ่มเห็นความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพและสามารถทำให้ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพได้ถึง 15:1 ดังนั้นจึงปรับปรุงในส่วนของค่าความเปรียบต่าง

ระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพให้มีความเหมาะสม จากผลการจำลองนั้นได้แสดงให้เห็นปริมาณค่าความความส่องสว่างของชิ้นงาน และพื้นภาพ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 5.3



แผนภูมิที่ 5.3 แสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

5.1.2.4 แสงเงา

จากผลการจำลองพบว่าลักษณะแสงเงาภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 นั้นใช้วิธีการสร้างบรรยากาศโดยรอบให้ดูนุ่มนวล และสบายตา โดยให้แสงสม่ำเสมอ ค่าความส่องสว่างวัตถุและพื้นภาพไม่ต่างกันมาก การให้แสงแก่ชิ้นงานจิตรกรรมมีลักษณะการให้แสงสว่างส่งผลให้พื้นที่จัดแสดงดูเป็นทางการ และการให้แสงทางตั้งส่วนใหญ่จะให้แสงได้กับแนวผนังทำให้บริเวณส่วนบนของภาพมีความสว่างมากกว่าส่วนล่างส่วนการให้แสงงานประติมากรรมจะเป็นการให้ไฟส่องเน้นเพื่อให้เกิดมิติของวัตถุ แสดงพื้นผิว และรายละเอียดอื่นๆ แสงเงาจะเกิดขึ้นตามการลักษณะการจัดตำแหน่งดวงโคมของไฟส่องเน้นซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนให้มีความเหมาะสมตามลักษณะชิ้นงาน ทิศทางในการให้แสง จังหวะแสงเงา และแนวคิดพิเศษในการจัดแสดงต่างๆ ตลอดจนลักษณะแสงเงาที่เกิดขึ้นนั้นยังเกี่ยวเนื่องกับอุปกรณ์ประกอบดวงโคม เช่น รูปร่าง ขนาด มุมตกกระทบ และความฟุ้งกระจายของลำแสง เป็นต้น เนื่องจากการจัดแสดงภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 เป็นการจัดแสดงกึ่งถาวรจึงมีการออกแบบให้แสงสว่างมีการปรับเปลี่ยนการใช้งานได้หลายรูปแบบทั้งจำนวนหลอดไฟ ตำแหน่งหลอดไฟ การปรับหรี่แสงของหลอดไฟ และระยะการให้แสงสว่าง เป็นต้น

5.1.2.5 ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง

จากผลการจำลองพบว่าค่าการสะท้อนของพื้นผิวของวัสดุ และค่าการใช้พลังงานนั้นมีความเหมาะสม เนื่องจากค่าการสะท้อนของวัสดุที่เลือกใช้ในห้องจัดแสดงทั้งหมดให้ค่าการสะท้อนสูงกว่าข้อเสนอแนะสำหรับค่าการสะท้อนที่ทำให้ห้องค่อนข้างสว่างตามข้อกำหนดของ CIBSE คือ ค่าการสะท้อนของฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น ควรเป็น 0.7 : 0.5 : 0.3 ซึ่งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3นั้นมีค่าการสะท้อนของส่วนฝ้าเพดานตรงกลางที่เป็นวัสดุ aluminum strip สีน้ำตาลเท่านั้นที่มีค่าการสะท้อนที่ทำให้ห้องค่อนข้างมืด โดยค่าการสะท้อนของฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น คือ 0.33 : 0.68 : 0.70 ทั้งยังส่งผลให้การใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างลดลงอีกด้วย ส่วนค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างประมาณ 6 watt /sq.m. จัดว่ามีการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างต่ำ

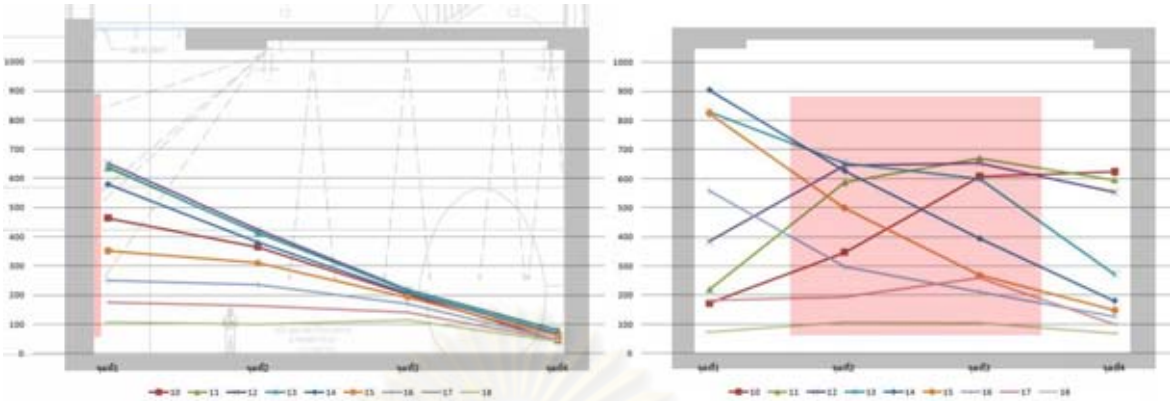
5.1.3 ผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

จากผลการจำลองในบทที่ 4 ดังแสดงในข้อ 4.3 นั้นสามารถแบ่งส่วนการอภิปรายผลตามค่าของตัวแปรสำคัญต่างๆ ดังนี้

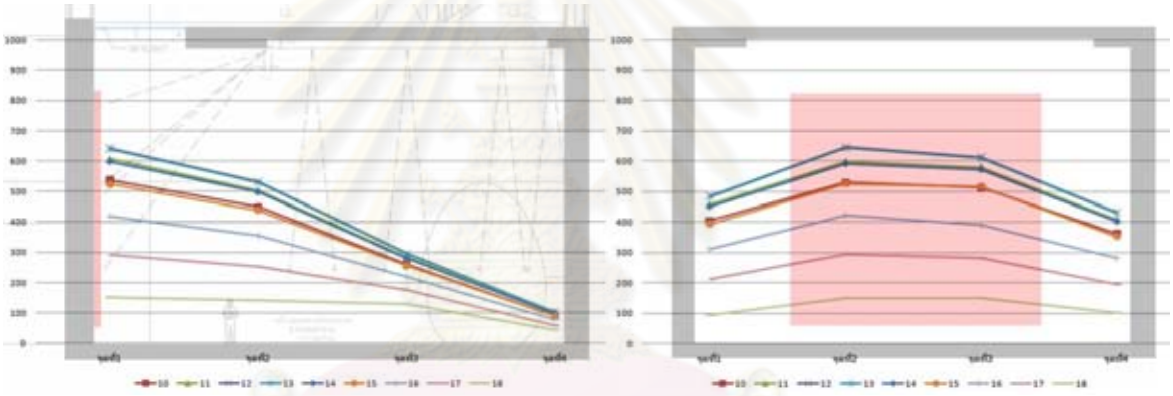
5.1.3.1 ปริมาณค่าความส่องสว่าง

เมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี นั้นพบว่ามีแสงสว่างมีความสม่ำเสมอเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณค่าความส่องสว่างมีค่าสูงบริเวณใกล้กับผนังติดชิ้นงาน ค่าความส่องสว่างสูงสุดภายในห้องอยู่ในวันที่ 21 มีนาคม ในเวลา 12.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่งวัดได้ 1,276 lux ค่าความส่องสว่างต่ำสุดภายในห้องที่วัดได้อยู่ในวันที่ 21 ธันวาคม ในเวลา 18.00 น.ในสภาพท้องฟ้าหลัววัดได้ 43 lux และปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในห้องประมาณ 90-599 lux โดยส่วนใหญ่แล้วสภาพแสงสว่างมีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA ที่กำหนดให้สภาพแสงโดยรอบมีความสว่าง 50-500 lux มีเพียงช่วงเวลา 11.00-13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่งเท่านั้นที่มีค่าเกินตามที่เกณฑ์กำหนด นอกจากนั้นปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงนี้จะมีปริมาณค่าความส่องสว่างมีค่าสูงบริเวณใกล้กับผนังติดชิ้นงานซึ่งมีค่ามากน้อยตามกับลักษณะแสงสว่างที่ส่องเข้ามาโดยตรงจากช่องแสงด้านบน และปริมาณค่าความส่องสว่างลดลงอย่างต่อเนื่องจนไปถึงส่วนริมห้องจัดแสดงอีกฝั่ง ส่วนค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานนั้นมีค่าสูงสุดที่วัดได้ 1,037 lux ซึ่งมีค่าสูงมากเกินกว่าที่เกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA และCIBSE กำหนดที่ 200 lux ส่วนค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานนั้นมีค่าต่ำสุดที่วัดได้ 90 lux และปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ชิ้นงานสูงถึง 478 lux ซึ่งจะส่งผลให้ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสูงตามไปด้วย ซึ่งสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA และCIBSE ที่กำหนดให้ปริมาณค่าความส่องสว่างของชิ้นงานสำหรับวัสดุจำพวกสีน้ำมัน สีฝุ่น ไม้ และแล็กเกอร์ ซึ่งจัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลางมีค่าไม่เกิน 200 lux ดังนั้นจึงควรปรับปรุงในส่วนของปริมาณค่าความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเพื่อลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน

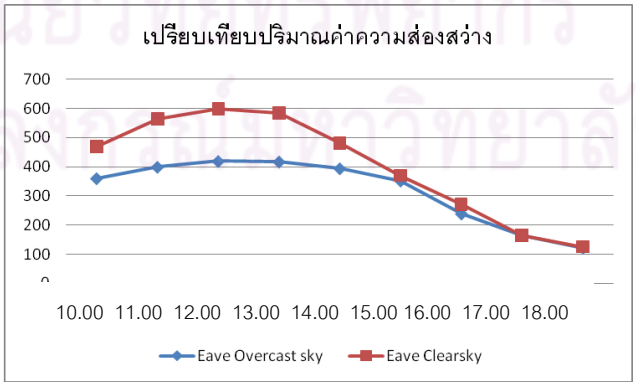
ทั้งนี้การให้แสงสว่างในห้องจัดแสดงนี้มีการให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า ซึ่งพบว่าลักษณะสภาพท้องฟ้ายังส่งผลต่อแนวโน้ม และความสม่ำเสมอของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงอีกด้วย คือ ปริมาณค่าความส่องสว่างในสภาพท้องฟ้าโปร่งขาดความสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน และปริมาณค่าความส่องสว่างในสภาพท้องฟ้าหลัวมีความสม่ำเสมอต่อเนื่องกันตลอดทั้งวัน โดยปริมาณค่าความส่องสว่างบริเวณจุดต่างๆภายในห้องจัดแสดง ดังแสดงในภาพที่ 5.3-5.4 และแผนภูมิที่ 5.4



ภาพที่ 5.3 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่น ของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ที่วัดได้ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ตามแบบติดตั้ง



ภาพที่ 5.4 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่น ของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ที่วัดได้ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าหลัว ตามแบบติดตั้ง



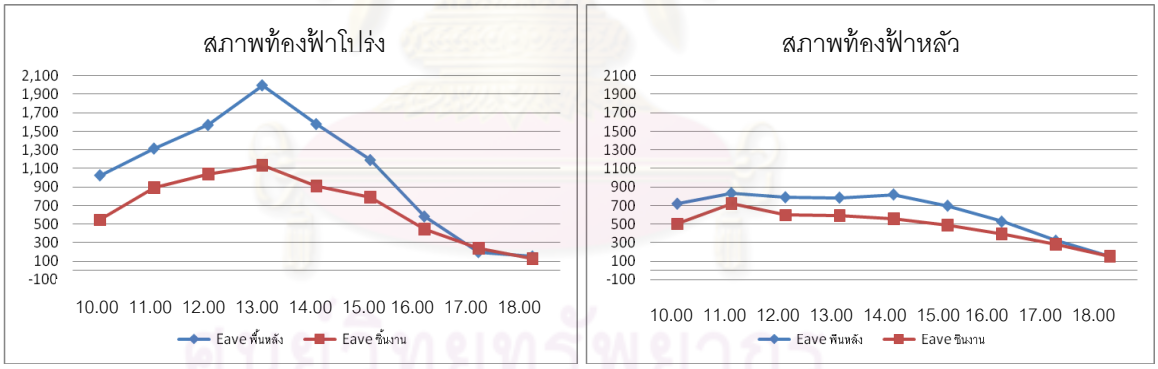
แผนภูมิที่ 5.4 แสดงปริมาณค่าความสว่างโดยรวมภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น.

5.1.3.2 ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี

เมื่อพิจารณาค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี พบว่าชิ้นงานภาพเขียนชิ้นเด่นของอ.ถวัลย์ ดัชนี นั้นมีค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีประมาณ 921,600 – 1,280,102 lux-hr/year ซึ่งมีค่าสูงเกินกว่าที่เกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA และCIBSE ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสำหรับวัตถุชิ้นงานจัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลางสำหรับวัสดุจำพวกสีน้ำมัน สีฝุ่น ไม้ และแล็กเกอร์ ให้มีค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีไม่เกิน 600,000 lux-hr/ year ดังนั้นจึงปรับปรุงในส่วนของค่าความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมเพื่อลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน

5.1.3.3 ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ

เมื่อพิจารณาค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนั้นมีค่าเป็น1:1เป็นส่วนใหญ่ และมีค่าเป็น 1:1.5 บางช่วงเวลาในสภาพท้องฟ้าโปร่ง เนื่องจากการให้แสงทางตั้งส่วนใหญ่จะให้แสงไล้กับแนวผนังทำให้บริเวณส่วนบนของภาพมีความสว่างมากกว่าส่วนล่าง เกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของCIBSE ได้กำหนดค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอย่างน้อย 2:1 ที่ทำให้เริ่มเห็นความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพและสามารถทำให้ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพได้ถึง 15:1 ดังนั้นจึงปรับปรุงในส่วนของค่าความเปรียบต่าง ระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพให้ มีความเหมาะสม จากผลการจำลองนั้นได้แสดงให้เห็นปริมาณค่าความความส่องสว่างของชิ้นงาน และพื้นภาพ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 5.5



แผนภูมิที่ 5.5 แสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น.

5.1.3.4 แสงเงา

จากผลการจำลองพบว่าลักษณะแสงเงาภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี นั้นใช้วิธีการสร้างบรรยากาศโดยรอบให้ดูนุ่มนวล และสบายตา โดยให้แสงสว่างสม่ำเสมอที่ชิ้นงาน ค่าความส่องสว่างของชิ้นงาน และพื้นภาพไม่ต่างกันมาก การให้แสงทางตั้งส่วนใหญ่จะให้แสงไล้กับแนวผนังจากช่องแสงด้านบน และไฟส่องเน้น ทำให้บริเวณส่วนบนของภาพมีความสว่างมากกว่าส่วนล่าง ส่งผลให้แสงเงาเกิดขึ้นตามการลักษณะสภาพท้องฟ้า และการจัดตำแหน่งดวงโคมของไฟส่องเน้นซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้ทั้งจำนวนหลอดไฟ ตำแหน่งหลอดไฟ และการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ

ทั้งนี้ยังพบว่าแสงธรรมชาติในสภาพท้องฟ้าโปร่งตั้งแต่เวลา 10.00-16.00 น.นั้นส่งผลให้แสงเงาขึ้นบนชิ้นงาน และบริเวณใกล้เคียงชิ้นงาน ปริมาณค่าความส่องสว่างขาดความสม่ำเสมอ อีกทั้งยังเป็นอันตรายต่อชิ้นงานอีกด้วย เนื่องจากความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่ตกกระทบชิ้นงานโดยตรงทำให้ชิ้นงานเกิดความเสื่อมสภาพ พื้นผิวแตกร้าว และสีซีดจางลง

5.1.3.5 ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง

จากผลการจำลองพบว่าค่าการสะท้อนของพื้นผิวของวัสดุ และค่าการใช้พลังงานนั้นมีความเหมาะสม เนื่องจากค่าการสะท้อนของวัสดุที่เลือกใช้ในห้องจัดแสดงทั้งหมดให้ค่าการสะท้อนสูงกว่าข้อเสนอแนะสำหรับค่าการสะท้อนที่ทำให้ห้องค่อนข้างสว่างตามข้อกำหนดของ CIBSE คือ ค่าการสะท้อนของฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น ควรเป็น 0.7 : 0.5 : 0.3 ซึ่งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3นั้นมีค่าการสะท้อนของส่วนฝ้าเพดานตรงกลางที่เป็นวัสดุ aluminum strip สีน้ำตาลเท่านั้นที่มีค่าการสะท้อนที่ทำให้ห้องค่อนข้างมืด โดยค่าการสะท้อนของฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น คือ 0.33 : 0.68 : 0.70 ทั้งยังส่งผลให้การใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างลดลงอีกด้วย ส่วนค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างประมาณ 6 watt /sq.m. จัดว่ามีการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างเหมาะสม

5.1.4 ผลการจำลองแสงสว่างตามแบบติดตั้งภายในห้องวิคตอเรียน

จากผลการจำลองในบทที่ 4 ดังแสดงในข้อ 4.4 นั้นสามารถแบ่งส่วนการอภิปรายผลตามค่าของตัวแปรสำคัญต่างๆ ดังนี้

5.1.4.1 ปริมาณค่าความส่องสว่าง

เมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบภายในห้องวิคตอเรียนนั้นแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วนตามพื้นที่ในการจัดแสดง ดังนี้

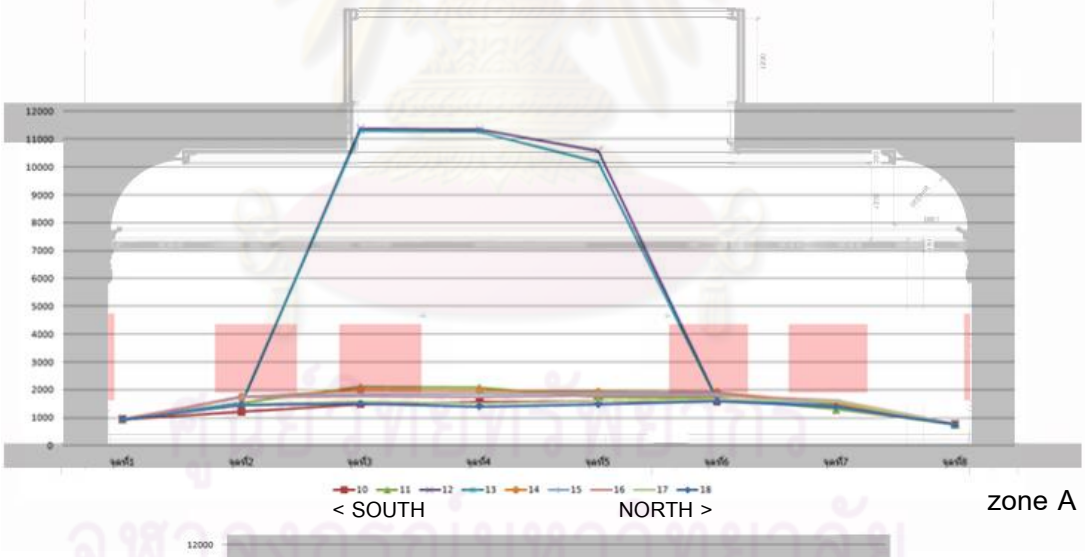
- ส่วน zone A

ปริมาณค่าความส่องสว่างในส่วน zone A นั้นพบว่าแสงสว่างขาดความสม่ำเสมอในสภาพท้องฟ้าโปร่งตั้งแต่เวลา 10.00-14.00 น. ซึ่งมีปริมาณค่าความสว่างสูงบริเวณตรงกลางห้องจัดแสดงที่ใกล้กับช่องเปิดด้านบน ค่าความส่องสว่างสูงสุดภายในห้องอยู่ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่งวัดได้ 11,378 lux ค่าความส่องสว่างต่ำสุดภายในห้องอยู่ในวันที่ 21 ธันวาคม เวลา 18.00 น.ในสภาพท้องฟ้าหลัววัดได้ 390 lux และปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในห้องประมาณ 561-1,089 lux นอกจากนั้นปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงนี้จะมีปริมาณค่าความส่องสว่างมีค่าสูงบริเวณตรงกลางห้องจัดแสดงเนื่องจากแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาโดยตรงจากช่องแสงด้านบน ส่วนค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานนั้นมีค่าสูงสุดที่วัดได้ 975 lux ส่วนค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานนั้นมีค่าต่ำสุดที่วัดได้ 305 lux และปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ชิ้นงานสูงถึง 389-695 lux ทั้งนี้การให้แสงสว่างในส่วน zone A นั้นมีการให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า ซึ่งพบว่าลักษณะสภาพท้องฟ้ายังส่งผลต่อแนวโน้ม และความสม่ำเสมอของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงอีกด้วย คือ ปริมาณค่าความส่องสว่างในสภาพท้องฟ้าโปร่งขาดความสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน และปริมาณค่าความส่องสว่างในสภาพท้องฟ้าครึ้มมีความสม่ำเสมอต่อเนื่องกันในช่วงเวลาต่างๆตลอดทั้งวัน

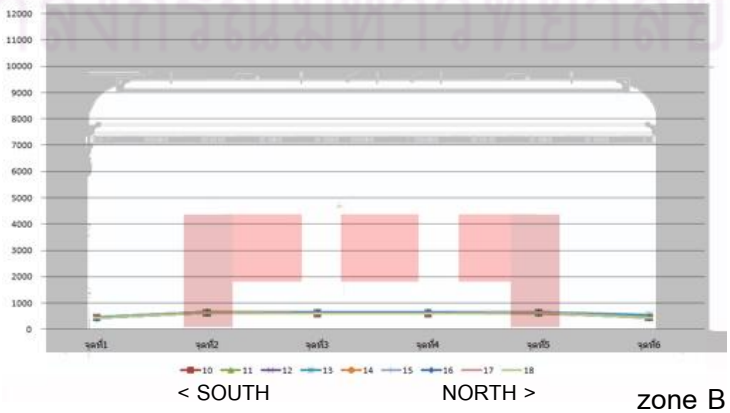
- ส่วน zone B

ปริมาณค่าความส่องสว่างในส่วน zone B นั้นพบว่าแสงสว่างมีความสม่ำเสมอ ค่าความส่องสว่างสูงสุดภายในห้อง 700 lux ค่าความส่องสว่างต่ำสุดภายในห้อง 201 lux และปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในห้องประมาณ 421-485 lux ส่วนค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานนั้นมีค่าสูงสุดที่วัดได้ 643 lux ค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานนั้นมีค่าต่ำสุดที่วัดได้ 191 lux และปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ชิ้นงาน 360-490 lux ทั้งนี้การให้แสงสว่างในส่วน zone B นั้นให้แสงไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว และได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติในส่วน zone A เล็กน้อยจึงทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่างในส่วน zone B มีความสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน

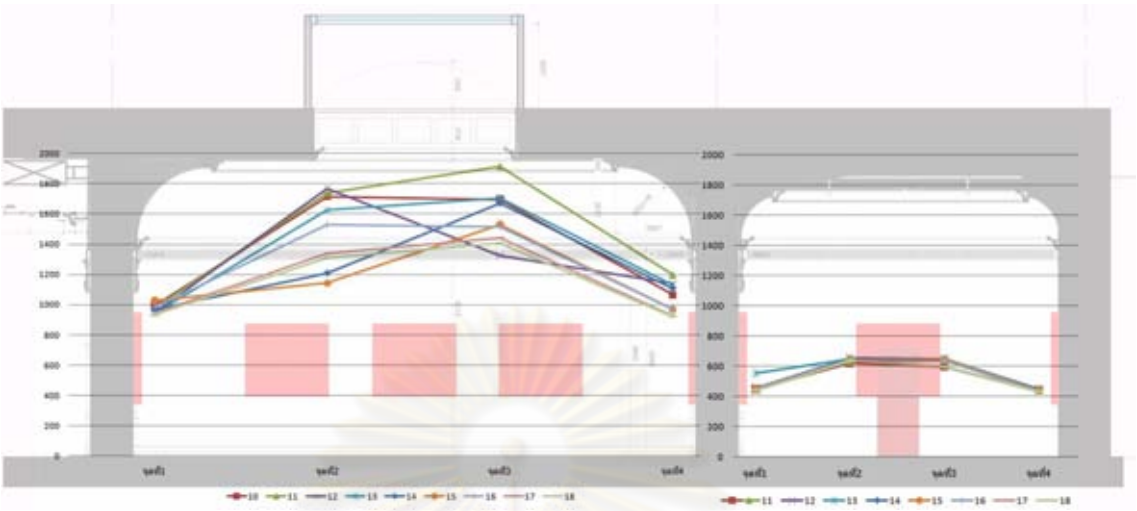
เมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดง พบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างภายในส่วน zone A สูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ส่วน zone B มีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA ที่กำหนดให้สภาพแสงโดยรอบมีความสว่าง 50-500 lux ส่วนปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานนั้นสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA และCIBSE ที่กำหนดให้ปริมาณค่าความส่องสว่างของชิ้นงานสำหรับวัสดุจำพวกสีน้ำมัน สีฝุ่น ไม้ และแล็กเกอร์ ซึ่งจัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลางมีค่าไม่เกิน 200 lux ดังนั้นจึงควรปรับปรุงในส่วนของปริมาณค่าความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเพื่อลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน ดังแสดงในภาพ ที่ 5.5 -5.6 และแผนภูมิที่ 5.6-5.7



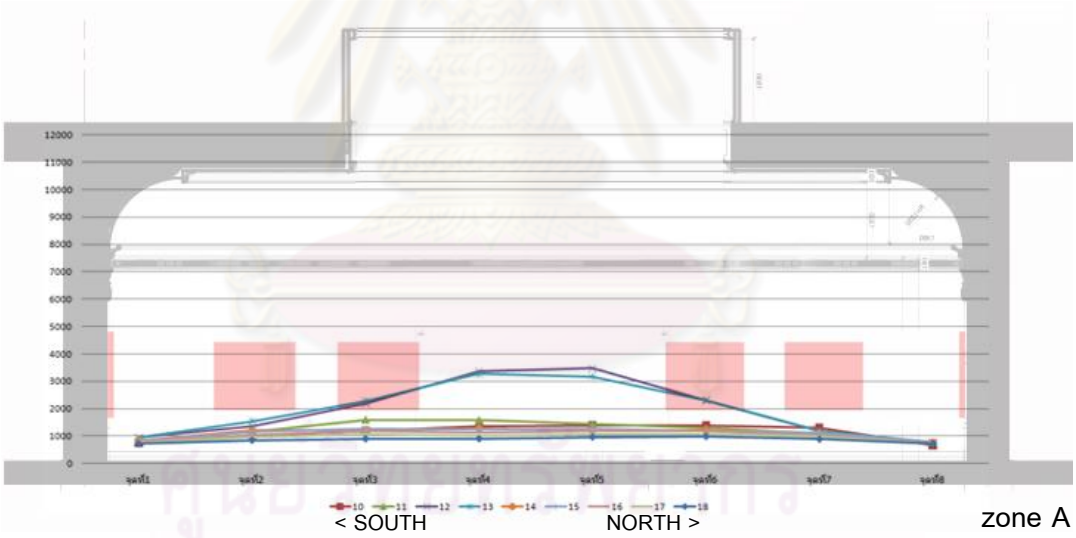
zone A

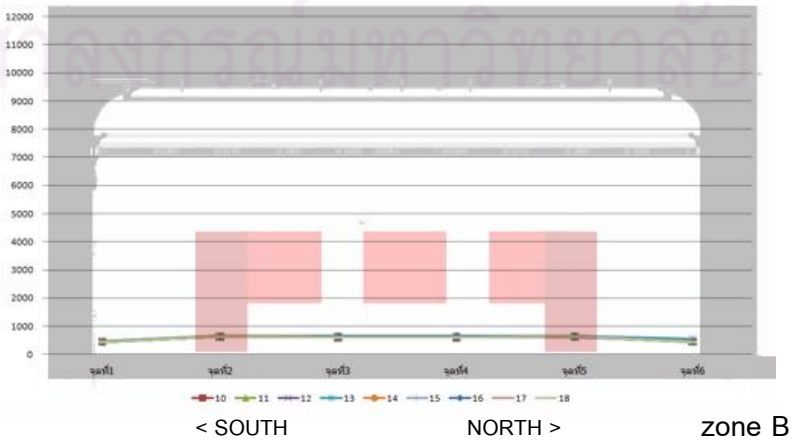


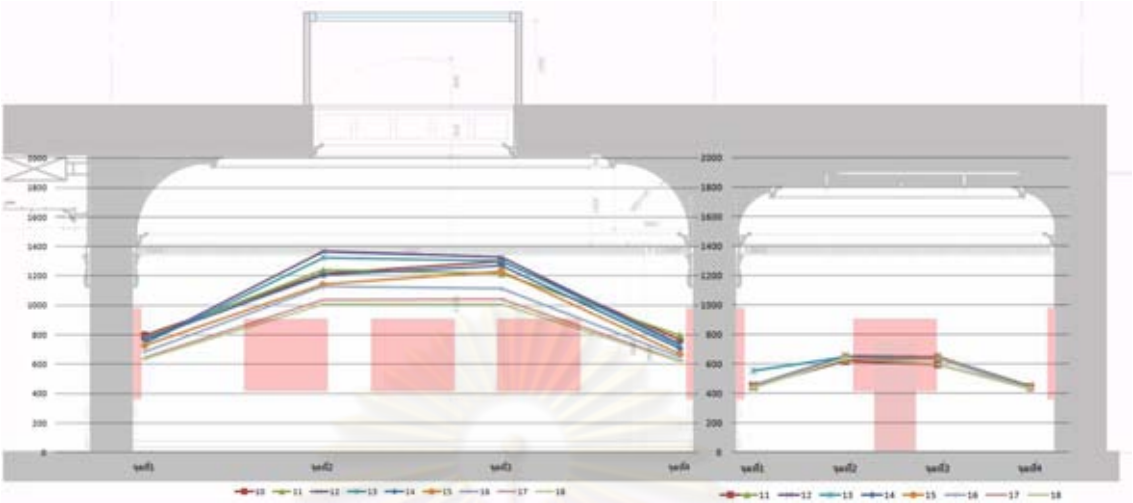
zone B



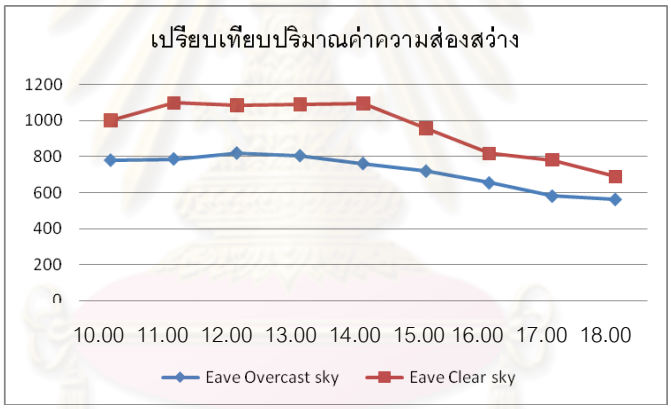
ภาพที่ 5.5 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องห้องวิคตอเรียน
ที่วัดได้ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ตามแบบติดตั้ง



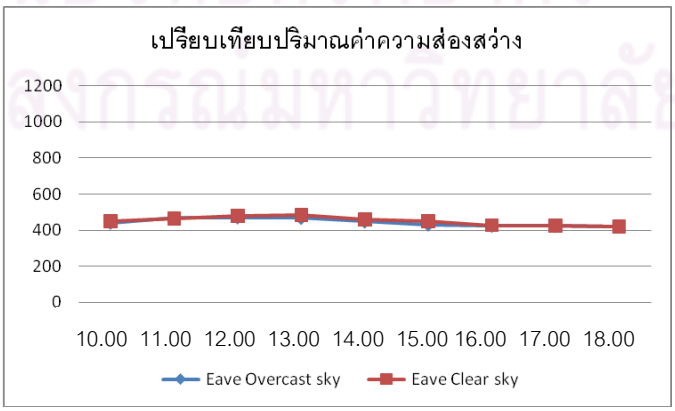




ภาพที่ 5.6 ภาพแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องห้องวิคตอเรียน
ที่วัดได้ในวันที่ 21 มีนาคม เวลา 13.00 น.ในสภาพท้องฟ้าหลัว ตามแบบติดตั้ง



แผนภูมิที่ 5.6 แสดงปริมาณค่าความสว่างโดยรวมภายในห้องห้องวิคตอเรียนในส่วน zone A
โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น.



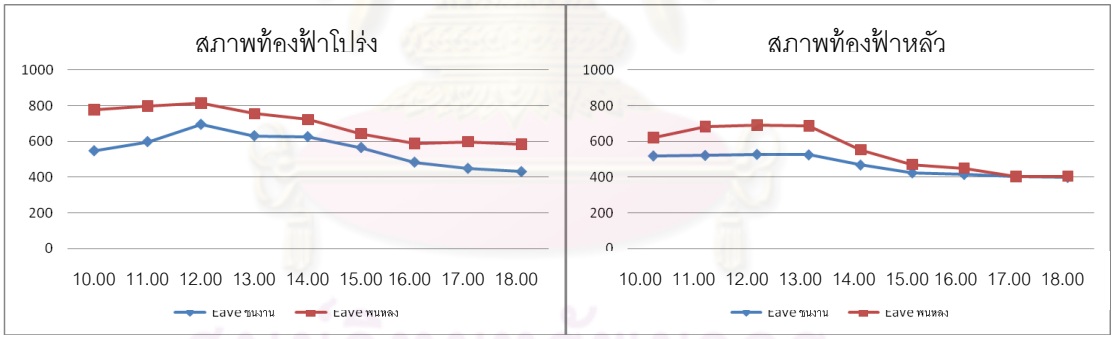
แผนภูมิที่ 5.7 แสดงปริมาณค่าความสว่างโดยรวมภายในห้องห้องวิคตอเรียนในส่วน zone B
โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น.

5.1.4.2 ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี

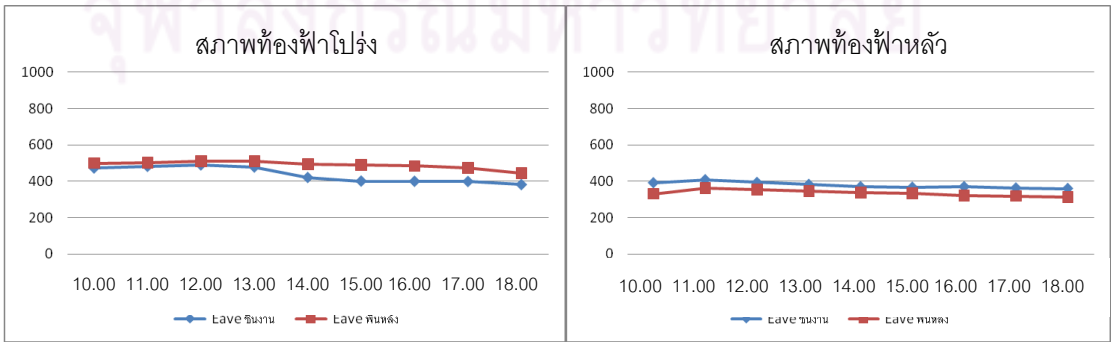
เมื่อพิจารณาค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี พบว่าชิ้นงานภาพเขียนภายในห้องห้องวิคตอเรียนนั้นมีค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี ประมาณ 975,744 – 1,370,880 lux-hr/year ซึ่งมีค่าสูงเกินกว่าที่เกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA และCIBSE ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสำหรับวัตถุชิ้นงานจัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลางสำหรับวัสดุจำพวก สีน้ำมัน สีฝุ่น ไม้ และแล็กเกอร์ ให้มีค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีไม่เกิน 600,000 lux-hr/ year ดังนั้นจึงปรับปรุงในส่วนของค่าความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมเพื่อลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน

5.1.4.3 ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ

เมื่อพิจารณาค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนั้นมีค่าเป็น 1:1เป็นส่วนใหญ่ และมีค่าเป็น 1:1.5 บางช่วงเวลาในสภาพห้องฟ้าโปร่ง เนื่องจากการให้แสงทางตั้งส่วนใหญ่จะให้แสงไล้กับแนวผนังทำให้บริเวณส่วนบนของภาพมีความสว่างมากกว่าส่วนล่าง เกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของCIBSE ได้กำหนดค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอย่างน้อย 2 : 1 ที่ทำให้เริ่มเห็นความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพและสามารถทำให้ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพได้ถึง 15 : 1 ดังนั้นจึงปรับปรุงในส่วนของค่าความเปรียบต่าง ระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพให้มีความเหมาะสม จากผลการจำลองนั้นได้แสดงให้เห็นปริมาณค่าความความส่องสว่างของชิ้นงาน และพื้นภาพ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 5.8-5.9



แผนภูมิที่ 5.8 แสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพภายในห้องห้องวิคตอเรียนในส่วน zone A โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น.



แผนภูมิที่ 5.9 แสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพภายในห้องห้องวิคตอเรียนในส่วน zone B โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาพท้องฟ้าทั้ง 2 ลักษณะในวันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.00 -18.00 น.

5.1.4.4 แสงเงา

จากผลการจำลองพบว่าลักษณะแสงเงาภายในห้องวิคตอเรียนนั้นมีแนวคิดพิเศษในการจัดแสดงชิ้นงาน คือ การสร้างบรรยากาศภายในห้องด้วยศิลปะแบบวิคตอเรียนในส่วนการตกแต่งห้อง ลวดลายบัวผนัง ลวดลายบัวฝ้าเพดาน และฝ้าเพดานโค้ง รวมถึงการออกแบบแสงสว่างโดยใช้วิธีการสร้างบรรยากาศโดยรอบให้ดูนุ่มนวล และสบายตา โดยให้แสงสว่างสม่ำเสมอที่ชิ้นงาน ค่าความส่องสว่างของชิ้นงาน และพื้นภาพไม่ต่างกันมาก การให้แสงทางตั้งส่วนใหญ่จะให้แสงโดยการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า คือการให้ไฟส่องเน้นไปยังชิ้นงาน และแสงธรรมชาติจากช่องแสงด้านบน ทำให้บริเวณส่วนบนของภาพมีความสว่างมากกว่าส่วนล่าง ส่งผลให้แสงเงาเกิดขึ้นตามการลักษณะสภาพท้องฟ้า และในสภาพท้องฟ้าโปร่งตั้งแต่เวลา 10.00-14.00 น.นั้นส่งผลให้แสงเงาขึ้นบนชิ้นงาน และบริเวณใกล้เคียงชิ้นงาน ปริมาณค่าความส่องสว่างขาดความสม่ำเสมอ ส่งผลต่อค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ อีกทั้งยังเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน เนื่องจากความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่ตกกระทบชิ้นงานโดยตรงทำให้ชิ้นงานเกิดความเสื่อมสภาพ พื้นผิวแตกร้าว และสีซีดจางลง

นอกจากนั้นแสงเงาที่เกิดขึ้นในส่วน zone A ช่วงเวลา 14.00-18.00 น.และzone B นั้นเกี่ยวเนื่องกับการจัดตำแหน่งดวงโคมของไฟส่องเน้นซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้ทั้งจำนวนหลอดไฟ ตำแหน่งหลอดไฟ และการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ

5.1.4.5 ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง

จากผลการจำลองพบว่าค่าการสะท้อนของพื้นผิวของวัสดุ และค่าการใช้พลังงานนั้นมีความเหมาะสม เนื่องจากค่าการสะท้อนของวัสดุที่เลือกใช้ในห้องจัดแสดงทั้งหมดให้ค่าการสะท้อนสูงกว่าข้อเสนอแนะสำหรับค่าการสะท้อนที่ทำให้ห้องค่อนข้างสว่างตามข้อกำหนดของ CIBSE คือ ค่าการสะท้อนของฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น ควรเป็น 0.7 : 0.5 : 0.3 ซึ่งภายในห้องวิคตอเรียนนั้นมีค่าการสะท้อนของส่วนฝ้าเพดานตรงกลางที่เป็นวัสดุ aluminum strip สีน้ำตาลเท่านั้นที่มีค่าการสะท้อนที่ทำให้ห้องค่อนข้างมืด โดยค่าการสะท้อนของฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น คือ 0.7 : 0.5 : 0.68 ทั้งยังส่งผลให้การใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างลดลงอีกด้วย ส่วนค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างประมาณ 30 watt /sq.m. จัดว่ามีการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างสูง

5.2 สรุปผลการอภิปราย และรายละเอียดข้อบกพร่องที่พบในแต่ละห้องจัดแสดง

ห้องจัดแสดงที่เลือกมาทำการศึกษาวิจัยนั้นพบข้อจำกัด และปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วน แตกต่างกันออกไป มีรายละเอียด ดังนี้

5.2.1 โถง อ.ศิลป์ พีระศรี

ข้อบกพร่องของห้องจัดแสดงห้องนี้เกี่ยวเนื่องกับแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยตรงพร้อมกับรังสีอัลตร้าไวโอเลต และความร้อน ประกอบกับวัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุผิวมันสีขาวที่ทำให้เกิดการสะท้อนเข้าตาส่งผลให้ค่าความส่องสว่างมากเกินไปในบางจุด และเกิดแสงจ้ารบกวนสายตา นอกจากนั้น นอกจากนั้นปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบขาดความสม่ำเสมอ และแสงเงาที่เกิดขึ้นภายในโถงมีความ

ชัดเจนในบางสภาพท้องฟ้า และบางช่วงเวลา ซึ่งตั้งแต่ช่วงเวลา 13.00 น. เป็นต้นไป ลวดลายของแสงสว่างจากฝ้าเพดานลดลงจนหายไป เนื่องจากจากองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม และการวางตัวของอาคารเป็นหลัก

5.2.2 **ห้องจัดแสดงชั้น** 3

ข้อบกพร่องของห้องจัดแสดงห้องนี้เกี่ยวกับการใช้งานที่มีความยืดหยุ่นของการจัดแสดงชิ้นงานกึ่งถาวรที่มีข้อจำกัดในการเลือกชิ้นงานให้เหมาะสม เช่น ลักษณะโทนสีโดยรวมของชิ้นงาน และฉากติดตั้งชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงานที่เหมาะสมกับระยะการติดตั้งดวงโคมทั้งงานจิตรกรรม และงานประติมากรรม ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนด ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนั้นต่ำจึงทำให้ขาดความน่าสนใจในการมองชิ้นงาน

5.2.3 **ห้องแสดงงานภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี**

ข้อบกพร่องของห้องจัดแสดงห้องนี้จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวเนื่องกับแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยตรงพร้อมกับรังสีอัลตร้าไวโอเลต และความร้อนซึ่งเป็นอันตรายต่อชิ้นงานโดยตรง ส่งผลให้ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนด ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนั้นต่ำจึงทำให้ขาดความน่าสนใจในการมองชิ้นงาน แสงเงาที่เกิดขึ้นภายในห้องจัดแสดงขาดความสม่ำเสมอขึ้นกับสภาพท้องฟ้า รวมไปถึงแสงเงาที่ตกกระทบลงบนชิ้นงานโดยตรงนั้นมีความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน นอกจากนั้นวัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุผิวมันสีขาวที่ทำให้เกิดการสะท้อน ส่งผลให้ปริมาณค่าความส่องสว่างมากเกินไป และเกิดแสงจ้ารบกวนสายตาผู้ชมผลงาน

5.2.4 **ห้องวิคตอเรียน**

ข้อบกพร่องของห้องจัดแสดงห้องนี้จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวเนื่องกับแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยตรงพร้อมกับรังสีอัลตร้าไวโอเลต และความร้อนซึ่งเป็นอันตรายต่อชิ้นงานโดยตรง ส่งผลให้ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนด ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนั้นต่ำจึงทำให้ขาดความน่าสนใจในการมองชิ้นงาน แสงเงาที่เกิดขึ้นภายในห้องจัดแสดงขาดความสม่ำเสมอขึ้นกับสภาพท้องฟ้า และเกิดเงามืดขึ้นบริเวณบางส่วนของภาพในบางช่วงเวลา

5.3 เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่าง

จากการอภิปรายผลการจำลองตามแบบติดตั้งนั้นทำให้พบข้อบกพร่องด้านแสงสว่างภายในห้องจัดแสดง จึงเสนอแนะแนวทางเลือกในการปรับปรุงประสิทธิภาพแสงสว่างที่เหมาะสมนั้นได้มุ่งเน้นที่เทคนิคในการให้แสงสว่างซึ่งยังคงลักษณะการใช้งานภายในอาคาร และรูปแบบทางสถาปัตยกรรมแบบเดิม ตลอดจนคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลงทุน โดยแบ่งการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่าง และการอภิปรายผลการจำลองของข้อเสนอแนะต่างๆ ออกเป็น 4 ส่วนตามห้องจัดแสดง ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแสงสว่างภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี

ข้อบกพร่องด้านแสงสว่างภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี ได้แก่ ปริมาณค่าความส่องสว่างภายในโถงนี้ขาดความสม่ำเสมอเนื่องจากลักษณะแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาโดยตรงจากช่องแสงด้านบน และลวดลายของแสงเงาที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนเฉพาะในช่วงเวลา10.00-12.00 น.ในสภาพท้องฟ้าโปร่งเท่านั้น เพราะตำแหน่งของห้องโถงนี้มีข้อจำกัดในเรื่องทิศทางของช่องเปิดที่สามารถออกแบบช่องเปิดได้เพียงทิศเหนือ ทิศใต้ และช่องแสงด้านบนเท่านั้น

ข้อบกพร่องที่พบนั้นเกี่ยวเนื่องกับองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม ตำแหน่งห้องจัดแสดงและการวางตัวของอาคารเป็นสำคัญจึงไม่สามารถเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี เนื่องจากเสนอแนะในการปรับปรุงข้อบกพร่องนั้นอยู่เหนือขอบเขตงานวิจัยนี้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงข้อบกพร่องภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 นั้นมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพของปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีให้มีค่าเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนด ดังนั้นจึงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดง ดังนี้

5.3.2.1 การปรับหรี่แสงของหลอดไฟแนวทางที่ 1

การปรับหรี่แสงของหลอดไฟภายในห้องจัดแสดงทั้งหมด ซึ่งกำหนดให้มีการปรับหรี่แสงสว่างทั้งหมดให้ลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 50% ทำให้ปริมาณค่าความสว่างสูงสุด และปริมาณค่าความสว่างสะสมที่ชิ้นงานลดลง แนวทางนี้มีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย

5.3.2.2 การปรับหรี่แสงของหลอดไฟแนวทางที่ 2

การปรับหรี่แสงของหลอดไฟภายในห้องจัดแสดงทั้งหมด ซึ่งกำหนดให้มีการปรับหรี่แสงสว่างทั้งหมดให้ลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 30% ทำให้ปริมาณค่าความสว่างสูงสุด และปริมาณค่าความสว่างสะสมที่ชิ้นงานลดลง แนวทางนี้มีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย

5.3.2.3 การปรับหรี่แสงของหลอดไฟแนวทางที่ 3

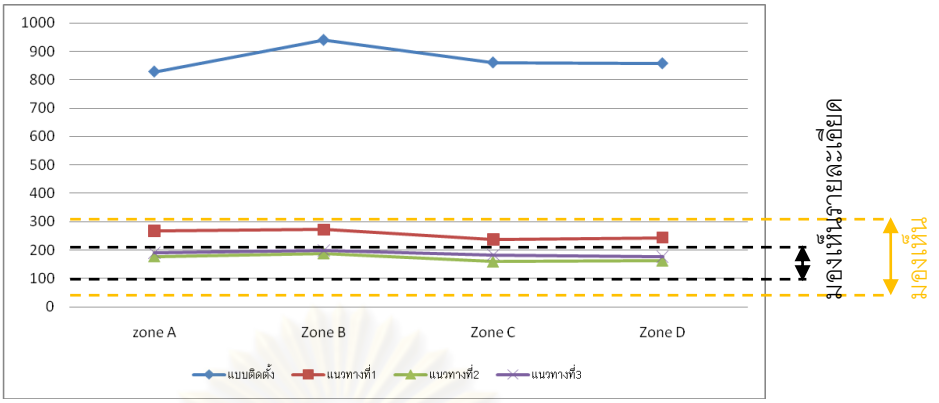
การปรับหรี่แสงของหลอดไฟภายในห้องจัดแสดงโดยปรับหรี่โคม Ambient Lighting รุ่น LUSO LBS 54-121/128 ลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 30% และโคม Task light รุ่น ENDO GES9234w ลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 60% ทำให้ปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย ทั้งนี้การการปรับหรี่แสงของหลอดไฟเฉพาะหลอดนั้นยังช่วยเพิ่มค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพส่งผลให้ชิ้นงานมีความน่าสนใจในการมองเพิ่มขึ้นอีกด้วย

ทั้งนี้ในการปรับปรุงข้อบกพร่องแสงไฟฟ้า อาจมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดแสงไฟฟ้า ทั้งจำนวนหลอดไฟ ตำแหน่งหลอดไฟ และระยะการให้แสงสว่าง เป็นต้น

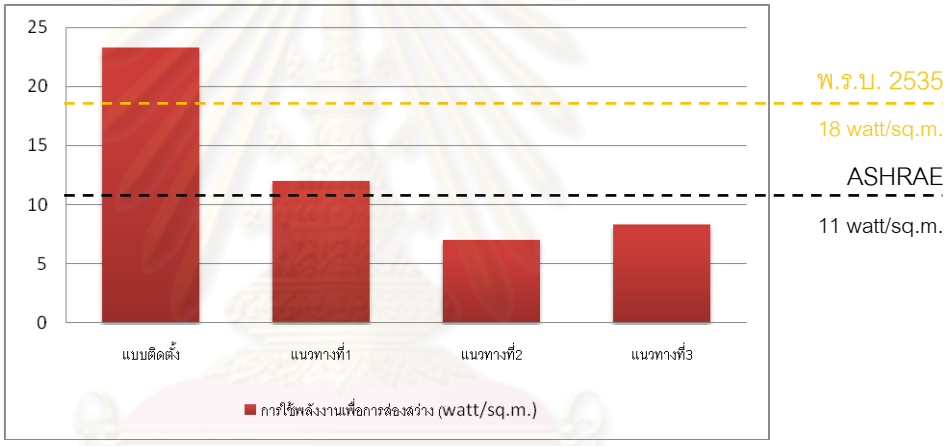
นอกจากนั้นได้ทำการจำลองสภาพแสงสว่างตามแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 ซึ่งมีผลการจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 5.1 และแผนภูมิที่ 5.10 - 5.11

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองตามแบบติดตั้งภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

ค่าตัวแปร			ห้องจัดแสดงชั้น 3			
			zone A	Zone B	Zone C	Zone D
การใช้งานของแสงไฟฟ้า	กรณีที่ 1	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	241	258	237	230
		$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	267	272	238	244
		Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1
		$E_{ave\ ห้อง}$	288 lux			
		E_{accum}	588,096 lux-hr /year			
		$Um_{ผนัง}$	0.8 ; (190 / 240)			
		$Um_{ห้อง}$	0.2 ; (60 / 288)			
		Energy	ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้อง 11,770 watt ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้องเฉลี่ย 12 watt/sq.m.			
	กรณีที่ 2	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	158	175	157	142
		$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	178	189	159	163
		Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1
		$E_{ave\ ห้อง}$	164 lux			
		E_{accum}	396,288 lux-hr /year			
		$Um_{ผนัง}$	0.8 ; (130 / 161)			
		$Um_{ห้อง}$	0.3 ; (50 / 164)			
		Energy	ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้อง 7,062 watt ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้องเฉลี่ย 7 watt/sq.m.			
	กรณีที่ 3	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	104	105	100	98
		$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	190	198	183	176
		Contrast	1:1.8	1:1.9	1:1.8	1:1.8
		$E_{ave\ ห้อง}$	152 lux			
		$Um_{ผนัง}$	0.8 ; (86 / 102)			
		$Um_{ห้อง}$	0.3 ; (45 / 152)			
		E_{accum}	430,272 lux-hr /year			
		Energy	ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้อง 8,382 watt ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้องเฉลี่ย 8.3 watt/sq.m.			



แผนภูมิที่ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงทั้ง 3 แนวทางภายในห้องจัดแสดงชั้น 3



แผนภูมิที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง (watt/sq.m.) ตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงทั้ง 3 แนวทางภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

จากการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องแสงไฟฟ้าทั้ง 3 แนวทางพบว่า นอกจากการเพิ่มประสิทธิภาพของปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีให้มีค่าเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดแล้ว ยังส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างนั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอีกด้วย

5.3.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงข้อบกพร่องภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี นั้นมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพของปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีให้มีค่าเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนด เพิ่มความน่าสนใจในการมองชิ้นงานด้วยการปรับค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพให้มีความเหมาะสมอย่างน้อย 1 : 2 และ

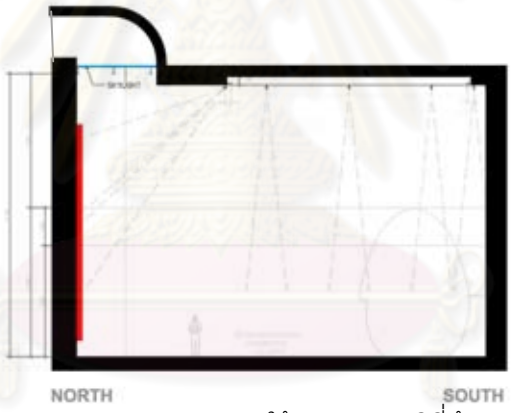
ทำให้แสงเจาที่เกิดขึ้นภายในห้องจัดแสดงมีความสม่ำเสมอในทุกสภาพท้องฟ้า และทุกช่วงเวลาตลอดทั้งปี ดังนั้น ควรปรับปรุงข้อบกพร่องดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดง ดังนี้

5.3.3.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง

การปรับปรุงวัสดุช่องเปิดอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความเข้มแสงธรรมชาติที่เข้ามา โดยลดค่าการส่องผ่านแสงของกระจกจากเดิมลง 20% เพื่อให้ปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง

5.3.3.2 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) เปิดช่องแสงทางทิศเหนือ

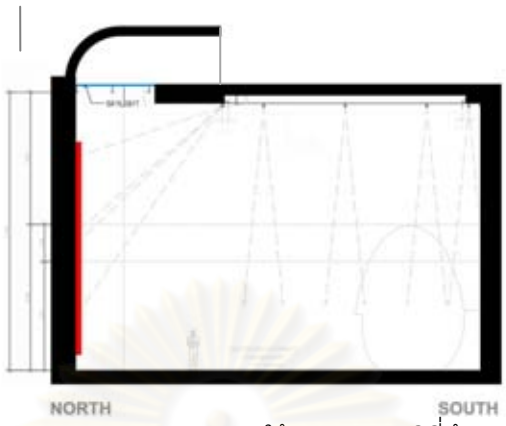
การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสมโดยให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light) และปรับทิศทางให้แสงเข้าสู่อาคารจากทางทิศเหนือ โดยค่าการส่องผ่านแสงของกระจกเท่าเดิมตามแบบติดตั้ง เนื่องจากผลการจำลองที่พบว่าแนวทางนั้นทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่าง และแสงเจามีค่าค่อนข้างคงที่ทุกช่วงเวลาในทุกสภาพท้องฟ้า ทั้งยังช่วยเพิ่มค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอีกด้วย ดังแสดงในภาพที่ 5.7



ภาพที่ 5.7 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี เป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) เปิดช่องแสงทางทิศเหนือ

5.3.3.3 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) เปิดช่องแสงทางทิศใต้

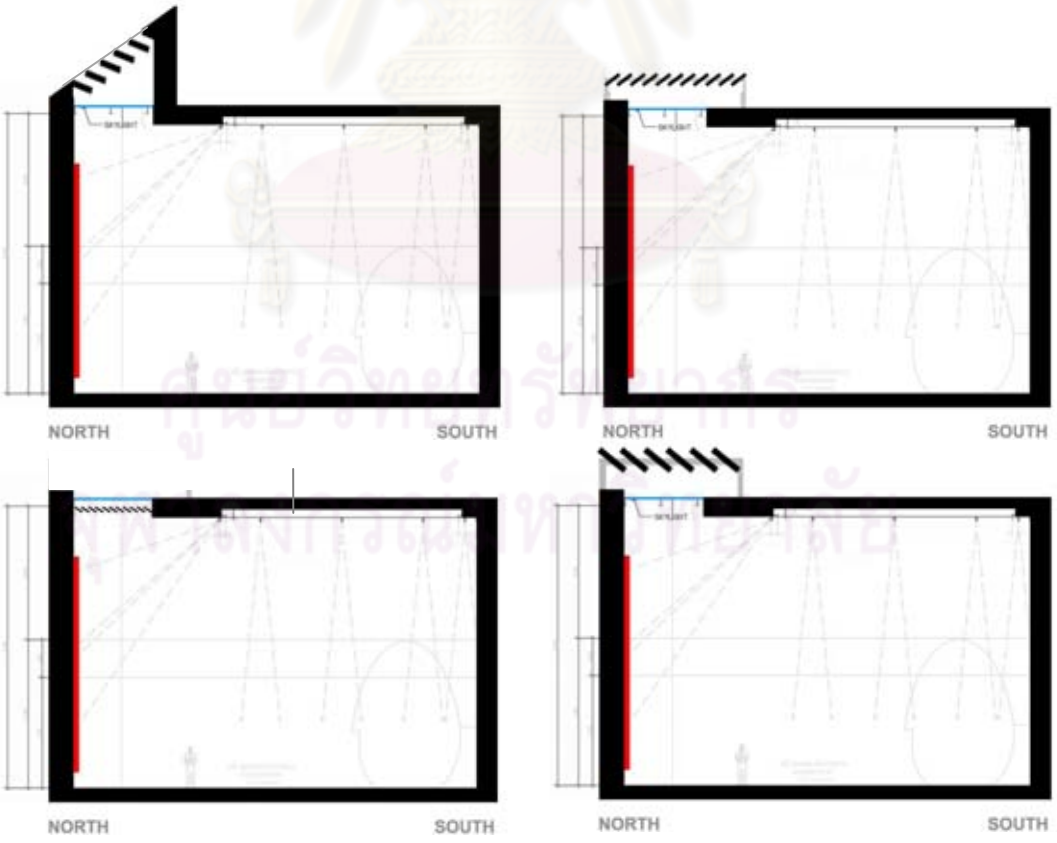
การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสมโดยให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light) และปรับทิศทางให้แสงเข้าสู่อาคารจากทางทิศใต้ โดยค่าการส่องผ่านแสงของกระจกเท่าเดิมตามแบบติดตั้ง เนื่องจากผลการจำลองที่พบว่าแนวทางนั้นทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่าง และแสงเจาขาดความคงที่ทุกช่วงเวลาในทุกสภาพท้องฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 5.8



ภาพที่ 5.8 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี เป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) เปิดช่องแสงทางทิศใต้

5.3.3.4 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) โดยใช้แผงกันแดด และม่านปรับมุม

การปรับปรุงให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยตรงลดลง โดยใช้แผงกันแดด และม่านปรับมุม ซึ่งค่าการส่องผ่านแสงของกระจกเท่าเดิมตามแบบติดตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 5.9



ภาพที่ 5.9 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี โดยใช้แผงกันแดด และม่านปรับมุม

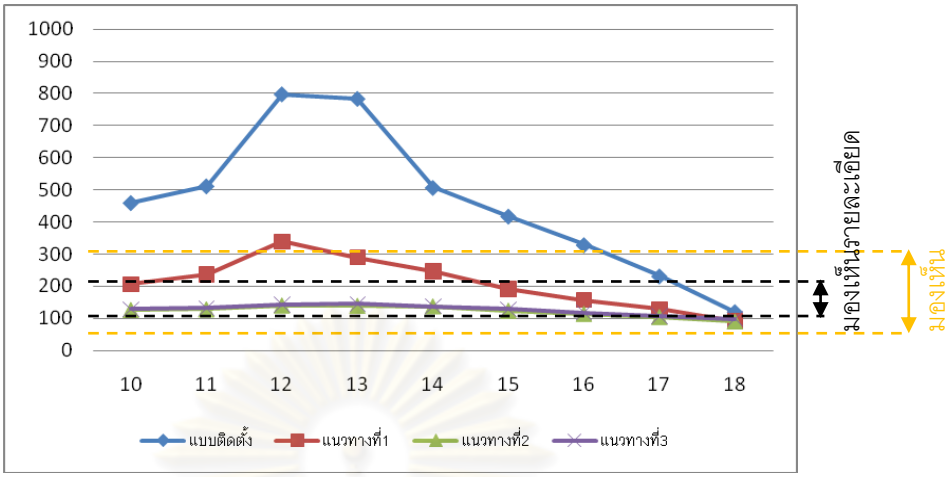
ทั้งนี้ได้ทำการจำลองสภาพแสงสว่างตามแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ดังที่กล่าวในข้างต้น มีผลการจะลอง ดังแสดงในตารางที่ 5.2-5.3 และแผนภูมิที่ 5.12-5.13

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน

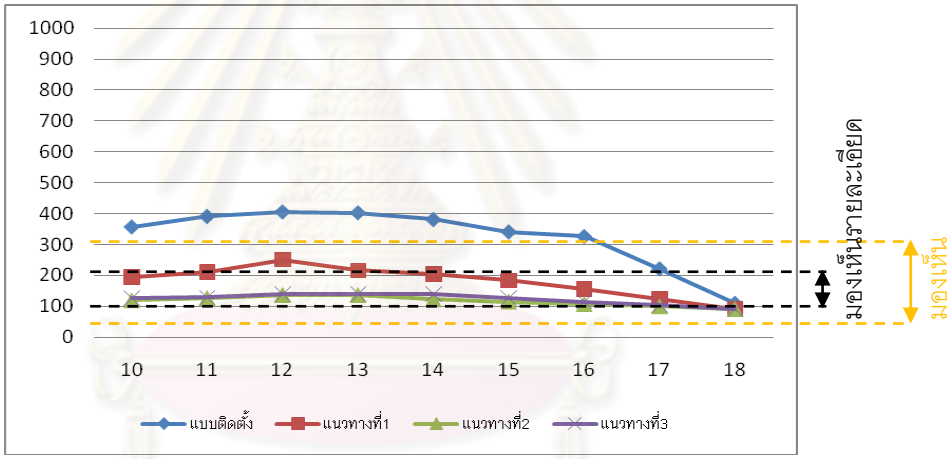
ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
แนวทางที่ 1	$E_{ave\ ห้อง}$	260	284	296	295	281	255	219	176	130
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	322	452	495	453	345	284	254	132	63
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	206	237	339	290	246	192	157	129	91
	Contrast	1:3	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1.5
	E_{accum}	481,536 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.20 ; (63 / 311)								
	$Um_{ห้อง}$	0.53 ; (130 / 244)								
แนวทางที่ 2	$E_{ave\ ห้อง}$	128	128	127	127	126	121	116	110	106
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	112	110	118	119	119	113	103	95	62
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	127	129	141	140	138	125	115	105	91
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1.5
	E_{accum}	283,392 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.58 ; (62 / 106)								
	$Um_{ห้อง}$	0.76 ; (92 / 121)								
แนวทางที่ 3	$E_{ave\ ห้อง}$	128	129	135	139	131	129	127	124	116
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	128	130	148	149	141	134	130	126	120
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	129	132	143	145	138	129	118	107	99
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1.5
	E_{accum}	295,329 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.48 ; (62 / 129)								
	$Um_{ห้อง}$	0.74 ; (96 / 129)								

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ในสภาพท้องฟ้าหลัว โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
แนวทางที่ 1	$E_{ave\ ห้อง}$	201	213	218	216	206	193	169	140	115
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	287	323	339	334	309	264	203	130	58
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	194	211	251	216	204	184	156	124	91
	Contrast	1:1.3	1:1.3	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1.3	1:1.5
	E_{accum}	417,024 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.23 ; (58 / 250)								
	$Um_{ห้อง}$	0.25 ; (52 / 208)								
แนวทางที่ 2	$E_{ave\ ห้อง}$	117	118	119	119	117	115	112	109	106
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	108	104	113	109	106	103	99	82	58
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	119	126	136	136	122	115	107	100	91
	Contrast	1:3	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:3	1:1.5
	E_{accum}	267,264 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.60 ; (58 / 98)								
	$Um_{ห้อง}$	0.45 ; (52 / 115)								
แนวทางที่ 3	$E_{ave\ ห้อง}$	117	119	124	125	122	120	118	117	116
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	120	127	128	129	127	125	123	121	120
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	126	129	140	140	139	126	115	105	91
	Contrast	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1.5
	E_{accum}	278,245 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.47 ; (58 / 124)								
	$Um_{ห้อง}$	0.43 ; (52 / 120)								



แผนภูมิที่ 5.12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงทั้ง 3 แนวทาง ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี



แผนภูมิที่ 5.13 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงทั้ง 3 แนวทาง ในสภาพท้องฟ้าหลัว ภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

จากแผนภูมิที่ 5.12 และ5.13 พบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานของแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ทั้ง 3 แนวทางนั้นมีความสม่ำเสมอในทุกสภาพท้องฟ้า และทุกช่วงเวลาตลอดทั้งปี อีกทั้งปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปียังมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง โดยที่แนวทางที่ 2 มีปริมาณค่าความส่องสว่างเหมาะสม และมีค่าสม่ำเสมอมากกว่าแนวทางที่ 1 ซึ่งมีค่าสูงเกินเกว่าตามที่เกณฑ์ และมาตรฐานกำหนดในบางช่วงเวลา ส่วนปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปียังมีความเหมาะสมตามที่เกณฑ์ และมาตรฐานกำหนดทั้ง 2 แนวทาง

ส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนั้นยังคงมีค่า 1:1 ถึง 1:3 ซึ่งมีอัตราส่วนเท่าเดิมเนื่องจากมีข้อจำกัดของจำนวนแสงไฟฟ้าที่ใช้ในการส่องเน้น และช่องแสงธรรมชาติ ทำให้

ลักษณะการให้แสงเป็นแบบไล้กับแนวผนังซึ่งบริเวณส่วนบนของชิ้นงานมีปริมาณค่าความสว่างสูงกว่าส่วนล่างของชิ้นงาน

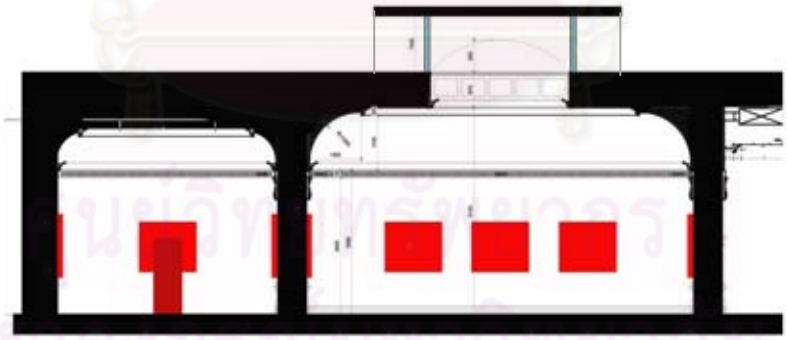
นอกจากนั้นแนวทางที่ 2 และ 3 ยังมีค่าความสม่ำเสมอของแสงโดยรอบและลักษณะแสงเงาที่เหมาะสมมากกว่าแนวทางที่ 1 เนื่องจากแนวทางที่หนึ่งสามารถปรับปรุงปริมาณค่าความส่องสว่างให้เหมาะสมเพียงอย่าเดียว

5.3.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงข้อบกพร่องภายในห้องวิคตอเรียน

แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องวิคตอเรียนนั้นมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพของปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนด และทำให้แสงเงาที่เกิดขึ้นภายในห้องจัดแสดงมีความสม่ำเสมอในทุกสภาพท้องฟ้า และทุกช่วงเวลาตลอดทั้งปี ดังนั้นควรปรับปรุงข้อบกพร่องดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดง ดังนี้

5.3.4.1 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) แบบที่ 1

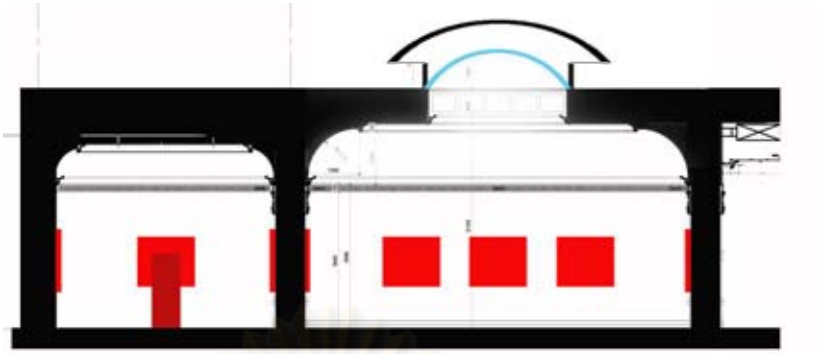
การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสมโดยให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light) ในส่วน zone A เนื่องจากผลการจำลองที่พบว่าแนวทางนั้นทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่าง และแสงเงามีค่าค่อนข้างคงที่ทุกช่วงเวลาในทุกสภาพท้องฟ้า ทั้งยังช่วยเพิ่มค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอีกด้วย ดังแสดงในภาพที่ 5.10



ภาพที่ 5.10 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องวิคตอเรียนเป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) และหลังคามีระยะยื่นบังแดด

5.3.4.2 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) แบบที่ 2

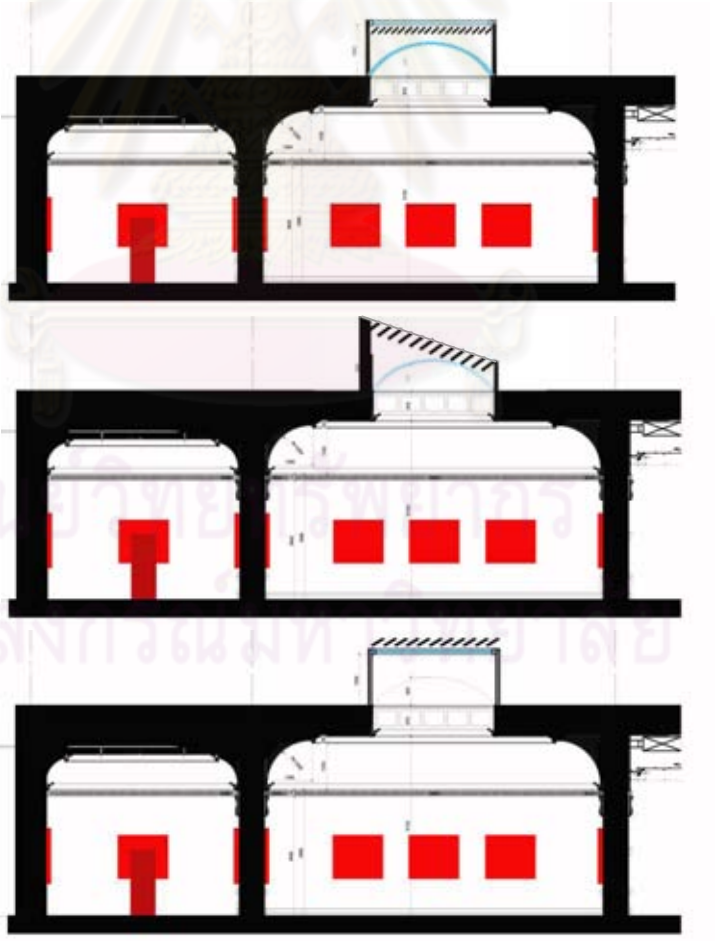
การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสมโดยให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light) ในส่วน zone A เนื่องจากผลการจำลองที่พบว่าแนวทางนั้นทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่าง และแสงเงามีค่าค่อนข้างคงที่ทุกช่วงเวลาในทุกสภาพท้องฟ้า ทั้งยังช่วยเพิ่มค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอีกด้วย ดังแสดงในภาพที่ 5.11



ภาพที่ 5.11 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องวิคตอเรียน เป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) และหลังคามีลักษณะโค้ง

5.3.4.3 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) โดยใช้แผงกันแดด และม่านปรับมุม

การปรับปรุงให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยตรงลดลง โดยใช้แผงกันแดด และม่านปรับมุม ซึ่งค่าการส่องผ่านแสงของกระจกเท่าเดิมตามแบบติดตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 5.12



ภาพที่ 5.12 ภาพแสดงแนวทางการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องวิคตอเรียน เป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) โดยใช้แผงกันแดด และม่านปรับมุม

5.3.4.2 การปรับหรี่แสงของหลอดไฟ

การปรับหรี่แสงของหลอดไฟภายในห้องจัดแสดงส่วน zone A และzone B โดยปรับหรี่โคม Ambient Lighting รุ่น LUSO LBS 54-121/128 ลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 50% ทำให้ปริมาณค่าความสว่างสูงสุด และปริมาณค่าความสว่างสะสมที่ชิ้นงานลดลง แนวทางนี้มีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย

นอกจากนั้นได้ทำการจำลองสภาพแสงสว่างตามแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องวิคตอเรียนที่กล่าวได้ในข้างต้น โดยการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน แบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ และการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน แบบที่ 2 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ มาใช้ร่วมกันในการจำลองผล ซึ่งมีผลการจำลองดังแสดงในตารางที่ 5.4-5.7 และแผนภูมิที่ 5.14-5.17

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในห้องวิคตอเรียน ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง
โดยการปรับปรุงช่องแสงแบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Zone A	$E_{ave\ ห้อง}$	356	355	358	357	355	352	348	342	334
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	196	200	207	206	203	201	199	197	195
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	262	268	275	275	271	268	266	264	263
	Contrast	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	E_{accum}	617,472 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.89 ; (179 / 202)								
	$Um_{ห้อง}$	0.74 ; (260 / 353)								
Zone B	$E_{ave\ ห้อง}$	233	233	234	234	233	232	232	232	231
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	194	194	195	194	193	193	193	193	193
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	257	257	258	258	257	257	257	257	256
	Contrast	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	E_{accum}	592,128 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.93 ; (179 / 193)								
	$Um_{ห้อง}$	0.67 ; (155 / 233)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้อง 4,995 watt ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้องเฉลี่ย 19 watt/sq.m.								

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในห้องวิคตอเรียน ในสภาพท้องฟ้าหลัว
โดยการปรับปรุงช่องแสงแบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Zone A	$E_{ave\ ห้อง}$	339	340	342	343	341	339	337	335	333
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	195	195	196	196	195	195	195	195	194
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	259	260	261	261	260	260	260	259	259
	Contrast	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	E_{accum}	599,040 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.92 ; (179 / 195)								
	$Um_{ห้อง}$	0.77 ; (260 / 339)								
Zone B	$E_{ave\ ห้อง}$	233	233	233	233	233	232	232	232	231
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	194	194	194	194	193	193	193	193	193
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	257	257	257	257	257	257	257	257	256
	Contrast	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	E_{accum}	589,824 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.93 ; (179 / 193)								
	$Um_{ห้อง}$	0.67 ; (155 / 233)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้อง 4,995 watt ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้องเฉลี่ย 19 watt/sq.m.								

*** หมายเหตุ ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายใน zone A 3,604 watt และzone B 1,391 watt

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในห้องวิคตอเรียน ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง
โดยการปรับปรุงช่องแสงแบบที่ 2 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ

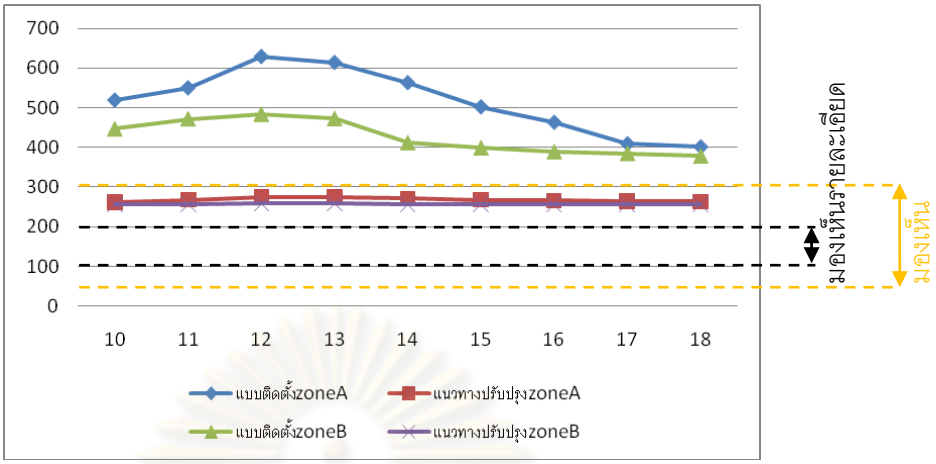
ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Zone A	$E_{ave\ ห้อง}$	340	342	344	344	344	343	342	341	334
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	196	196	197	196	194	193	192	191	190
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	252	252	253	253	253	252	252	251	250
	Contrast	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	E_{accum}	580,608 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.92 ; (179 / 194)								
	$Um_{ห้อง}$	0.76 ; (260 / 342)								

	ค่าตัวแปร	สภาพท้องฟ้าโปร่ง (clear sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Zone B	$E_{ave\ ห้อง}$	233	233	233	233	233	232	232	232	231
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	194	194	194	194	193	193	193	193	193
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	257	257	257	257	257	257	257	257	256
	Contrast	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	E_{accum}	589,824 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.93 ; (179 / 193)								
	$Um_{ห้อง}$	0.67 ; (155 / 233)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้อง 4,995 watt ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้องเฉลี่ย 19 watt/sq.m.								

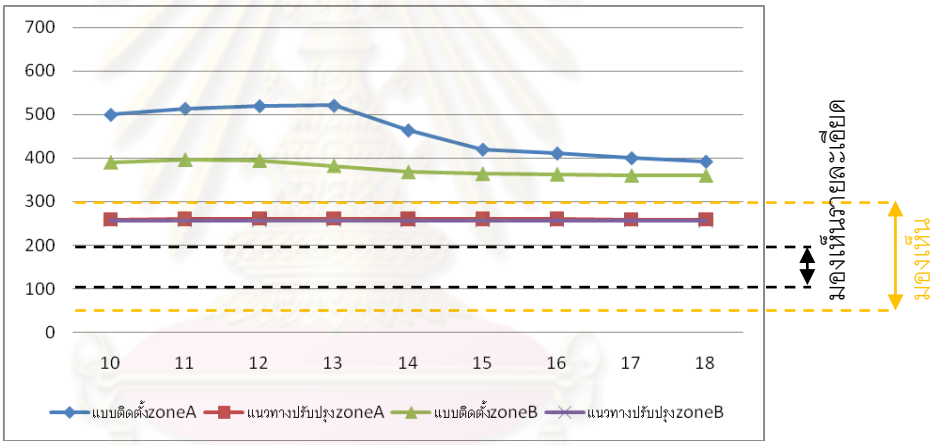
ตารางที่ 5.7 แสดงค่าตัวแปรจากการจำลองภายในห้องวิคตอเรียน ในสภาพท้องฟ้าหลัว
โดยการปรับปรุงช่องแสงแบบที่ 2 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟ

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky)								
		10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Zone A	$E_{ave\ ห้อง}$	325	325	326	326	324	324	324	323	322
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	190	190	190	190	190	190	189	189	188
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	252	252	253	253	253	252	252	251	250
	Contrast	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	E_{accum}	580,608 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.95 ; (179 / 189)								
	$Um_{ห้อง}$	0.80 ; (260 / 324)								
Zone B	$E_{ave\ ห้อง}$	233	233	233	233	233	232	232	232	231
	$E_{ave\ พื้นหลัง}$	194	194	194	194	193	193	193	193	193
	$E_{ave\ ชิ้นงาน}$	257	257	257	257	257	257	257	257	256
	Contrast	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	E_{accum}	589,824 lux-hr /year								
	$Um_{ผนัง}$	0.93 ; (179 / 193)								
	$Um_{ห้อง}$	0.67 ; (155 / 233)								
Energy		ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้อง 4,995 watt ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายในห้องเฉลี่ย 19 watt/sq.m.								

*** หมายเหตุ ค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยภายใน zone A 3,604 watt และzone B 1,391 watt

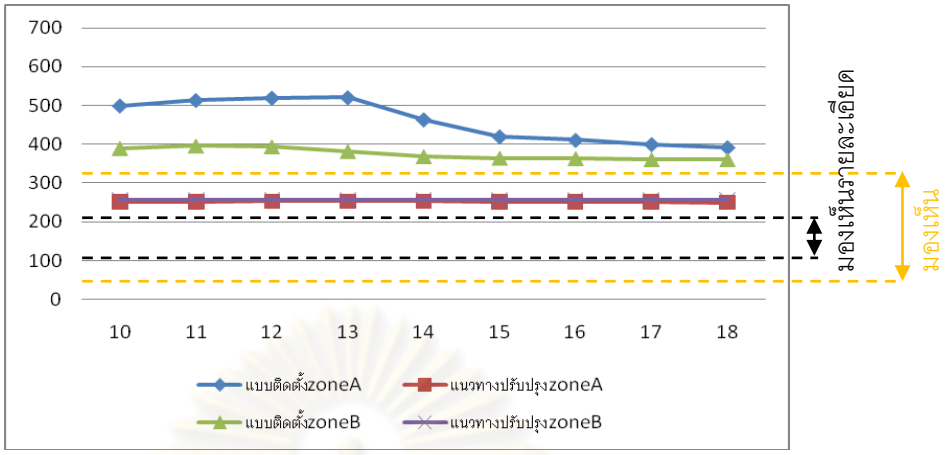


แผนภูมิที่ 5.14 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางแบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟในการปรับปรุงในสภาพห้องฟ้าโปร่ง ภายในห้องห้องวิคตอเรียน

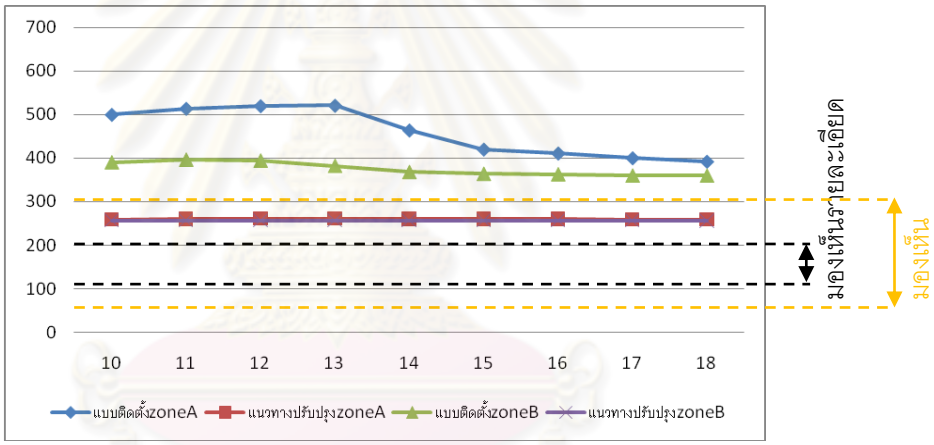


แผนภูมิที่ 5.15 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางแบบที่ 1 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟในการปรับปรุงในสภาพห้องฟ้าหลัว ภายในห้องห้องวิคตอเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 5.16 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางแบบที่ 2 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟในการปรับปรุงในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ภายในห้องห้องวิคตอเรียน



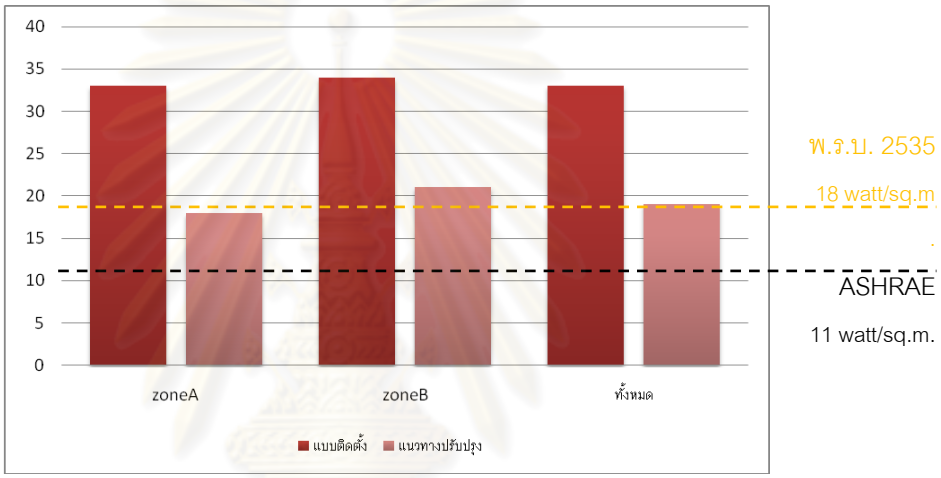
แผนภูมิที่ 5.17 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นภาพตามแบบติดตั้ง และแนวทางแบบที่ 2 ร่วมกับการปรับหรี่แสงของหลอดไฟในการปรับปรุงในสภาพท้องฟ้าหลัว ภายในห้องห้องวิคตอเรียน

จากแผนภูมิที่ 5.14 - 5.17 พบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานของแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องวิคตอเรียนนั้นมีความสม่ำเสมอในทุกสภาพท้องฟ้า และทุกช่วงเวลาตลอดทั้งปีทั้ง zone A และ zone B อีกทั้งปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปียังมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง โดยที่ปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีในสภาพท้องฟ้าโปร่งในส่วน zone A มีค่าสูงเกินกว่าที่เกณฑ์ และมาตรฐานกำหนดเล็กน้อยในขณะที่ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานยังมีความเหมาะสมตามที่เกณฑ์ และมาตรฐานกำหนด จึงเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ชิ้นงานเพิ่มเติมด้วยการลดช่วงเวลาในการจัดแสดงเพื่อจำกัดประมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานไม่เกิน 600,000 lux-hr /year

ส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพนั้นยังคงมีค่า 1:1.5 ซึ่งมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย เนื่องจากมีข้อจำกัดของจำนวนแสงไฟฟ้าที่ใช้ในการส่องเน้น และช่องแสงธรรมชาติ ทำ

ให้ลักษณะการให้แสงเป็นแบบไล้กับแนวผนังซึ่งบริเวณส่วนบนของชิ้นงานมีปริมาณค่าความสว่างสูงกว่าส่วนล่างของชิ้นงาน

นอกจากนั้นการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องแสงไฟฟ้าโดยการปรับหรี่นั้น พบว่านอกจากการเพิ่มประสิทธิภาพของปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีให้มีค่าเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดแล้ว ยังส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างนั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยการใช้ปริมาณพลังงานเพื่อการส่องสว่างมีค่าลดลงประมาณ 40 % ดังแสดงในแผนภูมิที่ 5.18



แผนภูมิที่ 5.18 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง (watt/sq.m.) ตามแบบติดตั้ง และแนวทางในการปรับปรุงภายในห้องวิคตอเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย / ข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปแนวทางเลือกในการปรับปรุงข้อบกพร่องในอาคารกรณีศึกษา

จากการอภิปรายผลการจำลองตามแบบติดตั้งนั้นทำให้พบข้อบกพร่องด้านแสงสว่างภายในห้องจัดแสดง จึงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างในส่วนห้องจัดแสดงที่พบข้อบกพร่องต่างๆด้านแสงสว่าง ซึ่งทางเลือกในการในการเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างสำหรับห้องจัดแสดงแต่ละห้องนั้น มีรายละเอียด ดังนี้

6.1.1 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงข้อบกพร่องภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี

จากการอภิปรายผลพบว่าข้อบกพร่องด้านแสงสว่างภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี คือ ปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบขาดความสม่ำเสมอ และแสงเงาที่เกิดขึ้นจากลวดลายบนฝ้าเพดานมีความชัดเจนในบางสภาพท้องฟ้า และบางช่วงเวลา ซึ่งมีสาเหตุมาจากองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม และการวางตัวของอาคารเป็นหลัก จึงไม่สามารถเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องภายในโถง อ.ศิลป์ พีระศรี เนื่องจากเสนอแนะในการปรับปรุงข้อบกพร่องนั้นอยู่เหนือขอบเขตงานวิจัยนี้

6.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงข้อบกพร่องภายในห้องจัดแสดงชั้น 3

จากการอภิปรายผลพบว่าข้อบกพร่องด้านแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงชั้น 3 ได้แก่ ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนดต่างๆ ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพนั้นต่ำทำให้ขาดความน่าสนใจในการมองชิ้นงาน ดังนั้นควรปรับปรุงข้อบกพร่องดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดง ดังนี้

6.1.2.1 การปรับหรี่แสงของหลอดไฟแนวทางที่ 1

การปรับหรี่แสงของหลอดไฟภายในห้องจัดแสดงทั้งหมด ซึ่งกำหนดให้มีการปรับหรี่แสงลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 50% เพื่อให้ปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย

6.1.2.2 การปรับหรี่แสงของหลอดไฟแนวทางที่ 2

การปรับหรี่แสงของหลอดไฟภายในห้องจัดแสดงทั้งหมด ซึ่งกำหนดให้มีการปรับหรี่แสงลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 30% เพื่อให้ปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง

6.1.2.3 การปรับหรี่แสงของหลอดไฟแนวทางที่ 3

การปรับหรี่แสงของหลอดไฟภายในห้องจัดแสดงโดยปรับหรี่โคม Ambient Lighting รุ่น LUSO LBS 54-121/128 ลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 30% และโคม Task light รุ่น ENDO GES9234w ลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 60% เพื่อให้ปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง ทั้งนี้การการปรับหรี่แสงของหลอดไฟเฉพาะหลอดนั้นยังช่วยเพิ่มค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพอีกด้วย

ทั้งนี้ในการปรับปรุงข้อบกพร่องแสงไฟฟ้า อาจมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดแสงไฟฟ้าทั้งจำนวนหลอดไฟ ตำแหน่งหลอดไฟ และระยะการให้แสงสว่าง เป็นต้น

6.1.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงข้อบกพร่องภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี

จากการอภิปรายผลพบว่าข้อบกพร่องด้านแสงสว่างภายในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี ได้แก่ ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพนั้นต่ำ จึงทำให้ขาดความน่าสนใจในการมองชิ้นงาน แสงเงาที่เกิดขึ้นภายในห้องจัดแสดงขาดความสม่ำเสมอขึ้นกับสภาพท้องฟ้า รวมไปถึงแสงเงาที่ตกกระทบลงบนชิ้นงานโดยตรงนั้นมีความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน ดังนั้นควรปรับปรุงข้อบกพร่องดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดง ดังนี้

6.1.3.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง

การปรับปรุงวัสดุช่องเปิดอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความเข้มแสงธรรมชาติที่เข้ามา โดยลดค่าการส่องผ่านแสงของกระจกจากเดิมลง 50% เหลือเพียง 20% เพื่อให้ปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง

6.1.3.2 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light)

การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสมโดยให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light) และปรับทิศทางให้แสงเข้าสู่อาคารจากทางทิศเหนือ โดยค่าการส่องผ่านแสงของกระจกเท่าเดิมตามแบบติดตั้ง เนื่องจากผลการจำลองที่พบว่าแนวทางนั้นทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่าง และแสงเงามีค่าค่อนข้างคงที่ทุกช่วงเวลาในทุกสภาพท้องฟ้า ทั้งยังช่วยเพิ่มค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอีกด้วย

6.1.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงข้อบกพร่องภายในห้องวิคตอเรียน

จากการอภิปรายผลพบว่าข้อบกพร่องด้านแสงสว่างภายในห้องวิคตอเรียน ได้แก่ ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนด ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพนั้นต่ำจึงทำให้ขาดความน่าสนใจในการมองชิ้นงาน แสงเงาที่เกิดขึ้นภายในห้องจัดแสดงขาดความสม่ำเสมอขึ้นกับสภาพท้องฟ้า ดังนั้นควรปรับปรุงข้อบกพร่องดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดง ดังนี้

6.1.4.1 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน(Indirect light)

การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสมโดยให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light) เนื่องจากผลการจำลองพบว่าแนวทางนี้ทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่างและแสงเงามีค่าค่อนข้างคงที่ทุกช่วงเวลาในทุกสภาพท้องฟ้า

6.1.4.2 การปรับหรี่แสงของหลอดไฟ

การปรับหรี่แสงของหลอดไฟภายในห้องจัดแสดงส่วน zone A และzone B โดยปรับหรี่โคม Ambient Lighting รุ่น LUSO LBS 54-121/128 ลดลงจากเดิมให้เหลือเพียง 50% ทำให้ปริมาณค่าความสว่างสูงสุด และปริมาณค่าความสว่างสะสมที่ชิ้นงานลดลง แนวทางนี้มีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย

6.2 สรุปผลการวิจัย

จุดประสงค์ของรายงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการออกแบบระบบแสงสว่างในหอศิลป์ทั้งแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า ตลอดจนวิเคราะความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแสงสว่างให้สอดคล้องกับข้อมูลจากมาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่าง จากการศึกษาวิจัยเบื้องต้นพบว่าในการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์นั้นควรให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยของชิ้นงานเป็นสำคัญ ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการประเมินปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยต่อชิ้นงาน ได้แก่ ปริมาณค่าความส่องสว่าง และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี ส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ แสงเงา ค่าการสะท้อนของพื้นผิว พลังงานที่ใช้ในการส่องสว่าง และองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมเป็นปัจจัยรองในการพิจารณา

จากการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงตามแบบติดตั้งนั้นพบข้อบกพร่องของแสงสว่างในห้องจัดแสดงบางส่วน เช่น ปริมาณค่าความส่องสว่างและปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสูงเกินเกณฑ์ที่กำหนด ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพต่ำทำให้ชิ้นงานขาดความน่าสนใจ สภาพแสงสว่างในห้องจัดแสดงแตกต่างกันเนื่องแสงธรรมชาติ ที่เกี่ยวเนื่องกับช่วงเวลาและสภาพท้องฟ้า ลักษณะแสงเงาไม่เป็นไปตามแนวคิดในการออกแบบเนื่องจากตำแหน่งการวางตัวของอาคาร เกิดเงามืดบนบางส่วนของชิ้นงานเนื่องจากลักษณะช่องเปิด เป็นต้น

จึงได้ทำการเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงทั้งแสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าโดยจำลองผลเปรียบเทียบเพื่อแสดงประสิทธิภาพของแนวทางเหล่านั้น ได้แก่ ปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสมโดยให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน (Indirect light) เพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องเปิดให้แสงธรรมชาติที่เข้ามามีปริมาณค่าความส่องสว่างเหมาะสม ลดปริมาณค่าความส่องสว่างของแสงไฟฟ้าโดยการปรับหรี่ความสว่าง (dimming) เพื่อให้ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานอยู่ที่ 50-300 lux และจำกัดค่าปริมาณความส่องสว่างให้อยู่ที่ 120,000-600,000 lux-hr/ year ตามประเภทของวัสดุชิ้นงานตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ IESNA CIBSE และIES ซึ่งเกณฑ์ทั้ง 3 ได้จำแนกค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีสำหรับวัตถุชิ้นงานออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ วัตถุชิ้นงานที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย วัตถุชิ้นงานที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุชิ้นงานที่แสงสว่างไม่ส่งผลกระทบ ซึ่งวัตถุชิ้นงานที่แสงสว่างไม่ส่งผลกระทบนั้นสามารถให้ค่าความส่องสว่างสูงสุด และค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดแสดง การจัดตำแหน่งแสงไฟฟ้าเพื่อเพิ่มค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพเพื่อให้ชิ้นงานมีความน่าสนใจ ตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ CIBSE ได้กำหนดค่าความส่องสว่างที่

เหมาะสมสำหรับค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอย่างน้อย 2:1 ที่ทำให้เริ่มเห็นความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพและสามารถทำให้ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพได้ถึง 15:1 ส่วนค่าการสะท้อนของวัสดุที่เลือกใช้ในห้องจัดแสดงที่ให้ค่าการสะท้อนเหมาะสมตามข้อเสนอแนะสำหรับค่าการสะท้อนที่ทำให้ห้องค่อนข้างสว่างตามข้อกำหนดของ CIBSE ที่กำหนดอัตราส่วนของค่าการสะท้อนของวัสดุ ฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้น ควรเป็น 0.7 : 0.5 : 0.3 ถ้าหากค่าการสะท้อนของวัสดุที่เลือกใช้ในห้องจัดแสดงมีความเหมาะสมจะส่งผลดีต่อการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างอีกด้วย

นอกจากนั้นในการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างในหอศิลป์ได้มีการคำนึงถึงผลกระทบด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของแสงสว่าง แนวคิดในการจัดแสดง การลงทุน และการดูแลรักษาชิ้นงาน ดังนี้

6.2.1 การให้แสงสว่างในการจัดแสดงควรมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

การออกแบบแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงควรมีการออกแบบให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สามารถปรับเพิ่มลดจำนวนดวงโคม ปรับตำแหน่งดวงโคม ปรับทิศทางการส่องเน้นเข้าหาชิ้นงาน และปรับหรี่แสงสว่างได้ ถึงแม้การจัดแสดงชิ้นงานจะเป็นการจัดแสดงถาวรก็ตาม อย่างน้อยควรสามารถปรับปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานได้

6.2.2 หลีกเลี่ยงการใช้แสงธรรมชาติส่องโดยตรงที่ชิ้นงาน

หอศิลป์เป็นสถานที่จัดแสดง และเก็บรักษาชิ้นงานศิลปะจึงควรคำนึงถึงการอนุรักษ์ชิ้นงานเป็นสำคัญ โดยหลีกเลี่ยงการใช้แสงธรรมชาติส่องโดยตรงที่ชิ้นงานเนื่องจากแสงธรรมชาติมีปริมาณค่าความส่องสว่างสูง และควบคุมได้ยาก

6.2.3 เลือกใช้อัตราส่วนของค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นหลังให้เหมาะสมกับการจัดแสดง

แนวคิดในการจัดแสดง ลักษณะในการให้แสงสว่าง และประเภทชิ้นงานนั้นส่งผลต่อปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และพื้นหลัง ซึ่งอัตราส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นหลังที่สูงนั้นแสดงถึงความโดดเด่นของชิ้นงานในการจัดแสดง แต่ทั้งนี้ควรพิจารณาอัตราส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นหลัง โดยคำนึงถึงแนวคิดพิเศษในการจัดแสดงนั้นๆว่าต้องการความโดดเด่น ความเหมาะสมตามประเภทชิ้นงาน และความสม่ำเสมอของแสงสว่างมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้อัตราส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นหลังนั้นขึ้นอยู่กับค่าความส่องสว่างของชิ้นงาน และพื้นหลัง เช่น การจัดแสดงงานจิตรกรรม หรืองานประติมากรรมที่ต้องการแสดงรายละเอียดบนชิ้นงานควรให้ค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานสูงกว่าพื้นหลัง ส่วนการจัดแสดงงานประติมากรรมที่ต้องการแสดงรูปร่างรูปทรงของชิ้นงานควรให้ค่าความส่องสว่างที่พื้นหลังสูงกว่าชิ้นงาน เป็นต้น

6.2.4 ควบคุมระยะเวลาในการให้แสงสว่างแก่ชิ้นงาน

นอกจากการควบคุมปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานให้มีความเหมาะสมแล้ว ควรคำนึงถึงระยะเวลาในการสะสมปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานอีกด้วย นอกเหนือจากช่วงเวลาในการจัดแสดงควรงดใช้แสงไฟฟ้า และป้องกันชิ้นงานจากแสงธรรมชาติ ในกรณีที่ชิ้นงานประเภทวัตถุที่แสงส่งผลกระทบสูงนั้น อาจมีการติดตั้งตัวรับสัญญาณแสงเพื่อควบคุมการปิดเปิดหลอดไฟ ให้ปริมาณค่าความส่องสว่างเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับแสงธรรมชาติเข้ามาสร้างความสว่างภายในอาคารในแต่ละช่วงเวลา

6.2.5 ขนาดชิ้นงาน และขนาดห้องจัดแสดงที่เหมาะสม

ความสัมพันธ์ของขนาดชิ้นงาน และขนาดห้องจัดแสดงนั้น ส่งผลต่อระยะในการมองชิ้นงานและความยืดหยุ่นในการจัดแสดงโดยตรง ทั้งความกว้างความยาวของห้องจัดแสดง และความสูงของฝ้าเพดาน ดังนั้นจึงต้องพิจารณาระยะในการมองชิ้นงาน ณ มุมมองต่างๆที่เหมาะสมกะบขนาดความกว่าง และความสูงของชิ้นงาน

6.2.6 งบประมาณในการลงทุนที่เหมาะสมกับประสิทธิผลที่ได้รับ

การปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงควรคำนึงถึงงบประมาณในการลงทุนเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพที่ได้รับหลังการปรับปรุง เนื่องจากบางแนวทางที่เหมาะสมอาจมีการลงทุนที่สูงมากเกินไป เช่น การนำเทคโนโลยีที่มีราคาสูงมาควบคุมปริมาณแสงธรรมชาติ หรือการแก้ไขสถาปัตยกรรมเป็นการลงทุนที่สูงกว่าการปรับการจัดแสดง เป็นต้น ซึ่งต้องพิจารณาความคุ้มทุนในระยะยาว

6.2.7 การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้ดูแลหอศิลป์ควรมีความเข้าใจในเรื่องการให้แสงสว่าง สามารถปรับหรี่ความสว่างของแสงไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมในการจัดแสดง นอกจากนั้นควรใช้แสงไฟฟ้าในช่วงเวลาทำการ

6.3 แนวทางการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์หรืออาคารประเภทเดียวกัน

การออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงยังสามารถนำเทคนิคต่างๆมาใช้ในการออกแบบแสงธรรมชาติ แสงไฟฟ้า และการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า เพื่อให้สภาพของแสงสว่างภายในหอศิลป์มีความเหมาะสมในการจัดแสดงชิ้นงานจากการศึกษาวิจัยในอาคารกรณีศึกษานี้ สามารถสรุปเป็นแนวทางการออกแบบแสงสว่างในอาคารประเภทเดียวกัน และการใช้งานในลักษณะเดียวกัน เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ออกแบบต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 6.1-6.2

ตารางที่ 6.1 แสดงแนวทางในการออกแบบแสงธรรมชาติ

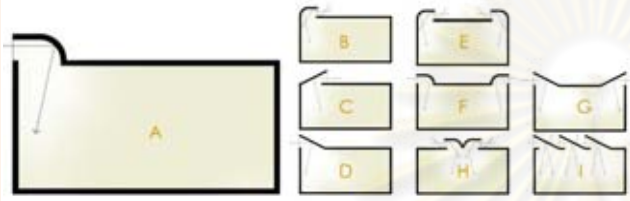
แนวทางในการออกแบบแสงธรรมชาติในหอศิลป์

สิ่งที่ต้องพิจารณา :

- ช่วงเวลา สภาพท้องฟ้า ทิศทาง และการวางตัวของอาคาร
- ลักษณะช่องแสงทั้งขนาด วัสดุ ทิศทางของแสง และเทคนิควิธีการนำเอาแสงเข้าสู่อาคารที่หลีกเลี่ยงการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาโดยตรง

รูปแบบช่องแสง :

1. ช่องแสงทางด้านข้างส่วนบน (A-I)



ลักษณะแสงสว่าง
- แสงที่เกิดขึ้นเป็นแสงสะท้อน
- บริเวณใกล้ช่องแสงมีความสว่าง
- ไม่มีแสงบาดตาหรือแสงจ้า

ข้อจำกัดในการใช้งาน
- ความฟุ้งของแสงขึ้นกับการสะท้อน และวัสดุช่องแสง
- ต้องคำนึงถึงทิศทางช่องแสง ตำแหน่ง และขนาดช่องแสง

2. ช่องแสงด้านบนที่ขอบผนังสูงด้านเดียว (J-M)

ลักษณะแสงสว่าง
- แสงเข้ามาภายในโดยตรง
- แสงเงามีความชัดเจน
- บริเวณใกล้ช่องแสงมีความสว่าง
- อาจมีแสงบาดตาหรือแสงจ้า

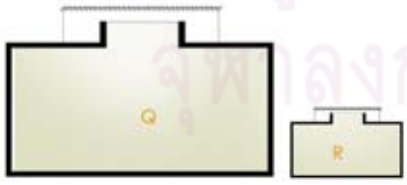
ข้อจำกัดในการใช้งาน
- ต้องคำนึงถึงตำแหน่ง และทิศทางแสงแดดเป็นสำคัญ
- ควรควบคุมปริมาฯแสงโดยใช้ร่วมกับม่าน /วัสดุกรองแสง

3. ช่องแสงด้านบนที่ติดม่านด้านในอาคาร (N-P)

ลักษณะแสงสว่าง
- แสงเข้ามาภายในโดยตรง
- แสงเงามีความชัดเจน
- บริเวณใกล้ช่องแสงมีความสว่าง
- อาจมีแสงบาดตาหรือแสงจ้า

ข้อจำกัดในการใช้งาน
- ต้องคำนึงถึงตำแหน่ง และขนาดช่องแสงเป็นสำคัญ
- ควรควบคุมปริมาฯแสงโดยใช้ร่วมกับม่าน /วัสดุกรองแสง

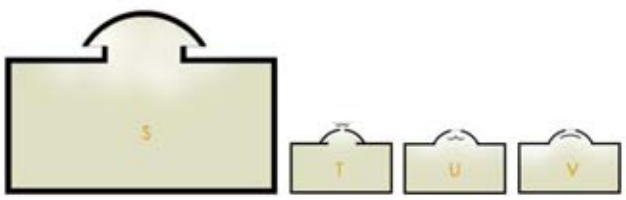
4. ช่องแสงด้านบนที่ติดหลังคาด้านนอกอาคาร (Q-R)



ลักษณะแสงสว่าง
- แสงที่เกิดขึ้นฟุ้งกระจายสม่ำเสมอตามแนวช่องแสง
- แสงเงามีความนุ่มนวล
- ไม่มีแสงบาดตาหรือแสงจ้า

ข้อจำกัดในการใช้งาน
- ต้องคำนึงถึงระยะยื่น ขนาด และมุมของเกล็ดสะท้อนแสงที่สัมพันธ์กับทิศทางแสงแดด

5. ช่องแสงสำหรับหลังคาทรงโค้ง (S-W)



ลักษณะแสงสว่าง
- แสงที่เกิดขึ้นฟุ้งกระจายสม่ำเสมอตามแนวช่องแสง
- แสงเงามีความนุ่มนวล
- ไม่มีแสงบาดตาหรือแสงจ้า

ข้อจำกัดในการใช้งาน
- ความฟุ้งของแสงขึ้นกับการสะท้อน และวัสดุช่องแสง
- ต้องคำนึงถึงขนาดช่องแสง
- ต้องคำนึงถึงทิศทางแสงแดด

ตารางที่ 6.2 แสดงแนวทางในการออกแบบแสงไฟฟ้า

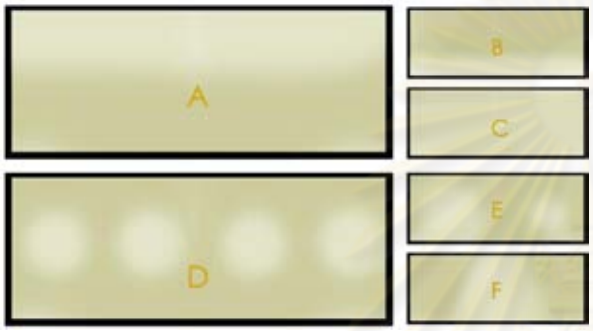
แนวทางในการออกแบบแสงไฟฟ้าในหอศิลป์

สิ่งที่ต้องพิจารณา :

- ความยืดหยุ่นในการใช้งาน การควบคุมระดับความส่องสว่าง และระยะเวลาในการจัดแสดง
- พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง งบประมาณ และการดูแลรักษา

รูปแบบการใช้แสงไฟฟ้า :

1.การปรับหรี่แสงไฟฟ้า



A-C การปรับหรี่ Ambient light E-F การปรับหรี่ Task light

ลักษณะแสงสว่าง

1.1 ***ปรับหรี่ Ambient Light***

- ความสว่างโดยรอบห้องมาก-น้อยตามปริมาณการปรับหรี่
- ส่งผลต่อแสงเงาน้อย

1.2 ***ปรับหรี่ Task light***

- ส่งผลต่อลักษณะแสงเงามาก
- ส่งผลต่อค่าความส่องสว่างและความสว่างสะสมที่ชิ้นงาน

ข้อจำกัดในการใช้งาน

- ส่งผลต่อความสว่างโดยรอบ
- การปรับหรี่ส่งผลต่อให้กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างลดลง
- ต้องคำนึงถึงค่าความส่องสว่างและความสว่างสะสมที่ชิ้นงาน
- ประยุกต์ใช้ในการจัดแสดงตามแนวคิดพิเศษ
- อาจใช้ sensor ร่วมด้วย

2.การจัดตำแหน่งดวงโคม

อุปกรณ์ที่นิยมใช้เพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งาน เช่น รางเลื่อน ตัวปรับมุม เป็นต้น

ลักษณะแสงสว่าง

- ส่งผลต่อความส่วาง และความสม่ำเสมอของแสงโดยรอบ และชิ้นงาน
- มีความยืดหยุ่นในการจัดแสดง

ข้อจำกัดในการใช้งาน

- ต้องคำนึงถึงจำนวนหลอดไฟ ตำแหน่งหลอดไฟ มุมมองและระยะการให้แสงสว่าง
- ต้องคำนึงถึงค่าความส่องสว่างและความสว่างสะสมที่ชิ้นงาน
- ประยุกต์ใช้ในการจัดแสดงตามแนวคิดพิเศษ

3.การเลือกใช้หลอดไฟที่เหมาะสม

ตัวอย่างหลอดไฟที่นิยมใช้ในการจัดแสดง เช่น หลอดในตระกูลอินแคนเดสเซนส์ หลอดในตระกูลฟลูออเรสเซนส์ และหลอด LED เป็นต้น

ลักษณะแสงสว่าง

1.1 ***ใช้หลอดให้เหมาะกับการจัดแสดง***

- ให้ความสว่าง และความสว่างสะสมที่ชิ้นงานมีความเหมาะสม

1.2 ***ใช้หลอด LED***

- สีของแสงมีความหลากหลาย
- ให้แสงเป็นจุด หรือเป็นเส้นที่มีความสม่ำเสมอได้
- กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างต่ำ

ข้อจำกัดในการใช้งาน

- ต้องคำนึงถึงจำนวนหลอดไฟ ตำแหน่งหลอดไฟ มุมมองและระยะการให้แสงสว่าง
- ต้องคำนึงถึงค่าความส่องสว่างและความสว่างสะสมที่ชิ้นงาน
- ประยุกต์ใช้ในการจัดแสดงตามแนวคิดพิเศษ
- ต้องคำนึงถึงงบประมาณ และการดูแลรักษา

ทั้งนี้ในการเลือกใช้เทคนิคต่างๆ ในการให้แสงสว่างนั้นสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคในการออกแบบแสงธรรมชาติ และเทคนิคในการออกแบบแสงไฟฟ้าร่วมกันได้ เพื่อให้สภาพแสงสว่างที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6.4 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพด้านแสงสว่างของห้องจัดแสดงภายในหอศิลปะไทยร่วมสมัยทั้ง 4 ห้อง ที่มีรายละเอียดของรูปแบบลักษณะการจัดแสดง และแนวความคิดในการจัดแสดงที่แตกต่างกันออกไป โดยแบ่งขั้นตอนในการศึกษาวิจัยออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้ง การวิเคราะห์ผลการจำลองสภาพแสงสว่าง และการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องที่พบในแต่ละห้องจัดแสดงที่ทำการศึกษาวิจัย มีข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาวิจัย ดังนี้

6.4.1 ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยนี้

6.4.1.1 การเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา

ในการศึกษาการใช้วิธีการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 เพื่อจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆตามแบบติดตั้ง ผู้วิจัยต้องทำการเก็บข้อมูลสำคัญที่จำเป็น ได้แก่ แสงธรรมชาติ แสงไฟฟ้า องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม และข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงาน ซึ่งมีข้อจำกัด ดังนี้

- การเก็บข้อมูลสำคัญที่จำเป็นต่างๆมีการปรับเปลี่ยนบ่อยครั้ง เนื่องจากอาคารกรณีศึกษาอยู่ในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างจึงมีการปรับเปลี่ยนแบบติดตั้งที่หน้างานบ่อยครั้ง
- ข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานจัดแสดงในห้องแสดงภาพเขียนชิ้นเด่นของ อ.ถวัลย์ ดัชนี และห้องวิคตอเรียนอาจมีการมีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งชิ้นงาน ระยะในการมองชิ้นงาน และรูปแบบการจัดแสดง เนื่องจากในห้องจัดแสดงดังกล่าวมีการจัดแสดงกึ่งถาวรที่มีการหมุนเวียนชิ้นงานภายในอาคารกรณีศึกษา

6.4.1.2 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8

การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงตามแบบติดตั้งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 นั้นมีข้อจำกัด ดังนี้

- การสร้างหุ่นจำลองห้องจัดแสดงที่มีข้อจำกัดในเรื่องของรายละเอียดทางสถาปัตยกรรม เนื่องจากข้อจำกัดในการประมวลผลของโปรแกรม
- รายละเอียดของวัสดุพื้นผิวบางชนิดที่ต้องป้อนค่าเป็นวัสดุเทียบเคียง
- ดวงโคมที่ใช้ตามแบบติดตั้งบางชนิดต้องใช้รุ่นเทียบเคียงในการจำลองโดยเนื่องจากแบบดวงโคม plug-in นั้นมีไม่ครบตามแบบติดตั้ง
- ค่าของตัวแปรที่สำคัญอื่นๆ เช่น ค่าต่างๆที่เกี่ยวข้องกับสภาพท้องฟ้า ค่าการปรับหรี่หลอดไฟ ค่าปัจจัยการบำรุงรักษา ระยะ และจุดต่างๆในการวัดปริมาณค่าความส่องสว่าง เป็นต้น
- ข้อจำกัดของโปรแกรมนี้สามารถแสดงผลตัวแปรในเชิงปริมาณได้บางตัว และไม่สามารถแสดงผลตัวแปรในเชิงคุณภาพได้

6.4.2 ข้อเสนอแนะอื่นๆในการปรับปรุงข้อบกพร่องด้านแสงสว่างในอาคารกรณีศึกษา

6.4.2.1 การควบคุมแสงไฟฟ้าในอาคารกรณีศึกษาเพื่อการประหยัดพลังงาน

- การเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างด้วยการติดตั้งตัวรับสัญญาณแสงเพื่อควบคุมการปิดเปิดหลอดไฟ ให้มีปริมาณค่าความส่องสว่างเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับแสงธรรมชาติเข้ามาสร้างความสว่างภายในอาคารในแต่ละช่วงเวลา

- การเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างด้วยการติดตั้งตัวรับสัญญาณแสงเพื่อควบคุมการปรับมุมของหิ้งสะท้อนแสงให้มีทิศทางที่เหมาะสมกับแสงธรรมชาติเข้ามาสร้างความสว่างภายในอาคารในแต่ละช่วงเวลาเพื่อให้ปริมาณค่าความส่องสว่างเหมาะสมกับการใช้งาน

6.4.2.2 การลดความเป็นอันตรายของแสงสว่างต่อชิ้นงาน

- การคำนึงถึงความร้อนที่มาจากแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้าในการจัดแสดง

- การคำนึงถึงความเป็นอันตรายของแสงสว่างต่อชิ้นงาน โดยการพิจารณา ปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรดที่มาจากแสงธรรมชาติร่วมด้วย โดยการเลือกใช้วัสดุช่องแสงที่มีคุณสมบัติป้องกัน หรือลดปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรด (แสงไฟฟ้าตามแบบติดตั้งมีความเหมาะสมในเรื่องนี้แล้ว) ทั้งนี้ปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรดเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ควรทำการศึกษา แต่เนื่องจากอาคารกรณีศึกษายังอยู่ในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างจึงไม่สามารถทำการวัดปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรดด้วยเครื่องมือวัดได้

6.4.2.3 การเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในอาคารกรณีศึกษา

- การเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในเชิงคุณภาพ เช่น ความจ้าของแสง และความสบายตา เป็นต้น ซึ่งเป็นสิ่งที่นอกเหนือจากขอบเขตของการศึกษาวิจัยนี้ เนื่องข้อจำกัดของโปรแกรม และอาคารกรณีศึกษาอยู่ในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างจึงไม่สามารถเข้าไปทำการศึกษาจากสถานที่จริงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. **เทคนิคการออกแบบแสงสว่าง, พิมพ์ครั้งที่3**. กรุงเทพมหานคร : ส.ส.ท., 2543

ชำนาญ ห่อเกียรติ. **เทคนิคการส่องสว่าง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

พรรณชลัท สุริโยธิน และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน. **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี แห่งจุฬาฯ**, กรุงเทพหมานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547

พรรณชลัท สุริโยธิน. **พื้นฐานแสงสว่าง**. เอกสารคำสอน วิชา 2501394 , 2543

พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุและการก่อสร้าง: หลอดไฟฟ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

พิบูลย์ ดิษฐอุดม. **การออกแบบระบบแสงสว่าง**. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2521.

ภาษาอังกฤษ

Acuity Brands™ Lighting. **ASHRAE 90.1–2004 Definitions** [Online]. Available from: http://www.acuitybrandslighting.com/sustainability/ASHRAE–Definitions.htm [2009, December 20]

Bousmaha, B. and Nicolus, W. **Ernst and Peter Nuefert Architects, Data**, 3rd ed. U.K. : Blackwell Science, 2002

CIBSE. **Code for interior lighting** , London : CIBSE ,1994

CIBSE. **CIBSE Lighting for Museum and Art Galleries** , London : CIBSE ,1994

IESNA . **The IESNA Lighting Handbook Reference & Application**, U.S.A.: Publication Department IESNA, 2000

Gordon, G. **Interior Lighting for Designers**. USA : John Wiley & Sons, 1995

John, E F. **Architectural Interior System**,1992

Kaufman, J. E. **IES Lighting handbook Application Vol.** , New York : Illuminating Engineering Society of North America ,1981

Kaufman, J. E. **IES Lighting Handbook 1981: Reference Vol.** , New York: Illuminating Engineering Society of North America, 1981.

David M. E. and Victor W. O. **Architectural Lighting**, 2th ed.New York: Mc Graw Hill, 2002

David M. E. **Concepts in architectural lighting**, USA: McGraw-Hill, Inc., 1983

Mitsuru S. Chairman, **Committee Report: Task and Ambient Lighting Systems Committee**. J. Light & Vis. Env. 22, 1 (1998): 63 – 68.

Panero, J., and Zelnik, M. **Human dimension & interior space: a source book of design reference standards**. New York: Whitney Library of Design, 1979.

Peter Tregenza and David Loe, **The Design of Lighting**, 1st ed. Londonn :E&FN, 1998

Society of Light and Lighting, **Code for Lighting**, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002

Stein, B.,and Raynolds, **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, 9**thed, New York: John Wiley & Sons, 2000

The donn. **Simulation Quality Assurance: Illuminance and Uniformity** [Online]. Available from: http://www.aecsimqa.net/en/node/19 [2009, December 20]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ศิลปากร, กรม และ The Center for Cultural Materials Conservation The University of MelBourne สถานทูตออสเตรเลียประจำประเทศไทย และพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติหอศิลป์ กรุงเทพมหานคร, **การอนุรักษ์งานจิตรกรรมบนผืนผ้าใบ**. เอกสารการสัมมนา, 2547

กุลศรี สุริยเดชสกุล. **เทคนิคการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารแสดงภาพเขียนในเขตร้อนชื้น**, วิทยานิพนธ์มหาปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542

คมกฤช ชูเกียรติมั่น. **การใช้แสงสว่างธรรมชาติเสริมเพื่อลดการใช้พลังงาน**. วิทยานิพนธ์มหาปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. **เทคนิคการออกแบบแสงสว่าง**, **พิมพ์ครั้งที่3**. กรุงเทพมหานคร : ส.ส.ท., 2543

ชำนาญ ห่อเกียรติ. **เทคนิคการส่องสว่าง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

ปัทมาพร ศิริผลวุฒิชัย. **เทคนิคการให้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านบน**, วิทยานิพนธ์มหาปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542

พรรณชลัท สุริโยธิน และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน. **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี แห่งจุฬาฯ**, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547

พรรณชลัท สุริโยธิน. **พื้นฐานแสงสว่าง**. เอกสารคำสอน วิชา 2501394 , 2543

พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุและการก่อสร้าง**: **หลอดไฟฟ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

พิบูลย์ ดิษฐอุดม. **การออกแบบระบบแสงสว่าง**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2521.

วณัฐ ตันประเสริฐ, เทคนิค**การประยุกต์ใช้แสงประดิษฐ์ในอาคารประวัติศาสตร์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์แห่งชาติพระนคร**, วิทยานิพนธ์มหาปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548

ภาษาอังกฤษ

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

Boyce, R. R. **Human Factor in Lighting**, 2nd ed. New York: Taylor & Francis, 2003.

Brown, G. Z., and Dekay, M. **Sun Wind & Light: Architectural Design Strategies**, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2001.

CIBSE. **Code for interior lighting** , London : CIBSE ,1994

CIBSE. **CIBSE Lighting for Museum and Art Galleries** , London : CIBSE ,1994

Evans, B. H. **Daylight in Architecture**. New York: McGraw – Hill, 1981.

Flynn, J. E., and Segil, A. W. **Architectural Interior Systems**. New York: VAN NOSTRAND REINHOLD, 1970.

Gordon, G. **Interior Lighting for Designers**. USA : John Wiley & Sons, 1995

IESNA . **The IESNA Lighting Handbook Reference & Application**, (U.S.A.: Publication Department IESNA ,2000c)

John, E. F. **Architectural Interior System**,1992

Karlen, M., and Benya, J. R. **Lighting Design Basics**. New York: John Wiley & Sons, 2004.

Kaufman, J. E. **IES Lighting handbook Application Volume**, New York : Illuminating Engineering Society of North America ,1981

Kaufman, J. E. **IES Lighting Handbook 1981: Reference Volume**. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 1981.

Lechner, N. **Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects**. New York: John Wiley & Sons, 1991.

David M. E. and Victor W. O. , **Architectural Lighting**, 2th ed.New York: Mc Graw Hill, 2002

David M. E. **Concepts in architectural lighting**, USA: McGraw-Hill, Inc., 1983

Peter T. and David L. **The Design of Lighting**, 1st ed. Londonn :E&FN, 1998

Phillips, D. and Howard, J. **Lighting in architectural design**. New York: McGraw-Hill, 1964.

Society of Light and Lighting, **Code for Lighting**, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002

Stein, B.,and Raynolds, **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, 9th**ed, New York: John Wiley & Sons, 2000

The donn. **Simulation Quality Assurance: Illuminance and Uniformity** [Online]. Available from: http://www.aecsimqa.net/en/node/19 [2009, December 20]

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

คำศัพท์ และคำนิยามเกี่ยวกับแสง

1. **ปริมาณแสง** (Luminous Flux, **ϕ**)

คือ รังสีหรือกำลังของแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง ใน 1 หน่วยเวลา เป็นการบอกค่าพลังงานหรือกำลังของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงในรูปแบบของเส้นแรงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิด หรืออาจเปรียบเทียบได้ว่าเป็นอัตราการไหล (Rate of Flow) ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แสดงออกมาในรูปของกำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt, W) แต่สำหรับแสงสว่างจะหมายถึงค่าที่วัดออกมาเป็นปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น ลูเมน (Lumen, lm) โดยปริมาณแสง 680 ลูเมน ที่เกิดจากลำของรังสีหนึ่งๆ ที่ความยาวคลื่น 0.555 ไมครอน จะมีพลังงาน 1 วัตต์ เป็นค่าที่มากที่สุดสำหรับตาของมนุษย์ในการมองเห็น เช่น เทียน ให้ปริมาณแสง 12.57 ลูเมน หลอดไส้ 100 วัตต์ ให้ปริมาณแสง 1,360 ลูเมน หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ ให้ปริมาณแสง 2,500 ลูเมน เป็นต้น

2. **ประสิทธิผลของแสง** (Luminous Efficacy, **η**)

คือ อัตราส่วนของปริมาณแสง (**ϕ**) ที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดต่อพลังงานที่ใช้ เพื่อให้ได้แสงปริมาณนั้นออกมา มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อวัตต์ (Lumen/Watt, lm/W) หลอดไส้เป็นหลอดไฟที่มีประสิทธิผลของแสงต่ำเพราะกำลังไฟฟ้าที่ให้กับหลอดไฟ ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นความร้อน แต่ให้ปริมาณแสงออกมาน้อย เช่น หลอดไส้ 100 วัตต์ มีประสิทธิผลของแสง 13.6 ลูเมนต่อวัตต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ มีประสิทธิผลของแสง 70 ลูเมนต่อวัตต์ เป็นต้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ดังสมการ

$$\eta = \phi/W$$

3. **ความเข้มแสง** (Luminous Intensity, I)

คือ ค่าที่ใช้บอกความมากน้อยของปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ดังนั้น ความเข้มแสง (**I**) หรือในอดีตเรียกว่า “แรงเทียน” (Candlepower) ก็คือ ปริมาณแสง (**ϕ**) ในหน่วยลูเมน (Lumen, lm) จากแหล่งกำเนิดแสงที่วัดได้ใน Solid Angle ใดๆ (**ω**) มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อสเตอเรเดียน (lm/sr) หรือ แคนเดลา (Candela, cd)

$$I = \phi/\omega$$

ในการพิจารณาลักษณะนี้ใช้สำหรับการพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กมากจนถือว่าแหล่งกำเนิดแสงนั้นเป็นจุด (Point Source) หากพิจารณาโดยการนำแหล่งกำเนิดแสงที่เล็กมากจนเสมือนจุดและมีค่าความเข้มแห่งการว่องสว่างสม่ำเสมอทุกทิศทางเท่ากับ 1 แคนเดลา มาวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลงบนทุก ๆ หนึ่งตารางหน่วยพื้นที่บนพื้นผิวของทรงกลมนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน และเนื่องจากพื้นที่ผิวของทรงกลมรัศมี 1 หน่วยมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงของแสงออกมาได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน

4. **ความส่องสว่าง** (Illuminance, E)

คือ ปริมาณแสง (ϕ) ที่ตกกระทบลงบน 1 หน่วยพื้นที่ใดๆ (A) จะได้ความส่องสว่าง (E) มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (Lumen per Unit Area) เมื่อวัดค่าความส่องสว่างบนระนาบที่ห่างจากเทียนออกมา 1 เมตร จะมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์ เช่น บนโต๊ะทำงานในสำนักงานธรรมดาทั่วไป เท่ากับ 500 ลักซ์ บนพื้นดินในที่โล่งเมื่อท้องฟ้าหลัว เท่ากับ 10,000 ลักซ์ และบนพื้นดินในที่โล่งเมื่อท้องฟ้าสดใส เท่ากับ 100,000 ลักซ์ เป็นต้น

$$E = \phi/A$$

หากพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นจุด (Point Source) ในทรงกลม เมื่อทรงกลมสมมติมีรัศมี 1 ฟุต ปริมาณแสง 1 ลูเมน ที่ตกกระทบพื้นผิวทรงกลมในพื้นที่ 1 ตารางฟุต ความส่องสว่างจะมีค่า 1 ลูเมนต่อตารางฟุต (lm/ft^2) หรือ 1 ฟุตแคนเดิล (Footcandle, fc) ในทำนองเดียวกันหากทรงกลมมีรัศมี 1 เมตร ปริมาณ แสง 1 ลูเมน ที่ตกกระทบพื้นผิวทรงกลมในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ความส่องสว่างจะมีค่า 1 ลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m^2) หรือ 1 ลักซ์ (lux, lx) โดยที่1 ฟุตแคนเดิล เท่ากับ 10.76 ลักซ์

ถ้าแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดเล็กมากจนถือได้ว่ามีลักษณะเป็นจุด ค่าความส่องสว่างบนพื้นผิวนั้นจะขึ้นอยู่กับ ระยะห่างและมุมของแสงที่ตกกระทบ จึงเกิดเป็นสมการหาค่าความส่องสว่างอีกสมการหนึ่ง เมื่อพิจารณาความเข้มแสง (I) ในทิศทางใดๆจากแหล่งกำเนิดแสง แสงที่เดินทางเป็นระยะทาง (d) มาตกกระทบพื้นผิวที่มุมใดๆ (Θ) คือ มุมระหว่างทิศทางของแสงที่ตกกระทบและเส้นตั้งฉากกับพื้นผิวนั้น)

$$E = I\cos\Theta/d^2$$

ความสัมพันธ์นี้ เรียกว่า “กฎกำลังสองผกผัน” (Inverse Square Law) ซึ่งกล่าวว่า “ค่าความส่องสว่างจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงและพื้นที่รับแสง” และ “กฎของแลมเบิร์ต” (Lambert’s Law) ซึ่งกล่าวว่า “ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนพื้นผิววัตถุจะแปรผันตามค่า Cos ของมุมตกกระทบ”

5. **ความสว่าง** (Luminance, L)

คือ การที่แสงตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับหรือส่องผ่านวัตถุเข้าสู่ตาทำให้มองเห็นวัตถุนั้นได้ มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m^2) หรือ ฟุตแลมเบิร์ต (Footlambert, FL)

เมื่อวัตถุที่แสงตกกระทบมีพื้นผิวที่ช่วยกระจายแสง (Diffuse) ค่าความสว่างจะแปรผันตรงกับค่าความส่องสว่าง (E) และค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (ρ) หรือค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสง (τ)

$$L = I \times \rho/A = E(lx) \times \rho/\pi \quad \text{หน่วย } cd/m^2$$

$$L = I \times \tau/A = E(lx) \times \tau/\pi \quad \text{หน่วย } cd/m^2$$

$$L = E(fc) \times \rho \quad \text{หน่วย FL}$$

$$L = E(fc) \times \tau \quad \text{หน่วย FL}$$

ค่าความสว่างขึ้นอยู่กับความเข้มแสง (I) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (ρ) หรือค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสง (τ) ของวัตถุ และพื้นที่ของวัตถุที่มองเห็น หรือค่าความส่องสว่าง (E) กับค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (ρ) หรือค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสง (τ) ของวัตถุ

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง ความสว่าง (L) พื้นที่ผิวของวัตถุที่เห็น (A) และความเข้มแสง (I)

$$I = L \times A\cos\phi$$

6. **ความเปรียบต่าง** (Contrast)

คือ ความสว่างของวัตถุที่ต้องการมองเทียบกับความสว่างรอบข้าง เช่น วัตถุสีขาววางบนพื้นสีดำจะมองเห็นได้ง่ายกว่าวัตถุสีดำวางบนพื้นสีดำ โดยค่าความเปรียบต่างหาได้จาก อัตราส่วนความแตกต่างของความสว่าง (Contrast Ratio) ระหว่างความสว่างของวัตถุที่พิจารณา (Target, L_t) กับความสว่างของพื้นหลังหรือสภาพแวดล้อม (Background, L_b) โดยเมื่อมีความเปรียบต่างมากจะทำให้มองเห็นวัตถุได้ง่าย แต่ถ้ามากเกินไปอาจทำให้สายตาล้าได้

$$\text{Contrast Ratio} = |(L_t - L_b)/ L_b|$$

7. **อุณหภูมิสี** (Color Temperature)

คือ แสงจากแหล่งกำเนิดแสงทั่วๆไปนั้นถือว่าเป็นแสงขาว ซึ่งสามารถบอกสีของแสงนั้นได้ด้วยค่าของอุณหภูมิสีเทียบเคียง (Correlated Color Temperature, CCT) มีหน่วย เคลวิน (Kelvin, K) แต่หลอดไฟหรือแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิดจะมีค่า CCT เฉพาะตัวที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งมีการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ โดยคณะกรรมการระหว่างชาติว่าด้วยแสงสว่าง (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE) คือ Warm < 3,300 K Intermediate 3,300 K – 5,300 K Cold หรือ Daylight > 5,300 K และในกลุ่ม Intermediate ยังแบ่งออกได้เป็น Intermediate กับ Cool ซึ่งมีค่า 4,000 K – 5,300 K

8. **ดัชนีเทียบสี** (Color Rendering Index, CRI/R_a)

คือ ดัชนีเทียบสี หรือ ค่าความถูกต้องของสีวัตถุภายใต้แสง เป็นค่าที่ชี้ให้เป็นว่า สีของแสงจากแหล่งกำเนิดที่ส่องวัตถุนั้น จะให้ความถูกต้องของสีกับวัตถุที่เราเห็นนั้นมากน้อยเพียงใด แสงที่มีค่า CRI หรือ R_a เท่ากับ 100 หมายความว่า แสงนั้นๆให้สีที่ถูกต้องกับวัตถุโดยไม่ผิดเพี้ยน แสงธรรมชาติเป็นแสงที่ให้ความถูกต้องของสีมากที่สุด เพราะมีสีในสเปกตรัมของแสงครบทุกสี ส่วนสีของแสงจากหลอดโซเดียมความดันต่ำที่เห็นเป็นสีเหลือง มีค่า CRI หรือ R_a เท่ากับ 0 คือ เมื่อส่องไปที่วัตถุใดก็ตาม สีของวัตถุก็เพี้ยนไปหมดทุกสี จึงไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้งานที่ต้องการความถูกต้องของสี โดยสีของแสงหลอดไฟต่างชนิดที่มีสีของแสงเหมือนกัน อาจจะมีความถูกต้องของสีต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสเปกตรัมของแสงนั้นๆ

9. **การดูดกลืนของแสง** (Absorption)

คือ ปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลางและเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน เช่น การฉายแสงขาวลงบนผนังสีแดง แสงสีอื่นๆจะถูกดูดกลืนหายเข้าไปในกำแพง ยกเว้นแสงสีแดงเท่านั้นที่สะท้อนออกมาสู่ดวงตา เราจึงเห็นผนังสีแดงและเมื่อมีการดูดกลืนพลังงานแสงเข้าไปในวัตถุใดๆ จะเกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน

10. **สัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของวัสดุ** (Absorptance, α)

คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่ดูดกลืนผ่านพื้นผิวเข้าไปในวัตถุต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผิววัตถุนั้นๆ หรือ ความส่องสว่างที่ดูดกลืนผ่านพื้นผิวเข้าไปในวัตถุต่อความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 หรืออาจเทียบเป็นค่าระหว่าง 0 – 100 % ก็ได้

11. **การสะท้อน** (Reflection)

คือ พฤติกรรมของแสงที่กระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนกลับออกมา โดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ซึ่งแบ่งตามลักษณะการสะท้อน ได้เป็น

การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่เป็นวัสดุทึบแสง (Opaque Material) มีลักษณะผิวเรียบมันวาว (Polished Surface) การสะท้อนจะมีมุมของแสงที่ตกกระทบ (Angle of Incident) เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน (Angle of Reflection)

การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่มีผิวหยาบ แสงจะสะท้อนออกไปในหลายๆทิศทาง ซึ่งส่วนมากมุมของแสงสะท้อนที่กระจายออกไปนั้นจะไม่เท่ากับมุมของแสงที่ตกกระทบ หากผิววัสดุมีลักษณะหยาบอย่างสมบูรณ์ คือ หยาบทั่วกันทั้งพื้นผิว (Perfectly Diffuse Surface) แสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นการกระจายแสงสมบูรณ์ (Perfectly Diffuse Reflection) เป็นการสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างเท่าๆกันในทุกมุมสะท้อน แต่ถ้าหากผิววัตถุไม่เรียบอย่างสม่ำเสมอ (Semi Diffuse Surface) แสงสะท้อนที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็นการสะท้อนแบบกระจัดกระจาย (Semi Diffuse Reflection) โดยทั่วไปแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุมักจะมีลักษณะผสมผสานกันระหว่างการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงาและการสะท้อนแบบกระจาย

12. **สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ** (Reflectance, ρ)

คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิววัตถุต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผิววัตถุนั้นๆ หรือ ความส่องสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุต่อความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 หรืออาจเทียบเป็นค่าระหว่าง 0 – 100 % ก็ได้

13. **การส่องผ่าน** (Transmission)

คือ พฤติกรรมของแสงที่ตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลาง แล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง หากไม่พิจารณาคุณสมบัติหรือลักษณะของตัวกลางที่แสงผ่านแล้ว มุมของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับมุมของแสงที่ทะลุผ่าน และแสงที่ผ่านออกมาจะยังมีปริมาณคงเดิม ซึ่งแบ่งตามลักษณะของตัวกลาง ได้เป็น

ตัวกลางโปร่งใส (Transparent Medium) แสงจะเกิดการหักเห (Refraction) หรือเปลี่ยนทิศทาง (Bent) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลาง และทะลุผ่านในลักษณะเดิมของลำแสงที่ตกกระทบ โดยยังสามารถเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน เช่น กระจกใส เป็นต้น

ตัวกลางโปร่งแสง (Translucent Medium) แสงที่ส่องผ่านจะเกิดการกระจาย (Diffuse Transmission) โดยไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน เช่น กระจกฝ้า เป็นต้น

เมื่อแสงตกกระทบตัวกลางที่แสงส่องผ่านได้ แสงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืน ส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับและส่วนที่เหลือจะทะลุผ่านตัวกลาง หมายความว่า ปริมาณแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับ ปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนและปริมาณแสงที่สะท้อนกลับ รวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่าน

$$\text{Absorptance} + \text{Reflectance} + \text{Transmittance} = 1$$

14. **สัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสงของวัสดุ** (Transmittance, **T**)

คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่ส่องทะลุผ่านพื้นผิววัตถุต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผัววัตถุนั้นๆ หรือ ความส่องสว่างที่ทะลุผ่านวัตถุออกมาต่อความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 หรืออาจเทียบเป็นค่าระหว่าง 0 – 100 % ก็ได้

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว วรากุล ตันทนะเทวินทร์ เกิดวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ.2528 ที่จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษา ในระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ต่อมาได้ศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาตรีสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2548 และเข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย