การออกแบบการใช้แสงสว่างธรรมชาติในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติ

หลวงพระบาง ประเทศลาว

นายคำวงษ์ วันนะเสม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย

ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

LIGHTING DESIGN FOR ROYAL PALACE MUSEUM IN LUANGPRABANG LAO . P.D.R

Mr. Khamvong vannaserm

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 2012

Copyright of Chulalongkorn University

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบการใช้แสงสว่างธรรมชาติในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง ประเทศลาว
โดย	นายคำวงษ์ วันนะเสม
สาขาวิชา	สภาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.จญาดา บุณยเกียรติ)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากบุคคลท่านเหล่านี้

ขอขอบพระคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนการศึกษา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้แนวทางและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์สำหรับงานวิจัยนี้ รวมทั้ง รศ.ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ รศ.ดร.พรรณชลัท สุริโยธิน ผศ.ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร อาจารย์ที่สั่งสอนให้วิชาความรู้ตั้งแต่เริ่มต้นเข้าศึกษาจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว และน้องสาวที่ได้ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนที่ใช้ในการศึกษาและงานวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำและกำลังใจตลอดเวลาการทำวิทยานิพนธ์ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างมากที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คำวงษ์ วันนะเสม : การออกแบบการใช้แสงสว่างธรรมชาติในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง ประเทศลาว (LIGHTING DESIGN FOR ROYAL PALACE MUSEUM IN LUANGPRABANG LAO . P.D.R) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์,108 หน้า.

แสงสว่างเป็นองประกอบที่สำคัญในการออกแบบปรับปรุงอาคารประวัติศาสตร์เพื่อรองรับประโยชน์ใช้สอยใหม่ โดยเฉพาะการปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยมาเป็นห้องจัดแสดงงาน หรือพิพิธภัณฑ์ ซึ่งนอกจากจะจัดให้แสงสว่างมีปริมาณที่เหมาะสม และไม่เป็นอันตรายต่อวัตถุจัดแสดงแล้ว ยังจำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพแสงสว่างทำให้ผู้ชมงานสามารถเห็นชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม

งานวิจัยนี้มีวัถุประสงค์เพื่อการสำรวจ วิเคราะห์และประเมินผลการใช้แสงธรรมชาติ ศึกษาเทคนิคทางด้านการให้แสงสว่างธรรมชาติกับพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง ประเทศลาว โดยศึกษาการใช้แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในพื้นที่ 6 แห่งของพิพิธภัณฑ์ได้แก่ กรมพิธีการ (โถง) ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต ห้องรับแขกของพระมเหสี ห้องท้องพระโรง ห้องบรรทม ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี ซึ่งเน้นที่รูปแบบการให้แสงสว่าง โดยทำการสำรวจอาคาร วัดความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงด้วย lux meter ในวันที่ 14 และ 21 และ 28 ธ.ค. 2555 ในช่วงเวลา 10:00 น. และ 14:00 น. และบันทึกปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตามแนวตั้งเป็นระยะเวลา 30 วัน ในวันที่ 1-30 ธ.ค 2555 แล้วนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับ มาตรฐาน CIBSE และทำการจำลองการออกแบบแนวทางการใช้แสงธรรมชาติในโปรแกรม Dialux 4.10 และเสนอแนะแนวทางการใช้แสงธรรมชาติที่เหมาะสมให้กับพิพิธภัณฑ์

ผลจากการศึกษาพบว่า เนื่องจากอาคารไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นพิพิธภัณฑ์ตั้งแต่แรก ทำให้แสงสว่างที่ใช้ภายใน ห้องจัดแสดงโดยรวมแล้ว ไม่เหมาะสมสำหรับการจัดแสดง แสงสว่างโดยรอบของห้องจัดแสดงไม่สม่ำเสมอ เมื่อนำมาเปรียบเทียบปริมาณความส่องสว่างตามมาตรฐานแล้ว ห้องจัดแสดงส่วนใหญ่มีค่าความส่องสว่างสูงกว่าเกณฑ์ แต่มีบางห้องที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ของ CIBSE และยังมีปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ยังพบอีกว่าในห้องจัดแสดงเกือบทั้งหมดมีวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อยปะปนกันอยู่ทำให้มีปัญหาในการใช้แสงในพิพิธภัณฑ์ ดังนั้นจึงเสนอแนะแนวทางเลือกในการปรับปรุงประสิทธิภาพแสงสว่างให้มีค่าเหมาะสมตามมาตรฐาน ซึ่งมุ่งเน้นที่ในการปรับลดความส่องสว่าง และปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานโดยเทคนิคในการให้แสงสว่าง ซึ่งยังคงลักษณะการใช้งานภายในอาคาร และรูปแบบทางสถาปัตยกรรมแบบเดิม โดยการปรับลดช่องเปิด ติดฟล์มกรองแสงหรือติดผ้าม่านเพื่อให้แสงธรรมชาติที่ช่องเข้ามาเป็นแสงสท้อน โดยคำนึงถึงการอนุรักษ์และการมองเห็นวัตถุจัดแสดง ควบคู่ไปกับการส่งเสริมความหมายและลักษณะสำคัญของอาคารที่รองรับการจัดแสดงได้อย่างเหมาะสม

ภาควิชา:.....สถาปัตยกรรมศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา:.....สถาปัตยกรรม..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา:..2555.....

##5473381925:MAJOR ARCHITECTECTURE

KEYWORD:DAYLIGHTING/ATIFICIAL LIGHTING/MUSEUM

KHAMVONG VANNASERM: LIGHTING DESIGN FOR ROYAL PALACE MUSEUM

IN LUANGPRABANG LAO . PDR ADVISOR Asst.Prof: VORAPAT INKAROJRIT, Ph.D.,108pp

The lighting design is the main component for improving historic building design to support new valuable uses, especially the changing of function areas to be exhibition rooms or museums. Additionally, the lighting design also needs to taken into consideration reqarding the light condition that allows visitors to see the exhibit properly and in a maner greater than only adjusting appropriate light quantity and not damaging the exhibit.

This study focused on the investigation and evaluation of the use of natural light for supporting the techniques to the National Museum of Luangprabang, Lao PDR. This study determined the uses of natural light and artificial light in six area of this museum as such the hall, the king living room, the queen living room, the meeting room, the bad room and the instrument exhibition room. The type of light used was studied by investigation of the building and the light shine measurement in the exhibition room using Lux meter. The measurement was conducted on 14, 21 and 28 December, 2555 and measured at 10:00 am and 14:00 pm. The quantity of accumulation light shine at the exhibit was recorded by vertical during 30 days (1-30th of December, 2555). Then all data was analyzed and compared with the standard (IESNA); the lighting simulation was also implemented using Dialux 4.10 program and the results of this study aimed to provide an appropriate use of natural light in the museum.

The results of this study showed that the lighting in exhibition rooms of the historic building is not appropriate; the surrounding light of the exhibition rooms is also intermittent because the historic building was not constructed for being the museum since the beginning. The light quantity in historic building is greater than the standard level when compared to the standard quantity of lighting in the exhibition rooms. However, there are some rooms that have the light quantity lower than the CIBSE standard and the average light quantity that accumulates in exhibit per hour is also greater than the standards. In addition, the light sensitive exhibit has been destroyed by lighting and occurred in all most the exhibition rooms. Moreover, the medium and low light sensitive exhibits are exhibited together which would be difficult to manage the lighting. Therefore, this study recommends improving the lighting in exhibition rooms by considering the standard quantity level and decreases the lighting quantity and the accumulation light in exhibit by using the light supply technic. The windows, doors and other open sites should be improved by using the light filter film or blinds for allowing the nature light and aiming to save the traditional architecture in long period. This also helps the visitors to see the exhibit clearly and know how important or the meaning of the concerned exhibit easily.

Depaarment :…….Architecture……. Student's Signature: …….....

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

Academic Year :…2012……..

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ด

สารบัญแผนภูมิ..... ธ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย..... 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.1 ทฤษฎีแสง 6

2.2 แหล่งกำเนิดของแสง..... 7

2.2.1 แสงธรรมชาติ (Natural Light) 7

2.2.1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้แสงธรรมชาติ..... 8

2.2.1.2 องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อแสงสว่างธรรมชาติ..... 9

2.2.1.2.1 องค์ประกอบจากสภาพท้องฟ้า..... 9

2.2.1.2.2 องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายนอกอาคาร... 9

2.2.1.2.3 องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายในอาคาร..... 9

2.2.2 แสงประดิษฐ์ (Artificial Light)..... 9

2.2.2.1 หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent Lamps)..... 10

2.2.2.2 หลอดทังสเตนฮาโลเจน..... 11

2.2.2.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์..... 12

2.2.2.4 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์..... 12

2.2.2.5 หลอดเมทัลฮาไลด์..... 12

หน้า

2.3 พฤติกรรมของแสง 13
2.3.1 การดูดกลืน (Absorption) 13
2.3.2 การสะท้อน (Reflection)..... 13
2.3.2.1 การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection)..... 14
2.3.2.2 การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection)..... 14
2.3.3 การส่องผ่าน (Transmission) 15
2.4 การให้แสงสว่างภายในพิพิภัณฑ์ (Museum Lighting)..... 15
2.4.1 การใช้แสงธรรมชาติ (Natural Lighting)..... 15
2.4.2 การใช้แสงไฟฟ้า (Electrical Lighting)..... 15
2.4.3 การใช้แสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าร่วมกัน (Natural and ElectricalLighting)..... 15
2.4.4 การให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดง (Lighting the Display)..... 16
2.4.4.1 งานแสดงภาพสองมิติที่แสดงแนวตั้ง (Flat Displays on Vertical Surfaces)..... 16
2.4.4.2 กล่องแสดงชิ้นงาน (Display cases)..... 16
2.4.4.3 ชิ้นงาน 3 มิติ (Thee-Dimensional Object)..... 17
2.4.4.4 การแสดงสภาพแวดล้อมที่สเมือนจริง (Realistic)..... 17
2.4.4.5 การจัดแสดงชั่วคราว (Multipurpose or temporary exhibition gallerie)..... 17
2.5 ระบบการให้แสงสว่างแบบต่างๆ..... 18
2.5.1 ระบบการให้แสงสว่างหลัก..... 18
2.5.1.1 แสงสว่างทั่วไป (General Lighting)..... 18
2.5.1.2 แสงสว่างเฉพาะบริเวณ (Localized Lighting)..... 18
2.5.1.3 แสงสว่างเฉพาะที่ (Local Lighting)..... 19
2.5.2 ระบบการให้แสงสว่างรอง..... 19
2.5.2.1 แสงสว่างเพื่อการส่องเน้น (Accent Lighting)..... 19
2.5.2.2 แสงสว่างเพื่อสร้างบรรยากาศ(Effect lighting)..... 19
2.5.2.3 แสงสว่างเพื่อการตกแต่งให้สวยงาม (Decorative Lighting)..... 19
2.5.2.4 แสงสว่างเพื่อเน้นงานสถาปัตยกรรม (Architectural Lighting)..... 19

หน้า

2.5.2.5 แสงสว่างเพื่อการสร้างอารมณ์(Mood Lighting)..... 19
2.6 การอนุรักษ์ชิ้นงาน (Conservation)…….. 19
2.6.1 การลดความเสียหายของชิ้นงานจากแสง
(Reduce the damaging effects)..... 20
2.6.1.1 การลดปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลต..... 20
2.6.1.2 การลดปริมาณความส่องสว่างที่ชิ้นงาน..... 21
2.6.1.3 การลดระยะเวลาสะสมในการให้แสงแก่ชิ้นงาน..... 21
2.6.2 การให้แสงสว่างอาคารที่ต้องรักษาสภาพเดิมไว้แต่มีการปรับเปลี่ยน
หน้าที่ใช้สอยให้เหมาะสมกับกับการใช้งานในปัจจุบัน..... 21
2.7 เกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่าง..... 22
2.7.1 หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านเกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนด..... 22
2.7.2 เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย CIBSE
(Chartered Institution of Building Services Engineers)..... 22
2.7.3 การกำหนดค่าปริมาณการส่องสว่างสะสมที่มีความเหมาะสม..... 23
2.7.3.1 คุณสมบัติของวัฏุในการดูดซับพลังงานและเปลี่ยนแปลง
เมื่อได้รับแสง..... 23
2.7.3.2 พื้นผิวภายในห้อง (Room Surfaces)..... 24
2.7.2 ข้อกำหนดว่าด้วยการปรับปรุงอาคารของห้องการอนุรักษ์มรดกโลก..... 25
2.7.2.1 ข้อกำหนดด้านรูปทรงภายนอกอาคาร..... 26
2.8 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 27
2.8.1 การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี
แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย โดย ผศ.พรรณชลัท สุริโยธิน
และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน (2547)…….. 27
2.8.2 การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างในหอศิลป์ : กรณีศึกษา
พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย โดยน .ส. วรากุล ตันทนะเทวินทร…….. 28
2.8.3 เทคนิคการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารแสดงภาพเขียนในเขตร้อนชื้น
โดย น.ส.กุลศรี สุริยเดชสกุล (2542)…… 29
2.8.4 เทคนิคการให้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านบนโดย น.ส.ปัทมาพร
ศิริผลวุฒิชัย (2542)…… 31

หน้า

2.8.5 เทคนิคการประยุกต์ใช้แสงประดิษฐ์ในอาคารประวัติศาสตร์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์ แห่งชาติพระนค โดย นาย วณัฐ ตันประเสริฐ (2548)..... 31
2.8.6 การนำเสนอผลการวัดระดับค่าความส่องสว่างในพิพิธภัณฑ์จัดแสดงงานศิลปะในกรุงวอชิงตันดีซี Del Hoyo-Melendez และคณะ..... 32
2.8.7 การปรับปรุงการใช้แสงธรรมชาติในอาคารพิพิธภัณฑ์จันเสน โดย เบญพร ศักดิ์เรืองแมน 2543..... 34
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 36
3.1 การทบทวนเกณฑ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแสงสว่างในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง..... 36
3.2 วิธีการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา..... 36
3.2.1 วิธีการเก็บข้อมูลความส่องสว่าง (แสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า)..... 37
3.2.1.1 การวัดความสว่างแบบ Lighting Section contour จากเครื่อง lux meter LX 73..... 37
3.2.1.2 บันทึกค่าความสว่างสะสม มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) HOBO data logger 37
3.2.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงาน..... 37
3.2.1.4 องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม..... 37
3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย..... 37
3.2.2.1 ลักซ์มิเตอร์ (lux meter LX 73)..... 37
3.2.2.2 HOBO data logger..... 38
3.2.3 ขั้นตอนการวัดค่าความสว่างในห้องจัดแสดง..... 38
3.2.3.1 ตัวอย่างวิธีการวัดค่าความสว่างในห้องจัดแสดงกรมพิธีการ(โถง) 38
3.2.3.2 ตัวอย่างวิธีการบรทึกความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน..... 39
3.2.3.3 การนำข้อมาวิเคราะห์และเปลี่ยบเทียบกับมาตรฐาน CIBSE
3.3 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆในการให้แสงสว่าง..... 40
3.3.1 จำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆที่ทำการศึกษา..... 40

หน้า

3.3.2 การป้อนข้อมูลในโปรแกรม…….. 40
3.3.3 สรุปวิเคราะห์ผลการสำรวจ จำทดลอง และเสนอแนวทางในการ
ออกแบบที่เหมาะสม…… 41
บทที่ 4 ผลการสำรวจและวิเคราะข้อมูล……...…… 42
4.1 การสำรวจอาคาร…….. 43
4.2 การใช้งานภายในอาคาร……..… 49
4.3 ผลจากการวัดความส่องสว่างโดยเครื่องบัณทึกและวัดค่าแสงสว่างในห้องจัดแสดง….. 59
4.3.1 การบัณทึกความสว่างสะสมจากเครือง Hobo data logger……. 59
4.3.1.1 การบันทึกความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานในห้องจัดแสดงห้อง
รับแขกเจ้ามหาชีวิต…….. 59
4.3.1.2 การวัดความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงารในห้องจัดแสดง
ห้องรับแขกพระมเหสี…… 61
4.3.2. ผลจากการการวัดความสว่างแบบ Lighting Section contour
จากเครื่อง lux meter LX 73…….. 62
4.3.2.1 ผลจากการการวัดความสว่างห้องที่ใช้แสงธรรมชาติร่วม
กับแสงไฟฟ้า……. 63
4.3.2.1.1 ผลจากการการวัดความสว่างห้องกรมพิธีการ(โถง)…….. 63
4.3.2.1.2 ผลจากการการวัดความสว่างห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต……. 65
4.3.2.1.3 ผลจากการการวัดความสว่างห้องท้องพระโรง…….. 67
4.3.2.1.4 ผลจากการการวัดความสว่างห้องรับแขกพระมเหศี……. 71
4.3.2.2 ผลจากการการวัดความสว่างห้องจัดแสดงที่ใช้แสงประดิษฐ์
ย่างเดียว……... 73
4.3.2.2.1 ผลจากการการวัดความสว่างห้องจัดแสดงห้องบรรทม
เจ้ามหาชีวิต……... 31
4.3.2.2.2 ผลจากการการวัดความสว่างห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี…… 75
บทที่ 5 ข้อเสนอแนะวิธีการปรับปรุงการส่องสว่าง…….. 78
5.1 เสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องกรมพิธิการ(โถง)…… 78
5.2 ข้อเสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต…….. 78
5.2.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง……. 79
5.2.2 การปรับลดขนาดช่องเปิด.....……... 80
5.2.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง……..... 80

หน้า

5.2.4 ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต..... 81
5.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแสงห้องท้องพระโรง..... 84
5.3.1 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยผ่านช่องแสงด้านบน..... 84
5.3.2 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง..... 85
5.3.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสง..... 85
5.3.4 ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องท้องพระโรง..... 85
5.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงห้องรับแขกพระมเหสี..... 88
5.4.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง..... 89
5.4.2 การปรับลดขนาดช่องเปิด..... 88
5.4.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง..... 89
5.4.4 ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องรับแขกพระมเหสี..... 90
5.5 เสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต..... 93
5.5.1 ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต..... 94
5.6 ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี..... 95
5.6.1 ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องเครื่องดตรี..... 96
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ..... 98
6.1 สรุปแนวทางเลือกในการปรับปรุงการให้แสงสว่างในอาคารกรณีศึกษา..... 98
6.1.1 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการให้แสงสว่างในห้องกรมพิธิการ..... 98
6.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการให้แสงสว่างภายในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต..... 98
6.1.2.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง..... 98
6.1.2.2 การปรับลดขนาดช่องเปิด..... 99
6.1.2.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง..... 99

หน้า

6.1.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการให้แสงสว่างภายในห้องท้องพระโรง..... 99
6.1.3.1 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาโดย
ผ่านช่องแสงด้านบน..... 99
6.1.3.2 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการ
ติดฟิล์มกรองแสง..... 99
6.1.3.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง..... 100
6.1.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการให้แสงสว่างภายใน
ห้องรับแขกพระมเหสี..... 100
6.1.4.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการ
ติดฟิล์มกรองแสง..... 100
6.1.4.2 การปรับลดขนาดช่องเปิด..... 100
6.1.4.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง..... 100
6.1.5 เสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องจัดแสดง
ห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต..... 101
6.1.6 เสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี..... 101
6.2 สรุปผลการวิจัย..... 101
6.2.1 การให้แสงสว่างในการจัดแสดงในการใช้งาน..... 102
6.2.2 หลีกเลี่ยงการใช้แสงธรรมชาติส่องโดยตรงที่ชิ้นงาน..... 102
6.2.3 ขนาดชิ้นงานและขนาดห้องจัดแสดงที่เหมาะสม..... 102
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 102
6.3.1 การเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา..... 103
6.3.2 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างด้วยโปร
แกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10..... 103
6.3.3 ด้านการใช้แสงสว่างธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์..... 103
6.3.4 วัตถุจัดแสดง..... 104
6.3.5 เสนอแนะสำหรับอาคารประเภทเดียวกัน..... 104
รายการอ้างอิง 105
ภาคผนวก 107
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 112

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่ารังสีอัลตร้าไวโอเลตในหลอดไฟประเภทต่างๆ..... 20

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงค่าระดับความส่องสว่างที่แนะนำสำหรับการใช้งานทั่วไป ของ CIBSE 23

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงค่าปริมาณการส่องสว่างสูงสุด และการส่องสว่างสะสมในจำนวนชั่วโมงต่อปีตามข้อกำหนดและมาตรฐาน CIBSE 24

ตารางที่ 2.4 ข้อเสนอแนะสำหรับระดับค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวฝ้าเพดาน ผนัง และพื้นของ CIBSE..... 25

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลทั่วไปของห้องจัดแสดงที่ทำการศึกษาวิจัย..... 52

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนกรมพิทีการ(โถง)..... 53

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต..... 54

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องรับแขกของพระมเหสี..... 55

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องท้องพระโรง..... 56

ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องห้องบันถม..... 57

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี..... 58

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณความส่อสว่างจากการบันทึกความส่องสว่างสะสมใน ห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต..... 60

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าปริมาณความส่อสว่างจากการบันทึกความส่องสว่างสะสม ในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหศี..... 61

หน้า

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ในห้องจัดแสดง ห้องกรมพิธีก(โถง)ในช่วงเวลา 10:00น และ 14:00 น ของวันที่ 14 พ.จ 2555..... 64

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ในห้องจัดแสดง ห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิตในช่วงเวลา 10:00 น และ 14:00 น ของวันที่ 14 พ.จ 2555..... 66

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ใน ห้องจัดแสดงพระโรงในช่วงเวลา 10:00 และ 14:00 โมง ของวันที่ 21 พ.จ 2555..... 68

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ใน ห้องจัดแสดงพระโรงในช่วงเวลา 10:00 และ 14:00 โมง ของวันที่ 21 พ.จ 2555..... 70

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ในห้องจัดแสดง ท้องรับแขกพระมเหศีในช่วงเวลา 10:00 และ 14:00 โมง ของวันที่ 28 พ.จ 2555..... 72

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ห้องจัดแสดง ห้องบันถมเจ้ามหาชีวิต..... 74

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ห้องจัดแสดง เครื่องดนตรี..... 76

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุง แสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิตในสภาพท้องฟ้าสลัว โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน..... 80

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุง แสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิตในสภาพท้องฟ้าแจ่มใส่ โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน..... 81

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุง แสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องท้องพระโรง ภายใต้สภาพท้อง ฟ้าสลัวโดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน..... 85

หน้า

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องท้องพระโรงส่วน B ภายใต้สภาพท้องฟ้าแจ่มใส่โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน..... 86

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหศีภายใต้สภาพท้องฟ้าสลัวโดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน..... 89

ตารางที่ 5,6 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหศีภายใต้สภาพท้องฟ้าแจ่มใส่โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน..... 90

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต..... 93

ตารางที่ 5.8 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี..... 95

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1	แสดงสเปคตรัมของแสงความถี่และความยาวคลื่นของพลังงานจาก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแสงแสงสว่างที่ตอบสหนองต่อการมองเห็น……	6
ภาพที่ 2.2	แสดงการดูดกลืนของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลาง……..	8
ภาพที่ 2.3	การสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา……	9
ภาพที่ 2.4	การสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงาบางส่วน…….	9
ภาพที่ 2.5	การสะท้อนแสงแบบกระจายสมบูรณ์…….	9
ภาพที่ 2.6	การสะท้อนแสงแบบกระจัดกระจาย…….	9
ภาพที่ 2.7	ข้อบังคับลักสณะและสัดส่วนของประตูและหน้าต่าง……...	21
ภาพที่ 2.8	ข้อบังคับสำหรับผนัง……..	21
ภาพที่ 2.9	ข้อบังคับสำหรับหลังคา……..	21
ภาพที่ 2.10	แสดงเทคนิคที่เหมาะสมในการนำแสงเข้าสู่อาคารพิพิธภัณฑ์ภาพเขียน ในแต่ละทิศ…….	26
ภาพที่ 2.11	กราฟแสดงผลจากการวัดความสว่างของอุปกรณ์และการแบ่งกลุ่มตามระดับ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ตลอดทั้งปี……..	28
ภาพที่ 3.1	อุปกรณ์วัดแสงลักซ์มิเตอร์ รุ่น LX 73……..….	37
ภาพที่ 3.2	อุปกรณ์บัณทึกคาวมสว่างสะสม Hobo light รุ่น U12-021……	37
ภาพที่ 3.3	แบบรายละเอียดส่วนห้องห้องกรมพิธีการโถง……...	38
ภาพที่ 3.4	การติดตั้งการวัดปริมาณความสว่างสะสมในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต……..	39
ภาพที่ 4.1	แผนผังที่ตั้งและแผนผังลวมพิพิธภัณแห่งชาติหลวงพระบาง……	43
ภาพที่ 4.2	แผนผังพิพิธภัณแห่งชาติหลวงพระบาง……..	44
ภาพที่ 4.3	รูปด้านทิศตะวันออก……...	45
ภาพที่ 4.4	รูปด้านทิศเหนือ……...	46
ภาพที่ 4.5	รูปด้านทิศใต้……...	47
ภาพที่ 4.6	รูปด้านทิศตะวันตก……....	48
ภาพที่ 4.7	แผนผังการใช้งานในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง……..……	49

หน้า

ภาพที่ 4.8	ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดงในพิพิธภัณแห่งชาติหลวงพระบาง.....	51
ภาพที่ 4.9	ทัศนียภาพแสดงบรรยากาศอาคารพิพิธภัณฑ์.....	51
ภาพที่ 4.10	ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนกรมพิธีการ(โถง).....	53
ภาพที่ 4.11	แบบรายละเอียดส่วนกรมพิธีการ(โถง).....	53
ภาพที่ 4.12	ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต.....	54
ภาพที่ 4.13	แผนผังแบบรายละเอียดส่วนห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต.....	54
ภาพที่ 4.14	ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต.....	55
ภาพที่ 4.15	แบบรายละเอียดส่วนห้องรับแขกของพระมเหสี.....	55
ภาพที่ 4.16	ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนท้องพระโรง.....	56
ภาพที่ 4.17	แบบรายละเอียดส่วนท้องพระโรง.....	56
ภาพที่ 4.18	ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนห้องบรรทม.....	57
ภาพที่ 4.19	แบบรายละเอียดส่วนห้องบรรทม.....	57
ภาพที่ 4.20	ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนห้องบรรทม.....	58
ภาพที่ 4.21	แบบรายละเอียดส่วนห้องห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี.....	58
ภาพที่ 4.22	การติดตั้งการวัดปริมาณความสว่างสะสมในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต.....	59
ภาพที่ 4.23	การติดตั้งการวัดปริมาณความสว่างสะสมในห้องรับแขกพระมเหสี.....	61
ภาพที่ 4.24	แบบรายละเอียดส่วนกรมพิทีการ(โถง).....	63
ภาพที่ 4.25	ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องกรมพิธีการ (โถง) ระหว่าง 10:00และ14:00 น.....	64
ภาพที่ 4.26	แบบรายละเอียดห้องห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต.....	65
ภาพที่ 4.27	ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องรับแขก เจ้ามหาชิวิตระหว่าง 10:00 และ14:00 น.....	66
ภาพที่ 4.28	ผังห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสี.....	67
ภาพที่ 4.29	รูปตัด B ห้องจัดแสดงห้องงรับแขกพระมเหสี.....	67
ภาพที่ 4.30	ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องท้อง พระโรงส่วน A ระหว่าง 10:00 และ14:00 น.....	68
ภาพที่ 4.31	ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้อง ท้องพระโรงส่วน B ระหว่าง 10:00 และ14:00 น.....	69

หน้า

ภาพที่ 4.32	ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้อง ท้องพระโรงส่วน C ระหว่าง 10:00 และ14:00 น.....	69
ภาพที่ 4.33	ผังห้องจัดแสดงท้องพระโรง.....	70
ภาพที่ 4.34	ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้อง ท้องพระโรงส่วน D ระหว่าง 10:00 และ14:00 น.....	70
ภาพที่ 4.35	ผังห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสี.....	71
ภาพที่ 4.36	รูปตัด B ห้องจัดแสดงห้องงรับแขกพระมเหสี.....	71
ภาพที่ 4.37	ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องรับแขก พระมเหสีระหว่าง 10:00 และ14:00.....	72
ภาพที่ 4.38	ผังห้องจัดแสดงห้องบันถมเจ้ามหาชีวิต.....	73
ภาพที่ 4.39	รูปตัด B ห้องจัดแสดงห้องบันถมเจ้ามหาชีวิต.....	73
ภาพที่ 4.40	ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายใน ห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต.....	74
ภาพที่ 4.41	ผังห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี.....	75
ภาพที่ 4.42	รูปตัด B ห้องจัดแสดงห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี.....	75
ภาพที่ 4.43	ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายใน ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี.....	76
ภาพที่ 5.1	รูปตัดแสดงช่องเปิดก่อนปรับปรุง.....	78
ภาพที่ 5.2	ผังแสดงตำแหน่งช่องเปิด(ประตู).....	78
ภาพที่ 5.3	รูปตัดแสดงกระจกหน้าต่างติดฟิล์มกรองแสง.....	78
ภาพที่ 5.4	รูปตัดแสดงกระจกหน้าต่างติดผ้าม่าน.....	79
ภาพที่ 5.5	ผังแสดงก่อนปรับปรุงวัตถุจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต.....	79
ภาพที่ 5.6	ผังแสดงหลังปรับปรุงวัตถุจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต.....	79
ภาพที่ 5.7	ทัศนิยภาพที่ได้จากการจำลองการปรับปรุงห้องรัแขกเจ้ามหาชีวิต.....	82
ภาพที่ 5.8	การปรับปรุงความสว่างด้วยแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ ห้องท้องพระโรง.....	83
ภาพที่ 5.9	แสดงรายระเอียดหน้าต่างติดผ้าม่านหรือฟิล์มกรองแสงห้องท้องพระโรง.....	84

หน้า

ภาพที่ 5.10 รูปตัดและแผนผังการปรับปรุงความสว่างด้วยแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ห้องท้องพระโรง..... 85
ภาพที่ 5.11 แผนผังแสดงรายระเอียดหน้าต่างติดผ้าม่านหรือฟิล์มกรองแสงห้องรับแขกพระมเหสี..... 88
ภาพที่ 5.12 รูปตัดแสดงกระจกหน้าต่างติดผ้าม่านหรือฟิล์มกรองแสงห้องรับแขกพระมเหสี..... 88
ภาพที่ 5.13 การปรับปรุงความสว่างด้วยแสงประดิษฐ์ห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต..... 92
ภาพที่ 5.14 หน้าต่างบานเกรดตรงระเบี่ยงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต..... 92
ภาพที่ 5.15 รูปตัดและแผนผังการปรับปรุงความสว่างด้วยแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ห้องห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต..... 93
ภาพที่ 5.16 ทัศนิยภาพที่ได้จากการจำลองการปรับปรุงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต..... 93
ภาพที่ 5.17 รูปตัดและแผนผังการปรับปรุงความสว่างห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี..... 95

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต ในวันที่ 1 ถึง30 ธันวาคม 2555 ช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00 -16.00 น..... 55

แผนภูมิที่ 4.2 แสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสี ในวันที่บ 1 ถึง 30 ธันวาคม 2555 ช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00 -16.00 น..... 57

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองแนวทางในการปรับปรุงในสภาพห้องฟ้าหลังภาย ในห้องแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต..... 81

แผนภูมิที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองแนวทางในการปรับปรุงในสภาพห้องแจ่มใส่ภาย ในห้องแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต..... 81

แผนภูมิที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพห้องฟ้าหลัว ภายในห้องแสดงห้องท้องพระโรง 86

แผนภูมิที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพห้องฟ้าหลัว ภายในห้องแสดงห้องท้องพระโรง 87

แผนภูมิที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพห้องฟ้าหลัว ภายในห้องแสดงห้องรับแขกพระมเหสี..... 90

แผนภูมิที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพห้องฟ้าแจ่มใส่ ภายในห้องแสดงห้องรับแขกพระมเหสี..... 91

แผนภูมิที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในห้องแสดง ห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต..... 94

แผนภูมิที่ 5.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงภายในห้องแสดงเครื่องดนตรี..... 96

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

แนวคิดในการอนุรักษ์อาคารประวัติศาตร์เกิดขึ้นในประเทศทางตะวันตก และวิวัฒนาการมาตลอดจนกลายเป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับกันโดยทั่วไปว่า การอนุรักษ์นั้นมีความสำคัญและเป็นสิ่งจำ เป็นต่อสังคม ทั้งนี้อาคารเหล่านั้นถือเป็นส่วนหนึ่งของอารยธรรมที่มีความสำคัญของมนุษย์ เป็นแหล่งความรู้ในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านประวัติศาสตร์ โบราณคดี สถาปัตยกรรม ศิลปกรรม เพื่อให้คนรุ่นหลังได้เห็น และศึกษาทำความเข้าใจเรื่องราวความเป็นมาในอดีต การปรับปรุงอาคารเก่าให้มีการใช้งานใหม่ จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการจัดระบบแสงสว่างก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้งานที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาตั้งแต่แรก เป็นผลทำให้แสงสว่างที่มีอยู่เดิมและแสงสว่างธรรมชาติที่ส่องเข้าสู่ภายในอาคารโดยผ่านช่องเปิดต่างๆอาจไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน โดยเฉพาะการปรับเปลี่ยนอาคารให้เป็นพิพิธภัณฑ์ หรือหอศิลป์

พิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบางเป็นหนึ่งในอาคารที่มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยที่เดิมไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นที่จัดแสดงสำหรับพิพิธภัณฑ์ ตัวอาคารมีแผนผังเป็นรูปกากบาทและสร้างฐานซ้อนกันหลายชั้น ลักษณะอาคารเป็นชั้นเดียวยกพื้นสูงสถาปัตยกรรมแบบฝรั่งเศส แต่เป็นการผสมผสานระหว่างฝรั่งเศสและลาว ระบบแสงสว่างภายในอาคาร จึงไม่เหมาะสมกับการอนุรักษ์โบราณวัตถุหรือวัตถุที่จัดแสดง อีกทั้งเกิดความไม่สบายตาในการเข้าชม และจากการสอบถามกับภัณฑารักษ์ที่รับผิดชอบการจัดแสดงพบว่าไม่มีความรู้ด้านการให้แสงสว่างอย่างถูกต้อง หากไม่ได้มีการควบคุมหรือปรับปรุงการให้แสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร รวมถึงการสำรวจปรับปรุงส่องเปิดและพลังงานที่ใช้ภายในอาคารที่ส่องสว่างชิ้นงานจัดแสดงให้มีความเหมาะสมตามแต่ละประเภทของห้องจัดแสดงแล้ว นอกจากจะทำให้วัตถุจัดแสดงมีการเสื่อมสภาพเร็วแล้วยังทำให้สิ้นเปลืองพลังงานอีกด้วย

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยจำนวนมากที่มุ่งเน้นศึกษารูปแบบของการจัดแสงสว่าง และเทคนิคในการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารพิพิธภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ที่ไม่เป็นอันตรายต่อวัตถุจัดแสดงประกอบด้วยตัวแปรสำคัญเช่น ระดับความส่องสว่าง ระดับความส่องสว่างสะสม อุณหภูมิและรังสีต่างๆ เทคนิคการใช้แสงธรรมชาติโดยใช้วิธีในการวิจัยต่างๆเช่น ทำการวิจัยโดยสร้างหุ่นจำลองสำรวจจากอาคารจริงเป็นต้น (กุลศรี สุริยเดชกุล 2009 , วรากุล ตันทนะเทวินทร 2010, รุ่งทิพย์ พูนอัศว

สมบัติ 2553, เฉลิมพงศ์ นัยวัฒน์ 2537, น.ส.ปัทมาพร ศิริผลวุฒิชัย .2542, นาย วณัฐ ตันประเสริฐ .2548, Del Hoyo-Melendez และคณะ 2010 Scuello M., และคณะ, 2003)

ด้วยเหตุดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบการใช้แสงสว่างในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบางประเทศลาว เพื่อปรับรูปแบบการให้แสงสว่างในห้องจัดแสดง โดยจะทำการศึกษาเรื่องทฤษฎีของแสง แหล่งกำเนิดแสงชนิดของดวงโคม ปริมาณแสงสะสม วิธีการให้แสง การศึกษาด้านทฤษฎีต่างๆเกี่ยวกับแสงนี้จะกระทำควบคู่ไปโปรแกรม Dialux 4.10 และจากการรวบรวมข้อมูลการศึกษาการใช้แสงธรรมชาติในอาคารสถาปัตยกรรมลาวและสถาปัตยกรรมไทย ทั้งทางเอกสาร และการสำรวจสถานที่จริง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จำลอง เปรียบเทียบ ค้นหา และเสนอแนะแนวทางการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะใช้เป็นแนวทางในการให้แสงสว่างที่เหมาะสมกับพิพิธภัณฑ์อื่นๆ ในรูปแบบที่ใกล้เคียงกันที่ยังไม่ได้มีการออกแบบแสงสว่างและพิพิธภัณฑ์ที่จะสร้างใหม่ในอนาคต เพื่อส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีให้กับการท่องเที่ยวของประเทศลาวสืบไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อสำรวจ วิเคราะห์รูปแบบการจัดแสดงและประเมินผลการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้าภายในบริเวณส่วนจัดวางแสดงงาน อาคารพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง
2. เพื่อศึกษาเทคนิคทางด้านการให้แสงสว่างธรรมชาติกับพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบางที่ยกมาเป็นกรณีศึกษาพร้อมกับศึกษาผลที่เกิดขึ้นและข้อจำกัดด้านต่างๆ
3. เพื่อสรุปรูปแบบการให้แสงสว่าง และนำไปเป็นทางเลือกในการออกแบบการให้แสงสว่างกับพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง หรือสถาปัตยกรรมที่มีรูปทรงใกล้เคียงกัน และแนะแนวทางการออกแบบแสงสว่างสำหรับอาคารประเภทเดียวกันในประเทศลาวต่อไป

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ทำการศึกษาเฉพาะแสงที่ใช้ส่องสว่างภายในห้องจัดแสดง จะไม่รวมแสงไฟที่ใช้ภายนอกอาคาร
2. ทำการศึกษาโดยใช้วิธีการจำลอง ซึ่งอาจจะมีความแตกต่างจากอาคารจริงบ้าง
3. ทำการศึกษาเฉพาะการนำแสงธรรมชาติโดยไม่คำนึงถึงความร้อนที่แผ่เข้ามาในอาคาร
4. ทำการศึกษาโดยไม่เปลี่ยนรูปสถาปัตยกรรมภายนอกอาคาร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงคุณภาพแสงสว่างในการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับอาคารที่จัดแสดงงานโดยเฉพาะเกณฑ์และแนวทางที่เหมาะสม และสอดคล้องกับการประยุกต์ใช้เทคนิคการให้แสงเฉพาะจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสอดคล้องกับตัวแปรที่เหมาะสม เพื่อให้แสงสว่างนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด หาแนวทางในการแก้ไข ป้องกัน เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเดี่ยวกันในอนาคต

2. เข้าใจเทคนิคการให้แสงสว่างที่เหมาะสมกับพิพิธภัณฑ์ในรูปทรงต่างๆและทำให้เกิดคุณภาพแสงธรรมชาติในการจัดแสดงงาน

3. สามารถเสนอทางเลือกในการแก้ไขปัญหาเรื่องแสงสว่าง และพื้นที่การใช้งานในอาคารประเภทเดียวกันนำความรู้ที่ได้ไปช่วยในการส่งเสริมการท่องเที่ยวอาคารทางประวัติศาสตร์ที่สำคัญหลายๆแห่งของประเทศลาว

1.5 ระเบียบวิธีการศึกษา

การใช้เทคนิคการให้แสงสว่างเพื่อเสริมการให้แสงในบริเวณจัดแสดงงาน ทั้งแสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยมุ่งเน้นศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับความเป็นอันตรายต่อชิ้นงานจัดแสดง ระเบียบวิธีการศึกษาแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักๆ ได้แก่ การทบทวนวรรณกรรม การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การเสนอแนะแนวทางและการสรุปผล

1.5.1 การทบทวนวรรณกรรม

ทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับทฤษฎีการออกแบบแสง รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อกำหนดต่างๆของอาคารที่เกี่ยวข้องกับพิพิธภัณฑ์ โดยอิงตามมาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติเป็นหลักในการอ้างอิง คือ Illumination Engineering Society of North America (IESNA) และ Chartered Institute for the Building Services Engineerings (CIBSE) รวมทั้งแนวทางในการออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงอื่นๆจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยลำดับเป็นหัวข้อได้ดังนี้

- ศึกษาเกี่ยวกับการให้แสงสว่างกับสถาปัตยกรรมชนิดอื่นๆที่มีความใกล้เคียงควบคู่กันไปจากกรณีศึกษาและเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง
- ศึกษาทฤษฎีแสงธรรมชาติ แสงไฟฟ้า และปัจจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการจัดแสดงชิ้นงานในพิพิธภัณฑ์
- ศึกษามาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบแสงสว่างในพิพิธภัณฑ์

1.5.2 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลจะมี 2 ส่วนได้แก่จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพที่เกิดขึ้นจริงและจากการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาถึงความต้องการในการออกแบบแสงสว่างโดยการสำรวจลักษณะทางกายภาพจะครอบ คลุมในด้าน

- ลักษณะผังของพิพิธภัณฑ์ขนาดของห้องจัดแสดง วัสดุพื้นผิวในห้องจัดแสดง และวัสดุช่องเปิดของอาคาร
- วิธีการให้แสงสว่างที่ใช้ทั้งแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติ
- วัดผลของการให้แสงสว่างที่เกิดขึ้นและเก็บบันทึกปริมาณความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงควบคู่ไปกับการวัดปริมาณความส่องสว่างสะสมในห้องจัดแสดงในแนวนอน และแนวตั้งโดยใช้ลักซ์มิเตอร์ (Lux meter)

1.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

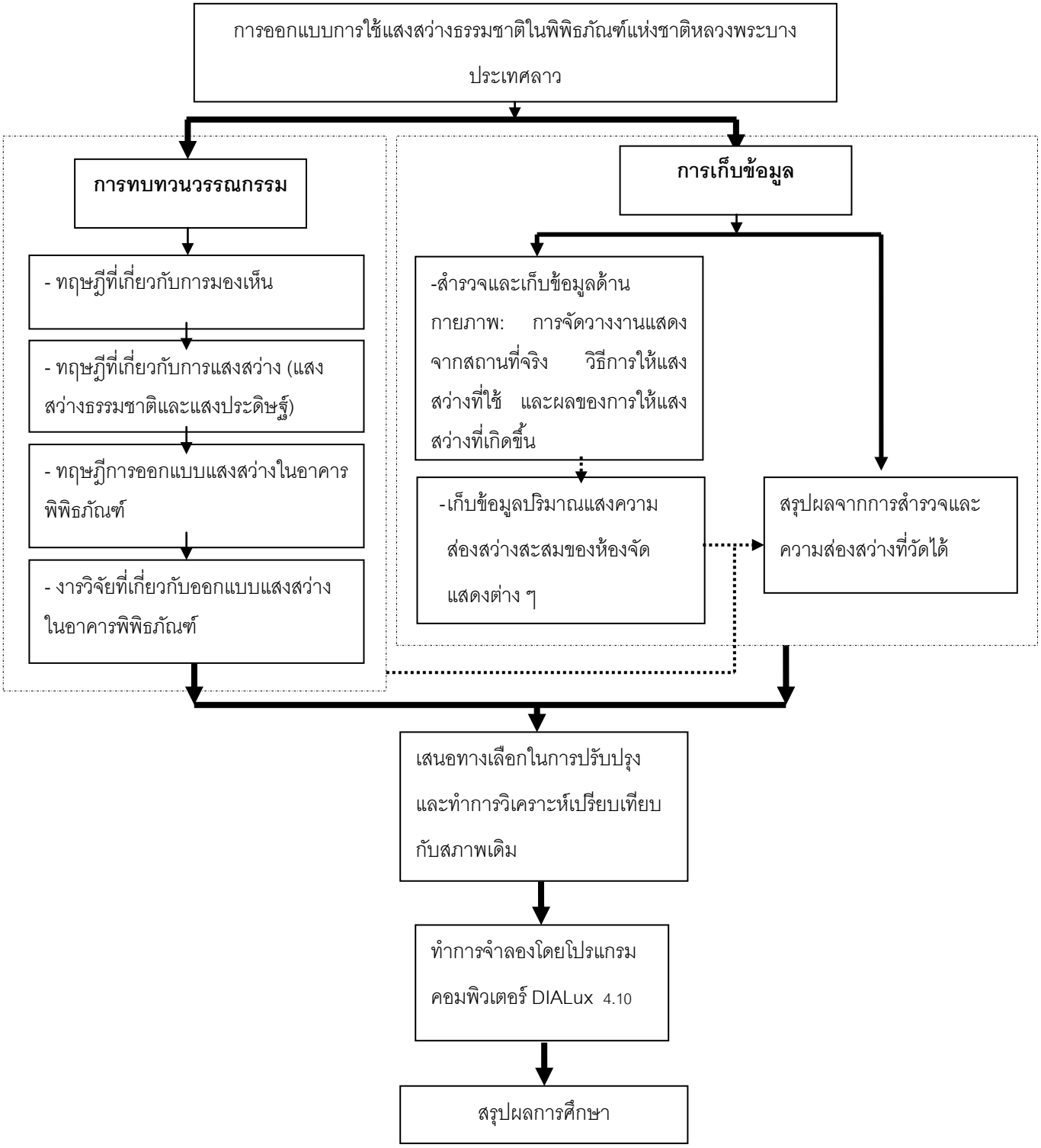
กำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทำการวิจัยได้แก่ ค่าความส่องสว่าง ค่าความต่างระหว่างชิ้นงาน เป็นต้น

- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์
- นำเสนอรูปแบบการให้แสงในห้องจัดแสดงที่มีปัญหาในการใช้แสงสว่างที่เหมาะสม
- ทำการจำลองโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10

1.5.4 การเสนอแนะแนวทางการออกแบบและสรุปผล

หาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในด้านคุณภาพแสงสำหรับการจัดแสดงงานพร้อมทางเสนอแนะแนวทางการจัดแสดงโดยใช้แสงธรรมชาติเป็นหลัก

- เสนอทางเลือกในการปรับปรุง และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสภาพเดิม
- สรุปผลการประเมิน และเสนอแนวทางเลือกในการปรับปรุงสำหรับส่วนที่พบปัญหา
- เสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการออกแบบแสงสว่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกันสำหรับผู้ออกแบบต่อไป


การออกแบบการใช้แสงสว่างธรรมชาติในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง ประเทศลาว
การทบทวนวรรณกรรม
- ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการมองเห็น
- ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแสงสว่าง (แสงสว่างธรรมชาติและแสงประดิษฐ์)
- ทฤษฎีการออกแบบแสงสว่างในอาคารพิพิธภัณฑ์
- งารวิจัยที่เกี่ยวกับออกแบบแสงสว่างในอาคารพิพิธภัณฑ์
การเก็บข้อมูล
-สำรวจและเก็บข้อมูลด้านกายภาพ: การจัดวางงานแสดงจากสถานที่จริง วิธีการให้แสงสว่างที่ใช้ และผลของการให้แสงสว่างที่เกิดขึ้น
-เก็บข้อมูลปริมาณแสงความส่องสว่างสะสมของห้องจัดแสดงต่าง ๆ
สรุปผลจากการสำรวจและความส่องสว่างที่วัดได้
เสนอทางเลือกในการปรับปรุงและทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสภาพเดิม
ทำการจำลองโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10
สรุปผลการศึกษา

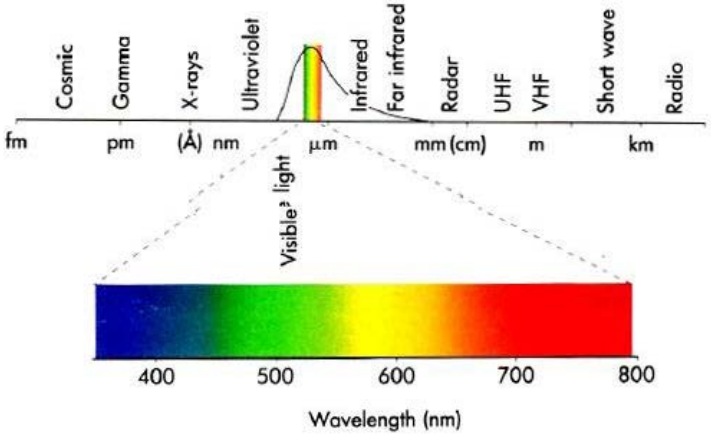
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ คือฤษฎีแสง พฤติกรรมของแสง การศึกษาการออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงงาน การศึกษาเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติ โดยเน้นเฉพาะสำหรับการใช้งานภายในอาคารจัดแสดงและ การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1. ทฤษฎีแสง

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่เคลื่อนที่ได้ การเคลื่อนที่ของแสงอยู่ในรูปของแม่เหล็กไฟฟ้า โดยพลังงานที่เคลื่อนที่ได้เหล่านี้ถูกกำหนดโดยความถี่ (Frequency) ในหน่วย เฮิรตซ์ (Hz) และความยาวคลื่น (Wavelength) เป็นหน่วยนาโนมิเตอร์ (Nanometer) ซึ่งการเคลื่อนที่ในรูปแบบของคลื่นนี้ทำให้เกิดความยาวคลื่นที่มีเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป กล่าวคือความถี่หรือความยาวคลื่นจะเป็นตัวกำหนดพลังงาน เมื่อนำเอาพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดมาเรียงกันจากพลังงานที่มีความยาวคลื่นต่ำสุดจนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นสูงสุด จะเห็นว่าแสงช่วงที่ตามองเห็น (Visible Light) เป็นเพียงแถบพลังงานเล็กๆ แถบหนึ่งที่มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.78 ไมครอน (Micron) หรือ 380 – 780 นาโนเมตร ประกอบด้วยสเปาตรัม (Spectrum) ของแสงหลายสีอันเกิดจากความถี่ และความยาวคลื่นของการแผ่รังสีที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงสเปคตรัมของแสงความถี่และความยาวคลื่นของพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแสง แสงสว่างที่ตอบสหนองต่อการมองเห็น

ที่มา : Gordon, G. **Interior Lighting for Designers**. USA : John Wiley & Sons, 1995:25

2.2 แหล่งกำเนิดของแสง

แหล่งกำเนิดแสงมีความสำคัญในการศึกษาเรื่องแสงเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการให้แสง รูปแบบและคุณสมบัติของแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดทิศทางของแหล่งกำเนิดปริมาณและความเข้มแสงมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของแสงที่จะนำมาใช้งาน การแบ่งประเภทของแสงสามารถแบ่งตามลักษณะของแหล่งกำเนิดแสงได้ 2 ประเภทหลักๆคือแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ นอกจากนี้แหล่งกำเนิดแสงยังสามารถ จำแนกเป็น 2 กรณีคือ

- แหล่งกำเนิดแสงทางตรง (Direct Light Source) ซึ่งมีพลังงานสูงจนสามารถเปล่งแสงออกจากตัวของมันเองได้โดยตรง
- แหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม (Indirect Light Source) ซึ่งเป็นแสงที่เกิดจากการสะท้อน หรือส่องผ่านวัตถุ ทำให้วัตถุนั้นมีคุณสมบัติเสมือนแหล่งกำเนิดแสง (Secondary Source) ซึ่งคุณสมบัติในการสะท้อนแสง และการยอมให้แสงส่องผ่านขึ้นกับลักษณะพื้นผิวของวัตถุนั้น

2.2.1 แสงธรรมชาติ (Natural Light)

แสงธรรมชาติเป็นแสงที่เกิดจากดวงอาทิตย์ ซึ่งมีเป็นแหล่งพลังงานที่มีประสิทธิผล (Luminous Efficacy) มากที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงอื่นๆ รวมทั้งยังให้ค่าสเปคตรัมที่ครบถ้วนไม่ผิดเพี้ยนมากที่สุด เป็นธรรมชาติมากที่สุด นอกจากนี้การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคารในปริมาณที่เหมาะสม ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังไฟฟ้าให้กับอาคารและการใช้พลังงานของประเทศได้อีกทางด้วยดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ส่งผลต่อความ รู้สึกต่างๆของมนุษย์ ทำให้มนุษย์รับรู้ได้ถึงกาลเวลาที่แปรเปลี่ยนไป แต่แสงจากดวงอาทิตย์มีความแปรปรวนสูง ปริมาณแสงที่มากอาจก่อให้เกิดความร้อนที่มากเกินความจำเป็น ดังนั้นการออกแบบสถาปัตยกรรมจึงต้องมีการเลือกใช้และควบคุมแสงให้อยู่ในปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสม

แสงธรรมชาติที่ใช้ในการความส่องสว่างในพิพิธภัณฑ์นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นสองชนิดคือ

- **แสงตรงจากดวงอาทิตย์** (Sun Light) เป็นแสงที่ส่องมาจากดวงอาทิตย์โดยตรงมีความสว่างสูง อาจทำให้เกิดปัญหาแสงบาดตา (Glare)ได้

- **แสงสะท้อนจากท้องฟ้า** (Sky Light , Day Light) เป็นแสงที่เกิดจากการสะท้อนและกระจายแสงจากก้อนเมฆ และอนุภาคในอากาศเช่นฝุ่น ควัน ไอน้ำ ทำให้แสงจากดวงอาทิตย์มีความแปรปรวน

2.2.1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้แสงธรรมชาติ

การนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารนั้นนอกจากจะช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแล้ว แสงธรรมชาติยังมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อความส่องสว่างในการจัดแสดงที่มีความน่าสนใจ ดึงดูดความสนใจ และการแสดงให้เห็นจริงถึงสี หรือพื้นผิวของวัตถุ แต่แสงธรรมชาติก็มีข้อเสียคือมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงต้องมีการควบคุมในการนำมาใช้ในอาคารให้มีความเหมาะสมกับการจัดแสดง ตลอดจนการเป็นที่ดึงดูดความสนใจด้วยการมองทัศนียภาพผ่านช่องเปิดที่เชื่อมต่อกับภายนอกอาคารเพื่อช่วยให้รู้สึกผ่อนคลาย และลดอาการอ่อนล้าทางสายตาที่เกิดจากม่านตาเกร็งเป็นเวลานานจากการชมงานจัดแสดง ซึ่งรูปแบบการนำแสงธรรมชาติ เข้ามาใช้ในพิพิธภัณฑ์จำแนกตามทิศทางได้ 2 รูปแบบคือ

- แสงธรรมชาติจากด้านข้างอาคาร (side lighting)
- แสงธรรมชาติจากด้านบน (top lighting)

ทั้งนี้แสงธรรมชาติมีองค์ประกอบของรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสีอินฟาเรด ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่วัตถุจัดแสดงได้ เนื่องจากเกิดการแผ่กระจายของความร้อน (Heat Radiation) และเกิดปฏิกิริยาเคมีของแสง (Photochemistry) โดยการแผ่ความร้อนของแสงจะทำให้อุณภูมิพื้นผิวสูงขึ้นและแผ่เข้าไปในเนื้อของวัตถุทำให้ความชื้นถูกขับออกจะผิวของวัตถุ นั้นเป็นผลทำให้ผิวแตกร้าวและสีวัตถุซีดจางลงไป เพราะฉนั้นนั้นในการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ควรคำนึงถึงการอนุรักษ์ด้วย จึงไม่ควรให้แสงส่องไปกระทบวัตถุโดยตรง ดังนั้นแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารควรเป็นแสงกระจาย (Diffuse Daylight) หรือเป็นแสงที่มีการสะท้อนก่อนเข้าสู่อาคาร (Indirect Light) เพื่อลดปริมาณความร้อนและปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เข้ามากับแสงธรรมชาติ เพราะยิ่งมีจำนวนครั้งของการสะท้อนแสงมากเท่าไรจะยิ่งลดปริมาณความร้อน และปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เข้ามามากขึ้นเท่านั้น แต่จำนวนครั้งของการสะท้อนแสงยิ่งมากจะทำให้ปริมาณความส่องสว่างยิ่งลดลงตามไปด้วยจึงควรออกแบบให้ มีความสมดุลระหว่างตัวแปรเหล่านั้นด้วย

นอกจากนั้นช่องเปิดยังมีความสำคัญต่อการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารทั้งตำแหน่งของช่องเปิดขนาดของช่องเปิด วัสดุของช่องเปิดและอุปกรณ์ บังแดดที่ส่งผลต่อปริมาณความเข้มของแสง คุณภาพของแสงสีของแสง และแสงเงาที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้ช่องเปิดที่ตำแหน่งสูงมากกว่าเนื่องจากการกระจายแสงลงพื้นที่จัดแสดงมีความสม่ำเสมอมากกว่า ส่วนวัสดุช่องเปิดนั้นควรพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสงที่ทำให้มองเห็นถึงสภาพจริงของชิ้นงาน แต่ลดความร้อน และปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เข้ามาด้วย

การควบคุมแสงธรรมชาติตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน และในแต่ละช่วงฤดูกาลนั้น เนื่องจากทิศทางที่แสงอาทิตย์ทำมุมแตกต่างกันตามการโคจรของโลก นอกจากการออกแบบช่องเปิดให้มีประสิทธิภาพในการรับแสงธรรมชาติแล้ว ยังต้องมีการป้องกันปริมาณแสงสว่างที่มาก เกินไปรวมถึงความร้อนและปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตโดยใช้อุปกรณ์ต่างๆที่เหมาะสมเช่น แผงกันแดดบานเกล็ดปรับมุม มู่ลี่ และม่านบังตาเป็นต้น บังแดดเหล่านั้นด้วยในปัจจุบันมีการใช้อุปกรณ์บังแดดที่สามารถปรับอัตโนมัติอย่างต่อเนื่องตามความแปรปรวนของสภาพแสง

2.2.1.2 **องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อแสงสว่างธรรมชาติ**

2.2.1.2.1 **องค์ประกอบจากสภาพท้องฟ้า** (Sky component) ได้แก่สภาพท้องฟ้าที่แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา เช่น ท้องฟ้าโปร่ง (Clear sky) ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน (Partly Cloudy Sky) และท้องฟ้ามีเมฆเต็มท้องฟ้า (Overcast Sky) ซึ่งมีผลต่อปริมาณแสงที่เกิดขึ้น

2.2.1.2.2 **องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายนอกอาคาร** (External reflected component) ได้แก่แสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุหรือ อาคารที่ตั้งอยู่ภายนอก หรือบริเวณข้างเคียง เสมือนเป็นแหล่งกำเนิดแสงอีกหนึ่งตัว ปริมาณแสงดังกล่าวขึ้นอยู่กับทิดทางที่แสงสทอ้นและคุณสมบัติของพื้นผิวที่สทอ้นแสง

2.2.1.2.3 **องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายในอาคาร** (Internal reflected component) ได้แก่ แสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุหรือ พื้นผิที่อยู่ภายในอาคาร ปริมาณแสงดังกล่าวขึ้นอยู่กับทิศทางที่แสงสะทอ้นและคุณสมบัติของพื้นผิวที่สะท้อนแสง

2.2.2 **แสงประดิษฐ์** (Artificial Light)

แสงประดิษฐ์เป็นแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อให้แสงสว่างในการใช้งานและดำเนินชีวิตของมนุษย์ ในอดีตนั้นแสงเทียนซึ่งเป็นแสงประดิษฐ์ตามธรรมชาติที่ให้ความสว่างเพียงชั่วคราวได้ถูกนำมาใช้ทั้งในลักษณะเชิงเทียนและโคมไฟ แสงเทียนที่มีความเคลื่อนไหวของเปลวไฟอยู่ตลอดเวลาตลอดเวลาทำให้เกิดแสงสลัวขึ้นในลักษณะเงาทึบและเงากระจายไปอย่างไม่เป็นระเบียบเกิดเป็นความงามของบรรยากาศที่แปรไปตามความเคลื่อนไหวของเปลวไฟแสงสลัวเช่นนี้เป็นบรรยากาศที่จะพบได้มากในงานสถาปัตยกรรมแบบดั้งเดิม ปัจจุบันมนุษย์นิยมใช้แสงประดิษฐ์ซึ่งอาศัยพลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานสำคัญ ทำให้อุปกรณ์กำเนิดแสงมีหลายรูปแบบและได้พัฒนาให้มีความสวยงามและประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ถึงแม้ว่าแสงประดิษฐ์จากไฟฟ้าจะมีบทบาทอย่างมากในโลกปัจจุบันเนื่องจากสามารถกำหนดแสงได้ตามต้องการ แต่แสงประดิษฐ์เป็นแสงที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและพลังงาน

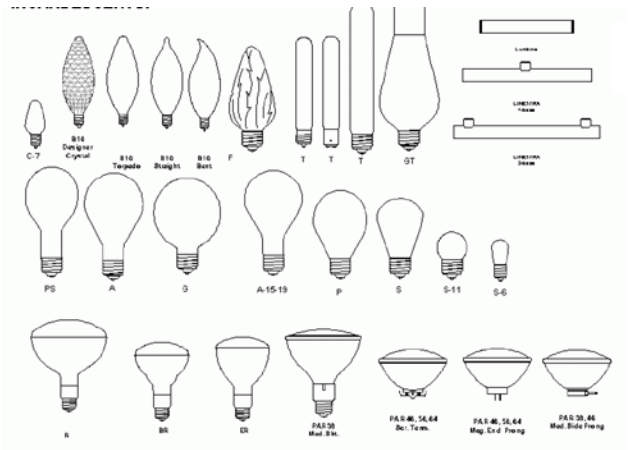
ในการทำให้เกิดแสงสว่าง และก่อให้เกิดความรู้สึกที่ซ้ำซากน่าเบื่อเนื่องจากแสงนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้วยอิทธิพลใดๆตามธรรมชาติเหมือนกับแสงที่เกิดขึ้นจากดวงอาทิตย์

จะเห็นได้ว่างานสถาปัตยกรรมที่ใช้แสงธรรมชาติกับงานสถาปัตยกรรมที่ใช้แสงประดิษฐ์นั้นมีความแตกต่างกันเป็นอย่างมากด้านบรรยากาศโดยรวม เพราะแสงธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนแปลงแสงสีของแต่ละช่วงเวลา แต่แสงประดิษฐ์นั้นมีความคงที่ของสีสัน ทำให้บรรยากาศเป็นแบบเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ทำให้ผู้ที่เข้ามาใช้งานในงานสถาปัตยกรรมไม่สามารถคาดเดาถึงช่วงเวลาได้ เนื่องจากแสงประดิษฐ์เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยจึงสามารถสร้างบรรยากาศได้ตามความต้องการ ในช่วงเทศกาลต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตามหลอดไฟฟ้าที่ใช้ในการให้ความส่องสว่างในพิพิธภัณฑ์นั้นมีหลากหลายประเภท เช่น แสงไฟฟ้าที่ให้ความสว่างโดยรอบ และแสงไฟฟ้าที่ใช้สำหรับส่องเน้นวัตถุเพื่อให้ชิ้นงานเด่น ซึ่งแต่ละประเภทก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป การนำหลอดไฟฟ้าไปใช้ในงานจัดแสดงจึงควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้งานเป็นหลัก โดยพิจารณาควบคู่ไปกับคุณลักษณะของหลอดไฟ นอกจากนี้การเลือกใช้หลอดไฟ อาจจะต้องพิจารณาถึงส่วนประกอบอื่น ๆเพิ่มเติม เช่น ความถูกต้องของสี การให้ค่าแสงที่มีความเหมาะสมกับอาคารพิพิธภัณฑ์ดังนี้

2.2.2.1 **หลอดอินแคนเดสเซนต์** (Incandescent Lamps)

หลอดอินแครเดดซนต์หรือเรียกว่าหลอดดวงเทียน มีทั้งชนิดแก้วใสและแก้วฝ้า ไส้หลอดทำจากทังสเตน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดจะเกิดความร้อนขึ้น ยิ่งความร้อนมากขึ้นเท่าใดแสงสว่างที่เปล่งออกมาจากไส้หลอดก็จะมากขึ้นเท่านั้น และให้แสงสีเหลืองส้มที่ดูอบอุ่น สีไม่เพี้ยน ราคาถูก หรีแสงได้แต่มีข้อเสียที่อายุการใช้งานสั้น ทั้งยังสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าอย่างมาก เนื่องจากสูญเสียพลังงานไปกับความร้อนที่เกิดขึ้น เพราะสาเหตุนี้จึงนิยมใช้กับที่พักอาศัย การใช้แสงในพื้นที่ทั่วไป และการใช้แสงเพื่อการจัดแสดง แต่ไม่เหมาะสมกับการใช้งานที่ต้องการความส่องสว่างสูง



ภาพที่ 2.2 หลอดอินแคนเดสเซนต์

ที่มา:พรรณชลัท สุริโยธิน. **การออกแบบการให้แสงและแสงธรรมชาติ**. (กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555), หน้า 2.

2.2.2.2 **หลอดทังสเตนฮาโลเจน**

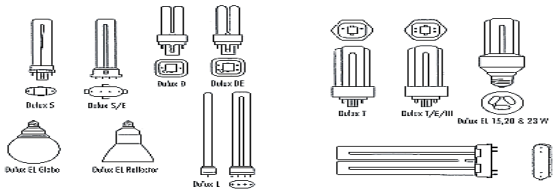
มีหลักการทำงานคล้ายกับหลอดไส้คือ กำเนิดแสงจากความร้อน โดยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดที่ทำจากทังสเตน แต่จะแตกต่างจากหลอดไส้ ตรงที่มีการบรรจุสารตะกูลฮาโลเจน ได้แก่ ไอโอดีน คลอลีน โบรมีน และฟลูออรีน ลงในหลอดแก้วที่ทำด้วยควอทซ์ ซึ่งจะช่วยให้หลอดฮาโลเจนมีอายุการใช้งาน ปริมาณแสงสว่าง อุณหภูมิสี สูงกว่าหลอดไส้ และให้แสงสีขาว และให้ค่าความถูกต้องของสีถึง 100 % มีอายุการใช้งานประมาณ 1500-3000 ชม จึงนิยมใช้ให้แสงพวกเครื่องประดับ หรือให้แสงสำหรับการแต่งหน้า

ภาพที่ 2.3 หลอดฮาโลเจน

2.2.2.3 **หลอดฟลูออเรสเซนต**

เป็นหลอดแก้วทรงกระบอก หรือแบบกลม ด้านในหลอดเคลือบด้วยสารเรืองแสง ให้แสงสว่างนวลตา สามารถให้สีของแสงได้หลายแบบ เช่น สี warm white ให้แสง สีขาวอมเหลืองนวล ทำให้รู้สึกอบอุ่น สี cool white ให้แสงสีขาวอมฟ้า ให้ความรู้สึกเย็นสบายตา แต่จะทำให้สีของวัตถุเพี้ยนไป และสี day light ให้แสงใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติ ทำให้มองเห็นสีของ วัตถุใกล้เคียงกับสีจริง ให้แสงสว่างมากขึ้น 4 เท่า มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าถึง 8 เท่า (6,000 ถึง มากกว่า 20,000 ชั่วโมง) และใช้พลังงานเพียง 20% เมื่อเทียบกับหลอดไส้

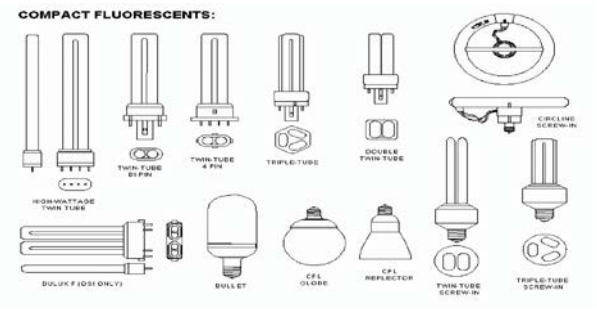
ภาพที่ 2.4 หลอดฟลูออเรสเซ



ที่มา:พรรณชลัท สุริโยธิน. **การออกแบบการให้แสงและแสงธรรมชาติ**. (กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555), หน้า 3.

2.2.2.4 **หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์**

มีหลักการทำงานเหมือนหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีทั้งแบบที่มีบัลลาสต์ในตัว มีขั้วเป็นแบบเกลียว สวมใส่เข้ากับเต้าเกลียวของหลอดไส้ได้เลย และแบบที่มีขั้วเป็นขาเสียบ ใช้ร่วมกับโคม และมีบัลลาสต์ภายนอก โดยผลิตออกมาหลายค่าพลังงาน สีของแสง มี warm white, cool white และ day light เช่นเดียวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ รูปร่างก็หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นหลอดคู่ หลอดสี่แถว หลอดยาว หลอดเกลียว หลอดมีโคมครอบ มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์

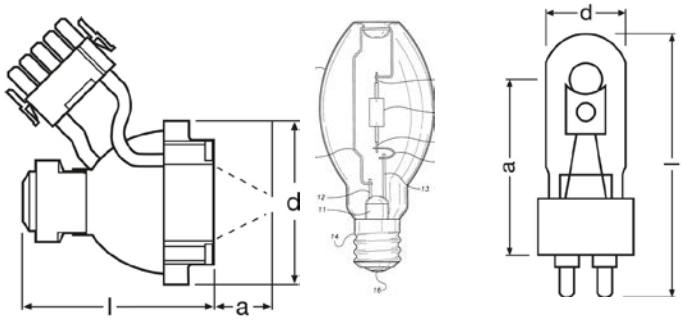


ภาพที่ 2.5 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

ที่มา:พรรณชลัท สุริโยธิน. **การออกแบบการให้แสงและแสงธรรมชาติ**. (กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555), หน้า 4.

2.2.2.5 **หลอดเมทัลฮาไลด์**

ลักษณะการกำเนิดแสงสว่าง คล้ายกับหลอดแสงจันทร์ แต่ภายในบรรจุอิเล็กตรอนที่ทำด้วยทังสเตนล้วนๆ ภายในกระเปาะผสมฮาไลน์ชนิดต่างๆ ทำให้ได้ ปริมาณแสงมากขึ้นกว่าหลอดแสงจันทร์ เกือบเท่าตัว ได้แสงสีสมดุลขึ้น จนดูใกล้เคียงแสงแดด อายุการใช้งานประมาณ 24000 ชม ใช้กับงานที่ต้องการความถูกต้องสีมาก เช่น งานพิมพ์สี สนามกีฬาเฉพาะที่มีการถ่ายทอดทางโทรทัศน์ สวนสาธารณะ ห้างสรรพสินค้า



ภาพที่ 2.6 หลอดเมทัลฮาไลด์

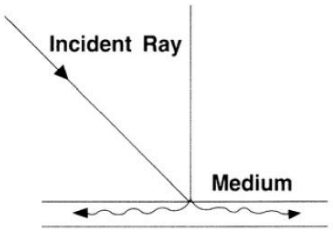
ที่มา:พรรณชลัท สุริโยธิน. **การออกแบบการให้แสงและแสงธรรมชาติ**. (กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555), หน้า 4.

2.3 พฤติกรรมของแสง

แสงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดเป็นเส้นตรงในสูญญากาศ ด้วยความเร็วสูง 3 x 108 เมตร / วินาที ใช้เวลาเดินทางจากดวงอาทิตย์มายังโลกประมาณ 8.3 วินาที และจากดวงจันทร์มายังโลกประมาณ 1.3 วินาที เมื่อแสงเดินทางมากระทบตัวกลาง (Medium) เช่น อากาศของเหลววัตถุโปร่งแสง และวัตถุทึบแสง ฯลฯ ทางเดินของแสงจะเปลี่ยนไป ความเร็วของแสงจะลดลง เนื่องจากค่าดัชนีการหักเห (Refractive Index) ของตัวกลางนั้น ๆ เมื่อตกกระทบตัวกลางเหล่านั้นแสงจะแสดงพฤติกรรมหลัก 3 ประการคือ การดูดกลืน (Absorption) การสะท้อน (Reflection) และการส่องผ่าน (Transmission) การแสดงออกทางพฤติกรรมต่างๆ มากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและพื้นผิวของวัสดุแต่ละชนิด ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของแสงนี้ จึงเป็นเรื่องที่ควรศึกษา และคำนึงถึง เมื่อจะต้องเลือกใช้ดวงโคมตลอดจนการออกแบบการให้แสงสว่าง และเทคนิคในการออกแบบแสงสว่าง

2.3.1 **การดูดกลืน** (Absorption)

การดูดกลืนเป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลางและเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน เช่น การฉายแสงขาวลงบนผนังสีแดง แสงสีอื่นๆ จะถูกดูดกลืน หายเข้าไปในกำแพงยกเว้นแสงสีแดงเท่านั้นที่สะท้อนออกมาสู่ดวงตา เราจึงเห็นผนังสีแดง และเมื่อมีการดูดกลืนพลังงานแสงเข้าไปในวัตถุใดๆ จะเกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน ดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แสดงการดูดกลืนของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลาง

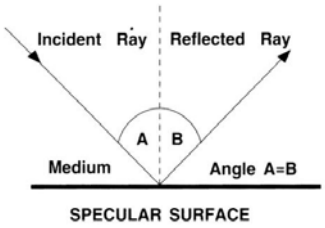
ที่มา:พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า**. (กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า 4.

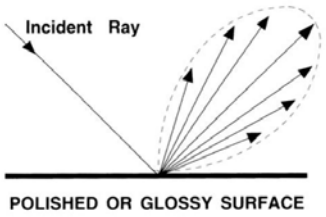
2.3.2 **การสะท้อน** (Reflection)

การสะท้อนเป็นพฤติกรรมของแสงที่ตกกระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนกลับออกมาโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะของการสะท้อนแบ่งได้เป็น

2.3.2.1 **การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา** (Specular Reflection)

การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงาเกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่เป็นวัสดุทึบแสง (Opaque Material) มีลักษณะเป็นผิวเรียบมันวาว (Polished Surface) การสะท้อนจะมีมุมของแสงที่ตกกระทบ (Angle of Incident) เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน (Angle of Reflection) ดังแสดงในภาพที่ 2.8 และ ภาพที่ 2.9 ตามลำดับ



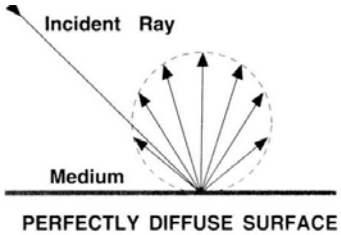


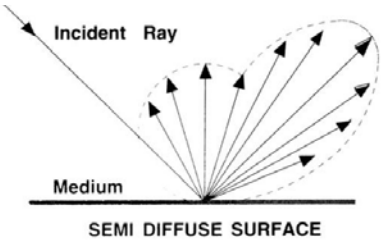
ภาพที่ 2.8 การสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา ภาพที่ 2.9 การสะท้อนแสงเสมือนกระจาบเงาบางส่วน

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

2.3.2.2 **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 2.10 และ 2.11 ตามลำดับ





ภาพที่ 2.10 การสะท้อนแสงแบบกระจายแสงสมบูรณ์ ภาพที่ 2.11 การสะท้อนแสงแบบกระจัด

ทีมา:พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า**. (กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า 6.

2.3.3 **การส่องผ่าน** (Transmission)

การส่องผ่านเกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลาง แล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง หากไม่พิจารณาคุณสมบัติหรือลักษณะของตัวกลางที่แสงผ่านแล้ว มุมของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับมุมของแสงที่ทะลุผ่าน และแสงที่ผ่านออกมานั้นจะยังมีปริมาณคงเดิม ปริมาณของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับ ปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนและปริมาณแสงที่สะท้อนกลับ รวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่าน

2.4 **การให้แสงสว่างภายในพิพิภัณฑ์** (Museum Lighting)

การให้แสงสว่างในห้องจัดแสดงโดยใช้แสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า และการให้แสงสว่างธรรมชาติร่วมกับระหว่างแวงไฟฟ้า มีลักษณะการใช้งานของแสงที่แตกต่างกันดังนี้

2.4.1 **การใช้แสงธรรมชาติ** (Natural Lighting)

การใช้แสงธรรมชาตินั้นมีข้อจำกัดในการใช้งานมากโดยเฉพาะการควบคุมปริมาณความส่องสว่าง การควบคุมปริมาณความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เข้ามา ทำให้มีปริมาณความส่องสว่างไม่คงที่ตลอดทั้งวัน เนื่องจากสภาพท้องฟ้า ช่องแสง และทิศทางที่แสงตกกระทบที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตะหลอดเวลา

2.4.2 **การใช้แสงไฟฟ้า** (Electrical Lighting)

การใช้แสงไฟฟ้าให้ความส่องสว่างในการจัดแสดงงานนั้นสามารถาวบคุมปริมาณค่าความส่องสว่าง การควบคุมปริมาณความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตได้โดยการเลือกชนิดหลอดไฟชนิดดวงโคม จำนวนในการติดตั้ง และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ โดยการใช้เทคนิคต่างๆ ในการออกแบบเพื่อเพิ่มความโดดเด่น หน้าสนใจและเพิ่มความสวยงามให้กับชิ้นงาน เช่น การให้แสงทางอ้อม การให้แสงที่ผนัง และการใช้ไฟส่องขึ้น เป็นต้น แต่ข้อเสียคือ การสิ้นเปลืองพลังงาน

2.4.3 **การใช้แสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าร่วมกัน**(Naturaland Electrical Lighting)

การให้แสงสว่างธรรมชาติร่วมคือการนำเอาข้อดีและข้อเสียของแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกันตามความเหมาะสมในการจัดแสดงชิ้นงานแต่ละประเภท เพื่อให้การส่องสว่างนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นมีการใช้ระบบควบคุมแสงไฟฟ้าที่ทำให้เกิดรูปแบบการให้แสงที่หลากหลายทั้งการปรับหรี่แสงได้ การจำกัดสีของแสง การควบคุมระยะเวลาในการให้แสง และการปรับระดับแสงไฟฟ้าให้สัมพันธ์กับแสงธรรมชาติด้วย

2.4.4 **การให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดง** (Lighting the Display)

ในการให้แสงในพิพิธภัณฑ์แบ่งตามลักษณะโดยทั่วไปแล้ว สามารถแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ กล่องแสดงชิ้นงาน (Display cases) งานแสดงภาพสองมิติที่แสดงแนวตั้ง (Flat Displays on Vertical Surfaces) การแสดงสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Realistic Environments)และการแสดงชิ้นงาน 3 มิติ (Three-Dimensional Objects)

2.4.4.1 **งานแสดงภาพสองมิติที่แสดงแนวตั้ง** (Flat Displays on Vertical Surfaces)

การให้แสงแก่ชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นระนาบขนาดใหญ่ที่จัดแสดงทางแนวตั้งเป็นปัญหาสำคัญของการจัดแสดง ลักษณะงานแสดงประเภทนี้ได้แก่ ภาพวาด ภาพพิมพ์ รวมไปถึงป้ายบอกข้อมูล การให้แสงจะยิ่งยากหากการนำแผ่นอะคริลิก หรือแผ่นกระจกมาปิดด้านหน้า เพื่อรักษาชิ้นงาน การใช้วัสดุที่มีผิวสะท้อนผนวกกับการวางตำแหน่งของแหล่งกำเนิดที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดแสงสะท้อนเป็นแสงบาดตา และเงา ที่บดบังชิ้นงานได้ ทำให้การจัดแสดงชิ้นงานไม่น่าสนใจ ดังนั้นในการให้ความส่องสว่างควรให้แสงลักษณะการกระจายแสงในรูปแบบต่างๆ และวางแหล่งกำเนิดแสงอยู่เหนือชิ้นงาน แล้วฉายแสงให้ทั่วบริเวณพื้นผิวบนของชิ้นงานทั้งหมด หรือการให้แสงทำมุมจากแกนตั้ง 30 องศาในลักษณะหันเข้าหาชิ้นงานจะทำให้เกิดเงาและแสงบาดตาน้อยลง นอกจาก นี้เมื่อผู้ชมงานเข้ามาดูงานใกล้ๆ ยังไม่ทำให้เกิดเงาของผู้ชมงานบนชิ้นงานอีกด้วย

2.4.4.2 **กล่องแสดงชิ้นงาน** (Display cases)

การอนุรักษ์ชิ้นงานในกล่องแสดงชิ้นงานที่ยังคงความส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพ แต่ลดปริมาณความร้อนที่เข้ามา มีวิธีการต่างๆ การลดแสงสะท้อน (Minimizing Reflections) แสงสะท้อนมักจะเกิดมากกับกล่องแสดงงานที่แสงภายในกล่องมีปริมาณแสงน้อย หรือมีความมืดกว่าภายนอก สามารถแก้ไขโดยการวางกล่องแสดงชิ้นงานไว้ชิดกับผนังที่มีสีเข้ม หรือมีสีดำ จะทำให้ลดแสงสะท้อนและลดภาพสะท้อนของผู้ชมงานบนผิวกล่องด้วย แนวทางที่ช่วยแก้ไขปัญหาแสงสะท้อนสามารถทาได้อีกหลายวิธี เช่น การใช้กระจกที่หันมุมไปทางผู้ชมงาน แสงสะท้อนหลักที่เกิดจะสะท้อนลงที่พื้นห้องแทนที่จะสะท้อนเข้าสู่สายตาผู้ชมงาน เลือกใช้กระจกชนิดพิเศษที่มีความโค้งที่จะช่วยลดแสงสะท้อนที่เกิดขึ้นได้ และออกแบบการให้แสงที่มีสัดส่วนระหว่างความสว่างภายในกล่องกับภายนอกกล่องอยู่ที่ประมาณ 1:10 โดยส่วนใหญ่การเกิดเงาบางส่วนหรือเกิดในปริมาณที่รับได้

2.4.4.3 **ชิ้นงาน 3 มิติ** (Thee-Dimensional Object)

การให้แสงกับวัตถุ 3 มิติไม่มีการคำนึงถึงขนาดของชิ้นงาน แต่ควรมีการให้แสงสว่างจากหลากหลายทิศทาง การส่องแสงในลักษณะนี้ทำให้เห็นถึงความลึกของชิ้นงาน โดยผิวที่แสงมากจะมีความสว่างมากจนเป็นจุดเด่นในขณะที่บริเวณอื่นจะตกอยู่ภายใต้เงามืดการให้แสงและการเกิดเงา (Highlight and Shadow) บริเวณที่ได้รับแสงสว่างมากจะทำให้สามารถมองเห็นลักษณะผิวสัมผัสและร่องรอยบนพื้นผิวได้ดี แต่ไม่ควรให้มีความจ้ามากเกินไปเนื่องจากส่งผลกระทบต่อการมองเห็นของผู้ชม ในส่วนที่มืดจะช่วยส่งเสริมวัตถุให้เห็นรูปร่างรูปทรงชัดเจนมากยิ่งขึ้น รวมถึงช่วยปกปิดผิววัตถุในส่วนที่ไม่ต้องการแสดงให้เห็นชัดเจนได้

การลดแสงจ้า (Minimizing Glare) ปัญหาสำหรับผู้ชมวัตถุที่อยู่ในตำแหน่งในระดับสายตาที่ต่ำกว่าแสงที่มาจากทุกทิศทาง โดยกึ่งกลางของลำแสงนั้นทำมุม 30 องศา หรือน้อยกว่ากับเส้น ทางตั้งทำให้เกิดปัญหาแสงจ้าเข้าตาได้ สำหรับวัตถุที่มีขนาดเล็กนั้นต้องให้แสงสว่างควรให้มีมุมที่สูงชัน เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงในการมองเห็นแสงจ้าเข้าตาของบุคคลที่อยู่ฝั่งตรงข้าม ส่วนชิ้นงานที่มีความสูง แสงบางส่วนอาจมีการส่องผ่านไปเข้าตาของผู้ชมได้เมื่อมีการมองขึ้นสูง วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว เช่น การปรับแสงสว่างให้มีความคมของขอบแสง และเงาจางลงด้วย High-reflectance pedestal การรักษาทิศทางของแสงสว่างให้อยู่ภายในขอบเขตของของพื้นที่ผิวชิ้นงาน การใช้แสงที่นุ่มนวลเพื่อไม่ให้เด่นชัดจนเกินไป การเน้นจุดสำคัญของพื้นผิวชิ้นงานโดยให้แสงลักษณะเป็นลำแสงและการให้แสงบริเวณด้านหลังของชิ้นงาน

2.4.4.4 **การแสดงสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริง** (Realistic)

การสร้างสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงสามารถบ่งบอกถึงความเป็นไปทั้งทางด้านอารมณ์ บรรยากาศาวามรู้สึกได้ภายในตัวมันเอง การใช้เทคนิคในการจัดแสงเสมือนจริงทั้งเทคนิคการติดตั้งเพื่อไม่ให้เห็นแหล่งกำเนิดแสง และแสงไฟที่ใช้ต้องมีความสว่างที่เพียงพอต่อความปลอดภัยของผู้ชม การให้แสงแบบเสมือนจริง และการให้แสงแบบไฟจัดแสดง ซึ่งมักจะกลายมาเป็นส่วนเติมเต็มซึ่งกัน และกันในเรื่องของรูปแบบและสีสัน

2.4.4.5 **การจัดแสดงชั่วคราว** (Multipurpose or temporary exhibition gallerie

การจัดแสดงงานชั่วคราวควรสามารถรองรับ การจัดแสดงที่มีความหลากหลายทั้งประเภทชิ้นงาน ขนาดชิ้นงาน และรูปแบบการจัดแสดง โดยการออกแบบสว่างที่สามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่ง เพิ่มลดจำนวน และรูปแบบตามการจัดแสดงได้ ไฟส่องเน้น หรือไฟที่ปรับเปลี่ยนได้

นั้นควรมีการคำนึงถึงระยะห่าง ในการติดตั้งตำแหน่งรางไฟที่เหมาะสมสำหรับการปรับมุมของดวงโคมที่ส่องมายังชิ้นงานไม่ควรเกิน 40 องศากับแนวตั้ง เนื่องจากหากเกินกว่านี้จะทำให้เกิดแสงบาดตา นอกจากนั้นเทคโนโลยีที่ทันสมัยของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในปัจจุบันยังสามารถปรับให้มีการใช้งานที่หลากหลายมากขึ้นด้วย

นอกจากนี้การให้แสงสว่างภายในอาคารไม่ว่าจะเป็นอาคารสำนักงาน พิพิธภัณฑ์ ที่อยู่อาศัย โรงแรม หรือโรงเรียนก็ตามต่างก็มีความสำคัญในการใช้แสงสว่างเพื่อทำให้ใช้งานพื้นที่ได้อย่างสดวกและเกิดความสวยงาม การให้ส่องสว่างในการจัดแสดงวัตถุต่าง ๆ นั้นซึ่งนอกจากจะทำให้วัตถุจัดแสดงมีความสวยงาม ต้องให้ระดับความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์ มาตราฐานที่กำหนด โดยไม่ต้องใช้สายตาเพ่ง หรือจ้องมากเกินไปก็มามารถมองเห็นวัตถุจัดแสดงได้

2.5 ระบบการให้แสงสว่างแบบต่าง ๆ

การให้ความส่องสว่างในพิพิธภัณฑ์นั้นขึ้นอยู่กับการจัดแสดงในแต่ละห้องและลักษณะการตกแต่งภายใน โดยระบบการใช้แสงพื้นฐานประกอบด้วย ระบบการให้แสงสว่างหลักและระบบการให้แสงสว่มงรอง

2.5.1 ระบบการให้แสงสว่างหลัก

การให้แสงสว่างที่มีระดับความส่องสว่างตามมาตรฐานทีกำหนดไว้เพื่อการใช้งานในแต่ระพื้นที่ใช้สอย ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.5.1.1 **แสงสว่างทั่วไป** (General Lighting)

หมายถึงการให้แสงสว่างกระจายทั่วไปทั้งบริเณพื้นที่จัดแสดงอย่างสม่ำสเมอในระดับความส่องสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งาน เช่น การให้แสงสว่างในห้องจัดแสดงประเภทกรึงถาวร

2.5.1.2 **แสงสว่างเฉพาะบริเวณ** (Localized Lighting)

หมายถึงการให้แสงสว่างเฉพาะบริเวณส่วนจัดแสดง หรือปรติมกรรมที่ไม่ต้องการความส่องสว่างสะม่ำเสมอทั่วทั้งห้อง พื้นที่นอกจากนั้นเป็นเพียงแสงจากกระจายจากตำแหน่งที่ใช้งานที่ให้ความส่องสว่างตามความเหมาะสมของแต่ละชิ้นงาน เช่น การให้แสงสว่างกับวัตถุที่จัดแสดงในกรอง ตู้ หรือในผนัง

2.5.1.3 **แสงสว่างเฉพาะที่** (Local Lighting)

การให้แสงสว่างในประเภทส่วนจัดแสดงนี้ ให้แสงกระจายทั่วทั้งห้องโดยไม่จำเป็นต้องมีความส่องสว่างสูงเท่ากับเกณฑ์ มาตราฐาน แต่เป็นการใช้แสงกระจายทั่วบริเวณในระดับต่ำกว่าความส่องวสว่างตามมาตรฐานที่ต้องการใช้งาน โดยเสริมความส่องสว่างความส่องสว่างจากดวงโคมที่ติดตั้งเฉพาะที่จัดแสดง เพื่อให้ได้ระดับความสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งาร โดยส่วนใหญ่จะใช้กับการจัดแสดงที่ต้องการระดับความสว่างสูงมาก

2.5.2 **ระบบการให้แสงสว่างรอง**

การให้แสงสว่างเพื่อให้เกิดความสวยงาม สบายตา เน้นความส่องสว่างให้เกิดความน่าสนใจ หรือสร้างอารมณ์ นอกเหนือจากการให้แสงหลัก โดยแบ่งเป็น 5 ประเภทดังนี้

2.5.2.1 **แสงสว่างเพื่อการส่องเน้น** (Accent Lighting) เป็นการส่องเน้นวัตถุเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ เช่น การส่องเน้นรูปประติมากรรม วัตถุจัดแสดงชิ้นเด่น หรือชิ้นงานศิลปะ

2.5.2.2 **แสงสว่างเพื่อสร้างบรรยากาศ**(Effect lighting) เป็นการใช้แสงสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจ แต่ไม่ได้ส่องวัตถุจัดแสดงโดยตรง เช่น การสร้างรูปแบบต่าง ๆ ด้วยแสงบนผนังห้อง

2.5.2.3 **แสงสว่างเพื่อการตกแต่งให้สวยงาม**(Decorative Lighting) เป็นแสงที่ได้จากดวงโคม หรือหลอดไฟชนิดที่ให้แสงสวยงาม เพื่อสร้างจุดสนใจในการตกแต่ง

2.5.2.4 **แสงสว่างเพื่อเน้นงานสถาปัตยกรรม**(Architectural Lighting) เป็นแสงที่ให้ความสว่างเพื่อสร้างความสัมพันธ์กับงานสถาปัตยกรรม

2.5.2.5 **แสงสว่างเพื่อการสร้างอารมณ์**(Mood Lighting) เป็นแสงที่ใช้เพื่อช่วยให้เกิดอารมณ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยการใช้สวิตหรี่แสง เพื่อสร้างบรรยากาศ หรือให้ได้ระดับความส่องสว่างตามความต้องการ

2.6 **การอนุรักษ์ชิ้นงาน** (Conservation)

ในการอานุรักษ์วัตถุจัดแดงเพื่อลดการเสื่อมสภาพของชิ้นงาน นั้นต้องหลีกเลี่ยงแสงตรง ความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่มาจากแสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า ที่มีองค์ประกอบของรังสีอัลตร้าไวโอเลต และรังสี อินฟาเรด ซึ่งเป็นรังสีที่มองไม่เห็นแต่เป็นอันตรายอย่างมาก สามารถทำให้เกิดความเสียหายแก่วัตถุจัดแสดงได้ เพราะสนั้นในการควบคุมสงตรงจากแหล่งกำเนิดแสงสว่างนั้น มักจะใช้ฟิล์ม

กรองแสงในประตูและหน้าต่างที่ติดกระจกเพื่อกันแสงตรงจากแสงธรรมชาติ และติดตัวกรองแสงสำหรับหลอดไฟเพื่อไม่ให้แสงจากหลอดไฟส่องกระทบกับกับวัตถุจัดแสดงโดยตรง เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์ (รวมทั้งทังสเตน และฮาโลเจน) มีรังสีอินฟาเรดออกมามากกว่าแสงทั่วไป สำหรับแหล่งกำเนิดแสงประเภท หลอดเดย์ไลท์ หลอดเมทอลฮาไลด์ หลอดเมอร์คิวรี่ และหลอดฟลูออเรสเซนส์ จะมีปริมาณรังสีอัลต้าไวโอเลตสูง ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่ารังสีอัลต้าไวโอเลตในหลอดไฟประเภทต่างๆ

แหล่งกาเนิดแสง	UV(uw/lm)	UV(%)
หลอดอินแานเดสเซนส์ 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	-

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

2.6.1 **การลดความเสียหายของชิ้นงานจากแสง (Reduce the damaging effects)**

การลดความเสียหายของชิ้นงานทำได้โดยการออกแบบแสงสว่างภายใต้การจำกัดค่าปริมาณการส่องสว่างที่เหมาะสมต่อประเภทชิ้นงานค่าปริมาณความส่องสว่างสะสม และปริมาณความส่องสว่างโดยรอบทำได้โดยการใช้วัสดุช่องเปิดชนิดที่ดูดซับรังสีอัลต้าไวโอเลต การติดฟิล์มที่หน้าต่างหรือหลังค่าชนิดที่ดูดซับรังสีอัลต้าไวโอเลต การใช้ฟิล์มกรองแสง หรือฟิลเตอร์ที่หน้าดวงโคม และการเลือกใช้หลอดไฟที่ปล่อยรังสีอัลต้าไวโอเลตต่ำ ซึ่งวิธีการลดความเสียหาย และการเสื่อมสภาพของวัตถุจัดแสดงที่ได้รับผลกระทบจากแสง แบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

2.6.1.1 **การลดปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลต**

- ใช้วัสดุช่องเปิดชนิดที่กันแสงตรงจากแหล่งกำเนิดแสงหรือวัสดุที่สามารถดูดซับรังสีอัลตร้าไวโอเลต
- ติดฟิล์มกรองแสงที่หน้าต่าง หรือหลังค่าชนิดที่ดูดซับรังสีอัลตร้าไวโอเลต
- ใช้ฟิล์มกรองแสง หรือฟิลเตอร์ที่หน้าดวงโคม
- เลือกใช้หลอดไฟที่ปล่อยรังสีอัลตร้าไวโอเลตต่ำ

2.6.1.2 **การลดปริมาณความส่องสว่างที่ชิ้นงาน**

เพื่อความปลอดภัยของวัฺจุจัดแสดง การให้ปริมาณความส่องสว่างที่เหมาะสมกับประเภทของชิ้นที่จัดแสดงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ควรคำนึงถึง เนื่องจากแสงสว่างที่ส่องชิ้นงานจะมีความร้อน และรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่ก่อความเสยหายต่อชิ้นงาน จึงควรควบคุมให้อยุ่ในปริมาณที่เหมาะสมตามมาตรฐานของ CIBSE ที่กำหนด

2.6.1.3 **การลดระยะเวลาสะสมในการให้แสงแก่ชิ้นงาน**

ระยะเวลาสะสมสูงสุดในการให้แสงแก่ชิ้นงานเพื่อความปลอดภัยตามข้อแนะนำของ CIBSE นอกจากนั้นยังมีปัจจัยที่มีผลต่อสภาพชิ้นงาน ได้แก่ สภาพแวดล้อมโดยรอบทั้งในห้องจัดแสดง และห้องเก็บรักษาชิ้นงาน วิธีการดูแลรักษา และธรรมชาติของวัสดุที่ใช้ในส่วนประกอบของชิ้นงาน โดยแบ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการอนุรักษ์ที่ต้องควบคุม เช่น การให้ความส่องสว่างต้องคำนึงถึงชนิดของแสงความเข้มของแสง ขะนาดช่องเปิด ประเภทวัสดุและรังสีอัลตร้าไวโอเลต อุณหภูมิ และสภาพอากาศแปรปรวน ส่งผลต่อการหดขยายของชิ้นงานความชื้นสัมพัทธ์ความชื้นที่มาก หรือน้อยเกินไป มลพิษ และการปนเปื้อน การถลอก และปฏิกิริยาเคมี การแทรกแซงของมนุษย์ การโจรกรรม การทำลายศิลปวัฒนธรรม และการซ่อมแซมความเสียหายทางกายภาพ การขุดขีด การกระแทก และการแตกหักฉีกขาด ภัยจากสิ่งมีชีวิต สัตว์รบกวนจาพวกแมลง เชื้อรา และนก รวมทั้งมหันตภัยต่างๆ

อย่างไรก็ตามในการรักษาชิ้นงานจัดแสดงให้อยู่ในสภาพเดิมนั้นควรมีการทำรายงานสภาพชิ้นงานโดยระบุรายละเอียดในการสร้างสรรค์งาน และตรวจสภาพของชิ้นงานอย่างสม่ำเสมอ

2.6.2 **การให้แสงสว่างอาคารที่ต้องรักษาสภาพเดิมไว้แต่มีการปรับเปลี่ยนหน้าที่ใช้สอยให้เหมาะสมกับกับการใช้งารในปัจจุบัน**

ในการฟื้นฟูอาคารประวัติศาสตร์ โดยส่วยใหญ่ลักษณะการใช้งานอาคารเปลี่ยนแปลงไปบ้างแต่ยังสอดคร้องกับกิจกรรมเดิมจุดมุ้งหมายเพื่อรักษาสภาพทางสถาปัตยกรรม ศิรปเดิมของอาคารและการปรับเปลี่ยนบางส่วนให้ตอบสนองต่อการใช้งานในปัจจุบันไปพร้อมกัน ในส่วนของการ

ออกแบบแสงสว่างควรคำนึงถึงประเด่นต่างๆ เช่น การพิจารณาเพิ่มแสงสว่างเข้าไปในอาคาร เป็นสิ่งแรกที่ต้องสอบถามและสำรวจก่อนนำมาวิเคราะห์ความต้องการใช้แสงสว่างทางด้านการใช้งารของแต่ระห้องและด้านความสวยงามเพื่อหาข้อสรุป

2.7 เกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่าง

2.7.1 หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านเกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนด

เนื่องจากแสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นในการทำให้พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารสามารถใช้งารได้อย่างสมบูลการให้แสงสว่างภายในอาคารอย่างเหมาะสมจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง เพราะนอกจากประโยชน์ด้านพื้นที่แล้ว การให้แสงสว่างที่เหมาะสมยังเป็นการเสริมสล้างความปลอดภัยและยังส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับผู้ใช้อาคารอีกด้วย แต่หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดต่างๆ ด้านแสงสว่างในประเทศลาว นั้นยังไม่มี เหตุนี้จึงได้มีการกำหนดระดับความส่องสว่างที่เป็นมาตฐานจากต่างประเทศเพื่อมาเป็นข้ออ้างอิงและเปรียบเทียบ เช่น 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 และประเภทของชิ้นงาน ตลอดจนเทคนิคต่างๆในการจัดแสดงงาน ทั้งค่าการส่องสว่างโดยเฉลี่ย (Average Illuminance) ซึ่งใช้เพียงค่าเดียว และค่าการส่องสว่างแบบช่วง (Range Illuminance) เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดที่นำมาเป็นหลักในการพิจารณาประสิทธิภาพแสงสว่างในงานวิจัยนี้ ได้แก่ Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE)และ ข้อกำหนดว่าด้วยการปรับปรุงอาคารของห้องการอนุรักษ์มรดกโลก โดย HERITAGE OFFICE OF LUANGPRABAG และ UNESCO พ.ศ. 2535

2.7.2 เกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดโดย CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers)

การให้แสงในพิพิธภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วยค่าการส่องสว่าง สีของแสง ความจ้าของแสง แสงบาดตา แสงเงา รูปแบบวัตถุความปลอดภัย และมั่นคง เป็นต้น รวมทั้งการควบคุมระบบ และความยืดหยุ่นในการใช้งานโดยอ้างอิงจากแนวทางการออกแบบตามกฎเกณฑ์ต่างๆ และกฎ

ของ IESNA การให้แสงสว่างในการจัดแสดงที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องสร้างความสมดุลระหว่างตัวแปรดังกล่าว และกลุ่มคนที่เกี่ยวแต่ละกลุ่มไม่ว่าจะเป็นผู้ดูแลชิ้นงาน ผู้เยี่ยมชม งารแสดง และผู้ออกแบบ

การออกแบบแสงสว่างในพิพิธภัณฑ์ และอาคารแสดงงานศิลปะมีความแตกต่างกันไปตามมุมมองด้านความสำคัญจากรูปแบบการให้แสงวัตถุในพิพิธภัณฑ์มักจะมีความเฉพาะเจาะจงในเรื่องขนาดรูปร่างห้องจัดแสดง สี วิธีการที่เรามองเห็น ระยะเวลาที่เรามองเห็น เทคนิคที่ใช้ในการจัดแสดง และปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่าง

การประเมินผลการแสดงการให้แสงสว่างวัตถุ และแสงในการจัดแสดงจะเกี่ยวข้องกับพลังงงานจากการส่องสว่าง การแผ่พลังงานความร้อนต่ำที่สุดต่อชิ้นงาน เทคนิคที่ใช้กาจัดแสงบาดตาและการควบคุมความจ้าของแสงรอบๆ และที่สำคัญคือ รังสีจากแสงที่เป็นอันตรายต่อชิ้นงานคือ รังสีอินฟาเรด (IR) และรังสีอัลตร้าไวโอเลต (UV) จึงมีการควบคุมรังสีทั้งสอง โดยใช้วัสดุกรองแสงจากแหล่งกำเนิดแสงประเภทต่างๆตามความเหมาะสมค่าระดับความส่องสว่างที่แนะนำสำหรับการใช้งานต่างๆ และปริมาณรังสีอัลตร้าไวโอเลตจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 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.

2.7.3 การกำหนดค่าปริมาณการส่องสว่างสะสมที่มีความเหมาะสม

ค่าปริมาณการส่องสว่าง นั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนซึ่งเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่สิ่งผลต่อการเสียหายของชิ้นงาน ทำให้มีการแบ่งแยกวัสดุของชิ้นงานจัดแสดงตามความอ่อนไหว ต่อการเสื่อมสภาพของวัสดุความสำคัญของควาสัมพันธ์ในการส่องสว่างต่อความไวแสงจะพิจารณาการประเมินผลโดยกำหนดเป็นค่าปริมาณการส่องสว่างสูงสุดที่ชิ้นงาน และการส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานในจำนวนชั่วโมงต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 2.3

2.7.3.1 คุณสมบัติของวัตถุในการดูดซับพลังงานและเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับแสง

แม้ว่าวัตถุเองไม่ค่อยดูดซับพลังงานของแสงแต่สารอื่นๆที่เติมลงไปในกระบวนการผลิตหรือสิ่งปนปื้อนที่ปะปนกันอยู่ในระหว่างการใช้งานเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น ประเภทของวัตถุจัดแสดงที่มีผลกระทบจากแสงสว่างสามารถจำแนกได้ 3 ชนิดคือ

- วัตถุประเภทที่เมื่อได้รับแสงแล้วเกิดความเสียหายหรือเปลี่ยนแปลงเร็วหรือเรียกว่าวัตถุไวแสงส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุตบแต่งภายในเช่น เขาสัตว์ หนังสัตว์ ภาพจิตรกรรม กระดาษ ผ้าโบราณต่างๆ วัตถุเหล่านี้จะต้องอยู่ในห้องที่มีความสว่างไม่เกิน 50 ลักซ์
- วัตถุประเภทที่เมื่อได้รับแสงแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงช้าหรือน้อยหรือเรียกว่าวัตถุไวต่อแสงปานกลางเช่น กระดูก งา เครื่องเขิน ไม้ วัตถุเหล่านี้จะต้องอยู่ในห้องที่มีความสว่างไม่เกิน 200 ลักซ์
- วัตถุประเภทที่เมื่อได้รับแสงแล้วไม่เกิดความเสียหายหรือเรียกว่าวัตถุที่ไม่ไวแสงเช่น แก้ว กระจก หิน ทองสำริด เหลักและปูนปั้น วัตถุเหล่านี้สามารถจัดแสดงและเก็บรักษาในที่มีแสงธรรมชาติได้และสามารถใช้แสงสว่างโดยไม่จำกัดแต่ไม่ควรใช้แสงแดดสาดส่องโดยตรงและไม่ควรอยู่ในที่ที่มีระดับความส่องสว่างเกิน 300 ลักซ์

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงค่าปริมาณการส่องสว่างสูงสุด และการส่องสว่างสะสมในจำนวนชั่วโมงต่อปีตามข้อกำหนดและมาตรฐาน CIBSE

ชนิดของวัสดุชิ้นงาน	ค่าความส่องสว่างสูงสุด (lux)	ระยะเวลาสะสมสูงสุดในการให้แสงแก่ชิ้นงาน (lux – hr/ year)
วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง เช่น ผ้าชนิดต่างๆ เครื่องนุ่งห่ม เส้นใยธรรมชาติ สีน้ำ สีหมึก สิ่งทอ ขนสัตว์ แร่บางชนิด และภาพพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น	50	150,000
วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง เช่น สิ่งทอคงรูป สีน้ำมัน สีฝุ่น สีปูนเปียก หนังที่ไม่ได้ย้อม งาช้าง ไม้ พลาสติก และแล็กเกอร์ เป็นต้น	200	600,000
วัตถุต่าง ๆที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย พวกโลหะและหินต่างๆ เช่น เหล็ก แก้ว กระจกและเซรามิกเป็นต้น	ขึ้นกับการจัดแสดง	ขึ้นกับการจัดแสดง

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

2.7.3.2 **พื้นผิวภายในห้อง** (Room Surfaces) พื้นผิวภายในห้องจัดแสดงนั้นเกี่ยวเนื่องกับค่าการสะท้อน (Reflectance) ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการให้แสงสว่าง โดยแบ่งพื้นผิวที่สำคัญออกเป็น 3 ส่วนสำหรับการใช้งานโดยทั่วไปเพื่อางประสิทธิภาพของการให้แสงสว่าง ดังนี้

พื้นผิวฟฝาเพดานเป็นส่วนที่มีผลกระทบต่อการส่องสว่างน้อยที่สุด การวัดปริมาณความส่องสว่างของฝ้าเพดานจะทำการวัดปริมาณเฉลี่ยโดยทั่วไปในระนาบแนวนอน โดยมีค่าการสะท้อนอยู่ใน ช่วง 0.3-0.9 แต่ส่วนใหญ่แล้วควรออกแบบฝ้าเพดานให้มีค่าการสะท้อนมากกว่า 0.6 หรือให้มีปริมาณค่าความ ส่องสว่างอย่างน้อย 50 ลักส์

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 2.4

ตารางที่ 2.4 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

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

2.7.2 ข้อกำหนดว่าด้วยการปรับปรุงอาคารของห้องการอนุรักษ์มรดกโลก

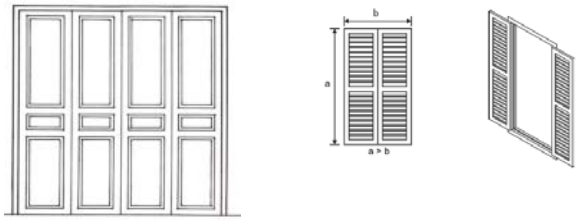
พิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง ตั้งอยู่ใจกลางของเมืองหลวงพระบาง ประเทศลาว ซึ่งนอนอยู่ในเขตปกปักรักษาของเขตอานุรักษ์มรดกโลก และยังเป็นหนึ่งในอาคารที่ประกอบเป็นเอกระสารเพื่อเสนอให้พลวงพระบางเข้าในมรดกโลกขององการ UNESCO โดยอิงตามข้อกำหนดใน มาตรา 3 ว่าด้วยข้อบังคับเกี่ยวกับอาคาร"การดัดแปลงอาคารที่มีเอกลักษ์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ลักน้อยโดยให้กำหนดเป็นแต่ละกรณีผ่านการเห็นดีของห้องการมรดกห้ามทุบหรือรื้อถอนอาคารเด็ดขาด"

2.7.2.1 ข้อกำหนดด้านรูปทรงภายนอกอาคาร

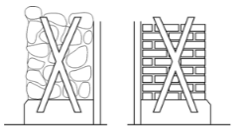
- **การปรับปรุงหลังคาอาคาร**: หลังคาอาคารที่ได้ขึ้นบัญชีมรดกแล้วจะต้องดัดแปลงโดยนับถือความชันของหลังคาเดิมของประเภทสถาปัตยกรรมอาคารดังกว่านั้นด้วยวัสดุก่อสร้างที่มีเอกลักษณ์คล้ายครึงกับที่ใช้เมื่อเวลาก่อสร้าง

- **ข้อกำหนดช่องเปิด(ประตู หน้าต่างง ช่องแสงสว่าง)**:ไม้เป็นวัสดุที่ให้นำมาใช้ก่อนวัสดุอื่น ห้ามไม่ให้ใช้ประตู-หน้าต่างที่เป็นอลูมีเนียมหรือเหล็กหากมีการปรับปรุง หรือปรับเปรียนต้องให้อยู่ในรูบเอกลักษณ์เดิม ในกรณีข้อยกเว้นพิเศษสำหรับกรอบบานไม้ติดกระจกสามารถเพิ่มเติมได้โดยให้อยู่ด้านในของช่องเปิด

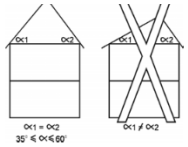
- **ข้อบังคับสำหรับผนัง**: ทุกวัสดุก่อสร้างที่ปรากฏให้เห็น(นอกจากไม้และไม้ใผ่)ต้องให้โบกผนังด้านนอกและผนังขั้นห้องของอาคาร การปรับปรุง หรือปรับเปรี่ยนต้องทำตามแบบดังเดิมด้วยวัสดุก่อสร้างที่มีเอกลักษณ์คล้ายครึงกับที่ใช้เมื่อเวลาก่อสร้าง



ภาพที่ 2.12 ข้อบังคับลักสณะและสัดส่วนของประตูและหน้าต่าง



ภาพที่ 2.13 ข้อบังคับสำหรับ



ภาพที่ 2.14 ข้อบังคับสำหรับหลังคา

ที่มา: หนังสือแผนปกปักรักษา และทำให้มีคุนค่า หนังสือ **ประเภทสถาปัตยกรรม**(Hertage Office Of Luangprabang and UNESCO, ภาษาลาว, 2535):32-33

2.8 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการให้แสงสว่างในพิพิธภัณฑ์นั้นพบว่ามีการศึกษาในหลากหลายรูปแบบโดยมีการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป และใกล้เคียงกัน ได้แก่, การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างในหอศิลป์ : กรณีศึกษา พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย โดย วรากุล ตันทนะเทวินทร,การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิป์จามจุรีโดย ผศ.พรรณชลัท สุริโยธิน และนายการุณย์ ศุภมิตรโยธิน เทคนิคการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารแสดงภาพเขียนในเขตร้อนชื้นโดย กุลศรี สุริยเดชสกุล, เทคนิคการให้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านบน โดย น.ส.ปัทมาพร ศิริผลวุฒิชัย, การนำเสนอผลการวัดระดับค่าความส่องสว่างในพิพิธภัณฑ์จัดแสดงงานศิลปะในกรุงวอชิงตันดีซีโดย Julio M. del Hoyo-Melndeza,และคณะและการประยุกต์ใช้ แสงประดิษฐ์ในอาคารประวัติศาสตร์ :กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์แห่งชาติพระณารโดยนายวณัฐตันประเสริฐมีรายะเอียดดังนี้

2.8.1 **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย** โดย ผศ.พรรณชลัท สุริโยธิ น และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิ น (2547)

งานวิจัยนี้ทำศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่าง ในอาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ให้ที่เป็นหอศิลป์จามจุรีเพื่อจัดแสดงงานศิลปะ ซึ่งเดิมไม่ได้ออกแบบมาสำหรับการแสดงงานศิลปะโดยเฉพาะทำให้ทั้งแสงสว่างธรรมชาติ และแสงไฟฟ้าไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ในการจัดแสดงชิ้นงานก่อให้เกิดความไม่สบายตาแก่ผู้ชม ไม่สวยงามไม่ดึงดูดความสนใจตลอดจนแสงธรรมชาติที่เข้ามาทางช่องเปิดด้านข้างนั้นมีมากเกินไปทำให้ชิ้นงานจัดแสดงเสื่อมสภาพ และทำให้ลดคุณค่าของชิ้นงานลงอีกด้วย ในการศึกษาการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในหอศิลป์ นั้นได้เสนอแนวทางในการออกแบบที่มีปัจจัยที่ทำการพิจารณา ซึ่งประกอบด้วยประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการออกแบบการให้แสงสว่างภายในหอศิลป์การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรม การให้แสงสว่างในส่วนจัดแสดงการอนุรักษ์วัตถุจัดแสดงการให้แสงเพื่อการจัดแสดงพิเศษ การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพการดูแลรักษาและค่าใช้จ่ายส่วนตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของแสงสว่างนั้นจะให้ความสำคัญกับค่าปริมาณการส่องสว่าง ในช่วงเวลากลางวันและเวลากลางคืนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพแหล่งกำเนิดแสงและวิธีการให้แสงที่สอดคล้องกับองค์ประกอบสถาปัตยกรรม

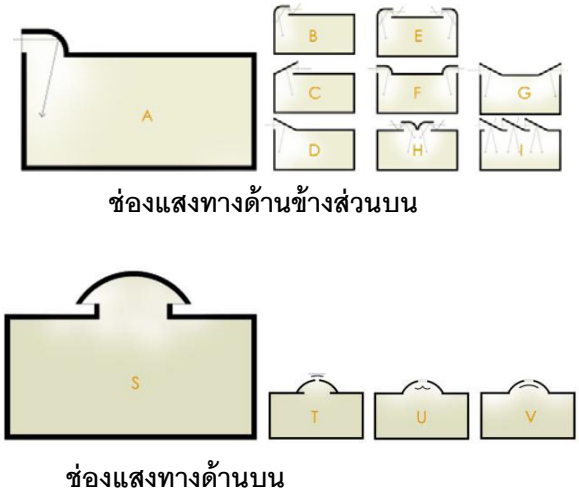
ในการวิจัยนั้นทำการศึกษาเฉพาะห้องนิทรรศการชั้น 1 ห้องเดียวโดยทำการสำรวจสภาพจริงของห้องจัดแสดง นำข้อมูลนั้นมาทำการจำลองด้วยโปรแกรม Light scape แล้วนำข้อมูลที่ได้มา

วิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และเสนอเทคนิคปรับปรุงตามความเหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดความสบายตาแก่ผู้ชม ไม่ทำลายชิ้นงาน และแสดงคุณค่าของชิ้นงานให้โดดเด่น โดยการอ้างอิงกับเกณฑ์ มาตรฐานและข้อกำหนดที่นำมาเป็นหลักในการพิจารณาในงานวิจัยนี้ส่วนใหญ่อ้างอิงจากมาตรฐานของ Chartered Institution of Building ServicesEngineers (CIBSE) และ Illuminating Engineering Society (IES)

2.8.2 **การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างในหอศิลป์ : กรณีศึกษา พิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย** โดยน .ส. วรากุล ตันทนะเทวินทร

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัถุประสงค์ในการศึกษาการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพขอแสงสว่างในเชิงปริมาณ และคุณภาพโดยทำการศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่างๆ อันเป็นอันตรายต่อชิ้นงานซึ่งประกอบด้วยประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการจัดแสดง (Mode of Lighting) การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรม (Architectural Integration) การให้แสงสว่างในหอศิลป์ (Gallery Lighting) การใช้พลังงานของแหล่งกeเนิดแสง (Lighting Power Density) และความร้อน (Heat) เป็นต้นอีกทั้งอ้างอิงกับมาตรฐานและข้อกำหนด ในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลได้แก่Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) และChartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) โดยการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในหอศิลป์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่างตามแบบที่ผู้ออกแบบแสงสว่างกำหนดการประเมินประสิทธิ ภาพของแสงสว่างในการศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นปัจจัยที่สำคัญ ในการส่องสว่างซึ่งประกอบด้วยปริมาณค่าความส่องสว่าง (Illuminance) ที่เหมาะสมตามประเภทวัสดุชิ้นงานที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูงปานกลางและต่ำคือ50 lux, 200 lux และไม่ระบุค่าตามลำดับปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน (Accumulated Illuminance Level) คือ 50,000-150,000 lux-hr/year, 480,000-600,000 l lux-hr/year และไม่ระบุค่าตามลำดับค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ (Contrast) ที่ทำให้มองเห็นความต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพอย่างน้อย 2 :1 ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิววัสดุ (Reflectance) ที่ทำให้ห้องค่อนข้างสว่างมีอัตราส่วนระหว่างฝ้าเพดาน : ผนัง : พื้นคือ 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 2535สำหรับอาคารชุมนุมคนคือ 18 watt/sq.m. รวมถึงมาตรฐานและข้อกำหนดของ ASHRAE ที่กาหนดสำหรับการจัดแสดง คือ 11watt/sq.m. และความปลอดภัย (Safety)

จากการศึกษาพบว่าลักษณะแสงสว่างภายในพบข้อบกพร่องด้านแสงสว่างในห้องจัดแสดงทั้ง 4 ห้อง จึงได้เสนอแนวทางเลือกในการปรับปรุงข้อบกพร่องในส่วนต่างๆ เช่น การปรับหรี่แสงของหลอดไฟตามความเหมาะสมกับการจัดแสดง การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง และการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติเข้ามาในลักษณะแสงสะท้อน ในลักษณะที่เหมาะสม เป็นต้น ซึ่งทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่าง ปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงาน และพื้นภาพ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิววัสดุ ความเหมาะสมสำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป แสงเงา และกำลังไฟฟ้า



ช่องแสงทางด้านข้างส่วนบน

ช่องแสงทางด้านบน

- แสงที่เกิดขึ้นเป็นแสงสะท้อน
- บริเวณใกล้ช่องแสงมีความสว่าง
-ไม่มีแสงบาดตาหรือแสงจ้า

- แสงที่เกิดขึ้นฟุ้งกระจายสม่ำเสมอตามแนวช่องแสง
- แสงเงามีความนุ่มนวล
- ไม่มีแสงบาดตาหรือแสงจ้า

ภาพที่ 2.15 รูปแบบช่องเปิดต่างต่างๆ

ที่มา: วรากุล ตันทนะเทวินทร์: **การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างในหอศิลป์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย** วิทยานิพนท์ปริญญามหาบัณิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553

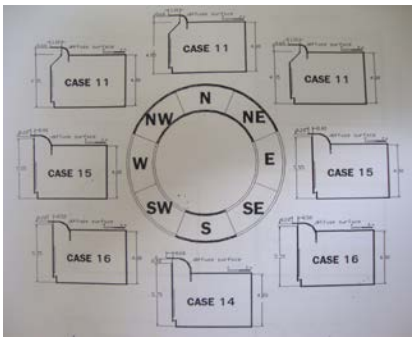
2.8.3 เทคนิคการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารแสดงภาพเขียนในเขตร้อนชื้น

โดย น.ส.กุลศรี สุริยเดชสกุล (2542)

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง วึงทำการศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิผลต่อการใช้แสงธรรมชาติ และศึกษาหาเทคนิคในการใช้แสงธรรมชาติในอาคารพิพิธภัณฑ์ภาพเขียนเขตร้อนชื้น ทั้ง 8 ทิศ โดยแบ่งพื้นที่กรณีศึกษาออกเป็น 2 กรุ่มได้แก่ กรุ่มกรณีศึกษาพื้นที่ที่ตั้งอยู่ด้านบนของอาคารและกรุ่มกรณีศึกษาพื้นที่ที่ตั้งอยู่ชั้นล่างและชั้นกลางของอาคาร รวมทั้งหมด 13 จุด โดยทำการทดลองในหุนจำลองมารตราส่วน 1:20 มีขหนาดพื้นที่ทดลองก้วาง 7.00 .ม ยาว 9.00 ม เท่ากัน แต่แตกต่างกันในส่วนของเทคนิคการนำแสงเข้าสู่ภายในอาคาร ที่ถูกออกแบบและพัฒนาจากการศึกษาอาคารตัวอย่างจริง ซึง

วัดความส่องสว่างของแสงที่เป็นสงกระจายภายในที่ระนาบพื้น 7 ตำแหน่ง และระนาบผนัง 6 ตำแหน่ง ภายใต้สภาพท้องฟ้าทั้ง 3 แบบคือ ท้องฟ้าโปร่ง (clear sky) ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน(Partly Cloudy Sky) และท้องฟ้ามีเมฆเต็มท้องฟ้า(Overcast Sky) ในเวลา 8:00 น. 12:00 น. 16:00 น. การประเมินประสิทธิภาพของแสงใช้ระดับความส่องสว่างเฉลี่ยที่ระนาบผนังและระนาบพื้นระหว่าง 62-200 ลักซ์ (DF เท่ากับ 0.43-1.30 %) และ 100 ลักซ์ตามลำดับโดยพิจารณาจากความส่องสว่างภายนอกที่ 15,000 ลักซ์

ผลจากการศึกษาสามารถสรุปรูปแบบกรณีศึกษาได้เป็น 3 กลุ่ม ตามอิทธพลการโคจรของดวงอาทิตย์ กลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับอิทธิพลของแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรงได้แก่ ทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ เทคนิคการนำแสงเข้าในพื้นที่อาคารคือ การออกแบบให้มีขอบสะท้อนแสงภายนอก กลุ่มที่ 2 เป็นกรุ่มที่ได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวันได้แก่ทิศใต้ และกลุ่มที่ 3 เป็นกรุ่มทีได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ต่างกันในช่วงเช้าและช่วงบ่าย โดยมีความแปรปรวนของระดับความสิ่งสว่างคิดเป็น 1% ดังนั้นเทคนิกในการนำแสงเข้ามาในอาคารคือ การออกแบบโดยไม่ต้องมีขอบสท้อนแสงภายนอก และเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ต่างกัน จึงส่งผลให้ช่องเปิดทั้ง 3 กรุ่มมีความแตกต่างกัน โดยมีขนาดช่องเปิดอยู่ที่ 8-25% ของขนาดภาพจัดแสดงนอกจากนี้ ยังได้นำเสนอแนวทางในการนำรูปแบบที่ได้ไปประยุกต์ใช้สำรับพิพิธภัณฑ์ภาพเขียนที่ต้องการจัดแสดงภาพทั้ง 8 ทิศ โดยการหาองค์ประกอบร่วมที่เหมือนกันสำหลับการใช้งานในแต่ระทิศ เพื่อให้ได้มาซึ่งเทคนิคการแสงเข้าสู่อาคารที่เหมาะสมสำหลับการใช้แสงในทุกทิศทาง และใช้วิธีการปรับเปลี่ยนค่าส่องผ่านของกระจกสำหรับปริมาณแสงภายในที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 2.16 แสดงเทคนิคที่เหมาะสมในการนำแสงเข้าสู่อาคารพิพิธภัณฑ์ภาพเขียนในแต่ละทิศ

ที่มา: กุลศรี สุริยเดชกุล: **เทคนิกการใช้แสงธรรมชาติอาคารพิพธภัณฑ์แสดงภาพเขียนเขตร้อนชื้น** วิทยานิพนท์ปริญญามหาบัณิตคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรมหาวิทยาลัยฒ ,2542

2.8.4 **เทคนิคการให้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านบน**โดย น.ส.ปัทมาพร ศิริ ผลวุฒิชัย (2542)

การออกแบบโดยการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร เพื่อลดปริมาณการใช้แสงไฟฟ้านั้นต้องพิจารณาองค์ประกอบหลายประการ เช่นสถานที่ตั้งอาคารทิศทางการวางตัวอาคารรูปทรงสถาปัตยกรรมขนาดและรูปทรงของช่องเปิดวัสดุพื้นผิวอุปกรณ์บังแดดช่วงเวลาในการใช้งานงบประมาณและการาวบคุมความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นต้น ประกอบกับคุณสมบัติของท้องฟ้าประเทศไทยที่เป็นเขตร้อนชื้นนั้นปริมาณสูงธรรมชาติสูงตลอดปีแต่มีปริขมาณความร้อนสูงเข้ามาสูงด้วย

เกณฑ์ในการกำหนดแนวทางในการาวบคุมแสงสว่างธรรมชาติ นั้นจะพิจารณาในเรื่องระดับค่าความส่องสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งานความสม่ำเสมอของแสงสว่างระดับค่าความส่องสว่างต่ำสุด – สูงสุดภายในอาคารโดยที่ระดับค่าความส่องสว่างสูงสุดไม่เกิน 3 เท่าของค่าต่ำสุด และการประเมินผลของโมโนกราฟที่ทดสอบกับหุ่นจำลองเพื่อประเมินาวามแม่นยำในการใช้เทคนิคในการออกแบบในรูปแบบของโมโนกราฟ

เทคนิคในการให้แสงธรรมชาติ ผ่านช่องแสงด้านบนสำหรับสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้นนั้นช่องแสงทางด้านบนส่วนใหญ่จะอยู่ที่จุดบนสุดของอาคาร ไม่ว่าจะเป็นบริเวณชั้นดาดฟ้าหรือหลังคาอาคาร จะต้องคำนึงถึงการาวบคุมการแผ่รังสี และแสงสว่างที่ส่องมาโดยตรงของดวงอาทิตย์การควบคุมปริมาณแสงสว่างการควบคุมปริมาณความร้อนโดยให้เข้ามาน้อยที่สุด ทิศทางการจายแสงธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการตลอดจนการประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติที่ทำให้เกิดความสวยงามดึงดูดความสนใจ ความสบายตา และความรู้สึกต่างๆที่มีต่อแสงที่เข้ามาในอาคาร

2.8.5 **เทคนิคการประยุกต์ใช้แสงประดิษฐ์ในอาคารประวัติศาสตร์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์ แห่งชาติพระนคร** โดย นาย วณัฐ ตันประเสริฐ (2548)

การอนุรักษ์อาคารพิพิธภัณฑ์เก่า อันเป็นที่เก็บแสดงชิ้นงานโบราณวัตถุอันทรงคุณค่าที่มีความสำคัญต่อบ้านเมืองนั้นระบบแสงสว่าง จึงมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากที่แสดงความสวยงามความประทับใจการสื่อเนื้อหาการไม่ทำลายชิ้นงาน และการมีส่วนในการกำหนด“ภาพ และความรู้สึก”ในการเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆภายในพื้นที่จัดแสดงเข้าไว้ด้วยกัน

การจัดการระบบแสงสว่างในอาคารเก่า ให้มีการใช้งานได้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ โดยเฉพาะสภาพเดิมที่เป็นข้อจำกัดในการให้แสงสว่างทั้งรูปทรงสถาปัตยกรรมและช่องเปิด ที่ไม่ได้รับการออกแบบเพื่อใช้จัดแสดงงานตั้งแต่แรก เนื่องจากอาคารเดิมเป็นพระราชวังบวรสถานมงคล หรือวังหน้าซึ่งจัดเป็นโบราณสถานสำคัญผิวของอาคารจึงต้องระวังในเรื่องความร้อนเป็นอย่างมากประกอบกับการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคการให้แสงสว่างโดยแสงไฟฟ้าจึงต้องแสดงสภาพบรรยากาศโดยรวมของการติดตั้งทีกลมกลืนไม่แปลกแยกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับอาคาร และการใช้งาน

ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการใช้เทคนิคการให้แสงสว่างโดยแสงไฟฟ้า เช่น ชิ้นงานโบราณวัตถุ เนื้อหาที่ต้องการนำเสนอประวัติความเป็นมาขนาดของห้องจัดแสดง รูปทรงของห้องจัดแสดงคุณสมบัติวัสดุพื้นผิวห้องจัดแสดงระบบสัญจรการเชื่อมต่อข้อมูลแสงธรรมชาติ และข้อมูลแสงประดิษฐ์ที่มีอยู่เดิมเป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงศักยภาพในการปรับเปลี่ยนลักษณะพื้นที่ภายในเพื่อกำหนดรูปแบบ และวิธีให้แสงสว่างที่เหมาะสมในห้องแสดงต่างๆที่มีบรรยากาศ และชิ้นงานที่แตกต่างกันออกไป คือความเหมาะสมของแสงสว่างสำหรับพื้นที่ความเหมาะสมของแสงสว่างสำหรับวัตถุจัดแสดงความสวยงาม และความดึงดูดความสนใจในการสื่อเนื้อหาด้วยแสงสว่าง การางคุณค่าของชิ้นงานความยืดหยุ่นในการใช้งานสำหรับนิทรรศการหมุนเวียน และการดูแลรักษา

2.8.6 การนำเสนอผลการวัดระดับค่าความส่องสว่างในพิพิธภัณฑ์จัดแสดงงานศิลปะในกรุงวอชิงตันดีซี Julio M. del Hoyo-Melndeza, Marion F. Mecklenburga, Maria Teresa Domnech-Carbo (2010)

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเสนอผลการวัดระดับค่าความส่องสว่างในพิพิธภัณฑ์ จัดแสดงงานศิลปะในกรุงวอชิ งตันดีซีซึ่งมีปัญหาที่เกิดจากแสงสว่างหลังจากเปิดใช้อาคารเนื่องจากมีการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารผ่านช่องแสงด้านข้างและด้านบนขนาดใหญ่เป็นผลให้วัตถุจัดแสดงเสียหายจึงได้ติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในอาคารเพื่อวัดระดับค่าความส่องสว่างทุก 10 นาที (เป็นเวลา 24 ชม.ต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ และ 52 สัปดาห์ต่อ 1 ปี) โดยเริ่มวัดตั้งแต่วันที่ 1พฤศจิกายน 2007 ถึง 31 ตุลาคม 2008 ในการศึกษาวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการแบบใหม่ในการกำหนดการให้ แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ร่วมกันในพื้นที่จัดแสดงชิ้นงานซึ่งในปัจจุบันมีแนวโน้มการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในการจัดแสดงมีมากขึ้น

ทำการวัดค่าความส่องสว่างด้วยเครื่องวัดในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ ขึ้น-ตกพบว่าระดับค่าความส่องสว่างสูงถึง 185 lx และในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารระดับค่าความส่องสว่างก็สูงมาก และกว่ามาตรฐานที่กำหนด โดยทำการแบ่งกลุ่มตามระดับค่าความส่องสว่างที่วัดได้ตลอดทั้งปี แตกต่างกันแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

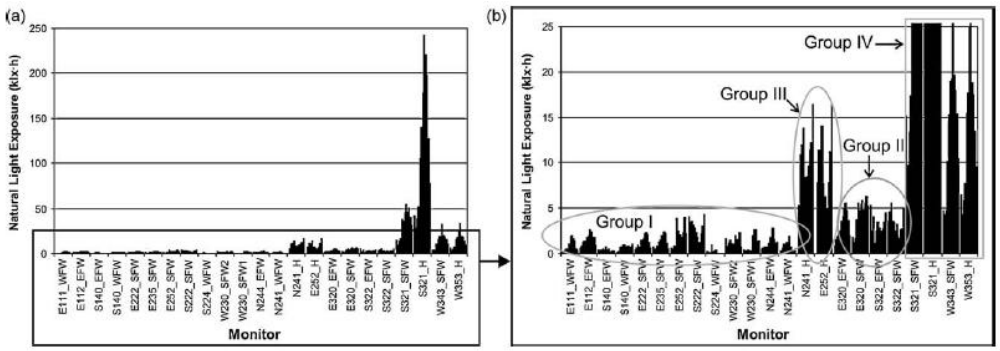
กลุ่มที่ 1 Side-lighted spaces (Vertical Surfaces) 13 จุด

กลุ่มที่ 2 Side-lighted spaces 3 Floor (Vertical Surfaces) 4 จุด

กลุ่มที่ 3 Side-lighted spaces (Horizontal Surfaces) 2 จุด

กลุ่มที่ 4 Top-lighted spaces 3 จุด

จากศึกษาพบว่าส่วนใหญ่ค่าที่วัดได้มีระดับความส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี สูงกว่าเกณฑ์กำหนดไว้เมื่อพิจารณาตามวัสดุของชิ้นงานจัดแสดง อีกทั้งยังได้แสดงการปรียบเทียบนระดับค่าความส่องสว่างสะสมในแต่ละเดือน ณจุดต่างๆที่วัดได้ ดังกราฟ



ภาพที่ 2.17 กราฟแสดงผลจากการวัดความสว่างของอุปกรและการแบ่งกลุ่มตามระดับค่าความส่องสว่างที่วัดได้ตลอดทั้งปี

ที่มา: Julio, M.,and other **An evaluation of daylight distribution as an initial preventive conservation measure at two Smithsonian Institution Museums,** Washington DC, USA ,2010 Journal of Cultural Heritage 12 (2011): 54–64

และยังพบอีกว่าการวัดระดับค่าความส่องสว่างวัดที่ผิวของวัตถุจัดแสดง ซึ่งการให้แสงสว่างส่งโดยตรงที่ชิ้นงานมี ระดับค่าความส่องสว่างมักสูงเกินที่กำหนดการนำเอาแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารทางช่องเปิดนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติได้ เช่น ปลูกต้นไม้ด้านนอกของหน้าต่างเพื่อลดการแผ่รังสี UV หรือทำให้แสงธรรมชาติที่เข้าสู่ภายในอาคารฟุ้งกระจายเป็นต้น จากข้อมูลทั้งหมดนั้นสามารถสรุปตามความเหมาะในแต่ละพื้นที่จัดแสดงที่แตกต่างกันออกไปได้ ทั้งนี้สิ่งที่ต้องคำนึงถึงได้แก่ ประเภทวัสดุการควบคุมระดับค่าความส่องสว่างสะสม และรังสีที่ชิ้นงาน

2.8.7 การปรับปรุงการใช้แสงธรรมชาติในอาคารพิพิธภัณฑ์จันเสน

โดย เบญพร ศักดิ์เรืองแมน 2543

การศึกษานี้เป็นการนำเสนอแนวทางการปรับปรุงภายในอาคารที่มีการใช้งานอยู่ จริง เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่ เกิดจากการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร การศึกษาเริ่มจากการสำรวจอาคาร เพื่อหาข้อดี ข้อเสีย ในเรื่องระดับความส่องสว่าง อัตราความส่องสว่างสะสม ความสม่ำเสมอของระดับความส่องสว่างการปรับสายตา อัตราส่วนระดับความสว่าง ความเปรียบต่างปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลต โอกาสการเกิดแสงแดดกระทบวัตถุ และแสงบาดตา โดยใช้กำหนดต่าง ๆที่เหมาะสมกับการจัดแสดงงานในอาคารพิพิธภัณฑ์ ผลที่ได้นำมาประเมินเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงอาคาร จากการศึกษาพบว่าหัวข้อต่าง ๆ ที่ได้ทำการสำรวจไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งสิ้น ทำให้เกิดความไม่สบายตาและความเสียหายต่อโบราณวัตถุที่จัดแสดง สาเหตุส่วนใหญ่มาจากช่องแสงประตูทางเข้าอาคารทุกทาง และพื้นกับผนังหินอ่อนภายในอาคาร ทำการศึกษาหาแนวทางการปรับปรุงต่าง ๆ แล้วตรวจสอบและประเมินผลแนวทางการปรับปรุงโดยวิธีการจำลองสภาพอาคารด้วยหุ่นจำลอง

จากการศึกษาสามารถสรุปการออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์ปิดบังช่องแสงเหนือระดับสายตาปิดประตูด้านที่ไม่ใช่ทาง เข้า-ออกหลัก ปิดช่องแสงด้านข้างระดับสายตาติดฟิล์มป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต และกั้นห้องบริเวณใกล้ทางเข้าอาคาร ซึ่งจะสามารถแก้ไขปัญหาเรื่องคุณภาพแสงดังกล่าวได้ทุกหัวข้อ แต่ผลจากการปรับปรุงทำให้ภายในอาคารมีระดับความส่องสว่างต่ำกว่าข้อกำหนด จึงต้องใช้แสงประดิษฐ์ช่วยเสริมให้มีระดับความส่องสว่างที่เหมาะสม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นแล้วพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นเทคนิคและวิธีการนำแสงไฟฟ้า และแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารพิพิธภัณฑ์ทั่วไป แต่มีงารวิจัยส่วนน้อยที่ทำการศึกษาพิพิธภัณฑ์ อาคารประวัติศาสที่ตั้งอยู่ในเขตอนุลักษ์มรดกโลก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา การออกแบบการใช้แสงธรรมชาติในพิพิธภัณแห่งชาติหลวงพระบาง ได้แก่การปรับปรุงช่องเปิดด้วยการติฟิล์มกรองแสงเพื่อลดปริมาณแสง ให้แสงสว่างธรรมชาติเข้ามาเป็นแสงสะท้อน ใช้แสงสว่างะรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ เพื่อให้สามารถควบคุมความส่องสว่างได้ตามความต้องการของวัตถุจัดแสดง ทำการออกแบบการให้แสงสว่างภายในอาคารโดยอ้างอิงกับเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดของสากลนำมาเป็นหลักในการพิจารณาในงานวิจัยนี้ได้แก่ CIBSE ในกรณีที่มีการปรับปรุงอาคารเดิมเพื่อปรับเปลี่ยนการใช้งานของอาคาร เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่การอนุรักษ์โบราณวัตถุ ในการประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติจะมีส่วนสำคัญ ซึ่งสามารถนำมาใช้เพื่อตอบสนองวัถุประสงค์ต่างๆในการจัดแสดงได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ใช้วิธีการวิจัยสำรวจ วัดความส่องสะหว่างในห้องจัดแสดงของพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง ประเทศลาว นำมาวิเคราะห์เปลี่ยบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนด และทำการจำลองออกแบบปรับปรุงในห้องที่ปัญหาในการให้ความส่องสว่างกับชิ้นงานจัดแสดง รวมถึงเสนอแนะแนวทางการในการใช้แสงสว่างที่เหมาะสม โดยได้แบ่งขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ได้แก่ ส่วนที่ 1 การทบทวนเกณฑ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแสงสว่างในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง และ ส่วนที่ 2 ลงสำรวจเก็บกำข้อมูลการใช้แสงในพิพิธภัณฑ์มาวิเคราะเปลี่ยบเทียบกับมาตรฐาน เสนอแนะแนวทางในการออกแบบการใช้แสงธรรมชาติ ส่วนที่ 3 ทำการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆเปรียบเทลียบข้อมูลที่ได้จากพิพิธภัณฑ์ และสรุปผล โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 การทบทวนทฤษฎี เกี่ยวกับการใช้แสงธรรมชาติ แสงไฟฟ้า และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบปรับปรุงแสงสว่างในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง

การทบทวนทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแสงสว่างในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง จะอยู่ในขั้นตอนการทบทวนวรรณกรรมซึ่งกล่าวไว้ในบทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนที่ 3 การศึกษาเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติ โดยเน้นเฉพาะการออกแบบแสงสว่างสำหรับการจัดแสดงชิ้นงาน (Display lighting) ในพิพิธภัณฑ์

3.2 วิธีการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา

ในการศึกษานี้ใช้วิธีการสำรวจอาคารจริงโดยการเก็บข้อมูนลักษณะช่องเปิด การติดตั้งดวงโคม ลักษณะการจัดแสดง วัดตถุจัดแสดง และวัดความส่องสว่างโดยรอบ และปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน ภายในห้องที่ทำการศึกษารายละเอียดสำคัญของอาคารกรณีศึกษา และข้อมูลอื่นๆในห้องจัดแสดงที่เลือกมาทำการศึกษาวิจัยมี 6 ห้อง คือ ห้องกรมพิธีการ (โถง) ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต ห้องรับแขกของพระมเหสี ห้องท้องพระโรง ห้องบันทรรม ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี ซึ่งผู้วิจัยต้องทำการเก็บข้อมูลที่จำเป็น โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนสำคัญ ดังนี้

3.2.1 วิธีการเก็บข้อมูลความส่องสว่าง (แสงธรรมชาติ และแสงไฟฟ้า)

3.2.1.1 การวัดความสว่างแบบ Lighting Section contour จากเครื่อง lux meter LX 73

การวัดความส่องสว่างในช่วงเวลา 8:00 น - 16:00 น เป็นระยะเวลา 1 วัน จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าค่าความส่องสว่างที่วัดได้ในช่วงเช้า 8:00 น - 16:00 น (เป็นช่วงเวลาที่ทำการเปิดพิพิธภัณฑ์) นั้นจะมีค่าความสว่างเฉลี่ยสูงสุดในเวลา 10:00 น และในช่วงบ่าย ค่าความสว่างเฉลี่ยสูงสุด 14:00 น. จึงได้ทำการวัดความส่องสว่างในสองช่วงเวลานี้ ในห้องจัดแสดงที่นำมาศึกษาโดยใช้เครื่องมือ

3.2.1.2 บันทึกค่าความสว่างสะสม มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) HOBO data logger

บันทึกค่าความสว่างสะสมที่ชิ้นงานแบบต่อเนื่องตามแนวตั้ง เนื่องจากข้อจำกัดด้านอุปรกรณ์ จึงทำการทำการติดตั้งเฉพาะห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต บนภาพจิตรกรรมฝาผนัง(สีน้ำ)และห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสี เป็นระยะหนึ่งเดือน

3.2.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงาน

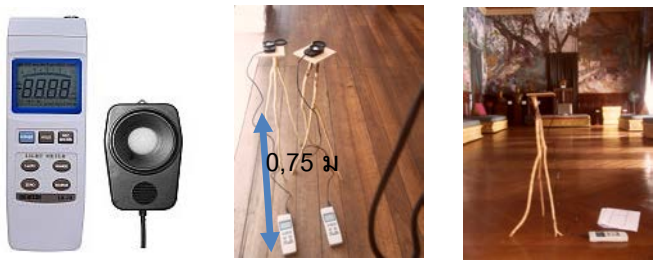
- วิธีการจัดแสดง
- ประเภทวัสดุของชิ้นงาน และขนาดของชิ้นงาน

3.2.1.4 องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม

- ขนาดของห้องจัดแสดง
- วัสดุพื้นผิวในห้องจัดแสดง
- ช่องเปิดของอาคาร
- ลักษณะของฝ้าเพดาน

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

3.2.2.1 **ลักซ์มิเตอร์** (lux meter LX 73) ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำเครื่องมือวัดแสงที่อ่านค่าความสว่าง มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) ซึ่งได้ทดลองแล้วว่าเครื่องมีความเหมาะสมในการใช้งาน



ภาพที่ 3.1 อุปกรณวัดแสงลักซ์มิเตอร์ รุ่น LX 73

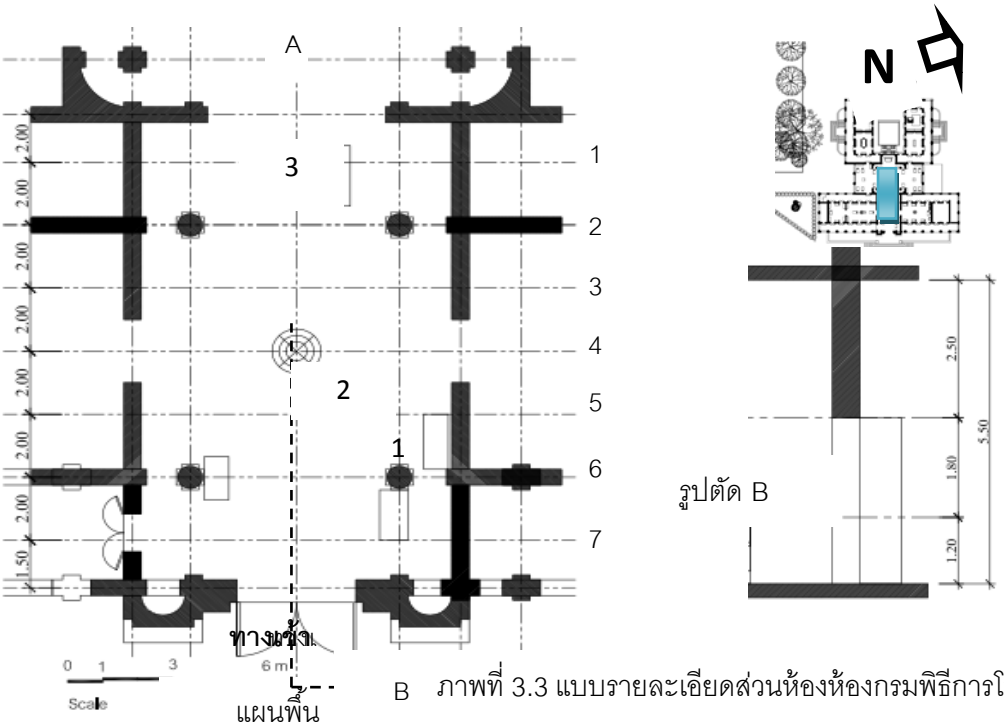
3.2.2.2 HOBO data logger ใช้ในการบันทึก ค่าความชื้น อุณหภูมิ และ ค่าความสว่างสะสม มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux)

ภาพที่ 3.2 อุปกรณบัณทึกคาวมสว่างสะสม Hobo light รุ่น U12-021

3.2.3 ขั้นตอนการวัดค่าความสว่างในห้องจัดแสดง

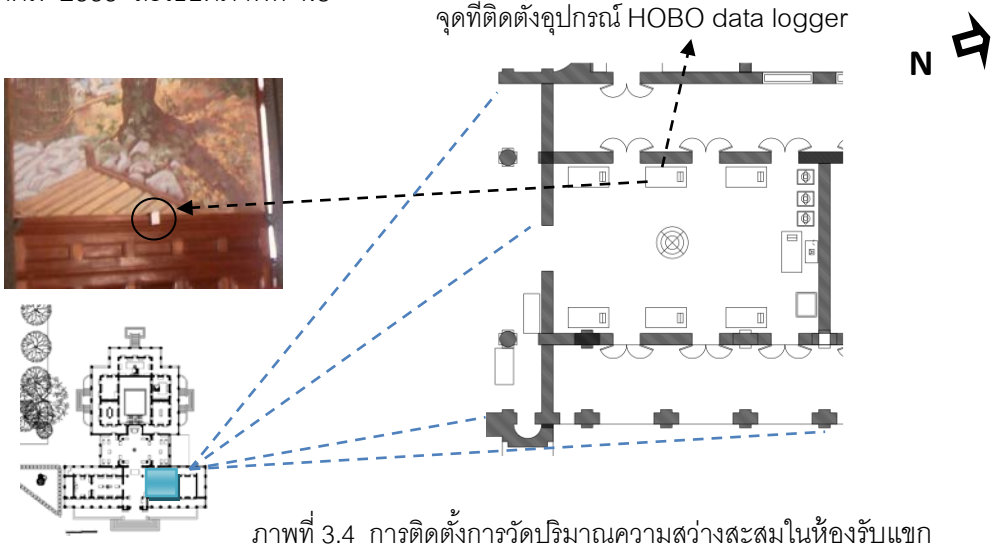
3.2.3.1 ตัวอย่างวิธีการวัดค่าความสว่างในห้องจัดแสดงกรมพิธีการ(โถง)

ในขั้นตอนการวัดความส่องสว่างโดยรอบจากห้องจัดแสดงที่นำมาศึกษานั้นมีวัตถุจัดแสดง ลักษณะของช่องเปิด ขนาดของห้องที่แตกต่างกันเพราะฉนั้นในการวัดความส่องสว่างนั้นจะใช้แบบ Lighting Section contour ซึ่งมีการวัดแบบ 3 จุด 5, 7, 9, และ 15 จุด ตามความเหมาะสมของแต่ห้อง โดยใช้ลักซ์มิเตอร์ (lux meter LX 73) ที่สามารถอ่านค่าความสว่างได้ตั้งแต่ 10 ถึง 200.000 ลักซ์ มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux)



ภาพที่ 3.3 แบบรายละเอียดส่วนห้องห้องกรมพิธีการโถง

ห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิตนี้มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงทางด้านข้างคือ ผนังทางทิศตาวันออก และทิศใต้ วัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุไม้ผิวมัน และชิ้นงานจัดแสดงประติมากรรม 3 ชิ้น คือ รูปหล่อครึ่งองค์ของเจ้ามหาชีวิตอุ่นคำ เจ้ามหาชีวิตสักรินทร์ เจ้ามหาชีวิตศรีสว่างวงศ์ และเจ้ามหาชีวิตศรีสว่างวัฒนา ซึ่งทั้งหมดนี้หล่อมาจากประเทศฝรั่งเศส และยังมีภาพจิตรกรรมฝาผนังเกี่ยวกับวิถีชีวิตชาวลาว ภาพวิวทิวทัศน์ ภาพงานประเพณี โดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานภาพจิตรกรรมฝาผนังสูงจากพื้น 1.20 ชม ในช่วงวันที่ 1-30 ธันวาคม 2555 ละเอียดภาพที่ 4.3



ภาพที่ 3.4 การติดตั้งการวัดปริมาณความสว่างสะสมในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

3.2.3.3 การนำข้อมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIBSE

ทำการบันทึกความส่องสว่างสะสมต่อเนื่องที่ชิ้นงานใน 1 เดือนโดยเครื่อง HOBO Light และวัดความส่องสว่างโดยรอบในช่วงเวลา 10:00 น และ14:00น แล้วนำมา plot ในโปรแกรม HOBO wareและนำไปจัดเลียงใน Microsoft Excel หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ มาตรฐานที่กำหนดแนวทางในการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับการการจัดแสดงชิ้นงานจากหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล 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) Illuminating Engineering Society (IES) South African National Standards (SANS) New Zealand Standard (NZS) แต่มาตรฐานที่เลือกมาใช้ในงารวิจัยนี้คือ มาตรฐาน Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) เพราะมีความยืดยุ่นในการใช้งานสำหรับพิพิธภัณฑ์

3.3 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่าง ๆในการให้แสงสว่าง

การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10 เริ่มจากการเก็บข้อมูลอาคารมาวิเคราะห์ เสนอแนะในวทางในการปรับปรุงออกแบบการให้แสงสว่างและกำหนดสมมติฐานในแต่ละส่วนห้องจัดแสดง เพื่อให้ได้ผลการทดลองภายใต้ขอบเขตของปัญหาที่ชัดเจน ประเมินสิทธิภาพการให้แสงสว่างโดยอ้างอิงข้อมูลจากเกณฑ์ และมาตรฐานในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล และเสนอแนะแนวทางการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมต่อไป ซึ่งในส่วนนี้สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 3 ระยะ คือ กำหนดสมมติฐานในแต่ละห้องจัดแสดงที่ทำการวิจัย และจำลองออกแบบสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดง มีรายละเอียด ดังนี้

3.3.1 จำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่าง ๆที่ทำการศึกษา

การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่างจาก เช่น ระดับการส่องสว่าง ค่าความสม่ำเสมอของแสง ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานเป็นต้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10 นั้นสามารถปรับแก้ค่าของตัวแปรที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่าง และสามารถใช้กับดวงโคม และหลอดไฟจากบริษัทผู้ผลิตต่างๆได้อย่างหลากหลายเนื่องจากสามารถดาวน์โหลดข้อมูลของแต่ละบริษัทผู้ผลิตได้ นอกจากนั้นโปรแกรม DIALux 4.10 นั้นยังเป็นที่ยอมรับในเรื่องความแม่นยาของข้อมูลค่อนข้างสูง ประกอบกับการใช้งานที่ง่ายทำให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายอีกด้วย ส่วนประกอบของโปรแกรมที่เกี่ยวเนื่องกับขั้นตอนในการจำลองมีรายละเอียด ดังนี้

3.3.2 การป้อนข้อมูลในโปรแกรม

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

- ข้อมูลสำคัญในการจำลองสภาพแสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า

การจำลองสถานการณ์แสงสว่างในห้องจัดแสดงที่มีการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า ได้แก่ กมพิทีการ(โถง) ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต ห้องรับแขกของพระมเหสี ห้องท้องพระโรง นั้นได้กำหนดวันสำคัญ 3 วันในการจำลองสภาพแสงสว่างในช่วงเวลาจัดแสดง ซึ่งทำ

การจะลองในช่วงเวลาที่มีปริมาณแสงมากสูงสุดได้แก่ 10:00 น.และ 14:00 ของวันที่ 21 มีนาคม (Equinox ซึ่งมีสภาพท้องฟ้าเหมือนกับวันที่ 21 กันยายน) วันที่ 21 มิถุนายน (Soltice) และวันที่ 21 ธันวาคม (Soltice) โดยทำการจำลองในช่วงวันและเวลาดังกล่าวในสภาพท้องฟ้า 2 ลักษณะ คือท้องฟ้าแจ่มใส่ (Clear sky) และสภาพท้องฟ้าหลัว (overcast sky) และวัดค่าการส่องสว่างที่ระนาบทำงาน (Work Plane) สูง 0.75 เมตร[1] เพื่อให้ได้ค่าความส่อสว่างสะสมใน 1 ปี

3.3.2 สรุปวิเคราะห์ผลการทดลอง และเสนอแนวทางในการออกแบบที่เหมาะสม

การสรุปวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10 ที่ให้ค่าของตัวแปรได้ เช่น ระดับค่าการส่องสว่าง ระดับค่าการส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน ค่าความสม่าเสมอของแสงสว่าง เป็นต้น โดยอ้างอิงข้อมูลกับเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลจาก 2 หน่วยงาน คือ Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) และChartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) โดยเน้นเฉพาะสำหรับการใช้งานภายในอาคารจัดแสดงงานในพิพิธภัณฑ์ เช่น การจัดแสดงตามความเหมาะสมกับประเภทชิ้นงานทั้งงานจิตรกรรมและงานประติมากรรม และการจัดแสดงตามความเหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน เป็นต้น

การเสนอแนวทางในการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมในส่วนห้องจัดแสดง โดยทางเลือกในการปรับปรุงที่เหมาะสมนั้นจะพิจารณาวิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสม ความเหมาะสมของการจัดแสดงชิ้นงานแต่ละประเภท ลักษณะชิ้นงานที่เหมาะสม ค่าความเปรียบระหว่างชิ้นงาน

---

1 น .ส. วรากุล ตันทนะเทวินทร **การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างในหอศิลป์** : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย 2553

บทที่ 4

ผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สำรวจ วิเคราะห์ และประเมินผลการใช้แสงธรรมชาติภายในบริเวณส่วนจัดวางแสดงงาน และเพื่อศึกษาเทคนิคทางด้านการให้แสงสว่างธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ให้กับพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง โดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างและปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน ภายในห้องจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า และการให้แสงไฟฟ้าในการจัดแสดง ทำการวิเคราะห์และเปลี่ยบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดจากหน่วยงานนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เช่น Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) โดยเน้นเฉพาะสำหรับการใช้งานภายใน อาคารจัดแสดงงานโดยการศึกษาวิจัยนี้จะมุ่งเน้นในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ในการส่องสว่าง โดยเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยต่อชิ้นงานเป็นสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยระดับความส่องสว่าง ค่าความส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี และวัสดุของตัวชิ้นงาน รวมถึงองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม และการวางตัวของอาคารที่ส่งผลต่อแสงธรรมชาติอีกด้วย

ทำการวัดบันทึกข้อมูลจากแสงสว่างและจำลองการออกแสงสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10 ภายในห้องจัดแสดงมีทั้งหมด 6 ห้องได้แก่ กรมพิธีการ(โถง) ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต ห้องรับแขกของพระมเหสี ห้องท้องพระโรง ห้องบรรทม ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี โดยแสดง ผลจากการสำรวจวัดค่าแสงสว่างทั่วห้องและบันทึกความส่องแสงสว่างสะสมที่ชิ้นงาน 2 ห้องได้แก่ ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิตและ ห้องรับแขกของพระมเหสี ดังนี้

ส่วนที่ 1 รายละเอียด ข้อมูลจากการสำรวจ และ ผลผลการวัดแสงสว่างในส่วนของธรรมชาติในส่วนของกรมพิธีการ(โถง)

ส่วนที่ 2 รายละเอียด ข้อมูลจากการสำรวจ ผลการวัดแสงสว่างและความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานในของ ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต)

ส่วนที่ 3 รายละเอียด ข้อมูลจากการสำรวจ ผลการวัดแสงสว่างและความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานในส่วนของ ห้องรับแขกของพระมเหสี

ส่วนที่ 4 รายละเอียด ข้อมูลจากการสำรวจ และ ผลการวัดแสงสว่างในส่วนของ ห้องท้องพระโรง

ส่วนที่ 5 รายละเอียด ข้อมูลจากการสำรวจ และ ผลการวัดแสงสว่างแสงประดิษฐ์ในส่วนของ ห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

ส่วนที่ 6 รายละเอียด ข้อมูลจากการสำรวจ และ ผลการวัดแสงสว่างแสงประดิษฐ์ในส่วนของ ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

จากการวัดผลของแสงสว่างในห้องจัดแสดง โดยการวัดค่าการส่องสว่างนั้น จะทำการวัดที่ระนาบทำงาน (Work Plane) คือ 0.75 เมตร ผลการวิจัยซึ่งแสดงไว้ ในตารางนั้นแทนค่าสัญลักษณ์ดังนี้

Emax = ค่าความส่องสว่างสูงสุด (Maximum Illuminance, lux)

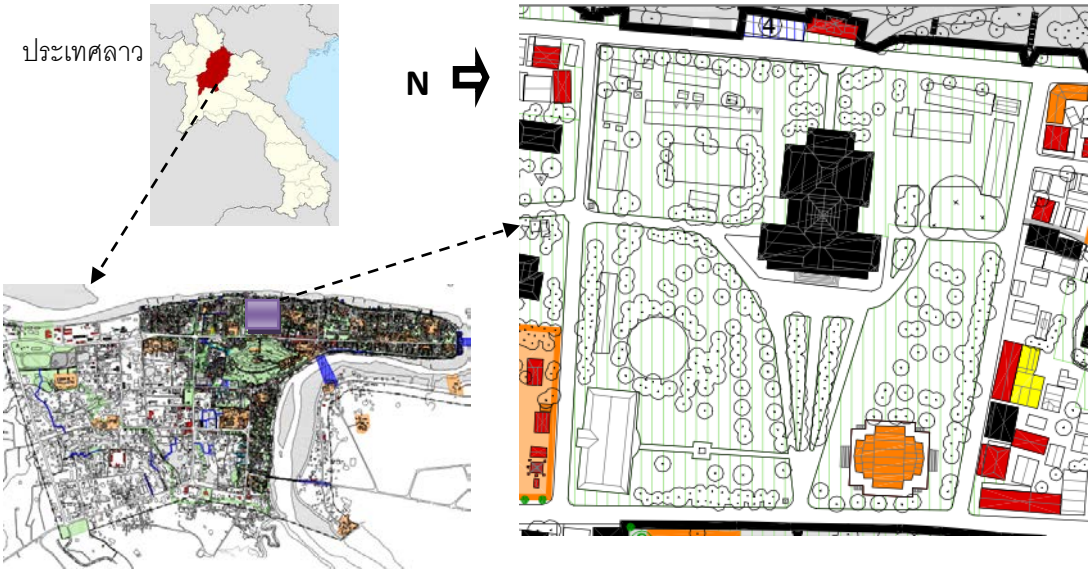
Emin = ค่าความส่องสว่างต่ำสุด (Minimum Illuminance, lux)

Eave = ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ยภายในห้อง (Average Illuminance, lux)

E = ค่าความส่องสว่างสะสมตลอดปี (Illuminance Value Accumulated, lux-hr/year โดยวัดเฉพาะชิ้นงาน (Eave ของชิ้นงาน x 8 x 365 lux-hr/year)

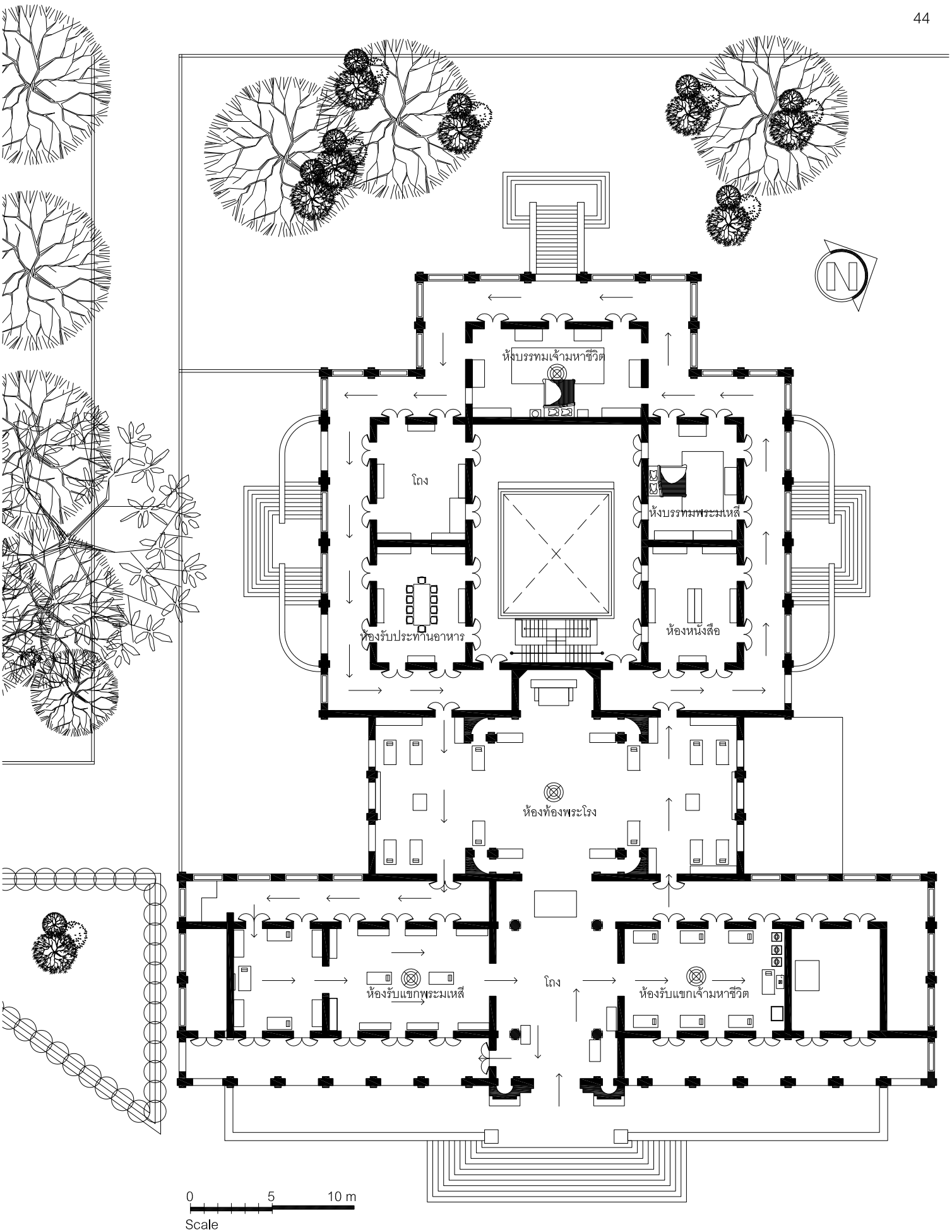
4.1 การสำรวจอาคาร

พิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง ตั้งอยู่ใจกลางของเมืองหลวงพระบาง ประเทศลาว ซึ่งนอนอยู่ในเขตปกปักรักษา Zpp Ua ของเขตอานุรักษ์มรดกโลก และยังเป็นหนึ่งในอาคารที่ประกอบเป็นเอกสารเพื่อเสนอให้พลวงพระบางเข้าในมรดกโลกขององการ UNESCO โดยอิงตามข้อกำหนดใน มาตรา 3 ว่าด้วยข้อบังคับเกี่ยวกับอาคาร "การดัดแปลงอาคารที่มีเอกลักษณ์ สามารถเปรี่ยนแปงได้เล็กน้อยโดยให้กำหนดเป็นแต่ละกรณีผ่านการเห็นดีของห้องการมรดกห้ามทุบหรือรื้อถอนอาคารเด็ดขาด"

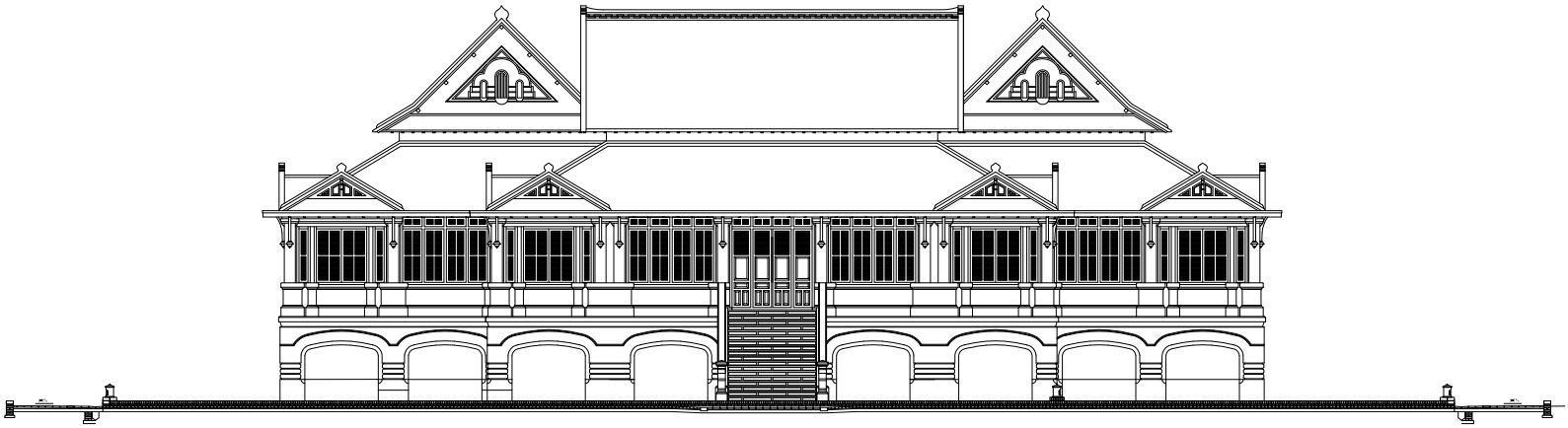


ภาพที่ 4.1 แผนผังที่ตั้งและแผนผังรวมพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง

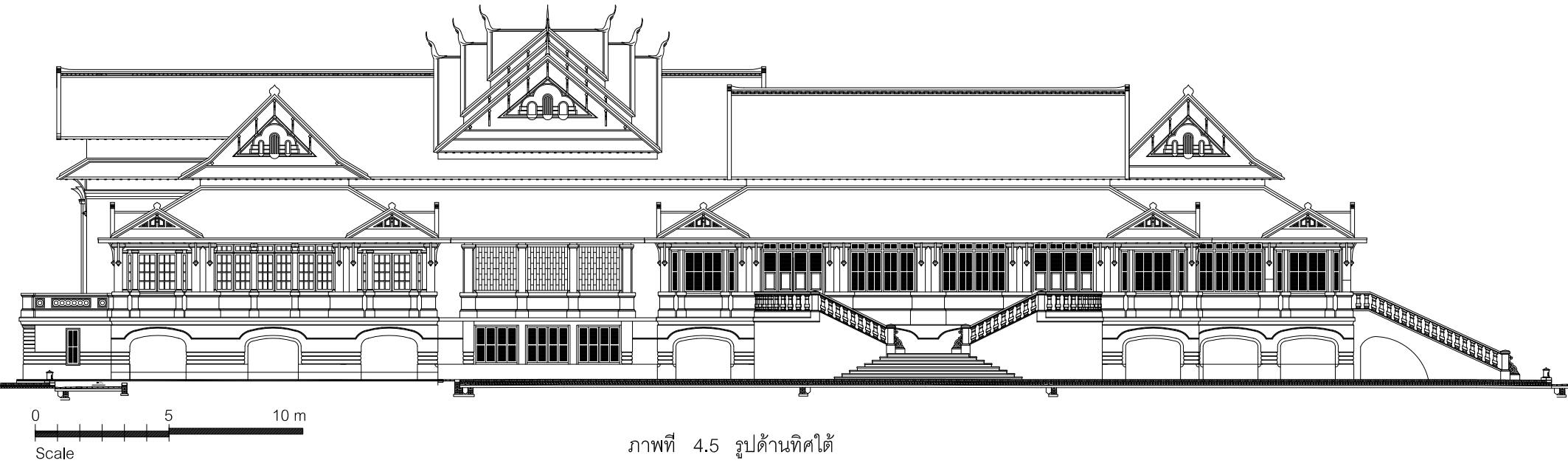
ที่มา: หนังสือแผนปกปักรักษา และทำให้มีคุนค่า หนังสือ **ประเภทสถาปัตยกรรม**(Hertage Office Of Luangprabang and UNESCO, ภาษาลาว, 2535):5



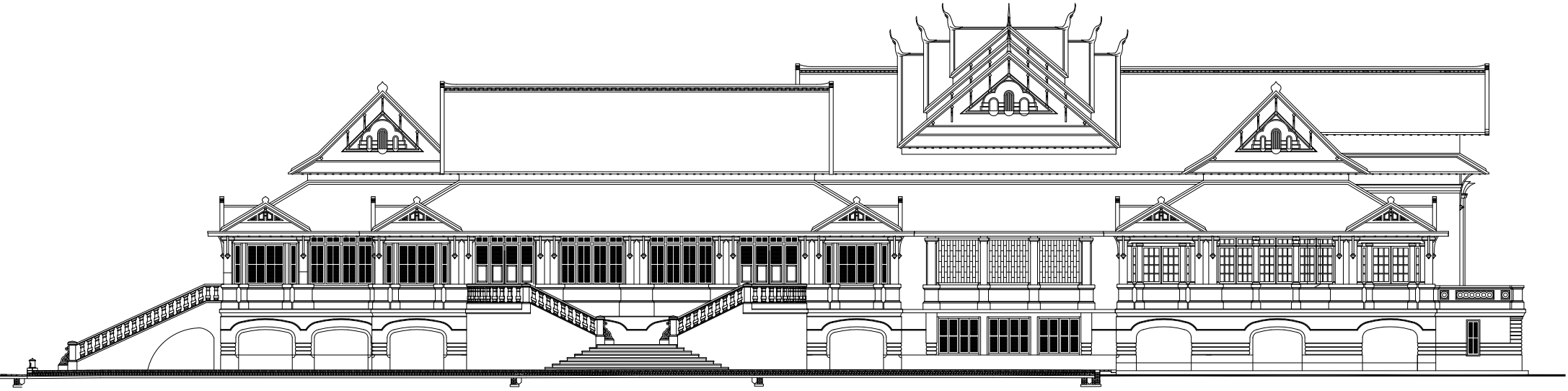
ภาพที่ 4.2 แผนผังพิพิภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง



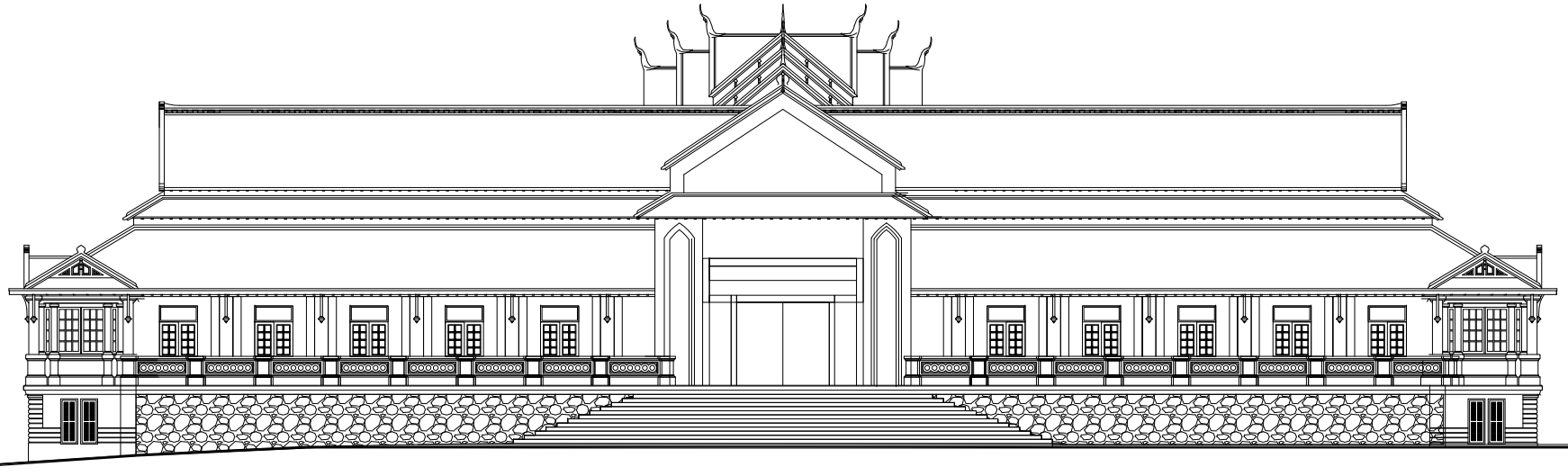
ภาพที่ 4.6 รูปด้านทิศตะวันตก



ภาพที่ 4.5 รูปด้านทิศใต้

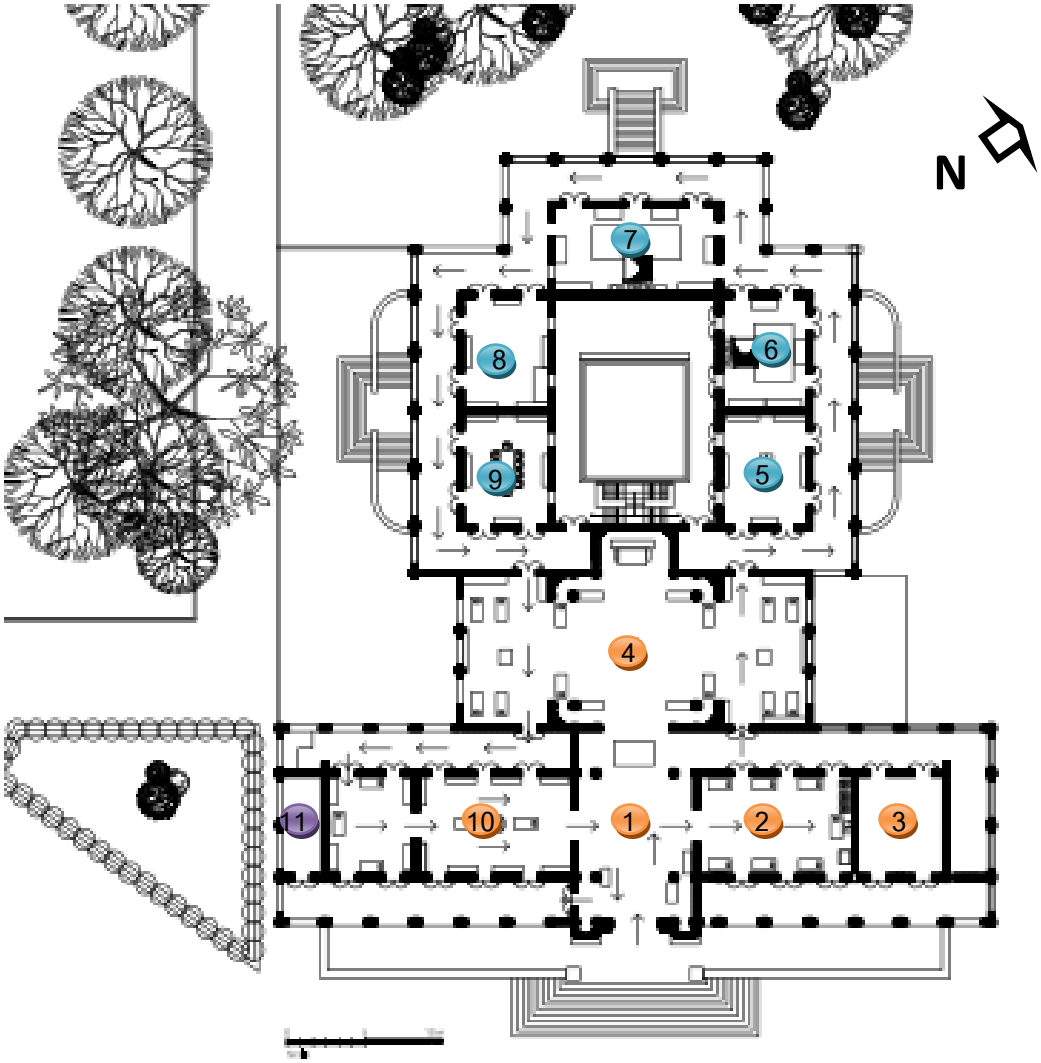


ภาพที่ 4.4 รูปด้านทิศเหนือ



ภาพที่ 4.3 รูปด้านทิศตะวันออก

4.2 รายละเอียดของอาคารกรณีศึกษา



ภาพที่ 4.2 แผนผังการใช้งานในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง

หมายเหตุ:

1. ห้องกรมพิธีการ (โถง)
2. จัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต
3. ห้องพระ
4. จัดแสดงท้องพระโรง
5. จัดแสดงห้องหนังสือ
6. จัดแสดงห้องบันถมพระมเหสี
7. จัดแสดงห้องบันถมเจ้ามหาชีวิต
8. ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี
9. ห้องรับประทานอาหาร
10. ห้องรับแขกของพระมเหสี
11. ห้องฝากของสำหรับผู้เข้าชม

พิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบางได้ถูกออกแบบโดยสถาปนิกชาวฝรั่งเศส ลักษณะอาคารเป็นชั้นเดี่ยวยกพื้นสูงสถาปัตยกรรมแบบฝรั่งเศส แต่เป็นการผสมผสานระหว่างฝรั่งเศสและลาว ต่อมาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการปกครองในปี พ.ศ.2518 พระราชวังหลวงพระบางได้ถูกเปลี่ยนเป็นพิพิธภัณฑ์แห่งชาติ ภายในจัดแสดงประวัติศาสตร์อันเก่าแก่ของเมืองหลวงพระบาง เป็นศิลปะแบบลาวผสมฝรั่งเศส มีแผนผังเป็นรูปกากบาทและสร้างฐานซ้อนกันหลายชั้น ซึ่งทิศตาวันออกติดกับพูศี ทิศตาวันตกติกับแม่น้ำโขง ทิศเหนือติดกับบ้านจุมค้อง และทิศใต้ติดกับ วัดเชียงทอง ภายในห้องยังมีฉากลับแลผ้าไหมปักลวดลาย ด้วยฝีมือประณีตและงาช้างแกะสลักอีกไม่น้อยที่เหลือเป็นเครื่องราชกกุธภัณฑ์ภาพบุคคลบรรณาการจากต่างชาติ และ งานศิลปะมากมายและงานประดับกระเบื้องซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลอาคารกรณีศึกษา

ชื่ออาคาร : พิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง (Luang Prabang National Museum)

เจ้าของอาคาร : ห้องการวัฒธรรมแขวงหลวงพระบาง

สถานที่ตั้ง : ถนนสีสว่างวงศ์ บ้านจุมคอง เมืองหลวงพระบาง แขวงหลวงพระบาง ประเทศลาว

ความสำคัญ : พิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบางนอกจะเป็นอาคารที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์แล้วยังเป็นที่เก็บชิ้นงานโบราณวัตถุอันทรงคุณค่าหลาย ๆอย่างที่จัดแสดงภายในอาคารและยังเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่งในหลวงพระบางเนื่องจากได้เก็บรวบรวมชิ้นงานที่มีคุณค่ามากมายซึ่งส่วนใหญ่เป็นงาน ศิลปะของหลวงพระบางในแบบดังเดิม ผสมกับร่วมสมัยอันแสดงออกถึงแนวความคิด สังคม และศิลปะวัฒนธรรมของ ชาวหลวงพระบาง

ชิ้นงานจัดแสดง : ชิ้นงานจัดแสดงเป็นงานศิลปะสะสมที่มีความหลากหลาย มีทั้งงานจิตรกรรม และ งานปฏิมากรรมที่เป็นงานศิลปะร่วมสมัย เช่น ชิ้นงานแบบประเพณีของหลวงพระบาง ที่เป็นทั้ง งานวิจิตรศิลป์ งานฝีมือ งานพื้นบ้าน หัวโขน ตุ๊กตา งานจาหลักไม้ จิตรกรรมประเพณี ทั้งลงรักปิดทอง เครื่องเงิน แก้ว ที่เป็นเอกลักของหลวงพระบาง

รูปแบบการจัดแสดง : การจัดแสดงชิ้นงานมีทั้งการจัดแสดงแบบถาวร แบบกึ่งถาวร และแบบชั่วคราว การให้แสงสว่างในการจัดแสดงมีทั้งการใช้แสงธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์

เวลาในการเปิดทำการ : 8.00 – 16.00 น.

ภาพประกอบ : เป็นภาพถ่ายการจัดแสดงในห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต ภาพ A และ ภาพ B ห้องท้องพระโรง ภาพ C และทัศนียภาพภายนอกอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 4.8cและ4.9

ภาพที่ 4.8 แสตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดงในพิพิธภัณแห่งชาติหลวงพระบาง

ภาพที่ 4.9 ทัศนียภาพแสดงบรรยากาศ

รายละเอียดสำคัญของห้องจัดแสดงที่เลือกมาทำการศึกษาวิจัยมีทั้งหมด 6 ห้อง คือห้องกรมพิธีการ(โถง) ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต ห้องรับแขกของพระมเหสี ห้องท้องพระโรง ห้องบรรทม ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี ซึ่งแบ่งลักษณะการให้แสงในการจัดแสดงออกเป็น 2 ส่วน คือ การให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า ในการจัดแสดงชิ้นงานภายใน กรมพิธีการ (โถง) ห้องรับแขกของเจ้ามหาศี ห้องรับแขกของพระมเหศี ห้องท้องพระโรง ซึ่งเป็นการจัดแสดงแบบถาวร และการให้แสงไฟฟ้าในการจัดแสดงชิ้นงานภายในห้องจัดแสดงใน ห้องบันถม ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี ซึ่งมีลักษณะการจัดแสดงแบบกึ่งถาวร โดยจำแนกรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลทั่วไปของห้องจัดแสดงที่ทำการศึกษาวิจัย

	ห้องจัดแสดง	ลักษณะการจัดแสดง	ช่องเปิดและแสงธรรมชาติ	ขนาดพื้นที่
การให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า	กรมพิธีการ(โถง)	จัดแสดงแบบถาวร	ห้องจัดแสดงตั้งอยู่ทางเข้าด้านกหน้าของอาคารรับแสงธรรมชาติเข้ามาโดยตรงจากช่องเปิดทางเข้าหรือทิศตะวันออก	135 ตร.ม
	ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต	จัดแสดงแบบถาวร	ห้องจัดแสดงอยู่ทางด้านขวาของอาคารรับแสงอาทิตย์โดยตรงจากทางด้านข้างของอาคาร ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก	88 ตร.ม
	ห้องรับแขกของพระมเหสี	จัดแสดงแบบถาวร	ห้องจัดแสดงอยู่ทางด้านซ้ายของอาคารรับแสงอาทิตย์โดยตรงจากทางด้านข้างของอาคาร ด้านทิศตาวันออกและทิศตะวันตก	125 ตร.ม
	ห้องท้องพระโรง	จัดแสดงแบบถาวร	ห้องจัดแสดงอยู่ตรงกลางของอาคารรับแสงอาทิตย์โดยตรงจากทางด้านข้างของอาคารด้านทิศเหนือและทิศใต้	320 ตร.ม
การให้ แสงไฟฟ้า	ห้องบันถม	จัดแสดงแบบถาวร		80 ตร.ม
	ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี	จัดแสดงแบบกึ่งถาวร		55 ตร.ม

รายละเอียดของแบบผังพื้น ผังฝ้าเพดาน รูปตัด และผังดวงโคมของห้องจัดแสดง รายละเอียดวัสดุพื้นผิว รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม รายละเอียดชิ้นงานจัดแสดง และแนวความคิดในการออกแบบระบบแสงสว่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.2 – 4.7

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนกรมพิธีการ(โถง)

ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
- ทัมมาด(แท่นนั่งสำหรับทำพิธีกรรมทางศาสนา) ที่ทำจากไม้ท่าโดยสีน้ำมันสีทอง - เครื่องเงิน แก้ว	- โคมระย้า (chandelier) ตรงกลาง 1 ดวง	- พื้น : ไม้ - ผนัง : ก่ออิฐฉาบปูน - ฝ้าเพดาน :ไม้ผสมปูนขาว ท่าสีขาว

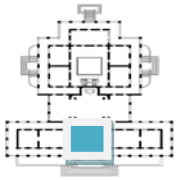
ภาพประกอบ

ภาพจุด A

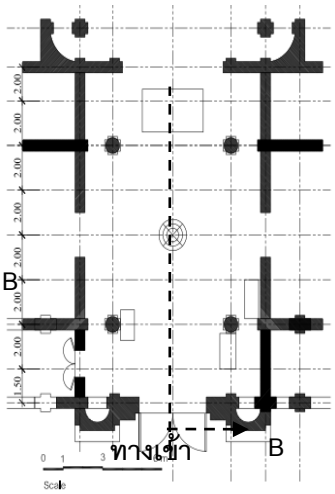
ภาพจุด B

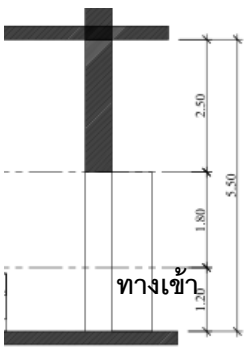
ภาพจุด C

ภาพที่ 4.10 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนกรมพิธีการ(โถง)



ผังพื้น





รูปตัด B

ภาพที่ 4.11 แบบรายละเอียดส่วนกรมพิธีการ(โถง)

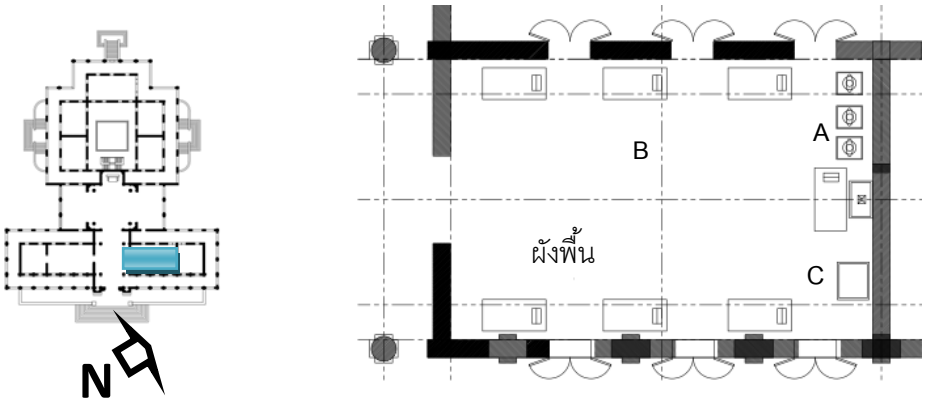
ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต

ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
- ประติมากรรมรูปหล่อครึ่งองค์ของเจ้ามหาชีวิตอุ่นคำ เจ้ามหาชีวิตสักรินทร์ เจ้ามหาชีวิตศรีสว่างวงศ์และเจ้ามหาชีวิตศรีสว่างวัฒนา ทำจากทองสำริด - ภาพจิตรกรรมฝาผนังเกี่ยวกับวิถีชีวิตชาวลาว ภาพวิวทิวทัศน์ ภาพงานประเพณี และงานประติมากรรมวัสดุจำพวกไม้ ซึ่งมีขนาด และวัสดุที่หลากหลาย	- โคมระย้า (chandelier) ตรงกลาง 1 ดวง	- พื้น : ไม้ - ผนัง : ก่ออิฐฉาบปูนแบบเก่าติดบัวไม้สุง 1.2 ม - ฝ้าเพดาน :ไม้ผสมปูนขาว ท่าสีขาว

ภาพประกอบ

ภาพจุด A ภาพจุด B ภาพจุด C

ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต



ภาพที่ 4.13 แผนผังแบบรายละเอียดส่วนห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องรับแขกของพระมเหสี

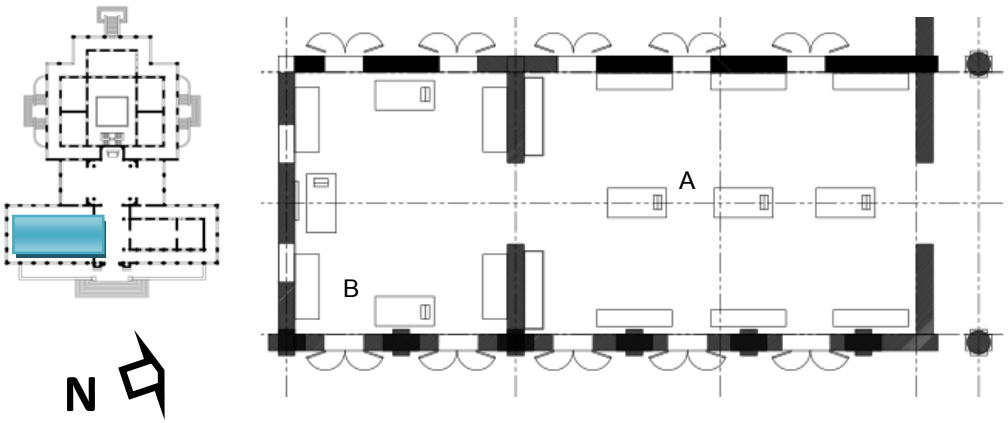
ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
แสดงของขวัญจากประเทศต่างๆ เช่น ไทย จีน ญี่ปุ่น ฝรั่ง เป็นเครื่องแก้ว เงิน และเครื่องปั้นดินเผ่า	- โคมระย้า (chandelier) ตรงกลาง 2 ดวง	- พื้น : ไม้ - ผนัง : ก่ออิฐฉาบปูนแบบติดบัว ไม้สูง 1.2 ม - ฝ้าเพดาน :ไม้ผสมปูนขาว ท่าสีขาว

ภาพประกอบ

ภาพจุด A ภาพจุด B

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนห้องรับแขกพระมเกสี

ผังพื้น



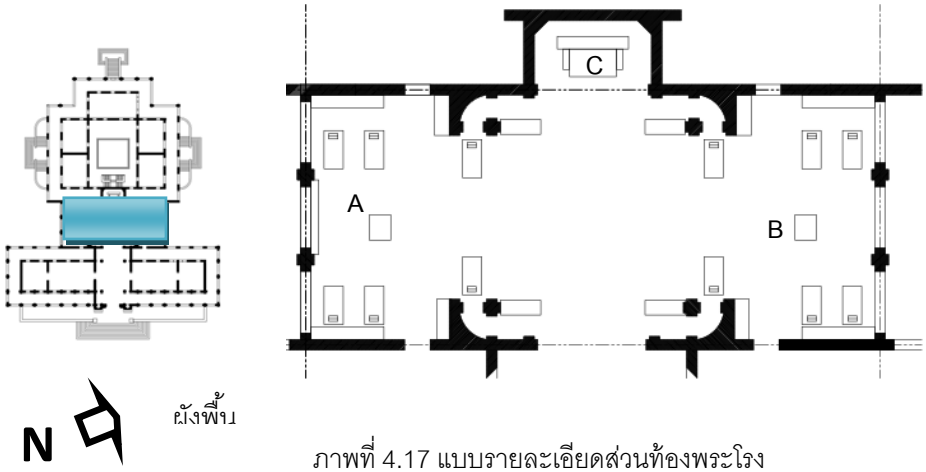
ภาพที่ 4.15 แบบรายละเอียดส่วนห้องรับแขกของพระมเหสี

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องท้องพระโรง

ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
-ห้องติดประดับด้วยกระจกโคมเสคสีแดงที่ชื่อถึงประเพณีของลาว - แสดงของขวัญจากประเทศต่างๆเช่น ดาบ -พระพุดทรูป ที่ทำจาก ทอง แก้ว หีน และไม้	- โคมระย้า (chandelier) ตรงกลาง 3 ดวงและหลอดไส้ Incandesent lamps ด้านบนของพระที่นั่ง 6 ดวง	- พื้น : ไม้ - ผนัง : ก่ออิฐฉาบปูน ติดกระจกโมเสคท่าสีแดงติดบัวไม้สุง 1.2 ม - ฝ้าเพดาน :ไม้ผสมปูนขาว ท่าสีขาวและสีแดง

ภาพจุด A ภาพจุด B ภาพจุด C

ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนท้องพระโรง



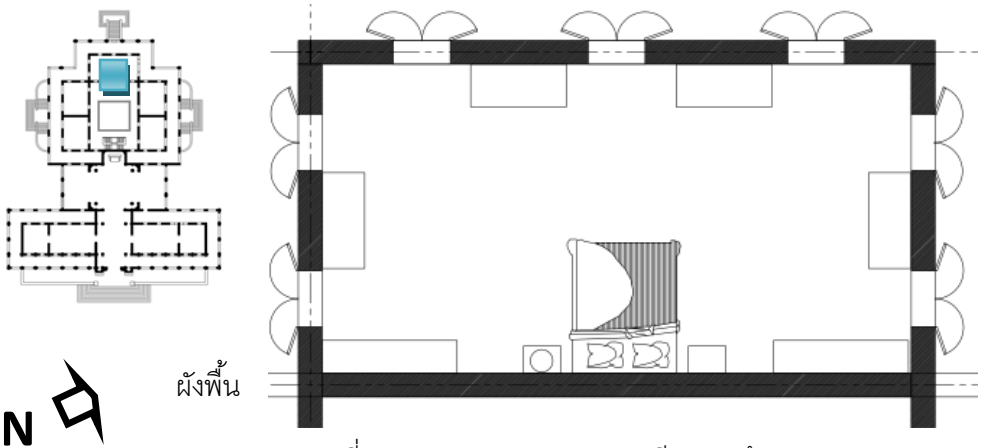
ภาพที่ 4.17 แบบรายละเอียดส่วนท้องพระโรง

ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องบรรทม

ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
- ตู้เก็บเสื้อผ้าและตู้เก็บของทำจากไม้ -แท่นบรรทม, ผ้าพรมปูพื้น	- โคมระย้า (chandelier) ตรงกลาง 1 ดวง	- พื้น : ไม้ - ผนัง : ก่ออิฐฉาบปูนติดบัวไม้สูง 1.2 ม - ฝ้าเพดาน :ไม้ผสมปูน ท่าโดยสีขาว

ภาพประกอบ

ภาพที่ 4.18 ตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศในห้องบรรทม



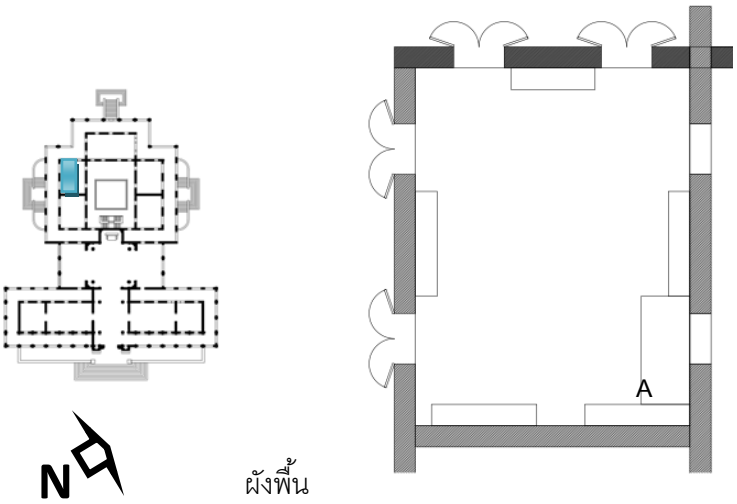
ภาพที่ 4.19 ภาพแสดงแบบรายละเอียดส่วนห้องบรรทม

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดข้อมูลวัตถุจัดแสดง รายละเอียดดวงโคม วัสดุพื้นผิว และช่องเปิดภายในส่วนห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

ข้อมูลวัตถุจัดแสดง	รายละเอียดการติดตั้งดวงโคม	รายละเอียดวัสดุผิวพื้น
-มีเครื่องดนตรีที่ทำจากไม้ และทองสำริด -ผ้าไหมปักลวดลาย	-โคมระย้า (chandelier) ตรงกลาง 1 ดวง	- พื้น : ไม้ - ผนัง : ก่ออิฐฉาบปูน ติดบัวไม้สูง 1.2 ม - ฝ้าเพดาน :ไม้ผสมปูน ท่าโดยสีขาว

ภาพประกอบ

ภาพที่ 4.20 ภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดง และบรรยากาศส่วนห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี



ผังพื้น

ภาพที่ 4.21 ภแบบรายละเอียดส่วนห้องห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

4.3 ผลจากการวัดความส่องสว่างโดยเครื่องวัดแสงสว่างในห้องจัดแสดง

การให้แสงสว่างภายในห้องจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบางนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยกันคือ ส่วนที่ให้แสงสว่างธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ และส่วนที่ใช้แสงประดิษฐ์อย่างเดี่ยว โดยการวัดความส่องสว่างในการศึกษานี้ได้ทำได้แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

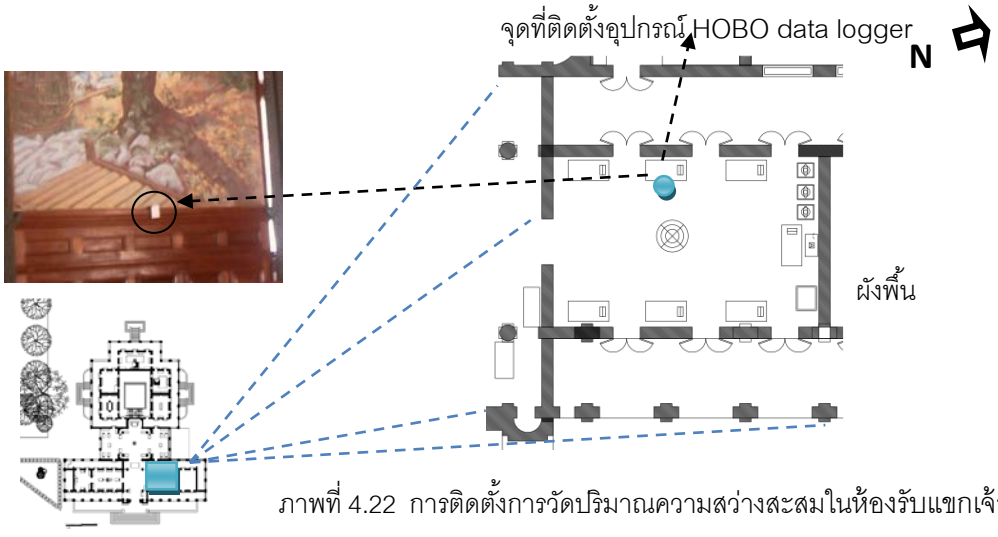
การวัดความสว่างสะสมที่ชิ้นงาน ซึ่งทำการวัดเฉพาะห้องจัดแสดงที่ให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ได้แก่ ห้องจัดแสงแดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต และห้องรับแขกพระมเหศสี ซึ่งทั้งสองห้องนี้มีวัดถุจัดแสดงที่มีความลักหลาย มีทั้งภาพจิตกรรม เครื่องแก้ว หีน วัตถุที่ทำจากงาช้าง ประติมากรรม และภาพศิลปะ

การวัดความส่องสว่างโดยรอบแบบ Lighting Section contour ในห้องจัดแดงที่นำมาศึกษาทั้งหมด 6 ห้อง คือ ห้องกรมพิธีการ(โถง) ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต ห้องรับแขกของพระมเหสี ห้องท้องพระโรง ห้องบรรทม ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

4.3.1 การวัดความสว่างสะสมจากเครื่อง Hobo data logger

4.3.1.1 การวัดความส่องสว่างสะสมในห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

ห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิตนี้มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงทางด้านข้างคือ ผนังทางทิศตะวันออก และทิศใต้ วัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุไม้ผิวมัน และชิ้นงานจัดแสดงประติมากรรม 3 ชิ้น คือ รูปหล่อครึ่งองค์ของเจ้ามหาชีวิตอุ่นคำ เจ้ามหาชีวิตสักรินทร์ เจ้ามหาชีวิตศรีสว่างวงศ์ และเจ้ามหาชีวิตศรีสว่างวัฒนา ซึ่งทั้งหมดนี้หล่อมาจากประเทศฝรั่งเศส และยังมีภาพจิตรกรรมฝาผนังเกี่ยวกับวิถีชีวิตและประเพณี ภาพวิวทิวทัศน์ ภาพงานประเพณี โดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานภาพจิตรกรรมฝาผนังสูงจากพื้น 1.20 แมรตในบริเวณขอบล่างของภาพจิตกรรม ในช่วงวันที่ 1-30 ธันวาคม 2555 ละเอียดในตารางที่ 4.1และภาพที่ 4.3

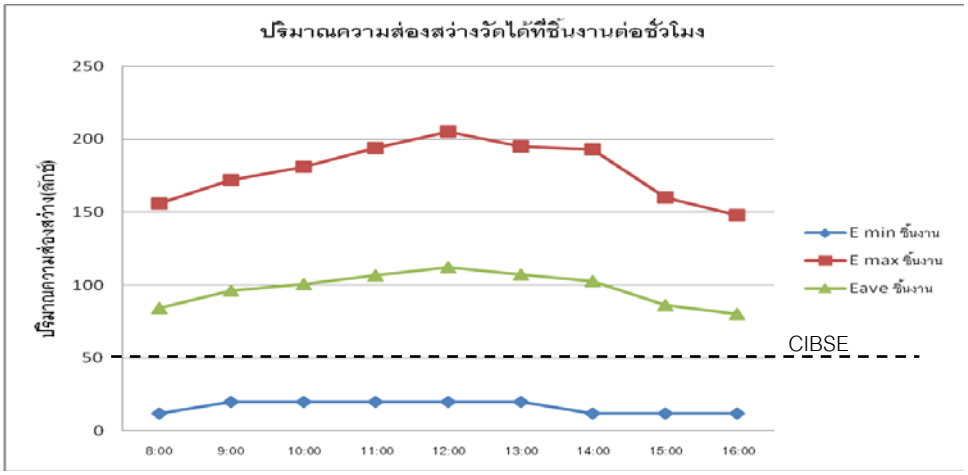


ภาพที่ 4.22 การติดตั้งการวัดปริมาณความสว่างสะสมในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าปริมาณความส่อสว่างจากการบันทึกความส่องสว่างสะสมในห้องจัดแสดง ห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

		ปริมาณความส่องสว่างวัดได้ที่ชิ้นงานต่อชั่วโมง (ลักซ์)								
	เวลา	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
วันที่ 1- 30 ธ.ค 2555	E min ชิ้นงาน	12	20	20	20	20	20	12	12	12
	E max ชิ้นงาน	96	172	191	208	214	195	193	160	98
	Eave ชิ้นงาน	84	96	101	107	113	108	103	86	80
	E=424,845 lux-hr/year									

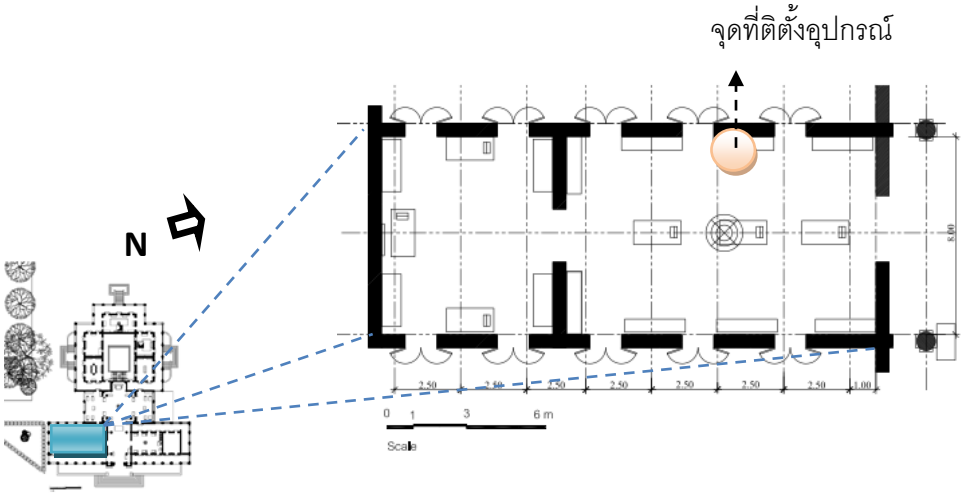
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต ในวันที่ 1 ถึง 30 ธันวาคม 2555 ช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00 -16.00 น.



ผลจากการบันทึกความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต พบว่าปริมาณความส่องสว่างสะสมสูงสุดที่ชิ้นงานต่อชั่วที่บันทึกได้คือ 214 ลักซ์ต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนด 50 ลักซ์ต่อชั่วโมง และปริมาณความส่องสว่างสะสมสูงสุดที่ชิ้นงานต่อปี 424,845 lux-hr/year มากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนด CIBSE สำหรับวัตถุที่มีผลกระทบสูง 150,000-lux-hr/year

4.3.1.2 การวัดความส่องสว่างสะสมในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสี

บริเวณห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสีนี้มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงทางด้านข้างคือ ผนังทางทิศตาวันออก และทิศใต้ วัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุไม้ผิวมัน ผนังท่าโดยสีเขียวอ่อน และ มีการจัดแสดงแบบกึ่งถาวร ชิ้นงานจัดแสดงภายในห้องจัดแสดงของขวัญจากประเทศต่างๆเช่น เครื่องแก้ว เงิน และเครื่องปั้นดินเผา และภาพวาดเจ้ามหาชีวิตอุ่นคำ เจ้ามหาชีวิตศรีสว่างวงศ์ โดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานภาพจิตรกรรมฝาผนังสูงจากพื้น 1.20 ชม ละเอียดในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.3

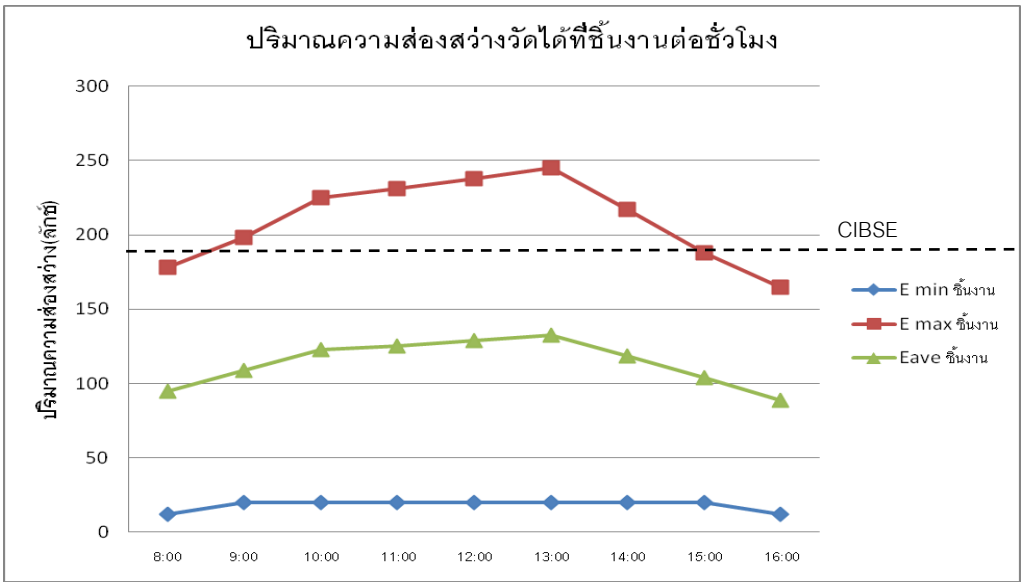


ภาพที่ 4.23 การติดตั้งการวัดปริมาณความสว่างสะสมในห้องรับแขกพระมเหสี

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการบันทึกความส่องสว่างสะสมในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสี

		ปริมาณความส่องสว่างวัดได้ที่ชิ้นงานต่อชั่วโมง (ลักซ์)								
	เวลา	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
วันที่ 1- 30 ธ.ค 2555	E min ชิ้นงาน	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	E max ชิ้นงาน	28	248	241	319	286	245	217	138	20
	E ave ชิ้นงาน	16	64	101	143	113	116	131	81	15
	E=565,500 lux-hr/year									

แผนภูมิที่ 4.2 แสดงปริมาณค่าความสว่างที่ชิ้นงานห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสี ในวันที่ 1 ถึง 30 ธันวาคม 2555 ช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00 -16.00 น.



เมื่อพิจารณาค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีจากแผนภูมีที่ 4.2 พบว่าชิ้นงานจัดแสดงภายในห้องห้องรับแขกพระเมเหสี มีค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานโดยเฉลี่ยต่อชั่วบันทึกได้ 143 ลักซ์ต่อชั่วโมงและปริมาณความส่องสว่างที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี 565,500 lux-hr/year ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของ CIBSE ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี สำหรับวัตถุชิ้นงานจัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลางสำหรับวัสดุจำพวก สีน้ำมัน ไม้ และแล็กเกอร์ ให้มีค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี ไม่เกิน 600,000 luxhr/year แต่อ่างไรก็ตามปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานในบางชั่วโมงที่บันทึกได้ 217-319 lux/hr ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ มาตรฐาณที่กำนดของ CIBSEดังนั้นจึงปรับปรุงโดยให้ความสว่างโดยรอบเพิ่มขึ้นและเพิ่มความส่องสว่างกับวัตถุจัดแสดง

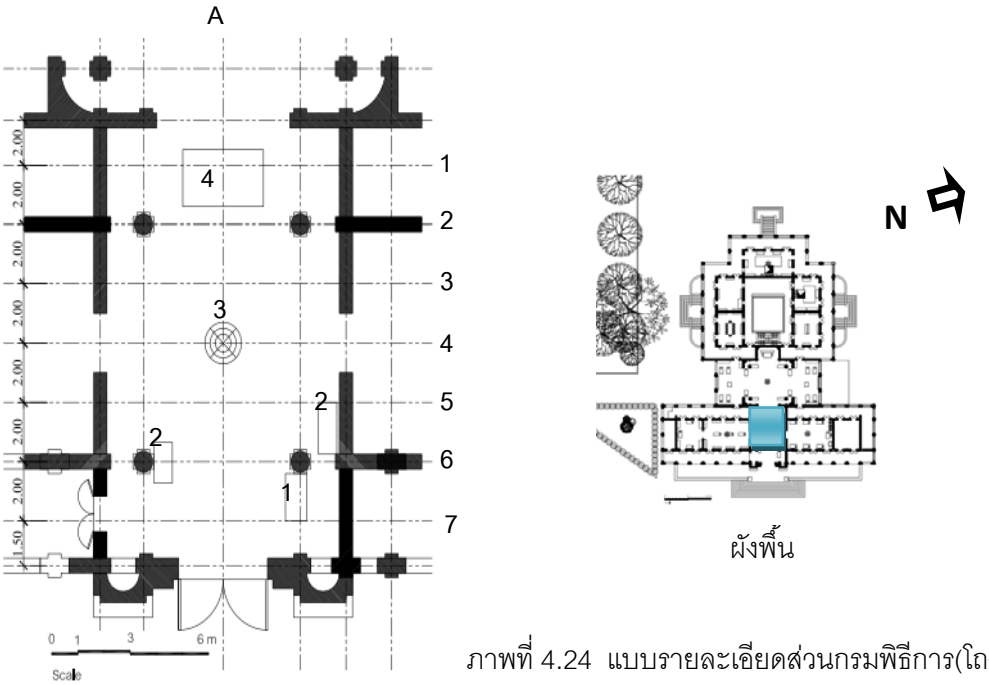
4.3.2 ผลจากการการวัดความสว่างแบบ Lighting Section contour จากเครื่อง lux meter LX 73

การวัดความส่องสว่างโดยรอบแบบ Lighting Section contour ในช่วงเวลา 8:00 น - 16:00 น. เป็นละยะเวลา 1 วันในหนึ่งห้อง จากการศึกษาพบว่าค่าความส่องสว่างที่วัดได้ในช่วงเช้า 8:00 น - 12:00 น. นั้นจะมีค่าความสว่างเฉล่ยสูงสุดในเวลา 10:00 น. และในช่วงบ่าย 13:00-16:00 น. ค่าความสว่างเฉล่ยสูงสุด 14:00 น. จึงได้ทำการวัดความส่องสว่างในสองช่วงเวลาในทุกห้อง คือห้องที่ใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า ห้องกรมพิธีการ(โถง) ห้องรับแขกของเจ้ามหาชีวิต ห้องรับแขกของพระมเหสี ห้องท้องพระโรง และห้องจัดแสดงที่ใช้แสงประดิษฐ์อย่างเดียว ห้องบรรทม ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

4.3.2.1 ห้องที่ใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า

4.3.2.1.1 ผลจากการการวัดความสว่างห้องกรมพิธีการ(โถง)

การจัดแสดงห้องกรมพิธีการนี้มีแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงทางด้านข้าง หรือประตูทางเข้าหลักคือ ทางทิศตาวันออก วัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุไม้ผิวมัน และมีชิ้นงานจัดแสดงทัมมาศ(แท่นพระที่นั่งสำหรับทำพิธีกำทางศาสนา) ที่ทำจากไม้ ท่าโดยสีน้ำมันสีทอง พระเครื่องเงิน แก้วและยังโตะเคาน์เตอร์สำหรับเก็บตั๋วเข้าชม โดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างโดยรอบสูงจากพื้น 0.75 ม ในช่วงเวลา 10:00 น. และ 14:00 น. ละเอียดในภาพที่ 4.10-11 และตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.24 แบบรายละเอียดส่วนกรมพิธีการ(โถง)

หมายเหตุ

1 เคาน์เตอร์สำหรับเก็บตั๋วเข้าชม

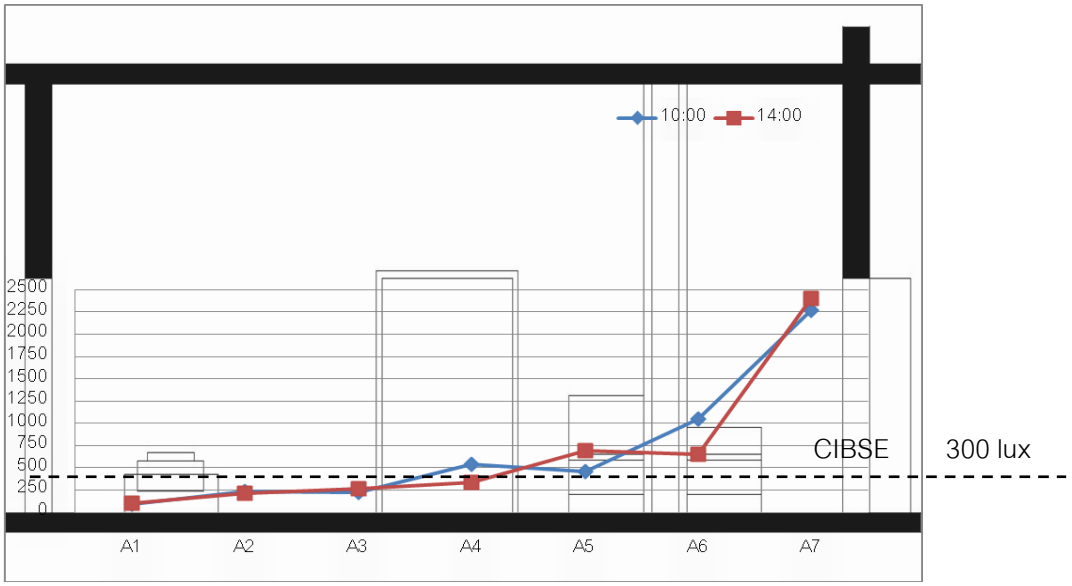
2 ตู้จัดแสดงพระเครื่องเงิน แก้ว

3 โคมระย้า (chandelier)

4 ทัมมาศ(แท่นพระที่นั่งสำหรับทำพิธีกำทางศาสนา)

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ในห้องจัดแสดงห้องกรมพิธีการ (โถง)ในช่วงเวลา 10:00น และ 14:00 น

	ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)									
เวลา	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Emin	Emax	Eave
10:00	90	232	221	540	459	1053	2266	90	2266	908
14:00	100	219	268	336	696	651	2406	100	2406	871

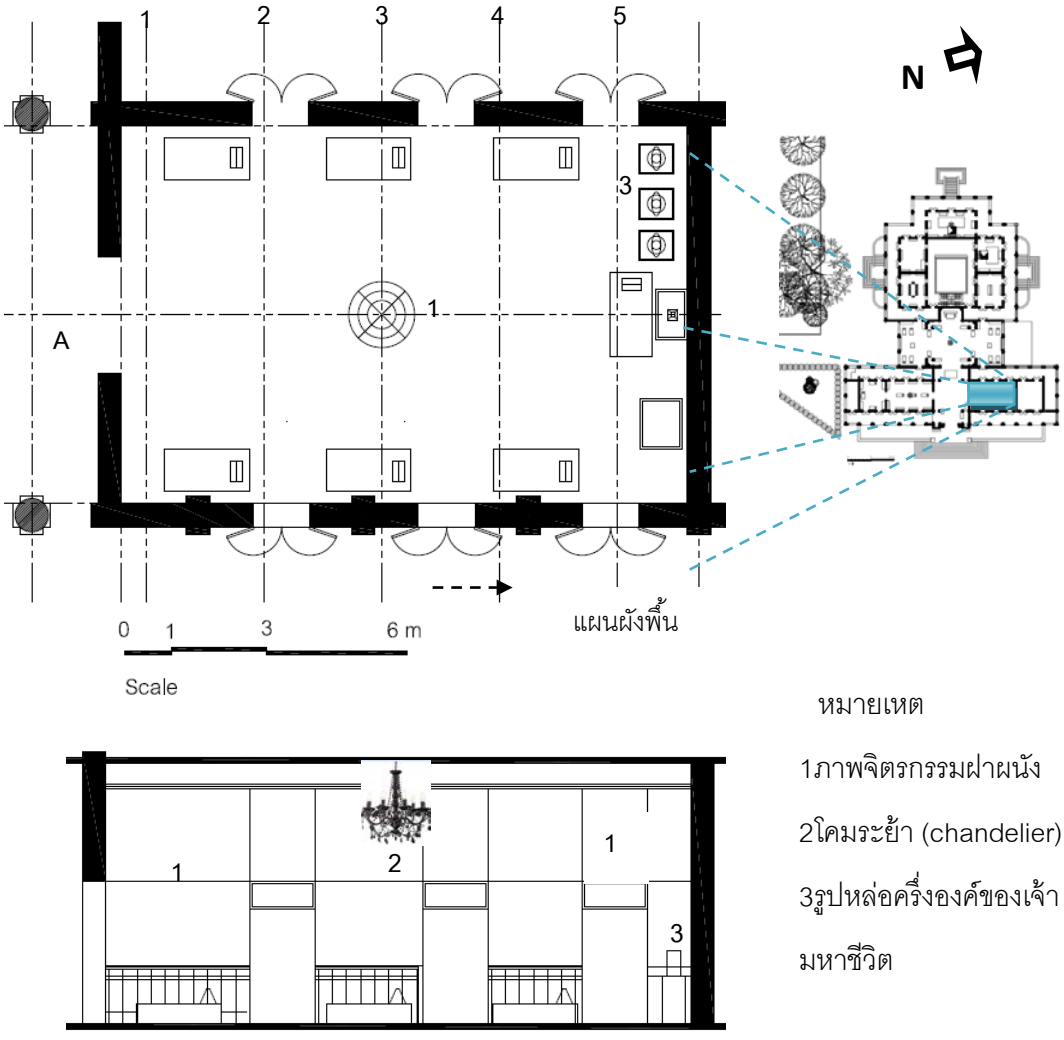


ภาพที่ 4.25 ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องกรมพิธีการ (โถง) ระหว่าง 10:00 และ14:00 น

ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบภายในห้องกรมพิธีการ (โถง) นั้นมีปริมาณค่าความส่องสูงที่วัดได้ในวันที่ 14 ธ.ค 2555 เวลา 10:00 น. ได้ 2,266 lux และ 14:00 น. วัดได้ 2,406 ลักซ์ ส่วนปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยประมาณ 308-324 lux โดยส่วนใหญ่ แล้วสภาพแสงสว่างมีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ CIBSE ที่กำหนดให้ สภาพแสงโดยรอบมีความสว่าง 50-300 lux มีเพียง จุด A5, A6 และ A7 เท่านั้นที่มีค่าเกินตามมาตรฐานที่กำหนด นอกจากนั้นปริมาณค่าความส่องสว่างภายในโถงนี้ขาดความสม่ำเสมอ เนื่องจากลักษณะแสงสว่างที่ส่องเข้ามาโดยตรงจากช่องแสงด้านข้างด้านข้างทางเข้าหลักของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 4.25

4.3.2.1.2 ผลการวัดความสว่างห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

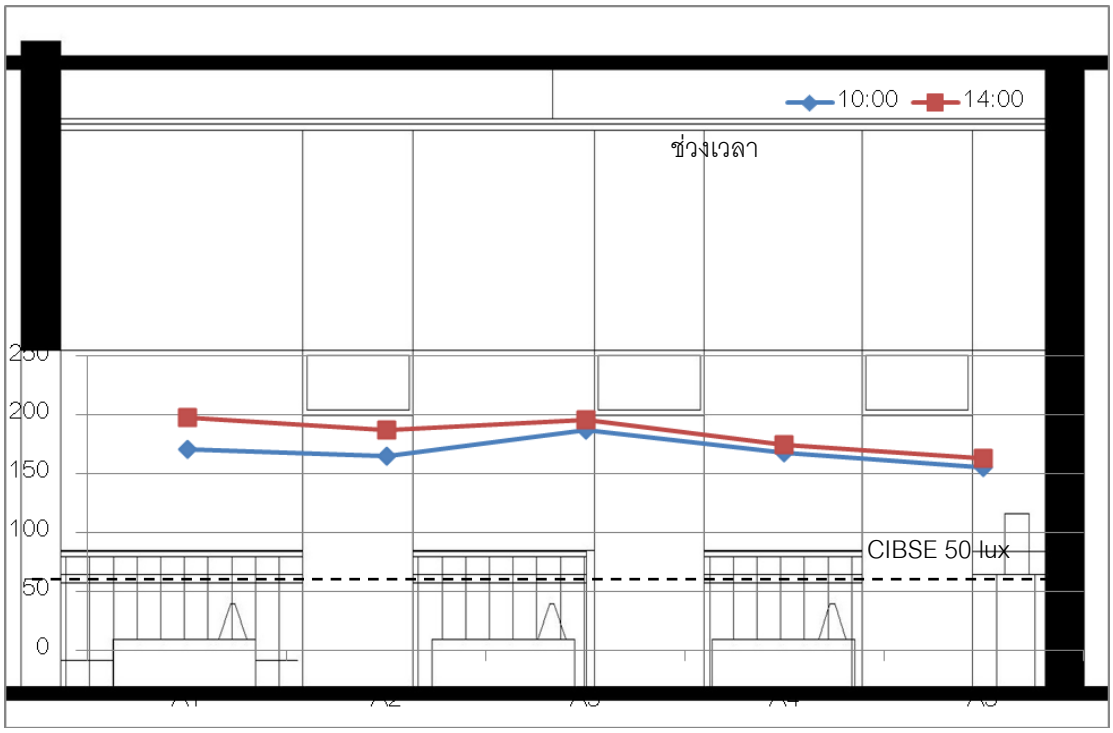
การจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวตินี้มีแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงทางด้านข้าง หรือประตูทางเข้าหลักคือ ทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตก วัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุไม้ผิวมัน และมีชิ้นงานจัดรูปหล่อครึ่งองค์ของเจ้ามหาชีวิตอุ่นคำ เจ้ามหาชีวิตสักรินทร์ เจ้ามหาชีวิตศรีสว่างวงศ์ และเจ้ามหาชีวิตศรีสว่างวัฒนา ซึ่งทั้งหมดนี้หล่อมาจากประเทศฝรั่งเศส และยังมีภาพจิตรกรรมฝาผนังเกี่ยวกับวิถีชีวิตชาวลาว ภาพวิวทิวทัศน์ ภาพงานประเพณี โดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างโดยรอบสูงจากพื้น 0.75 ซม ในช่วงเวลา 10:00 น. และ 14:00 น.



ภาพที่ 4.26 แบบรายละเอียดห้องห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ในห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิตในช่วงเวลา 10:00 น. และ 14:00 น. ของวันที่ 14 ธ.ค 2555

	ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)							
เวลา	A1	A2	A3	A4	A5	Emin	Emax	Eave
10:00	163	151	172	153	151	151	172	158
14:00	199	183	201	184	175	175	201	188

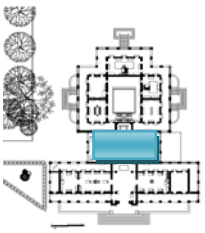


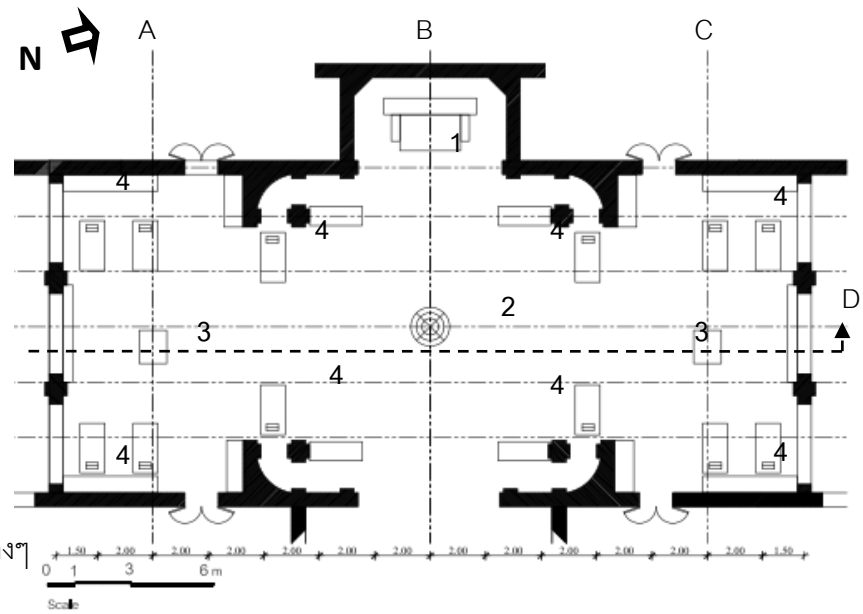
ภาพที่ 4.27 ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต ระหว่าง 10:00 และ14:00 น.

ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต มีความสม่ำเสมอของแสงจากการวัดในเวลา 10.00 น. และ 14.00 น. ของวันที่ 14 ธ.ค 2555 ซึ่งมีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงสุดภายในห้องวัดได้ 201 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดภายในห้องวัดได้ 151 ลักซ์ และปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในห้องประมาณ 158-188 ลักซ์ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ มาตรฐานที่กำหนด CIBSE สำหรับวัตถุจัดแสดงที่แสงส่งส่งผลกระทบสูงไม่ 50 ลักซ์ ดังนั้นจึงควรปรับปรุงในส่วนของค่าความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมเพื่อลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน และปรับให้ความสว่างของแสงภายในห้องให้มีความสม่ำเสมอ

4.3.2.1.3 ผลการวัดความสว่างห้องท้องพระโรง

การจัดแสดงห้องท้องพระโรงมีแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงทางด้านข้าง หรือประตูทางเข้าหลักคือ ทางทิศตะวันเหนือและทิศใต้ วัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุไม้ผิวมัน ผนังสีแดง และ มีภาพวิวทิวทัศน์งานประเพณีของหลวงพระบางที่ทำจากกระจกโมเสคที่ผนังทั้งสีด้าน ชิ้นงานจัดแสดงภายในห้องจัดแสดงของขวัญจากประเทศต่างๆเช่น ดาบ เครื่องแก้ว เงิน และพระเครื่อง งานประติมากรรมที่ มีความหลากหลายทั้งขนาด และวัสดุ โดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างโดยรอบสูงจากพื้น 0.75 ม ในช่วงเวลา 10:00 น. และ 14:00 น.





หมายเหต

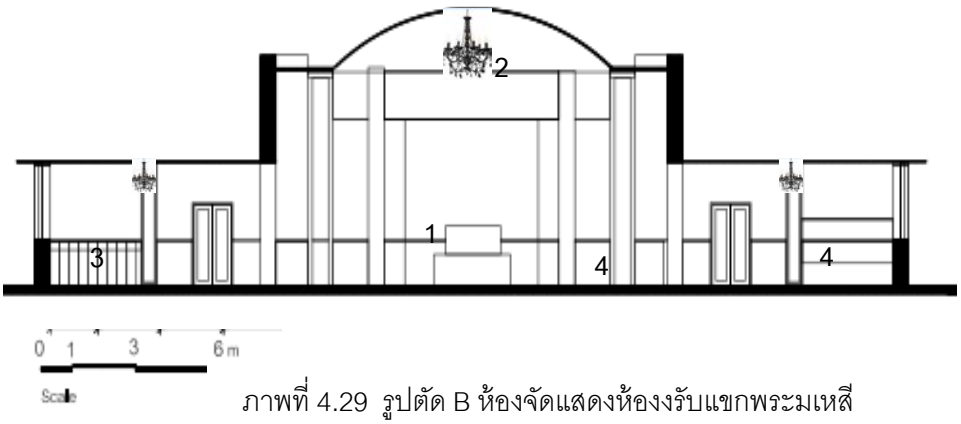
1 พระที่นั่ง

2 โคมระย้า (chandelier)

3 พระเครื่อง

4 ของขวัญจากประเทศต่างๆ

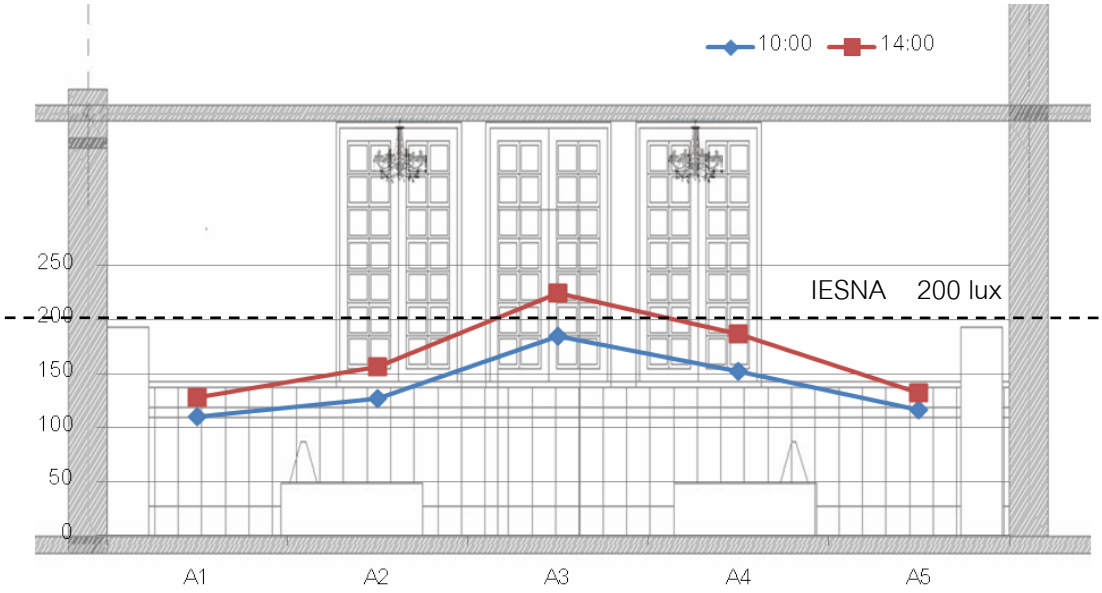
ภาพที่ 4.28 ผังห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสี



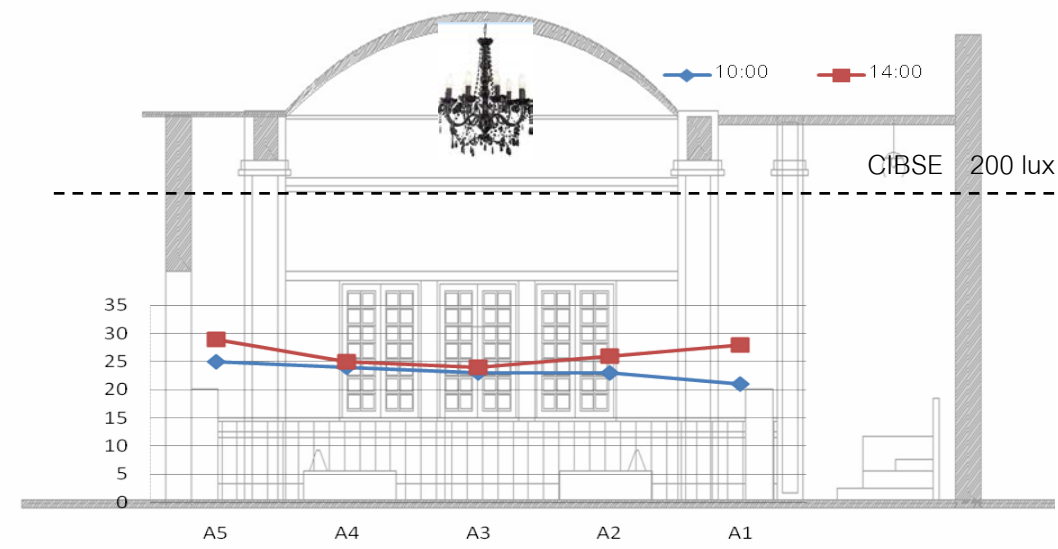
ภาพที่ 4.29 รูปตัด B ห้องจัดแสดงห้องงรับแขกพระมเหสี

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ในห้องจัดแสดงพระโรงในช่วงเวลา 10:00 และ 14:00 น

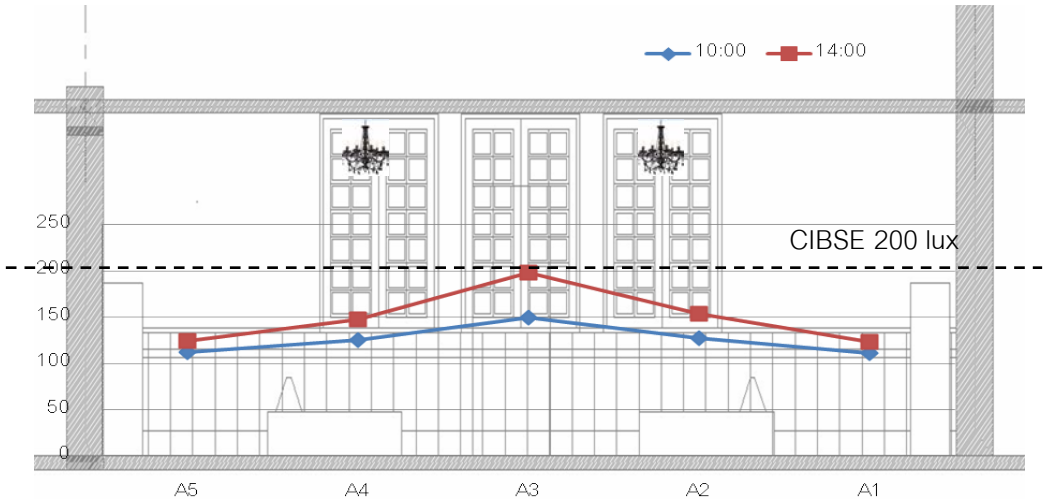
	ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)							
เวลา	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**Emin**	**Emax**	**Eave**
10:00	110	127	185	152	116	110	185	138
14:00	128	156	225	178	132	128	225	164
เวลา	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**Emin**	**Emax**	**Eave**
10:00	25	24	23	23	21	21	25	23
14:00	29	25	24	26	28	24	29	26
เวลา	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**Emin**	**Emax**	**Eave**
10:00	112	125	130	127	111	111	130	125
14:00	124	148	198	154	123	123	225	155



ภาพที่ 4.30 ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องท้องพระโรง ส่วน Aระหว่าง 10:00 และ14:00 น



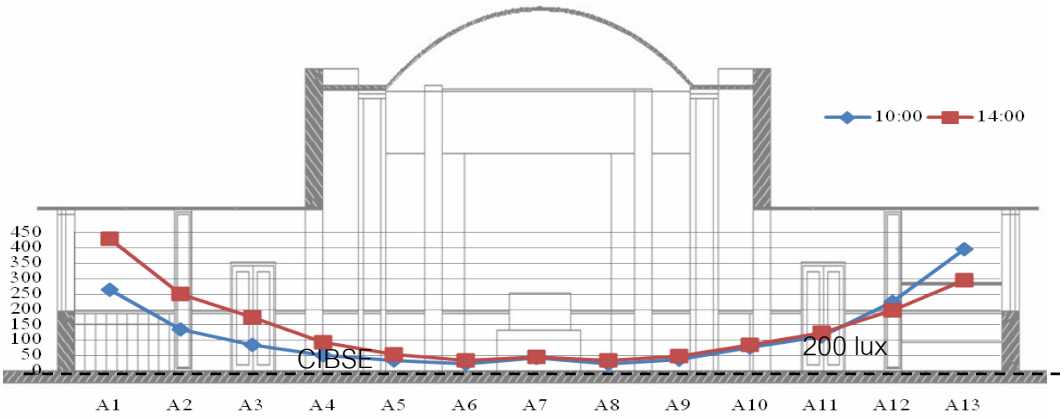
ภาพที่ 4.31 ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องท้องพระโรงส่วน B ระหว่าง 10:00 และ14:00 น



ภาพที่ 4.32 ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องท้องพระโรง C ระหว่าง 10:00 และ14:00 น

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ในห้องจัดแสดงพระโรงในช่วงเวลา 10:00 และ 14:00 น

	ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)															
เวลา	A1	A2	A3	A4	A5	A5	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	E_{min}	E_{max}	E_{ave}
10:00	265	137	85	52	34	24	44	24	38	76	112	225	396	24	396	116
14:00	430	250	176	95	54	35	45	34	48	86	125	198	295	34	430	144



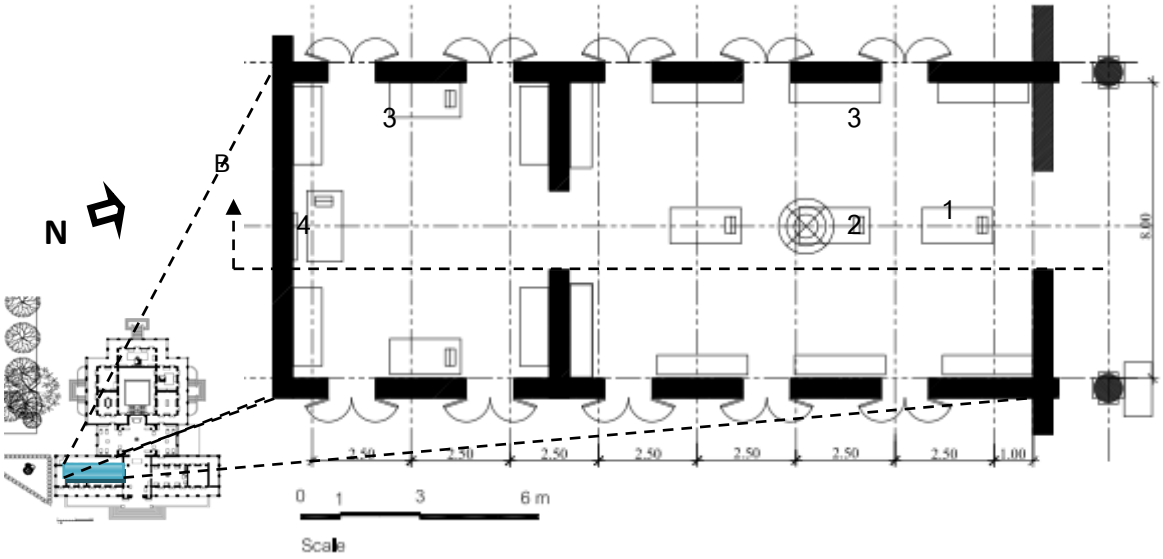
ภาพที่ 4.33 ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องท้องพระโรง D ระหว่าง 10:00 และ14:00 น

จากการสำรวจ และวัดปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงภายภายในห้องจัดแสดงห้องทอ้งหระโรง พบว่าความส่องสว่ามงที่วัดในแนวแกน A ,B และ C นั้นมีความส่องสว่างโดยรอบอญู่วัดได้ 26-164 ลักซ์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนดของ CIBSE 200 ลักซ์ แต่ขาดความสม่ำเสมอของแสง ดังภาพที่ 4.30-4.33 และผลจากการวัดในแบบ D โดยผ่านบริเวณกลางห้องพบว่า ปริมาณแสงที่ส่องเข้ามาโดยผ่านช่องเปิดเนข้างทางทิศเหนือและทีศใต้มีปริมาณความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดและค่อยและค่อย ๆ ลดลงมาทำให้ส่วนกลางห้องมีความสม่ำเสมอของแสงแต่มีค่าความสว่างบริเวนโดยรอบต่ำกว่ามาตราฐานที่กำหนดเมื่อพิจารณาวัตถุจัดแสดงที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย พวกโลหะ และหินต่างๆ เช่น เหล็ก แก้ว กระจก และเซรามิกปริมาณค่าความส่องสว่างสูงสุดภายในห้องวัดได้ตรงขอบหน้าตางทางทิศตาใต้อละทิศเหนื่อ 153 lux

นอกจากนี้ยังพบอีกว่ามีวัตถุจัดแสดงที่แสงส่งผลกระทบแตกต่าง ดังนั้นควรจะปรับปรุงเพิ่มความส่องสว่างโดยการปรับปรุงเพิ่มประสิทธีภาพของส่องแสงโดยการติดฟิล์มกรองแสง หรือผ้าม่าน ให้ความสว่างโดยใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ ปรับปรุงวัตถุจัดแสดงให้เหมาะกับความต้องการด้านแสงของแต่ละชิ้นงานและเพิ่มไฟส่องเน้นให้กับวัดถุจัดแสดงเพื่อเพิ่ม บรรยากาศและความน่าสนใจแล้วยังช่วยให้ความสว่างมากขึ้น

4.3.2.1.4 ผลการวัดความสว่างห้องรับแขกพระมเหสี

ภายในห้องนี้มีแสงธรรมชาติเข้ามาจากช่องแสงทางด้านข้าง หรือประตูทางเข้าหลักคือ ทางด้านข้างคือ ผนังทางทิศตะวันออก และทิศใต้ วัสดุพื้นผิวที่ใช้ภายในนั้นเป็นวัสดุไม้ ผนังท่าโดยสีเขียวอ่อน และ มีการจัดแสดงแบบกึ่งถาวร ชิ้นงานจัดแสดงภายในห้องจัดแสดงของขวัญจากประเทศต่างๆเช่น เครื่องแก้ว เงิน และเครื่องปั้นดินเผา และภาพวาดสีน้ำมันเจ้ามหาชีวิตอุ่นคำ เจ้ามหาชีวิตสักรินทร์ โดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างโดยรอบสูงจากพื้น 0.75 ชม ในช่วงเวลา 10:00 น. และ 14:00 น. ของวันที่ 28 ธ.ค 2555



ภาพที่ 4.35 ผังห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสี

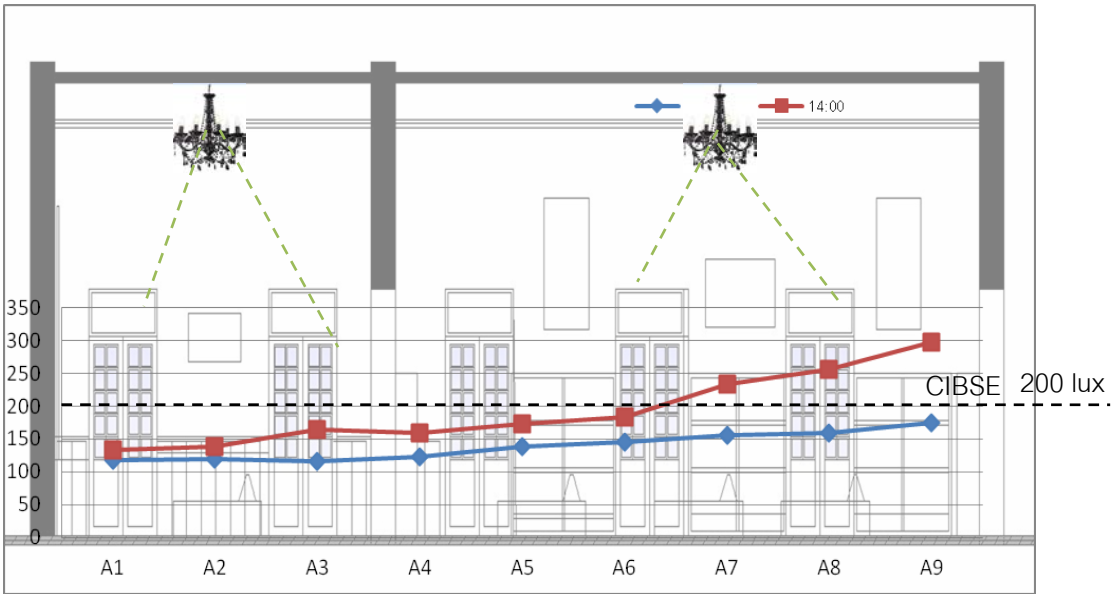
ภาพที่ 4.36 รูปตัด B ห้องจัดแสดงห้องงรับแขกพระ

หมายเหต

1 พระแท่น (ที่นั่ง)
2 โคมระย้า (chandelier)
3 ของขวัญจากประเทศต่างๆ
4 ภาพวาดสีน้ำมัน

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ในห้องจัดแสดงท้องรับแขกพระมเหสี ในช่วงเวลา 10:00 และ 14:00 โมง ของวันที่ 28 ธ.ค 2555

	ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)											
เวลา	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	Emin	Emax	Eave
10:00	117	120	116	123	139	145	155	160	174	116	174	139
14:00	134	138	164	160	173	184	234	256	298	134	298	193



ภาพที่ 4.37 ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องรับแขกพระมเหสี ระหว่าง 10:00 น.และ14:00 น.

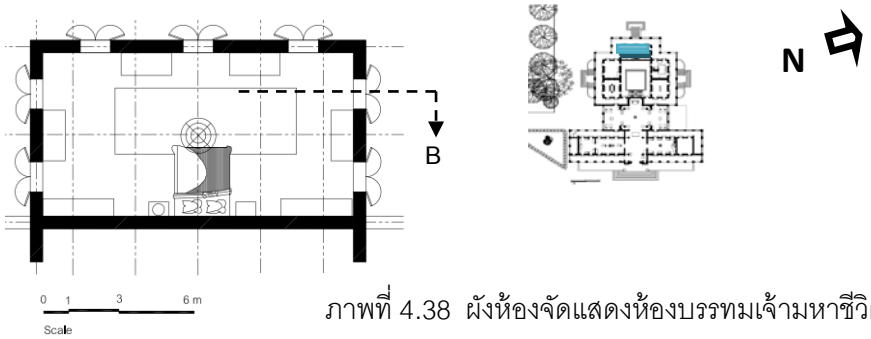
จากการสำรวจและวัดปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสีพบว่าขาดความสม่ำเสมอของแสงจากการวัดในเวลา 10.00 น. และ 14.00 น. ของวันที่ 28 พ.จ 2555 ซึ่งมีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงสุดภายในห้องวัดได้ 298 lux ค่าความส่องสว่างต่ำสุดภายในห้องวัดได้ 116 lux และปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในห้องประมาณ 139-193 lux อยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานที่กำหนดของ CIBSE สำหลับวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลางมีความส่องสว่างไม่เกิน 200 lux เช่น วัตถุจัดแสดงสิ่งทอ ภาพวาดสีน้ำมัน สีฝุ่น สีปูนเปียก หนังที่ไม่ได้ย้อม งาช้าง ไม้ พลาสติก และแล็กเกอร์ ทั้งนี้การให้แสงสว่างในห้องรับแขกพระมเหสีนั้นมีการให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้าซึ่งพบว่าลักษณะสภาพท้องฟ้ายังส่งผลต่อแนวโน้ม และความสม่ำเสมอของปริมาณค่าความ

ส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงอีกด้วย แสงธรรมชาติที่ส่องผ่านส่องเปิดด้านข้างเป็นแสงตรงจากพระอาทิศทำให้ปริมาณความสว่างสะสมที่ชิ้นงานผังหนังด้านทิศตาวันตกมีค่าเกินกว่าเกณฑ์ มาตรฐานที่กำหนดของCIBSE ที่ ดังนั้นจึงควรปรับปรุงในส่วนของค่าความส่องสว่างที่ส่องเข้ามาเป็นแสงสะท้อน ปรับลดขนาดช่องเปิดและติดฟิล์มกรองแสงเพื่อแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาให้มีความเหมาะสมกับความต้องการแสงสว่างของวัตถุแล้วยังช่วยลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน และปรับให้ความสว่างของแสงภายในห้องให้มีความสม่ำเสมอ

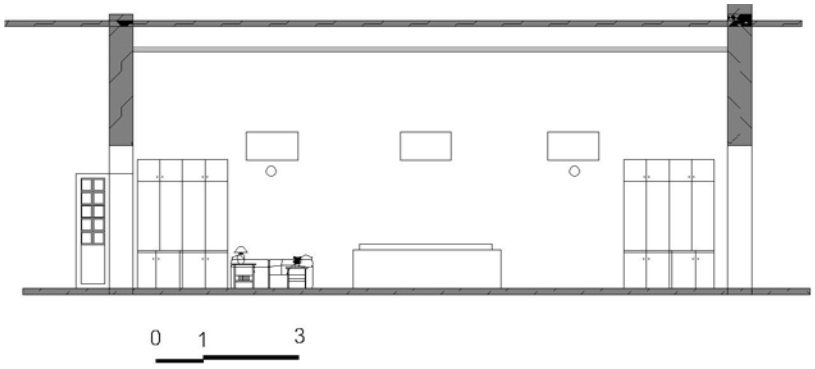
4.3.2.2 ผลการวัดความสว่างสำหรับห้องที่ใช้แสงประดิษฐ์อย่างเดียว

4.3.2.2.1 ผลการวัดความสว่างห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

ห้องจัดแสดงห้องนี้มีการใช้แสงไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีโคมระย้าที่กลางห้อง ส่วนพื้น เป็นวัสดุไม้และส่วนผ้าเพดานเป็นสีขาว การจัดแสดงถาวร ชิ้นงานจัดแสดงภายในห้องมี ตู้เก็บเสื้อผ้าและตู้เก็บของทำจากไม้ ที่นอน, ผ้าพรมปูพื้น โตะทำงาร(ไม้) แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ในห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิตโดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างโดยรอบสูงจากพื้น 0.75 ซม



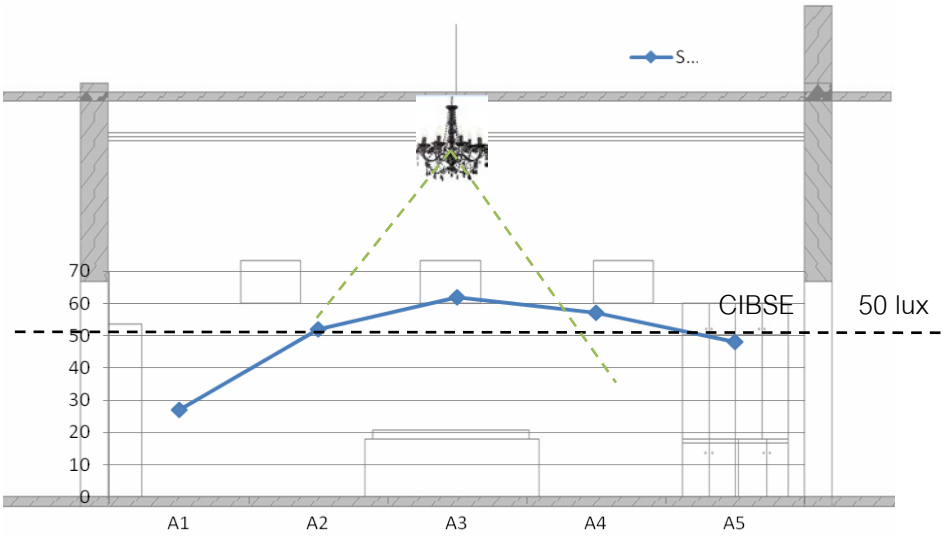
ภาพที่ 4.38 ผังห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต



ภาพที่ 4.39 รูปตัด B ห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

	ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)							
ห้อง	A1	A2	A3	A4	A5	Emin	Emax	Eave
A	27	52	62	57	48	27	62	49

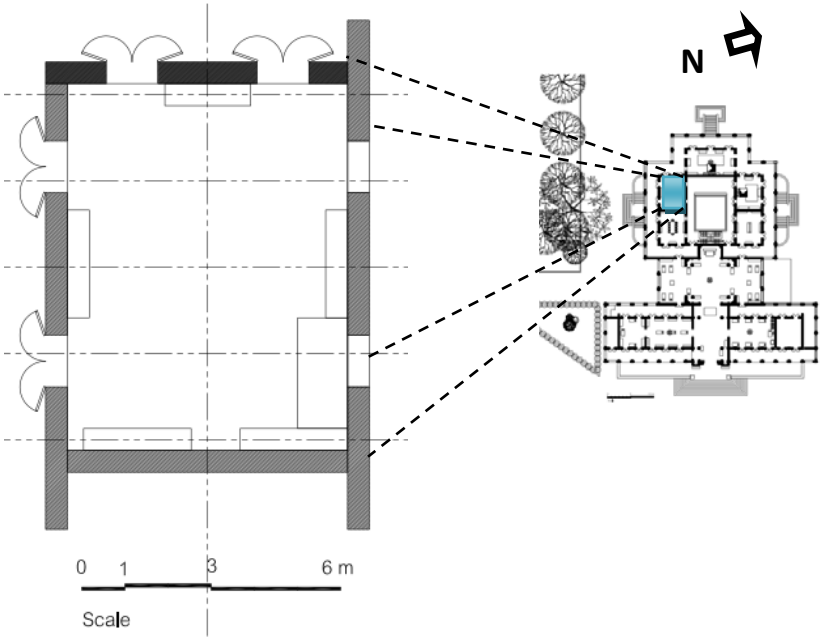


ภาพที่ 4.40 ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

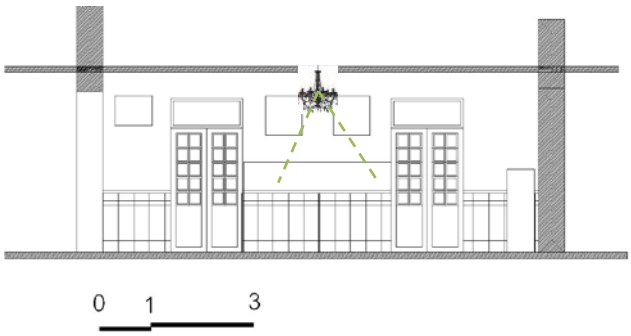
ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิตมีความเหมาะสมตามเกณฑ์ มาตราฐานที่กำหนดของ CIBSE สำหลับวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง 50 lux เช่น ผ้าชนิดต่างๆ เครื่องนุ่งห่ม เส้นใยธรรมชาติ สีน้ำ สีหมึก สิ่งทอ ขนสัตว์ แร่บางชนิด และภาพพิมพ์ต่างๆ แต่ยังขาดความสม่ำเสมอของแสง และวัตถุจัดแสดงที่ทั้งแสงสว่างส่งผลกระทบมากและปรานกลางดังนั้น ควนปรับปุงโดยเพิ่มแสงสว่างส่องและไฟส่องเน้นที่วัตถุเพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้กับวัตถุจัดแสดง

4.3.2.2.2 **ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี**

ห้องจัดแสดงห้องนี้มีการใช้แสงไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีโคมระย้าที่กลางห้อง ส่วนพื้น เป็นวัสดุไม้และส่วนผ้าเพดานเป็นสีขาว การจัดแสดงแบบกรึงถาวร ชิ้นงานจัดแสดงภายในห้องมี มีเครื่องดนตรีที่ทำจากหไม้ และทองสำริด ผ้าไหมปักลวดลายโดยทำการวัดปริมาณความส่องสว่างโดยรอบสูงจากพื้น 0.75 ซม



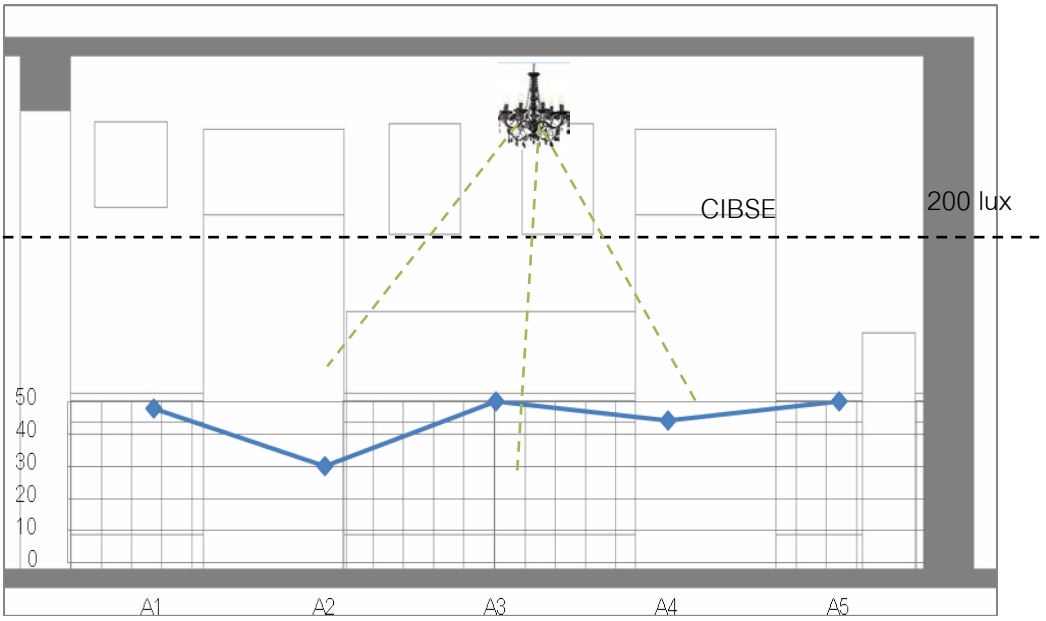
ภาพที่ 4.41 ผังห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี



ภาพที่ 4.42 รูปตัด B ห้องจัดแสดงห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความส่องสว่างที่วัดแบบ Lighting Section ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

	ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)							
ห้อง	A1	A2	A3	A4	A5	Emin	Emax	Eave
B	48	30	50	44	50	30	50	44



ภาพที่ 4.43 ความแตกต่างของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงเครื่องดนตรียังต่ำกว่าเกณฑ์ มาตรฐานที่กำหนดสำหรับวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย พวกโลหะ และหินต่างๆ เช่น เหล็ก แก้ว กระจก และเซรามิกและภาพพิมพ์ต่างๆ แต่ยังขาดความสม่ำเสมอของแสง และวัตถุจัดแสดงที่ทั้งแสงสว่างส่งผลกระทบน้อยและปานกลางดังนั้น ควนปรับปรุงโดยให้แสงสว่างส่องเน้นที่มีความแตกต่างกันตามลักษณะของวัตถุ ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มความส่องสว่างแล้วยังช่วยเพิ่มความน่าสนใจแก่ผู้เข้าชมอีกด้วย

จากสำรวจและวัดความส่องสว่างภายในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบางพบว่า เนื่องจากอาคารไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นพิพิธภัณฑ์ตั้งแต่แรก ทำให้แสงสว่างที่ใช้ภายใน ห้องจัดแสดงโดยรวมแล้ว ไม่เหมาะสมสำหรับการจัดแสง แสงสว่างโดยรอบของห้องจัดแสดงไม่สม่ำเสมอ เมื่อนำมาเปรียบเทียบปริมาณความส่องสว่างแล้ว ห้องจัดแสดงส่วนใหญ่มีค่าความส่องสว่างสูงกว่าเกณฑ์ แต่มีบางห้องที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ของ CIBSE และมีปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ยังพบอีกว่าในห้องจัดแสดงเกือบทั้งหมดมีวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อยปะปนกันอยู่ ดังนั้นจึงเสนอแนะแนวทางเลือกในการปรับปรุงประสิทธิภาพแสงสว่างให้มีค่าเหมาะสมตามมาตรฐาน ซึ่งมุ่งเน้นที่ในการปรับลดความส่องสว่าง และปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานโดยเทคนิคในการให้แสงสว่าง ซึ่งยังคงลักษณะการใช้งานภายในอาคาร และรูปแบบทางสถาปัตยกรรมแบบเดิม โดยการปรับลดช่องเปิด ติดฟล์มกรองแสงหรือติดผ้าม่านเพื่อให้แสงธรรมชาติที่ช่องเข้ามาเป็นแสงสท้อน เพิ่มความส่องสว่างโดยใช้แสงประดิษฐ์และปรับปรุงการจัดแสดงให้วัตถุจัดแสงที่มีความต้องการระดับความส่องสว่างเหมือนกันมาจัดแสดงในห้องเดียวกันเพื่อรักษาวัตถุจัดแสดงไม่ให้เชื่อมสภาพ

บทที่ 5

ข้อเสนอแนะวิธีการปรับปรุงการส่องสว่าง

จากการศึกษา การสำรวจและวัดความส่องสว่างภายในพิพิธภัณฑ์นั้นทำให้พบปัญหาด้านแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงเช่น ความส่องสว่างในห้องจัดแสดงไม่สม่ำเสมอบวกกับวัตถุจัดแสดงภายในมีวัตถุที่ไวต่อแสงที่แตกต่างกันประปนกันอยู่ ห้องจัดแสดงที่อยู่ส่วนด้านตะวันออกได้รับแสงธรรมชาติที่ส่องผ่านเข้ามาจากช่องเปิดด้านข้างอาคารเป็นแสงตรง ซึ่งทำให้ปริมาณความสว่างสะสมที่ชิ้นงานที่วัดได้ตามแนวตั้งมีมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน CIBSE ดังนั้นจึงเสนอแนะแนวทางเลือกในการปรับปรุงประสิทธิภาพแสงสว่างให้มีค่าเหมาะสมตามมาตรฐาน ซึ่งมุ่งเน้นที่ในการปรับลดความส่องสว่าง และปริมาณความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานโดยเทคนิคในการให้แสงสว่าง ซึ่งยังคงลักษณะการใช้งานภายในอาคาร และรูปแบบทางสถาปัตยกรรมแบบเดิม โดยการปรับลดช่องเปิด ติดฟล์มกรองแสงหรือติดผ้าม่านเพื่อให้แสงธรรมชาติที่ช่องเข้ามาเป็นแสงสท้อน

และนำทางเลือกในการปรับปรุงการใช้แสงสว่างสำหรับห้องจัดแสดงแต่ละห้องนั้นมาจำลองในโปร์แกรม Dialux มีรายละเอียดดังนี้

5.1 ผลจากการสำรวจวัดความส่องสว่างและเสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องกรมพิธิการ(โถง)

ห้องกรมพิธีการเป็นโถงต้อนรับและเป็นทางเข้าหลักอยู่ตรงกลางด้านทิศตะวันออกของอาคาร เป็นห้องจัดแสดงทัมมาด ที่ทำจากไม้ท่าโดยสีน้ำมันสีทอง พระเครื่องเงิน แก้วและยังโตะเคาน์เตอร์สำหลับเก็บตั๋วเข้าชม ผลจากการสำรวจและวัดความส่องสว่างพบว่าโดยส่วนใหญ่ แล้วสภาพแสงสว่างมีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ CIBSE ที่กำหนดให้ สภาพแสงโดยรอบมีความสว่าง 50-300 lux มีเพียง จุด A5, A6 และ A7 เท่านั้นที่มีค่าเกินตามที่เกณฑ์ กำหนด และบางช่วงเวลาซึ่งมีสาเหตุมาจากองค์ ประกอบทางสถาปัตยกรรม และการวางตัวของอาคารเป็นหลัก ดังนั้นเพื่อเป็นการปรับสายตาระหว่างความสว่างภายนอกและภายในก่อนการเข้าชมจึงไม่เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุง

5.2 ผลจากการสำรวจวัดความส่องสว่างและเสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

จากการสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างพบว่า ปริมาณค่าความส่องสว่างในห้องรับแขกเจ้ามหาชิวิต มีความสม่ำเสมอของแสงจากการวัดในเวลา 10.00 น. และ 14.00 น. ของวันที่ 14 ธ.ค 2555 ซึ่งมีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงสุดภายในห้องวัดได้ 201 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดภายในห้องวัด

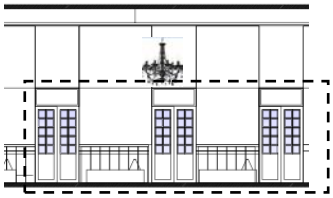
ได้ 151 ลักซ์ และปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในห้องประมาณ 158-188 ลักซ์ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด CIBSE สำหรับวัตถุจัดแสดงที่แสงส่งส่งผลกระทบสูงไม่ 50 ลักซ์ต่อชั่วโมง และปริมาณความส่องสว่างสะสมสูงสุดที่ชิ้นงานต่อปี 424,845 lux-hr/year มากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนด CIBSE สำหรับวัตถุที่มีผลกระทบสูง 150,000-lux-hr/year

ดังนั้นในแนวทางในการปรับปรุงส่วนของค่าความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมเพื่อลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน และปรับความสว่างของแสงภายในห้องให้มีความสะม่ำเสมอด้านแสงสว่างภายในห้องแสดงที่มีชิ้นงารจัดแสดงที่สำคัญได้แก่ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์ มาตรฐานภายในห้องจัดแสดงขาดความสม่ำเสมอขึ้นกับสภาพท้องฟ้า และยังพบอีกว่ามีวัตถุจัดแสดงที่ไวต่อแสงในระดับที่แตกต่างกันดังนั้นควรปรับปรุงปัญหาดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิ ภาพของแสงสว่างในการจัดแสดง ดังนี้

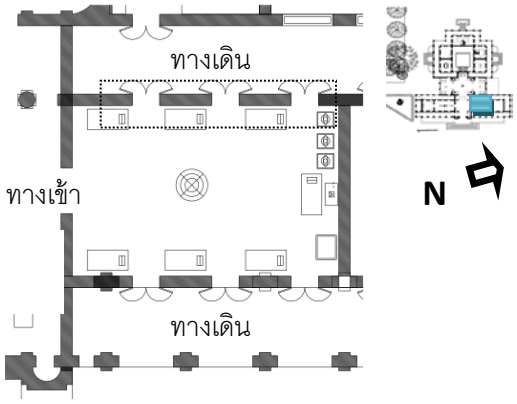
5.2.1 **การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง**

เนื่องจากช่องเปิดในห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต อยู่ด้านทิศตะวันออกและตะวันตกเป็นหลัก อีกทั้งหน้าต่างที่ติดโดยกระจกใสธรรมดาและเปิดไว้ตะหลอดทำให้มีแสงเข้าธรรมชาติมาโดยตรง และมีปริมาณความส่องสว่างสูงในบริเวณช่องเปิด ดังนั้นการปรับปรุงวัสดุช่องเปิดอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความเข้มแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยลดค่าการส่องผ่านแสง 20% เพื่อให้ไม่แสงจากพระอาทิตเข้ามาโดยตรงช่วยลดความสว่างตรงบริเวณช่องเปิดของห้องใช้ร่วมกับโคมระย้า และเพิ่มความสว่างที่อยู่ตรงกลางห้องโดยใช้แสงธรรมชาติโดยผ่านช่องเปิดด้านข้างพื่อให้ค่าความสว่างของแสงในห้องมีความสม่ำเสมอ ลดปริมาณความสว่างที่ชิ้นงานและยังรักสาวัตถุจัดแสดงอิกด้วย

ภาพที่ 5.2 รูปตัดแสดงช่องเปิดก่อนปรับปรุง



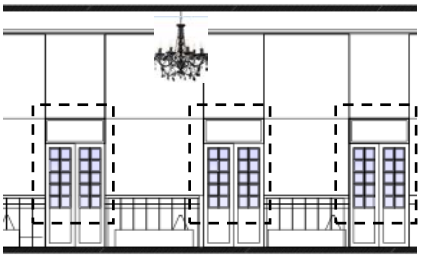
ภาพที่ 5.3 รูปตัดแสดงช่องเปิดหลังปรับปรุง



ภาพที่ 5.1 ผังแสดงตำแหน่งช่องเปิด(ประตู)

5.2.2 การปรับลดขนาดช่องเปิด

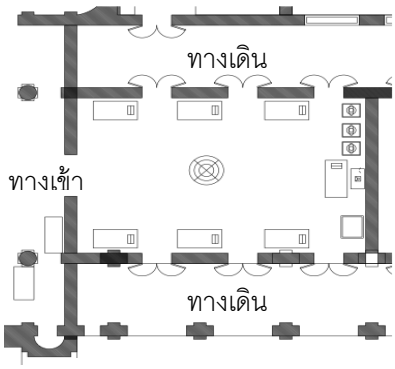
การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะช่องเปิดในด้านทิศตาวันออกนั้น ควนปับลดขนาดช่องเปิดด้านล่าง และให้แสงสว่างผ่านเข้ามาในด้านบนโดยติดผ้าม่านเพื่อไม่แสงจากพระอาทิตเข้ามาโดยตรงช่วยลดความสว่างตรงบริเวณช่องเปิดของห้องใช้ร่วมกับโคมระย้า และเพิ่มความสว่างที่อยู่ตรงกลางห้องโดยใช้แสงธรรมชาติโดยผ่านช่องแสงด้านบนเพื่อให้ค่าความสว่างของแสงในห้องมีความสม่ำเสมอและยังรักษา



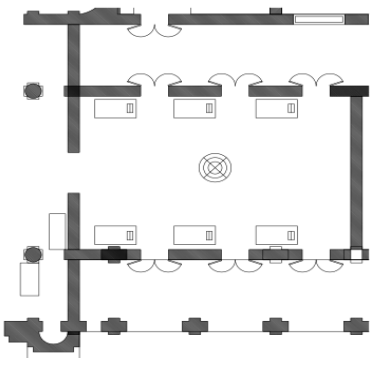
ภาพที่ 5.4 รูปตัดแสดงกระจกหน้าต่างติดผ้าม่าน

5.2.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง

การจัดแสดงวัตถุต่าง ๆ ภายในโดยรวมเป็นการจัดแสดงที่วัตถุจัดแสดงมีผลกระทบจากแสงที่แตกต่างกันที่ไม่เหมาะสมในแต่ละห้อง ควนปรับเปรียนวัตถุจัดแสดงโดยทำการย้ายวัตถุที่มีผลกระทบจากแสงน้อยและปรานกลาง เช่นรูปหล่อครึ่งองค์ของเจ้ามหาชีวิตทั้ง 3 และตู้เก็บไม้ หร่องไม้สำลับใส่หนังสื่อใบลานไปไว้ในห้องที่มีแสงมากหรือวัตถุจัดแสดงที่คร้ายครึงกันเช่น ห้องท้องพระโรงหรือห้องกรมพิธีการ (โถง) ซึ่งนอกจากจะช่วยในการปรับปรุงแสงให้เข้าวัตถุจัดแสดงแล้วยังเป็นการรักสาโบราณวัตถุ ไม่ให้ภาพจิตกรรมฝาผนังเสริมภาพเลวอิกด้วย



ภาพที่ 5.5 ผังแสดงก่อนปรับปรุงวัตถุจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต



ภาพที่ 5.6 ผังแสดงหลังปรับปรุงวัตถุจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

5.2.4 ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

จากผลการสำรวจ วัดความส่องสว่าง วิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางในการออกแบบปรับปรุงแสงสว่างในห้องจัดแสดงของพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง โดยการจำลองการออกแบบปรับปรุงโดยโปรแกรม dialux 4.10 ใน ช่วงเวลา 10:00 น. และ 14:00 น .ใน 3 วันสำคัญคือ วันที่ 21 มีนาคม 21มิถุนายน และ 21 ธันวาคมภายใต้สภาพท้องฟ้าสลัว Overcase sky และสภาพท้องฟ้าแจ่มใส่ Clear sky

การปรับปรุงให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยตรงลดลง โดยการปรับปรุงวัสดุช่องเปิดอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความเข้มแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยลดค่าการส่องผ่านแสง 40% เพื่อให้ไม่แสงจากพระอาทิตเข้ามาโดยตรงช่วยลดความสว่างตรงบริเวณช่องเปิดของห้องใช้ร่วมกับโคมระย้า

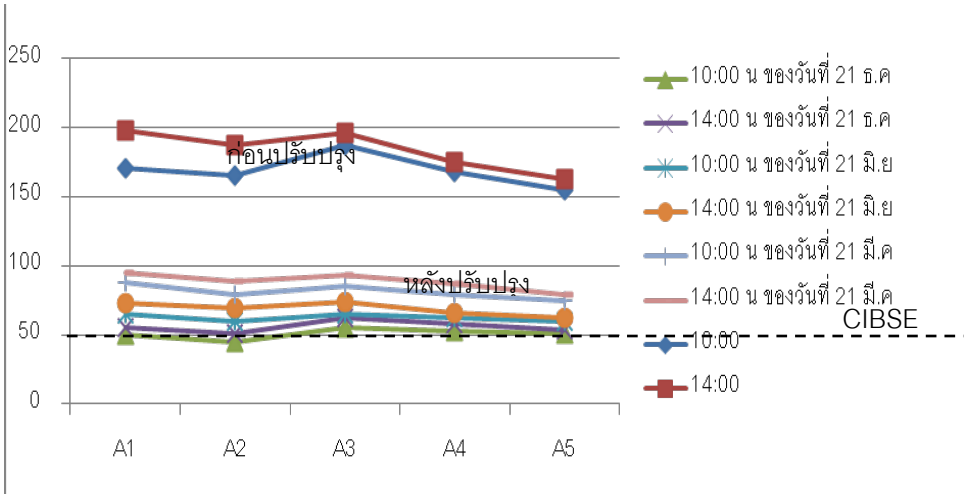
ตารางที่ 5.1 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิตในสภาพท้องฟ้าสลัว(Overcast Sky)โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน

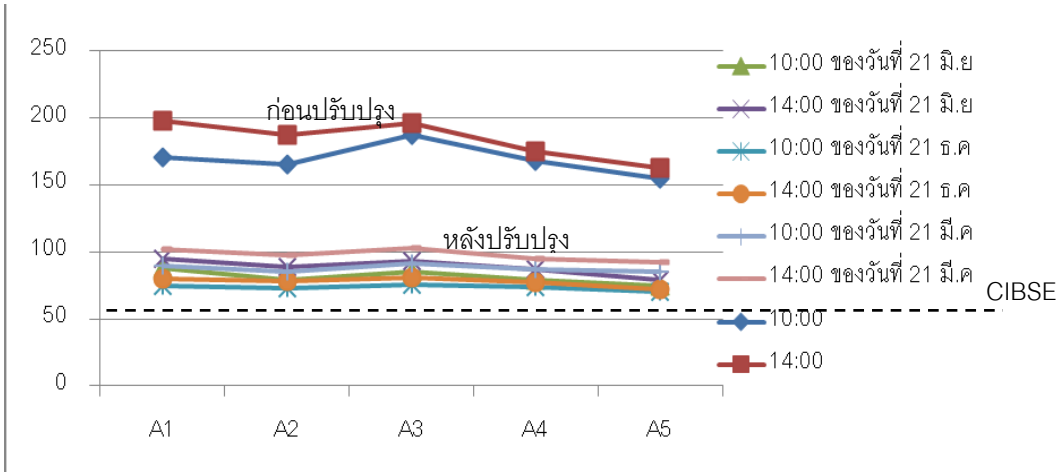
ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบในสภาพท้องฟ้าสลัว (ลักซ์)									
	เวลา	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**Emin**	**Emax**	**Eave**
21 มีนาคม	10:00	88	79	85	79	75	75	55	81
	14:00	95	89	93	87	79	79	95	89
21 มิถุนายน	10:00	65	60	65	62	60	60	65	62
	14:00	69	71	76	73	68	68	76	71
21 ธันวาคม	10:00	53	50	55	53	51	50	55	52
	14:00	61	58	62	59	56	56	62	59
$E_{\text{ที่ชิ้นงาน}}$	140.400-180.000 lux-hr/year								

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิตในสภาพท้องฟ้าแจ่ม(Clear Sky)ใส่โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน

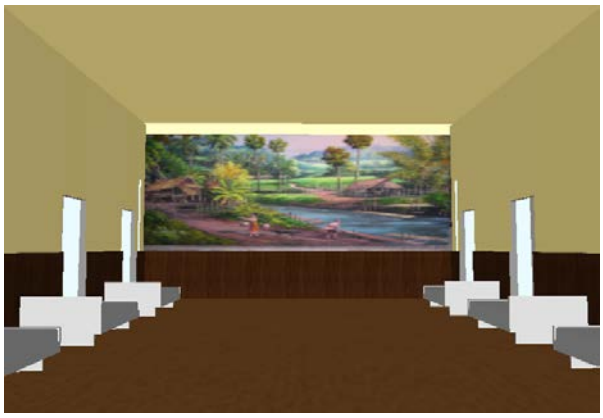
ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบในสภาพท้องแจ่มใส่ clear sky (ลักซ์)									
	เวลา	A1	A2	A3	A4	A5	Emin	Emax	Eave
21 มี.ค	10:00	90	85	91	87	85	75	55	81
	14:00	102	98	101	95	92	79	95	89
21 มิ.ย	10:00	88	79	85	79	75	60	65	62
	14:00	95	98	93	87	79	68	76	71
21 ธ.ค	10:00	75	73	76	74	70	50	55	52
	14:00	80	78	81	77	72	56	62	59
$E_{ที่ชิ้นงาน}$	155.200-220.800 lux-hr/year								

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพท้องฟ้าหลัวภายในห้องแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต





แผนภูมิที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพท้องฟ้าแจ่ม(Clear Sky)ใส่ภายในห้องแสดงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต



ภาพที่ 5.7 ทัศนิยภาพที่ได้จากการจำลองการปรับปรุงห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

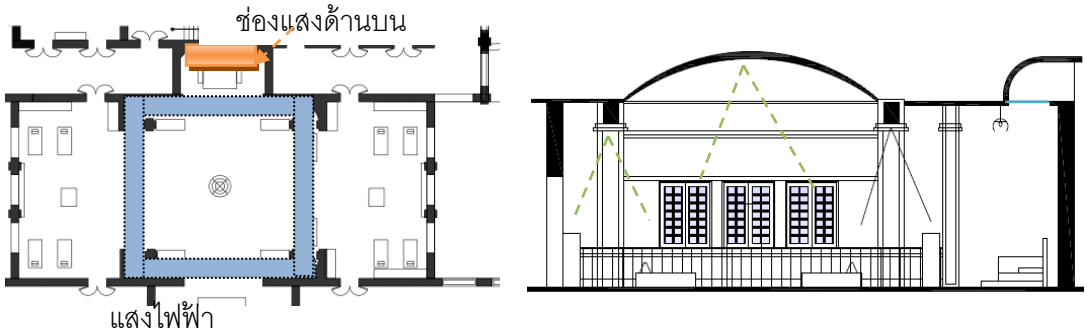
จากแผนภูมิที่ 5.1และ5.2 พบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างของแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิดตาม แนวทางนั้นมีความสม่ำเสมอในทุกสภาพท้องฟ้า และทุกช่วงเวลาตลอดทั้งปี อีกทั้งปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงาน และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปียังมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง สมตามที่เกณฑ์ และมาตรฐานกำหนด CIBSE แต่ยังมีปริมาณความส่องสว่างมากกว่าเกณฑ์เหลักน้อย ซึ่งจะต้องปรับปรุงโดยวิธีการกำหนดการปิด-เปิดช่องเปิดเป็นช่วงเวลาเพื่อเป็นการรักษาวัตถุจัดแสดง

5.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแสงสว่างห้องท้องพระโรง

การสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างพบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบปริมาณค่าความสว่างภายในห้องขาดความสม่ำเสมอของแสง ส่วนในบริเวนกลางห้องนั้นมีความสม่ำเสมอของแสงแต่มีค่าความสว่างบริเวนโดยรอบต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด เมื่อพิจารณาวัตถุจัดแสดงที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย พวกโลหะ และหินต่างๆ เช่น เหล็ก แก้ว กระจก และเซรามิกปริมาณค่าความส่องสว่างสูงสุดภายในห้องวัดได้ตรงขอบหน้าตางทางทิศใต้และทิศเหนื่อ 153 lux ดังนั้นควรจะปรับปรุงเพิ่มความสว่างโดยรอบและปริมานแสงที่ชิ้นงานให้มีความสว่างมากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงดังนี้

5.3.1 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยผ่านช่องแสงด้านบน

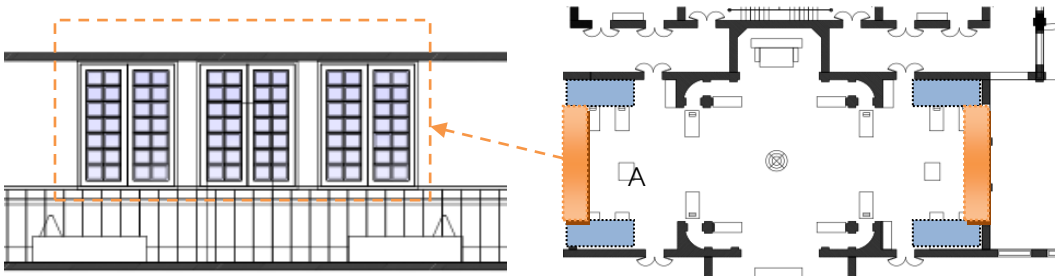
เนื่องด้วยช่องเปิด(หน้าต่าง)ที่รับแสงธรรมชาติเข้ามาในห้องท้องพระโรงมีเฉพาะด้านทิศเหนือและทิศใต้และห้องมีลักษณะยาว 27 แมตร์ตามทิศเหนือหาทิศใต้ กว้าง 12 แมตร์และมีโคมระย้า (chanderlia) ให้ความสว่างทำให้แสงสว่างส่วนในบริเวนกลางห้องนั้นมีความสม่ำเสมอของแสงแต่มีค่าความสว่างบริเวนโดยรอบต่ำกว่ามาตราฐานที่กำหนดเมื่อพิจารณาวัตถุจัดแสดงที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย การปรับปรุงเพิ่มแสงสว่างโดยใช้ช่องแสงบนโดยใช้โคมสท้อนแสงเพื่อให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light) มีความเหมาะสมและเนื่องจากอาคารมีข้อจำกัดในการปรับปรุง(เป็นอาคารที่อยู่ในบัณชีอนุรักษ์เรือนมรดก)ดังนั้นการให้แสงธรรมเข้ามาช่วยให้ความส่องสว่างนั้นไม่เพียงพอจึงจำเป็นต้องใช้แสงไฟฟ้าเข้ามาช่วยเพื่อให้ความส่องสว่างภายในห้องท้องพระโรงมีความสว่างที่เหมาะสม มีความสม่ำเสมอของแสง



ภาพที่ 5.8 การปรับปรุงความสว่างด้วยแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ห้องท้องพระโรง

5.3.2 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง

เนื่องด้วยช่องเปิด(หน้าต่าง) ที่รับแสงธรรมชาติเข้ามาในห้องท้องพระโรงมีเฉพาะด้านทิศเหนือและทิศใต้ ทำให้แสงสว่างธรรมชาติที่ส่องเข้ามาบริเวณหน้าต่างไม่สม่ำเสมอแล้วยังทำให้ปริมาณความสว่างสูงเกินกว่าเกณฑ์อีกด้วย การปรับปรุงวัสดุช่องเปิดอาคารด้วยการผ้าม่านหรือติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความเข้มแสงธรรมชาติที่เข้ามา โดยลดค่าการส่องผ่านแสงของกระจก เหลือเพียง 30% เพื่อให้ปริมาณค่าความสว่างที่ ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง



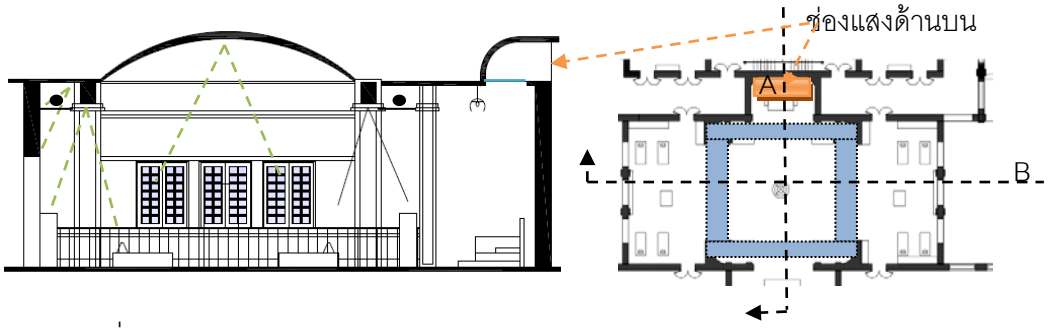
ภาพที่ 5.9 แสดงรายระเอียดหน้าต่างติดผ้าม่านหรือฟิล์มกรองแสงห้องท้องพระโรง

5.3.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง

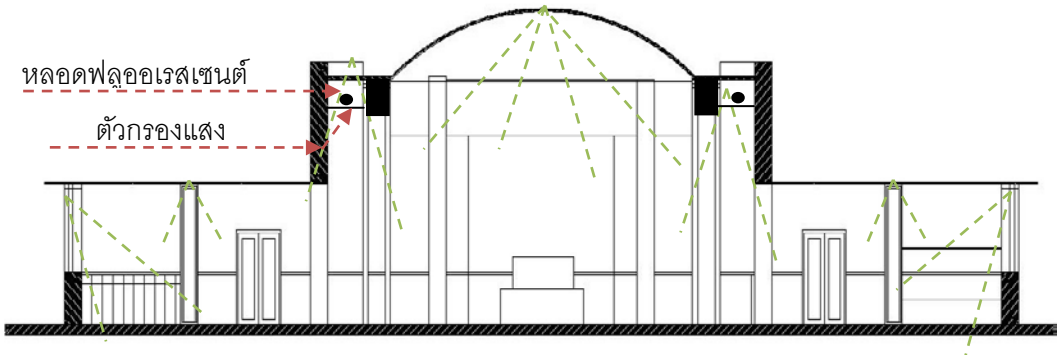
การจัดแสดงวัตถุต่าง ๆ ภายในโดยรวมเป็นการจัดแสดงที่วัตถุจัดแสดงมีผลกระทบจากแสงน้อยเช่น พระเครื่อง ดาบ ควนปรับเปรียนวัตถุจัดแสดงโดยทำการย้ายวัตถุจัดแสดงไปวางไว้ตรงบริเวณที่มีแสงสว่างมากและให้ไฟส่องเน้นเพื่อให้วัตถุมีความหน่าสนใจ

5.3.4 ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องท้องพระโรง

จากผลการสำรวจ วัดความส่องสว่าง วิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางในการออกแบบปรับปรุงแสงสว่างในห้องท้องพระโรงการจำลองการออกแบบปรับปรุงโดยโปรแกรม dialux 4.10 ใน ช่วงเวลา 10:00 น. และ 14:00 น .ใน 3 วันสำคัญคือ วันที่ 21 มีนาคม 21มิถุนายน และ 21 ธันวาคมภายใต้สภาพท้องฟ้าสลัว Overcase skyการจำลองปรับปรุงช่องแสงการใช้แสงธรรมชาติโดยผ่านช่องแสงด้านบนให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light)ร่วมกับแสงประดิษฐ์ ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 20 w และตัวกรองแสงเพื่อลดแสงตรงจากตัวโคม



ภาพที่ 5.10 รูปตัด A และแผนผังการปรับปรุงความสว่างด้วยแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ห้องท้องพระโรง



ภาพที่ 5.10 รูปตัด B และแผนผังการปรับปรุงความสว่างด้วยแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ห้องท้องพระโรง

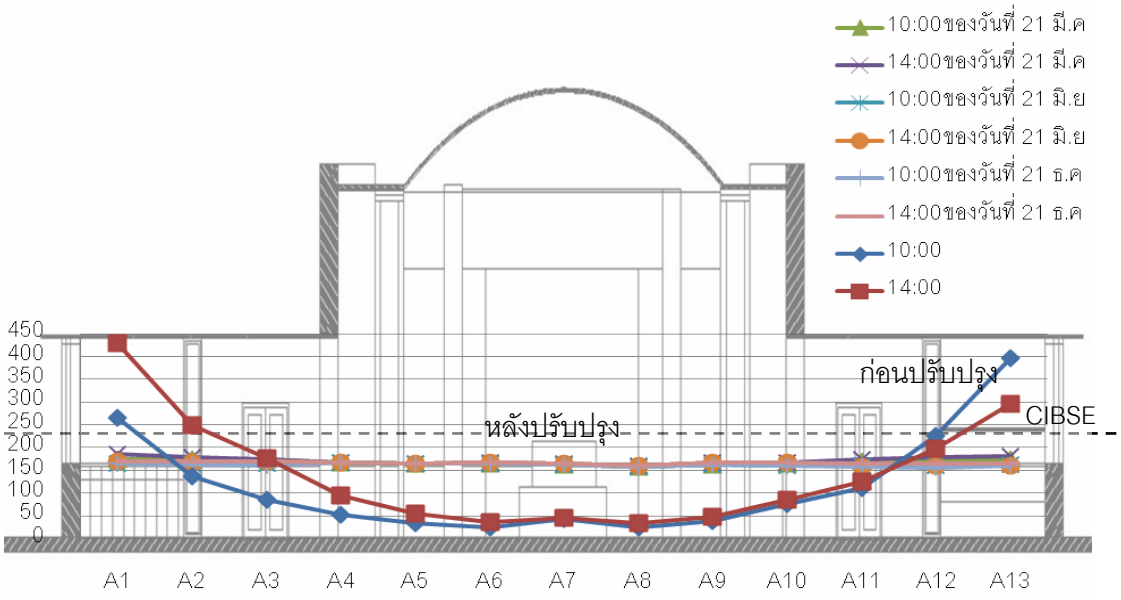
ตารางท 5.3 แสดงคาปรมาณความสองสวางจากการจาลองแนวทางในการปรบปรุงแสงสวางภายในหองจัดแสดงห้องท้องพระโรงส่วน B ภายใต้สภาพท้องฟ้าสลัวโดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน

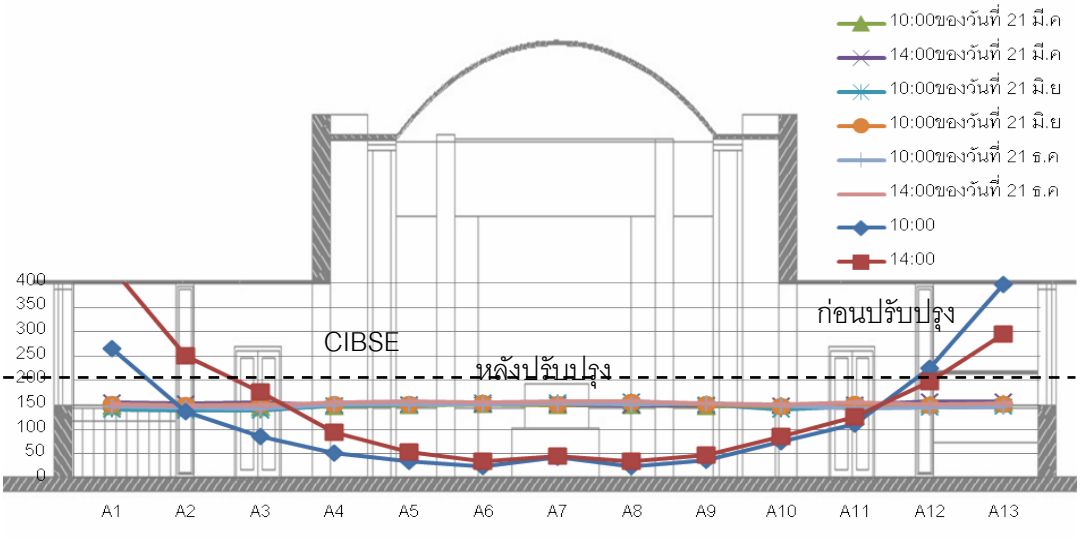
ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)														
	เวลา	A1	A2	A3	A4	A5	A5	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
21 มี.ค	10:00	148	145	146	148	150	152	150	150	148	150	148	152	153
	14:00	156	154	155	150	151	152	152	152	149	150	152	157	158
21 มิ.ย	10:00	140	139	139	150	152	155	156	157	151	140	148	145	148
	14:00	152	149	151	151	152	153	152	156	152	148	152	150	152
21 ธ.ค	10:00	148	145	142	152	152	152	153	151	153	150	142	146	148
	14:00	151	150	149	155	158	155	157	158	153	151	155	152	153

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องท้องพระโรงส่วน B ภายใต้สภาพท้องฟ้าแจ่มใส่(Clear Sky)โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน

ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)														
	เวลา	A1	A2	A3	A4	A5	A5	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
21 มี.ค	10:00	174	175	173	168	165	165	163	158	162	165	170	172	175
	14:00	186	179	175	168	165	166	165	159	168	167	175	179	182
21 มิ.ย	10:00	165	164	165	168	165	165	163	158	162	161	159	160	163
	14:00	170	168	169	168	165	166	165	159	168	167	157	159	160
21 ธ.ค	10:00	165	162	159	168	165	165	163	158	162	159	157	156	161
	14:00	170	170	169	168	165	166	165	159	168	167	165	164	165

แผนภูมิที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพท้องฟ้าหลัวภายในห้องแสดงห้องท้องพระโรง





แผนภูมิที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพท้องฟ้าหลัวภายในห้องแสดงห้องท้องพระโรง ส่วน B

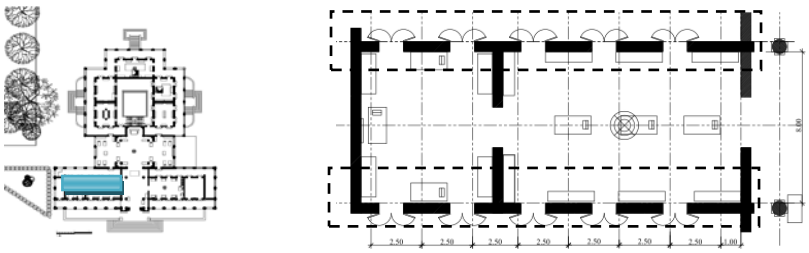
จากแผนภูมิที่ 5.3-5.4 พบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างโดยรอบการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องทอ้งพระโรงตามแนวทางนั้นมีความสว่างเพิ่มขึ้นและมีความสม่ำเสมอตามเกณฑ์มาตราฐานที่กำหนด CIBSE สำหรับวัตถุจัแสดงที่แสงมีผลกระทบน้อย

5.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงห้องรับแขกพระมเหสี

การสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างพบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสีพบว่าขาดความสม่ำเสมอของแสง มีปริมาณความส่องสว่างโดยรอบต่ำกว่า เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดสำหลับวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง ทั้งนี้แสงธรรมชาติที่ส่องผ่านส่องเปิดด้านข้างเป็นแสงตรงจากพระอาทิต ทำให้ปริมาณความสว่างสะสมที่ชิ้นงานผังหนังด้านทิศตาวันตกมีค่าเกินกว่าเกณฑ์ มาตรฐาน CIBSE ดังนั้นจึงควรปรับปรุงในส่วนของค่าความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมเพื่อลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน และปรับให้ความสว่างของแสงภายในห้องให้มีความสะม่ำเสมอเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงดังนี้

5.4.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง

การปรับปรุงวัสดุช่องเปิดอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความเข้มแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยลดค่าการส่องผ่านแสงของกระจก 40% เพื่อให้ปริมาณค่าความสว่างที่ ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่ แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง



ภาพที่ 5.11 แผนผังแสดงรายระเอียดหน้าต่างติดผ้าม่านหรือฟิล์มกรองแสงห้องรับแขกพระมเหสี

ภาพที่ 5.12 รูปตัดแสดงกระจกหน้าต่างติดผ้าม่านหรือฟิล์มกรองแสงห้องรับแขกพระมเหสี

5.4.2 การปรับลดขนาดช่องเปิด

การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะช่องเปิดในด้านทิศตาวันออกนั้นควนปรับลดขนาดช่องเปิดด้านล่าง และให้แสงสว่างผ่านเข้ามาในด้านบนโดยติดผ้าม่านเพื่อไม่แสงจากพระอาทิตเข้ามาโดยตรงช่วยลดความสว่างตรงลิมช่องเปิดของห้องใช้ร่วมกับโคมระย้า และเพิ่มความสว่างที่อยู่ตรงกลางห้องโดยใช้แสงธรรมชาติโดยผ่านช่องแสงด้านบนเพื่อให้ค่าความสว่างของแสงในห้องมีความสม่ำเสมอและยังรักสา

5.4.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง

การจัดแสดงวัตถุต่าง ๆ ภายในโดยรวมเป็นการจัดแสดงที่วัตถุจัดแสดงมีผลกระทบจากแสงที่แตกต่างกันที่ไม่เหมาะสมในแต่ละห้อง ควนปรับเปรียนวัตถุจัดแสดงโดยทำการย้ายวัตถุที่มีผลกระทบจากแสงน้อยและปรานกลาง เช่นรูปภาพวาดสีน้ำมันและเครื่องแก้ว เงิน และเครื่องปั้นดินเผ่ไปไว้ในห้องที่มีแสงมากหรือวัตถุจัดแสดงที่คล้ายเคริงกันเช่นห้องท้องพระโรง ซึ่งนอกจากจะช่วยในการปรับปรุงแสง

ให้เข้าวัตถุจัดแสดงแล้วยังเป็นการรักสาโบรานวัตถุไม่ให้เสริมภาพเลวอิกด้วย ส่วนห้องจัดแสดงเครื่องดนตรีควนออกแบบตู้จัดแสดงให้เหมาะสมกับแต่ระชิ้นงานเพื่อความเป็นระเบียบ

5.4.4 ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องรับแขกพระมเหสี

จากผลการสำรวจ วัดความส่องสว่าง วิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางในการออกแบบปรับปรุงแสงสว่างในห้องท้องรับแขกพระมเหสี การจำลองการออกแบบปรับปรุงโดยโปรแกรม dialux 4.10 ใน ช่วงเวลา 10:00 น. และ 14:00 น .ใน 3 วันสำคัญคือ วันที่ 21 มีนาคม 21มิถุนายน และ 21 ธันวาคมภายใต้สภาพท้องฟ้าสลัว Overcase sky

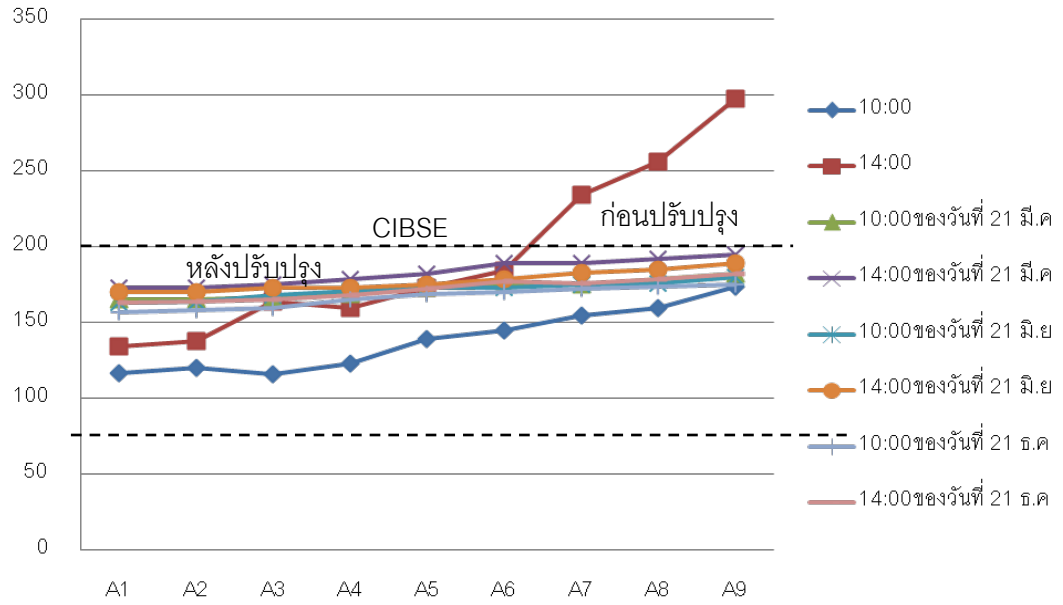
ตารางที่ 5.5 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสีภายใต้สภาพท้องฟ้าสลัวโดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน

		ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)											
	เวลา	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	Emin	Emax	Eave
21 มี.ค	10:00	165	165	167	169	173	175	175	179	182	165	165	167
	14:00	173	173	175	179	182	189	189	192	195	173	173	175
21 มิ.ย	10:00	163	164	168	171	173	173	175	176	180	163	164	168
	14:00	170	170	173	173	175	179	183	185	189	170	170	173
21 ธ.ค	10:00	157	158	160	165	169	170	172	174	175	157	158	160
	14:00	163	164	165	168	172	177	176	179	182	163	164	165
		445.230 luxhr/year											

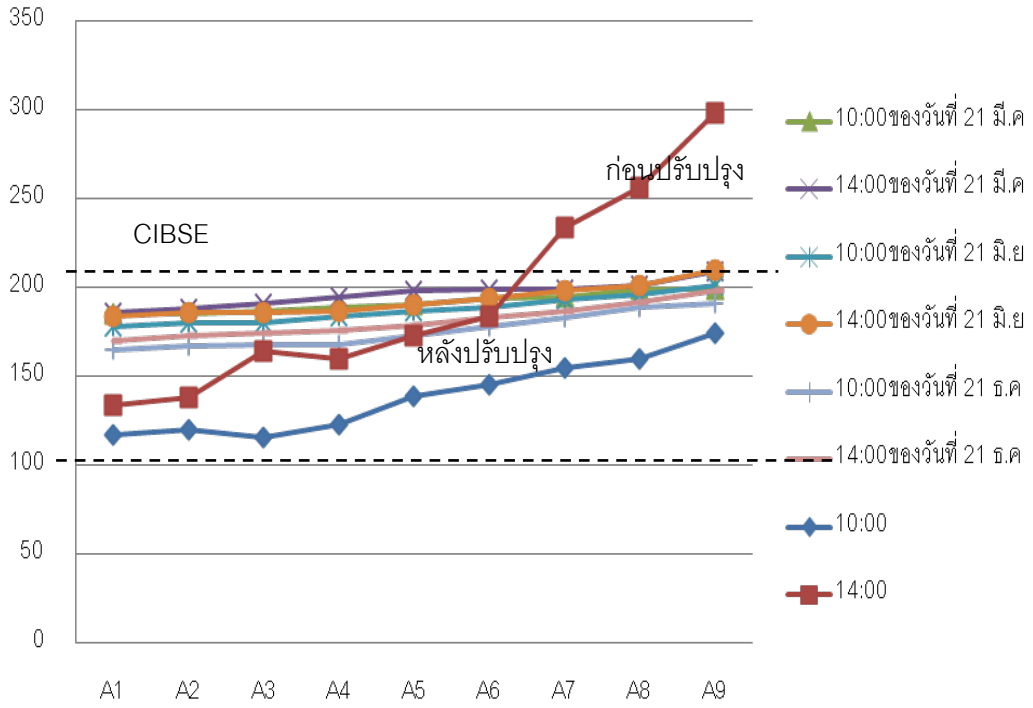
ตารางที่ 5.6 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสีภายใต้สภาพท้องฟ้าแจ่มใส่โดยแสดงค่าเฉลี่ยของวันสำคัญทั้ง 3 วัน

		ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)											
	เวลา	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	Emin	Emax	Eave
21 มี.ค	10:00	185	185	187	189	190	194	195	199	199	185	199	191
	14:00	186	188	191	195	198	199	199	201	209	186	209	196
21 มิ.ย	10:00	178	180	180	184	187	189	193	196	201	178	201	188
	14:00	184	186	187	187	190	194	198	202	210	184	210	193
21 ธ.ค	10:00	165	167	168	168	173	178	180	189	191	165	191	175
	14:00	170	173	174	176	179	183	187	192	198	170	198	181
		460.400 luxhr/year											

แผนภูมิที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพท้องฟ้าหลัวภายในห้องแสดงห้องรับแขกพระมเหสี



แผนภูมิที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในสภาพท้องฟ้าแจ่มใส่ภายในห้องแสดงห้องรับแขกพระมเหสี

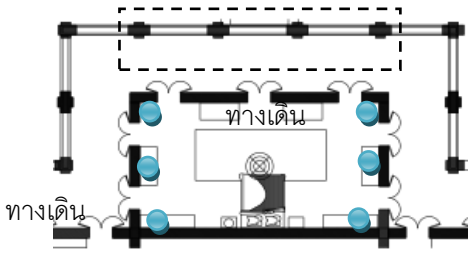


จากแผนภูมิที่ 5. พบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างโดยรอบการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องแสดงเครื่องดนตรีตามแนวทางนั้นมีความสว่างเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด 196 ลักซ์ ในวันที่ 21 มีนาคม และมีความสม่ำเสมอตามเกณฑ์ มาตราฐานที่กำหนด CIBSE ไม่เกิน 200 ลักซ์ สำหรับวัตถุจัดแสดงที่แสงมีผลกระทบปานกลาง

5.5 เสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

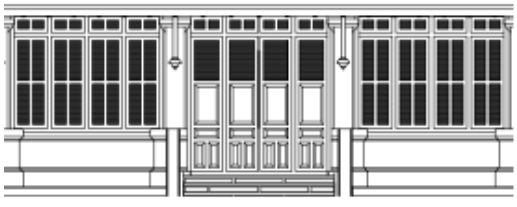
ห้องจัดแสดงมีการใช้แสงไฟฟ้าให้ความสว่างร่วมกับแสงธรรมชาติ พื้นที่ด้านทิศเหนื่อ ทิศใต้ และทิศตะวันตกซึ่งติกับเฉลียงทางเดินมีประตูทางเข้าที่เว้นช่วงผนังทึบใช้ตั้งวางหีบผ้าลักษณะของแสงธรรมชาติที่ส่องผ่านเข้ามาทางช่องเปิดประตูทั้งสามด้านนั้นมีค่าความสว่างต่ำที่สุด ทำให้มีความสว่างเพียงในบริเวณรอบห้องนั้นมีค่าความสว่างต่ำ มีโคมระย้าที่กลางห้อง ส่วนพื้นเป็นวัสดุไม้และส่วนฝ้าเพดานเป็นสีขาว ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิตมีความเหมาะสมตามเกณฑ์ มาตรฐานที่กำหนดสำหลับวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบสูง แต่ยังขาดความสม่ำเสมอของแสง และมีวัตถุจัดแสดงที่ไวต่อแสงแตกต่างกัน ดังนั้นควนปรับปุงโดยให้แสงสว่างส่องเน้นที่มีความแตกต่างกันตามลักษณะของวัตถุ การตั้งวางวัตถุจัดแสดงสำหรับวัตถุกำหนด ให้พระแท่นบรรทมเป็นจุดสำคัญจัดวางตรงกลางติดกับผนังด้านทิศตะวันออก การใช้แสงประดิษฐ์จึงช่วยเสริมความส่องสว่างให้เหมาะสมกับการจัดแสดง โดยยึดถือแนวทางในการรักษาบรรยากาศของความสลัวภายในห้องให้มีความความสอดคล้องกับเนื้อหาการจัดแสดงที่สื่อความหมายถึงห้องบรรทม

หน้าต่างบานเกล็ด



ภาพที่ 5.13 การปรับปรุงความสว่างด้วยแสงประดิษฐ์ห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

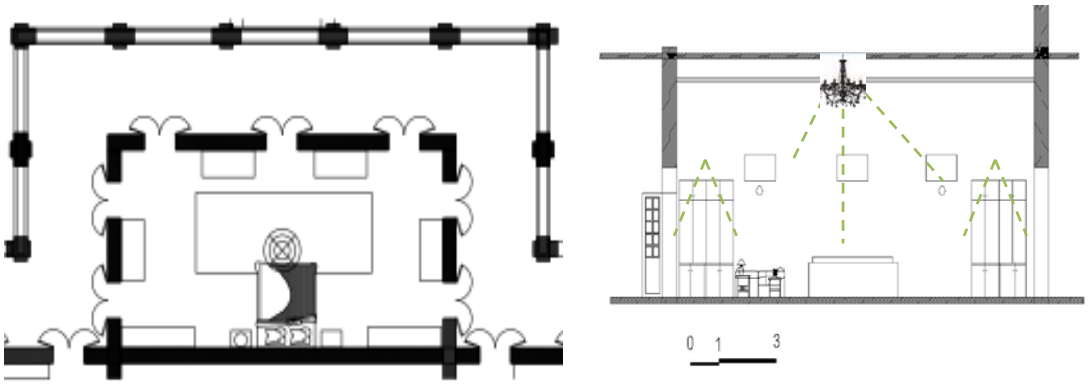
หน้าต่างบานเกล็ด



ภาพที่ 5.14 หน้าต่างบานเกรดตรงระเบียงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

5.5.1 ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

การจำลองการออกแบบปรับปรุงการให้แสงสว่างในห้องบรรทมเนื่องจากขาดความสม่ำเสมอของแสงและวัตถุจัดแสดงมีความต้องการของแสงที่แตกต่างกัน การใช้แสงประดิษฐ์จึงช่วยเสริมความส่องสว่างให้เหมาะสมกับการจัดแสดง ใช้ไฟส่องเน้นสำหรับวัตถุจัดแสดงที่เป็นตู้ไม้โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงที่เหมาะสมคือ หลอดอินแคนเดสเซนต์ประเภทหลอดจำปา รูปร่างคล้ายเปลวเทียนตามจุดที่มีแสงไม่พอร่วมกับโคมระย้าที่อยู่ตรงกลางห้อง โดยยึดถือแนวทางในการรักษาบรรยากาศของความสลัวภายในห้องให้มีความความสอดคล้องกับเนื้อหาการจัดแสดงที่สื่อความหมายถึงห้องบรรทม

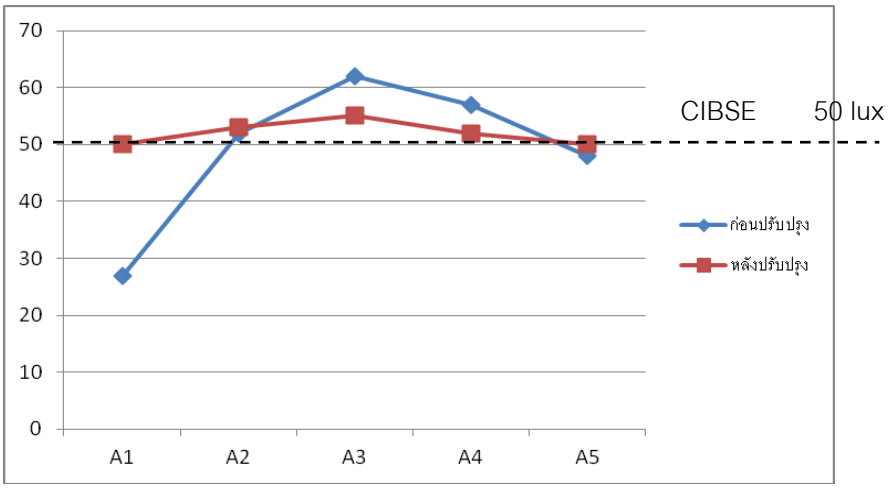


ภาพที่ 5.15 รูปตัดและแผนผังการปรับปรุงความสว่างด้วยแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ห้องห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

	ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)							
	A1	A2	A3	A4	A5	Emin	Emax	Eave
ก่อนปรับปรุง	27	52	62	57	48	27	62	49
หลังปรับปรุง	85	89	91	89	85	85	91	90

แผนภูมิที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงในห้องแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต



ภาพที่ 5.16 ทัศนียภาพที่ได้จากการจำลองการปรับปรุงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

ผลจาการจำลองพบว่าใช้แสงไฟเพิ่มตามจุดมุมห้องร่วมกับโคมระย้าที่อยู่ตรงกลางห้องนั้นช่วยให้ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบเพิ่มขึ้นแล้วยังให้ความสว่างภายในมีความสม่ำเสมอของแสงอีกด้วย

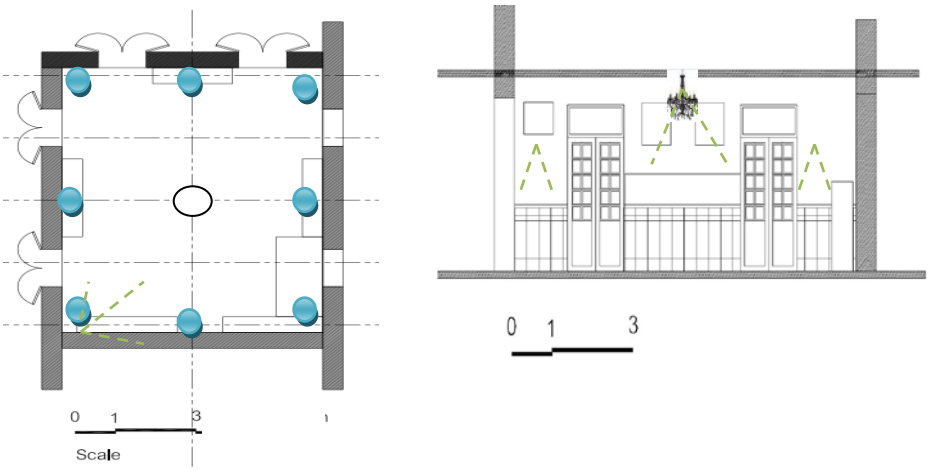
5.6 ห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

ห้องจัดแสดงห้องนี้มีการใช้แสงไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีโคมระย้าที่กลางห้อง ส่วนพื้นเป็นวัสดุไม้และส่วนฝ้าเพดานเป็นสีขาว ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงเครื่องดนตรียังต่ำกว่าเกณฑ์ มาตรฐานที่กำหนดสำหลับวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย พวกโลหะ และหินต่างๆ เช่น เหล็ก แก้ว กระจก และเซรามิกและภาพพิมพ์ต่างๆ และขาดความสม่ำเสมอของแสง และวัตถุจัดแสดงที่ทั้งแสงสว่างส่งผลกระทบน้อยและปลานกลางดังนั้น ควนปรับปุงโดยเพิ่มแสงสว่างหลอดอินแคนเดสเซนต์ประเภทหลอดจำปา และไฟส่องเน้นที่มีความแตกต่างกันตาม

ลักษณะของวัฤเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ และควนออกแบบตู้จัดแสดงให้เหมาะสมกับแต่ละชิ้นงานเพื่อความเป็นระเบียบเพื่อความสะดวกในกานเข้าชมเพิ่มความประทับใจแก่ผู้เข้าชมอีกด้วย

5.6.1ผลจากการจำลองการออกแบบปรับปรุงห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

ห้องจัดแสดงห้องนี้มีการใช้แสงไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีโคมระย้าที่กลางห้อง ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงเครื่องดนตรียังต่ำกว่าเกณฑ์ มาตรฐาน ดังนั้นการเสนอแนะในการปรับปรุงนั้นควรเพิ่มแสงสว่างฟ้าโดยใช้หลอดอินแครเดดซนต์หรือเรียกว่าหลอดดวงเทียน ซึ่งจะให้แสงทที่ไม่สว่างมาก มีแสงสีเหลืองส้มที่ดูอบอุ่น สีไม่เพี้ยน และมีความกรมกรึนกับอาคารเก่าและใช้แสงไฟประเภทส่องเน้นที่มีความแตกต่างกันตามลักษณะของวัตถุเพื่อให้เกิดความหน้าสนใจ เพิ่มแสงไฟในจุดที่มีความสว่างน้อย

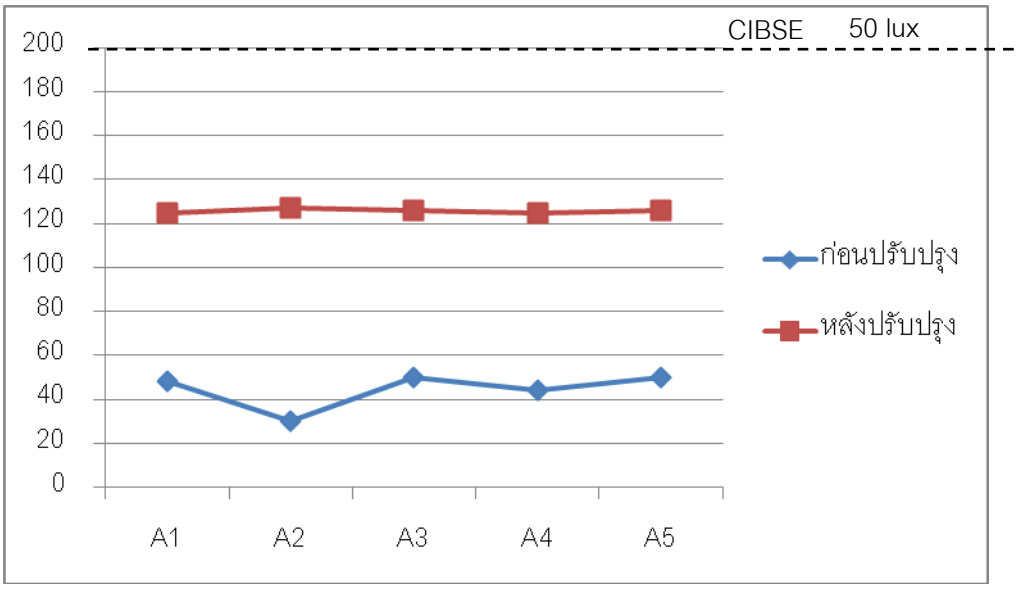


ภาพที่ 5.17 รูปตัดและแผนผังการปรับปรุงความสว่างห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

ตารางที่ 5.8 แสดงค่าปริมาณความส่องสว่างจากการจำลองแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

	ปริมาณความส่องสว่างโดยรอบ (ลักซ์)							
	A1	A2	A3	A4	A5	Emin	Emax	Eave
ก่อนปรับปรุง	48	30	50	44	50	48	30	49
หลังปรับปรุง	125	127	126	125	126	125	127	125

แผนภูมิที่ 5.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากการสำรวจ วัดและการจำลองออกแบบการปรับปรุงภายในห้องแสดงเครื่องดนตรี



จากแผนภูมิที่ 5.8 พบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างโดยรอบการปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในห้องแสดงเครื่องดนตรีตามแนวทางนั้นมีความสว่างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 125 ลักซ์ และมีความสม่ำเสมอตามเกณฑ์ มาตราฐานที่กำหนด CIBSE ไม่เกิน 200 ลักซ์ สำหรับวัตถุจัแสดงที่แสงมีผลกระทบปานกลาง

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปแนวทางเลือกในการปรับปรุงการให้แสงสว่างในอาคารกรณีศึกษา

จากการศึกษา สำรวจ วัดความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงนั้นทำให้พบข้อปัญหาด้านแสงสว่างภายในห้องจัดแสดง จึงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างในส่วนห้องจัดแสดงที่มีปัญหาต่างๆด้านแสงสว่าง ซึ่งทางเลือกในการในการเพิ่มแสงสว่างสำหรับห้องจัดแสดงแต่ละห้องนั้น มีรายละเอียด ดังนี้

6.1.1 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการให้แสงสว่างในห้องกรมพิธิการ

ผลจากการสำรวจและวัดความส่องสว่างพบว่าโดยส่วนใหญ่ แล้วสภาพแสงสว่างมีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน และข้อกำหนดของ CIBSE ที่กำหนดให้ สภาพแสงโดยรอบมีความสว่าง 50-300 lux มีเพียง จุด A5, A6 และ A7 เท่านั้นที่มีค่าเกินตามที่เกณฑ์ กำหนด และบางช่วงเวลา ซึ่งมีสาเหตุมาจากองค์ ประกอบทางสถาปัตยกรรม และการวางตัวของอาคารเป็นหลัก ดังนั้นเพื่อเป็นการปรับสายตาระหว่างความสว่างภายนอกและภายในก่อนการเข้าชมจึงไม่เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุง

6.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการให้แสงสว่างภายในห้องรับแขกเจ้ามหาชีวิต

จากการสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างพบว่า ปริมาณค่าความส่องสว่างในห้องรับแขกเจ้ามหาชิวิต ขาดความสม่ำเสมอของแสง ปริมาณค่าความส่องสว่างและปริมาณความส่องสว่างสะสมสูงสุดที่ชิ้นงานมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และมีวัตถุจัดแสดงที่แสงส่งผลกระทบต่างกันปะปนกันอยู่ ดังนั้นควรปรับปรุงในการใช้แสงดังนี้

6.1.2.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง

การปรับปรุงวัสดุช่องเปิดอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสง หรือผ้าม่านเพื่อลดความเข้มแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยลดค่าการส่องผ่านแสง 20% เพื่อให้ไม่แสงจากพระอาทิตเข้ามาโดยตรงช่วยลดความสว่างตรงบริเวณช่องเปิดของห้องใช้ร่วมกับโคมระย้า เพื่อให้ค่าความสว่างของแสงในห้องมีความสม่ำเสมอ ลดปริมาณความสว่างที่ชิ้นงานและยังรักสาวัตถุจัดแสดงอีกด้วย

6.1.2.2 การปรับลดขนาดช่องเปิด

การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะช่องเปิดในด้านทิศตาวันออกนั้นควนปับลดขนาดช่องเปิดด้านล่าง และให้แสงสว่างผ่านเข้ามาในด้านบนโดยติดผ้าม่านเพื่อไม่แสงจากพระอาทิตเข้ามาโดยตรงช่วยลดความสว่างตรงบริเวณช่องเปิดของห้องใช้ร่วมกับโคมระย้าปและปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการเปิด-ปิดประตูหน้าต่าง เพื่อลดการสะสมของแสงที่ส่องเข้ามาในอาคาร

6.1.2.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง

ควนปรับเปรียนวัตถุจัดแสดงโดยทำการย้ายวัตถุที่มีผลกระทบจากแสงน้อยและปรานกลาง เช่นรูปหล่อครึ่งองค์ของเจ้ามหาชีวิตทั้ง 3 และตู้เก็บไม้ หร่องไม้สำลับใส่หนังสื่อใบลานไปไว้ในห้องที่มีแสงมากหรือวัตถุจัดแสดงที่คร้ายครึงกันเช่น ห้องท้องพระโรงหรือ ห้องกรมพิธีการ (โถง) ซึ่งนอกจากจะช่วยในการปรับปรุงแสงให้เข้าวัตถุจัดแสดงแล้วยังเป็นการรักสาโบราณวัตถุ ไม่ให้ภาพจิตกรรมฝาผนังเสริมภาพเลวอิกด้วย

6.1.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการให้แสงสว่างภายในห้องห้องท้องพระโรง

การสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างพบว่าปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบปริมาณค่าความสว่างภายในห้องขาดความสม่ำเสมอของแสง ส่วนในบริเวนกลางห้องนั้นมีความสม่ำเสมอของแสงแต่มีค่าความสว่างบริเวนโดยรอบต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นควรจะปรับปรุงเพิ่มความสว่างโดยรอบและปริมานแสงที่ชิ้นงานให้มีความสว่างมากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงดังนี้

6.1.3.1 การปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยผ่านช่องแสงด้านบน

การปรับปรุงเพิ่มแสงสว่างโดยใช้ช่องแสงบนโดยใช้โคมสท้อนแสงเพื่อให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light) มีความเหมาะสมและเนื่องจากอาคารมีข้อจำกัดในการปรับปรุง(เป็นอาคารที่อยู่ในบัณชีอนุรักษ์เรือนมรดก)ดังนั้นการให้แสงธรรมเข้ามาช่วยให้ความส่องสว่างนั้นไม่เพียงพอจึงจำเป็นต้องใช้แสงไฟฟ้าเข้ามาช่วยเพื่อให้ความส่องสว่างภายในห้องท้องพระโรงมีความสว่างที่เหมาะสมและความสม่ำเสมอของแสง

6.1.3.2 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง

การปรับปรุงวัสดุช่องเปิดอาคารด้วยการผ้าม่านหรือติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความเข้มแสงธรรมชาติที่เข้ามา โดยลดค่าการส่องผ่านแสงของกระจกให้เหลือเพียง 40% เพื่อให้ปริมาณค่าความสว่างที่ ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง

6.1.3.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง

การจัดแสดงวัตถุต่าง ๆ ภายในโดยรวมเป็นการจัดแสดงที่วัตถุจัดแสดงมีผลกระทบจากแสงน้อยเช่น พระเครื่อง ดาบ ควนปรับเปรียนวัตถุจัดแสดงโดยทำการย้ายวัตถุจัดแสดงไปวางไว้ตรงบริเวณที่มีแสงสว่างมากและให้ไฟส่องเน้นเพื่อให้วัตถุมีความหน่าสนใจ

6.1.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการให้แสงสว่างภายในห้องรับแขกพระมเหสี

จากการสำรวจและวัดปริมาณค่าความส่องสว่างภายในห้องจัดแสดงห้องรับแขกพระมเหสีพบว่าขาดความสม่ำเสมอ และมีปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในห้องประมาณ 139-193 lux อยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานที่กำหนดของ CIBSEดังนั้นจึงควรปรับปรุงในส่วนของค่าความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมเพื่อลดความเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน และปรับให้ความสว่างของแสงภายในห้องให้มีความสะม่ำเสมอเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงดังนี้

6.1.4.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง

การปรับปรุงวัสดุช่องเปิดอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความเข้มแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยลดค่าการส่องผ่านแสงของกระจก 40% เพื่อให้ปริมาณค่าความสว่างที่ ชิ้นงานมี ความเหมาะสมกับชิ้นงานประเภทที่จัดเป็นวัตถุที่ แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง

6.1.4.2 การปรับลดขนาดช่องเปิด

การปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะช่องเปิดในด้านทิศตาวันออกนั้นควนปับลดขนาดช่องเปิดด้านล่าง และให้แสงสว่างผ่านเข้ามาในด้านบนโดยติดผ้าม่านเพื่อไม่แสงจากพระอาทิตเข้ามาโดยตรงช่วยลดความสว่างตรงลิมช่องเปิดของห้องใช้ร่วมกับโคมระย้า และเพิ่มความสว่างที่อยู่ตรงกลางห้องโดยใช้แสงธรรมชาติโดยผ่านช่องแสงด้านบนเพื่อให้ค่าความสว่างของแสงในห้องมีความสม่ำเสมอและยังรักสา

6.1.4.3 การปรับปรุงวัตถุจัดแสดง

การจัดแสดงวัตถุต่าง ๆ ภายในโดยรวมเป็นการจัดแสดงที่วัตถุจัดแสดงมีผลกระทบจากแสงที่แตกต่างกันที่ไม่เหมาะสมในแต่ละห้อง ควนปรับเปรียนวัตถุจัดแสดงโดยทำการย้ายวัตถุที่มีผลกระทบจากแสงน้อยและปรานกลาง เช่นรูปภาพวาดสีน้ำมันและเครื่องแก้ว เงิน และเครื่องปั้นดินเผ่าไปไว้ในห้องที่มีแสงมากหรือวัตถุจัดแสดงที่คร้ายเครียงกันเช่นห้องท้องพระโรง ซึ่งนอกจากจะช่วยในการปรับปรุงแสงให้เข้าวัตถุจัดแสดงแล้วยังเป็นการรักสาโบรานวัตถุไม่ให้เสริมภาพเลวอิกด้วย ส่วนห้องจัดแสดงเครื่องดนตรีควนออกแบบตู้จัดแสดงให้เหมาะสมกับแต่ระชิ้นงานเพื่อความเป็นระเบียบ

6.1.5 เสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องจัดแสดงห้องบรรทมเจ้ามหาชีวิต

ควนปรับปุงโดยให้แสงสว่างส่องเน้นที่มีความแตกต่างกันตามลักษณะของวัตถุ การตั้งวางวัตถุจัดแสดงสำหรับวัตถุกำหนด ให้พระแท่นบรรทมเป็นจุดสำคัญจัดวางตรงกลางติดกับผนังด้านทิศตะวันออก การใช้แสงประดิษฐ์จึงช่วยเสริมความส่องสว่างให้เหมาะสมกับการจัดแสดง โดยยึดถือแนวทางในการรักษาบรรยากาศของความสลัวภายในห้องให้มีความความสอดคล้องกับเนื้อหาการจัดแสดงที่สื่อความหมายถึงห้องบรรทม

6.1.6 เสนอแนะในการออกแบบปรับปรุงภายในห้องจัดแสดงเครื่องดนตรี

ควนปรับปุงโดยให้แสงสว่างส่องเน้นที่มีความแตกต่างกันตามลักษณะของวัฺเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ และควนออกแบบตู้จัดแสดงให้เหมาะสมกับแต่ละชิ้นงานเพื่อความเป็นระเบียบเพื่อความสะดวกในกานเข้าชมเพิ่มความประทับใจแก่ผู้เข้าชมอีกด้วย

6.2 สรุปผลการวิจัย

จุดประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้เพื่อศึกษาสำรวจ วิเคราะห์และประเมินผลการใช้แสงธรรมชาติ เพื่อศึกษาเทคนิคทางด้านการให้แสงสว่างธรรมชาติกับพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง ประเทศลาว ให้สอดคล้องกับข้อมูลจากมาตรฐาน และข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่าง จากการศึกษาวิจัยเบื้องต้นพบว่าในการออกแบบแสงสว่างในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบาง นั้นควรให้ ความสำคัญต่อความปลอดภัยของชิ้นงานเป็นสำคัญ ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการใช้แสงสว่างธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ ได้แก่ปริมาณค่าความส่องสว่าง และปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี

จากการสำรวจ วัดความส่องสว่างในห้องจัดแสดงมาวิเคราะห์และจำลองกานออกแบบปรับปรุงของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆนั้น พบว่าแสงสว่างในห้องจัดแสดงบางส่วนมีปริมาณค่าความส่องสว่างและปริมาณค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปีไม่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้ชิ้นงานขาดความน่าสนใจ สภาพแสงสว่างในห้องจัดแสดงแตกต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบทางด้านสถาปัตยกรรมทำให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยผ่านส่องปิดด้านข้างมากเกินไปและมีปริมาณความส่องสว่างไม่สม่ำเสมอ จึงได้ทำการเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงทั้งแสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าโดยจำลองผลเปรียบเทียบเพื่อแสดงประสิทธิภาพ ได้แก่ปรับปรุงช่องแสงให้ มีความเหมาะสมโดยให้ ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นลักษณะแสงสะท้อน เพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องเปิดให้แสงธรรมชาติที่เข้ามามีปริมาณค่าความส่องสว่างเหมาะสม เพื่อให้ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานอยู่ที่ 50 - 300 luxและจำกัดค่าปริมาณความส่องสว่างให้อยู่ที่ 50,000 - 600,000 lux-hr/ year ตามประเภทของวัสดุชิ้นงานตามเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนดของ CIBSE ซึ่งเกณฑ์ ทั้ง

2 ได้ จำแนกค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี สำหรับวัตถุชิ้นงานออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ วัตถุชิ้นงานที่แสงสว่างส่งผลกระทบน้อย วัตถุชิ้นงานที่ แสงสว่างส่งผลกระทบปานกลาง และวัตถุชิ้นงานที่ แสงสว่างไม่ส่งผลกระทบ ซึ่งวัตถุชิ้นงานที่แสงสว่างไม่ส่งผลกระทบนั้นสามารถให้ค่าความส่องสว่างสูงสุด และ ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานตลอดทั้งปี ขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดแสดง

นอกจากนั้นในการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพของแสงสว่างในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบางได้มีการคำนึงถึงผลกระทบด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงสว่าง แนวคิดในการจัดแสดงและการดูแลรักษาชิ้นงานดังนี้

6.2.1 **การให้แสงสว่างในการจัดแสดงในการใช้งาน**

การออกแบบแสงสว่างภายในห้องจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์แต่ละห้องจัดแสดงมีลักษณะเฉพาะตัวและปัญหาด้านแสงสว่างที่แตกต่างกันไปแนวทางในการแก้ไขปัญหาจึงไม่มีวิธีการตายตัวและสมบูรณ์แบบ ดังนั้นควรแก้ไขปัญหาการใช้แสงสว่างที่เหมาะสมและสอดคล้องตามวัตถุจัดแสดง โดย

6.2.2 **หลีกเลี่ยงการใช้แสงธรรมชาติส่องโดยตรงที่ชิ้นงาน**

พิพิธภัณฑ์แห่งชาติหลวงพระบางเป็นสถานที่จัดแสดงและเก็บรักษาโบราณวัตถุที่สำคัญและยังเป็นอาคารที่เขตมรดกของหลวงพระบาง จึงควรคำนึงถึงการอนุรักษ์ลักษณะเดิมของอาคารและชิ้นงานเป็นสำคัญ โดยหลีกเลี่ยงการใช้แสงธรรมชาติส่องโดยตรงที่ชิ้นงานเนื่องจากแสงธรรมชาติมีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงและควบคุมได้ยาก

6.2.3 **ขนาดชิ้นงานและขนาดห้องจัดแสดงที่เหมาะสม**

ความสัมพันธ์ของขนาดชิ้นงาน และขนาดห้องจัดแสดงนั้น ส่งผลต่อระยะในการมองชิ้นงานโดยตรงทั้งความกว้างความยาวของห้องจัดแสดง และความสูงของฝ้าเพดานและความต้องการแสงที่แตกต่างกันของวัตถุจัดแสดง ดังนั้นจึงต้องพิจารณาควนให้วัตถุจัดแสดงที่ไวต่อแสงจัดให้อยู่ในห้องเดียว กันโดยคงความเอกลักของห้องจัดแสดง และให้ระยะในการมองชิ้นงาน ณ มุมมองต่างๆที่เหมาะสมกับขนาดความกว้าง และความสูงของชิ้นงาน

6.3 **ข้อเสนอแนะ**

จากการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพด้านแสงสว่างของห้องจัดแสดงภายในพิพิธภัณฑ์ 6 ห้องที่มีรายละเอียดของรูปแบบลักษณะการจัดแสดง และแนวความคิดในการจัดแสดงที่แตกต่างกันออกไป โดยแบ่งขั้นตอนในการศึกษาวิจัยออกเป็น 4 ส่วนได้ แก่ การสำรวจเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษาวิเคาะห์เปรียบเทียบกับมาตรฐาน การจำลองออกแบบปรับปรุงของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่าง

ผลการจำลองสภาพแสงสว่าง และการเสนอแนะแนวทางในการออกแบบปรับปรุงปัญหาที่พบในแต่ละห้องจัดแสดงที่ทำการศึกษาวิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาวิจัยดังนี้

6.3.1 การเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา

เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาในการศึกษาการใช้วิธีการสำรวจ วัดและบันทึกความส่องสว่างในช่วงเวลา 10:00 น และ 14:00 .น ของเดือนธันวาคมมาวิเคราะห์ และจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.10 เพื่อจำลองสถานการณ์การออกแบบปรับปรุง ของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่างๆ ผู้วิจัยต้องทำการเก็บข้อมูลสำคัญที่จำเป็นได้แก่แสงธรรมชาติ แสงไฟฟ้าองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม และข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานซึ่งมีข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานจัดแสดงในห้องแสดงและวัตถุจัดแสดงและลักษณะของช่องเปิดต่างๆ

6.3.2 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10

การจำลองการออกแบบปรับปรุงของแสงสว่างในห้องจัดแสดงต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.10 นั้นมีข้อจำกัดดังนี้

- การสร้างหุ่นจำลองห้องจัดแสดงที่มีข้อจำกัดในเรื่องของรายละ เอียดทางสถาปัตยกรรมเนื่องจากข้อจำกัดในการประมวลผลของโปรแกรม
- รายละเอียดของวัสดุพื้นผิวบางชนิดที่ต้องป้อนค่าเป็นวัสดุเทียบ เคียงดวงโคมที่ใช้ตามแบบติดตั้งบางชนิดต้องใช้รุ่นเทียบเคียงในการจำลองโดยเนื่องจากแบบดวงโคม plug-in นั้นมีไม่ครบตามแบบติดตั้ง

6.3.3 ด้านการใช้แสงสว่างธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์

ด้านการใช้แสงสว่างธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์: เพื่อการใช้แสงธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพนั้นควนปรับปรุงช่องแสงให้มีความเหมาะสม โดยให้ลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้ามาเป็นแสงสะท้อน (Indirect light) โดยเฉพาะช่องเปิดในด้านทิศตาวันออกนั้นควนปับลดขนาดช่องเปิดด้านล่างและให้แสงสว่างผ่านเข้ามาในด้านบนโดยติดผ้าม่านเพื่อไม่แสงจากพระอาทิศเข้ามาโดยตรงช่วยลดความสว่างตรงบริเวณช่องเปิดของห้องใช้ร่วมกับโคมระย้า และเพิ่มความสว่างที่อยู่ตรงกลางห้องโดยใช้แสงธรรมชาติโดยผ่านช่องแสงด้านบนเพื่อให้ค่าความสว่างของแสงในห้องมีความสม่ำเสมอและยังรักษาวัตถุจัดแสดงอีกด้วย

6.3.4 **วัตถุจัดแสดง**

การจัดแสดงวัตถุต่าง ๆ ภายในโดยรวมเป็นการจัดแสดงที่วัตถุจัดแสดงมีผลกระทบจากแสงที่แตกต่างกันที่ไม่เหมาะสมในแต่ละห้อง ควรปรับเปลี่ยนวัตถุจัดแสดงโดยทำการย้ายวัตถุที่มีผลกระทบจากแสงน้อยและปลานกลาง เช่นรูปหล่อครึ่งองค์ของเจ้ามหาชีวิตทั้ง 3 และตู้เก็บไม้ หร่องไม้สำลับใส่หนังสื่อใบลานไปไว้ในห้องที่มีแสงมากหรือวัตถุจัดแสดงที่คร้ายเครึงกันเช่นห้องท้องพระโรง ซึ่งนอกจากจะช่วยในการปรับปรุงแสงให้เข้าวัตถุจัดแสดงแล้วยังเป็นการรักสาโบรานวัตถุไม่ให้เสริมภาพเลวอิกด้วย ส่วนห้องจัดแสดงเครื่องดนตรีควรออกแบบตู้จัดแสดงให้เหมาะสมกับแต่ระชิ้นงานเพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้การจัดแสดงและยังช่วยรักษาวัตถุจัดแสดงให้เสรือมง่ายอีกด้วย

6.3.5 **เสนอแนะสำหรับอาคารประเภทเดียวกัน**

เนื่องจากอาคารประวัติศาสตร์สวนใหญ่จะมีช่องเปิดด้านข้างตามช่วงเสาอาคารทำให้การใช้แสงธรรมชาติที่ส่องผ่านเข้ามาขาดความสว่างสม่ำเสมอของแสง ทำให้ปริมาณความส่องสว่างที่ชิ้นงานมีน้อย และมากเกินกว่าเกณฑ์ มาตรฐาน การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสงหรือ ผ้าม่านเพื่อลดแสงตรงจากแสงธรรมชาติ สิ่งสำคัญสำหรับพิพิธภัณฑ์ที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นใหม่นั้น ควรคำนึงถึงการอนุรักษ์วัตถุจัดแสดง ควบคู่ไปกับการส่งเสริมความหมายและลักษณะสำคัญของอาคารที่รองรับการจัดแสดงได้อย่างเหมาะสม

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กุลศรี สุริยเดชกุล: **เทคนิกการใช้แสงธรรมชาติอาคารพิพธภัณฑ์แสดงภาพเขียน เขตร้อนชื้น** วิทยานิพนท์ปริญญามหาบัณิตคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรมหาวิทยาลัยฒ 2542

เฉลิมพงศ์ นัยวัฒน์ : **ผลกระทบในการให้แสงโดยการใช้ความจ้าและความเปรียบต่างความมเข้มของแสง เพื่อเน้นวัตถุและความน่าสนใจ : ดรณีศึกษา การจัดแสดงประติมากรรมในพิพิธภัณฑ์** วิทยานิพนท์ปริญญามหาบัณิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย ,2537

พรรณชลัทสุริโยธิน และนาย การุณย์ ศุภมิตรโยธิน. **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิ ภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรีแห่งจุฬาฯ**, กรุงเทพหมานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547

พรรณชลัท สุริโยธิน. **การออกแบบการให้แสงและแสงธรรมชาติ**. (กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555

รุ่งทิพย์ พูนอัศวสมบัติ: **ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของพื้นผิวภายในอาคารกับประสิทธิภาพการใช้อุปกรณ์ ควบคุมความสว่างของดวงโคมด้วยแสงธรรมชาติ** วิทยานิพนท์ปริญญามหาบัณิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย **,** 2553

วรากุล ตันทนะเทวินทร์: **การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างในหอศิลป์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์ศิลปะไทยร่วมสมัย** วิทยานิพนท์ปริญญามหาบัณิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2553

หนังสือแผนปกปักรักษา และทำให้มีคุนค่า หนังสือ (**ประเภทสถาปัตยกรรม**) โดย HERITAGE OFFICE OF LUANGPRABAG และ UNESCO เมษายน, 2535 ภาษาลาว

ภาษาอังกฤษ

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

Julio M. del Hoyo-Melndeza, Marion F. Mecklenburga, Maria Teresa Domnech-Carbo **An evaluation of daylight distribution as an initial preventive conservation measure at two Smithsonian Institution Museums, Washington DC, USA** ,2010_Journal of Cultural Heritage 12 (2011): 54–64

Michael Scuello,Israel AbramovJames Gordon,2Steven Weintraub,**Museum Lighting: Optimizing the Illuminant** ,2003 Wiley Periodicals, Inc. Col Res Appl, 29,2004; Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI 10.1002/col.10231: 121–127

ภาคผนวก

ภาคผนวก

คำศัพท์ และคำนิยามเกี่ยวกับแสง

1. **ปริมาณแสง** (Luminous Flux, ϕ)

คือรังสีหรือกำลังของแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงใน 1 หน่วยเวลาเป็นการบอกค่าพลังงานหรือกำลังของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงในรูปแบบของเส้นแรงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิด หรืออาจเปรียบเทียบได้ว่าเป็นอัตราการไหล (Rate of Flow) ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แสดงออกมาในรูปของกำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt, W) แต่สำหรับแสงสว่างจะหมายถึงค่าที่วัดออกมาเป็นปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดมีหน่วยเป็นลูเมน (Lumen, lm) โดยปริมาณแสง 680 ลูเมน ที่เกิดจากลำแสงของรังสีหนึ่งๆที่ความยาวคลื่น 0.555 ไมครอน จะมีพลังงาน 1 วัตต์ เป็นค่าที่มากที่สุดสำหรับตาของมนุษย์ในการมองเห็น เช่น เทียนให้ปริมาณแสง 12.57 ลูเมน หลอดไส้ 100 วัตต์ ให้ปริมาณแสง 1,360 ลูเมน หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ ให้ปริมาณแสง 2,500 ลูเมน เป็นต้น

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

คืออัตราส่วนของปริมาณแสง (ϕ) ที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดต่อพลังงานที่ใช้เพื่อให้ได้แสงปริมาณนั้นออกมามีหน่วยเป็น ลูเมนต่อวัตต์ (Lumen/Watt, lm/W) หลอดไส้ เป็นหลอดไฟที่มีประสิทธิผลของแสงต่ำเพราะกำลังไฟฟ้าที่ให้กับหลอดไฟส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นความร้อน แต่ให้ปริมาณแสงออกมาน้อย เช่น หลอดไส้ 100 วัตต์ มีประสิทธิผลของแสง 13.6 ลูเมนต่อวัตต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ มีประสิทธิผลของแสง 70 ลูเมนต่อวัตต์ เป็นต้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ดังสมการ

$$\eta = \phi/W$$

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

คือค่าที่ใช้บอกความมากน้อยของปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใดทิศทางหนึ่งดังนั้นความเข้มแสง (I) หรือในอดีตเรียกว่า “แรงเทียน” (Candlepower) ก็คือปริมาณแสง (ϕ) ในหน่วยลูเมน (Lumen, lm) จากแหล่งกำเนิดแสงที่วัดได้ใน Solid Angle ใดๆ (ω) มีหน่วยเป็นลูเมนต่อสเตอเรเดียน (lm/sr) หรือแคนเดลา (Candela, cd)

$$I = \phi/\omega$$

ในการพิจารณาลักษณะนี้ใช้สำหรับการพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กมาก จนถือว่าแหล่งกำเนิดแสงนั้นเป็นจุด (Point Source) หากพิจารณาโดยการนำแหล่งกำเนิดแสงที่เล็กมากจนเสมือนจุดและ มีค่าความเข้มแห่งการว่องสว่างสม่ำเสมอทุกทิศทางเท่ากับ 1 แคนเดลามาวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลงบนทุก ๆ หนึ่งตารางหน่วยพื้นที่บนพื้นผิวของทรงกลมนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนและเนื่องจากพื้นที่ผิวของทรงกลมรัศมี 1 หน่วยมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงของแสงออกมาได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน

4. **ความส่องสว่าง** (Illuminance, E)

คือปริมาณแสง (ϕ) ที่ตกกระทบลงบน 1 หน่วยพื้นที่ใดๆ (A) จะได้ความส่องสว่าง (E) มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (Lumen per Unit Area) เมื่อวัดค่าความส่องสว่างบนระนาบที่ห่างจากเทียนออกมา 1 เมตร จะมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์ เช่น บนโต๊ะทำงานในสำนักงานธรรมดาทั่วไปเท่ากับ 500 ลักซ์บนพื้นดินในที่โล่งเมื่อท้องฟ้าหลัวเท่ากับ 10,000 ลักซ์และบนพื้นดินในที่โล่งเมื่อท้องฟ้าสดใส่เท่ากับ 100,000 ลักซ์ เป็นต้น

$$E = \phi/A$$

หากพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงที่ เป็นจุด (Point Source) ในทรงกลมเมื่อทรงกลมสมมติมีรัศมี 1 ฟุต ปริมาณแสง 1 ลูเมน ที่ตกกระทบพื้นผิวทรงกลมในพื้นที่ 1 ตารางฟุต ความส่องสว่างจะมีค่า 1 ลูเมนต่อตารางฟุต (lm/ft2) หรือ 1 ฟุตแคนเดิล (Footcandle, fc) ในทำนองเดียวกันหากทรงกลมมีรัศมี 1 เมตร ปริมาณแสง 1 ลูเมน ที่ตกกระทบพื้นผิวทรงกลมในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ความส่องสว่างจะมีค่า 1 ลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m)หรือ 1 ลักซ์ (lux, lx) โดยที่ 1ฟุตแคนเดิล เท่ากับ 10.76 ลักซ์

ถ้าแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดเล็กมากจนถือได้ว่ามีลักษณะเป็นจุด ค่าความส่องสว่างบนพื้นผิวนั้นจะขึ้นอยู่กับระยะห่างและมุมของแสงที่ตกกระทบจึงเกิดเป็นสมการหาค่าความส่องสว่างอีกสมการหนึ่ง เมื่อพิจารณาความเข้มแสง (I) ในทิศทางใดๆจากแหล่งกำเนิดแสง แสงที่เดินทางเป็นระยะทาง (d) มาตกกระทบพื้นผิวที่มุมใดๆ (Θ) คือมุมระหว่างทิศทางของแสงที่ตกกระทบและเส้นตั้งฉากกับพื้นผิวนั้น)

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

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

5. **ความสว่าง** (Luminance, L)

คือการที่แสงตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับหรือส่องผ่านวัตถุเข้าสู่ตาทำให้มองเห็นวัตถุนั้นได้ มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m2) หรือฟุตแลมเบิร์ต (Footlambert, FL) เมื่อวัตถุที่แสงตกกระทบมีพื้นผิวที่ช่วยกระจายแสง (Diffuse) ค่าความสว่างจะแปรผันตรงกับค่าความส่องสว่าง (E) และค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (**ρ**) หรื อค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสง

(**τ**) L = I x **ρ**/A = E(lx) x **ρ**/**π** หน่วย cd/m^2

L = I x **τ**/A = E(lx) x **τ**/**π** หน่วย cd/m^2

L = E(fc) x **ρ** หน่วย FL

L = E(fc) x **τ** หน่วย FL

ค่าความสว่างขึ้นอยู่กับความเข้มแสง (I) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (**ρ**) หรือค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสง (**T**) ของวัตถุ และพื้นที่ของวัตถุที่มองเห็นหรือค่าความส่องสว่าง (E) กับค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (**ρ**) หรือค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสง (**T**) ของวัตถุส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความสว่าง (L) พื้นที่ผิวของวัตถุที่เห็น (A) และความเข้มแสง (I)

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

6. **การสะท้อน** (Reflection)

คือพฤติกรรมของแสงที่กระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนกลับออกมาโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไปซึ่งแบ่งตามลักษณะการสะท้อนได้เป็น

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

การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่มีผิวหยาบแสงจะสะท้อนออกไปในหลายๆทิศทาง ซึ่งส่วนมากมุมของแสงสะท้อนที่กระจายออกไปนั้นจะไม่เท่ากับมุมของแสงที่ ตกกระทบหากผิววัสดุมีลักษณะหยาบอย่างสมบูรณ์ คือหยาบทั่วกันทั้งพื้นผิว (Perfectly DiffuseSurface) แสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นการกระจายแสงสมบูรณ์ (PerfectlyDiffuse Reflection) เป็นการสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างเท่าๆกันในทุกมุมสะท้อน แต่ถ้าหากผิววัตถุไม่เรียบอย่างสม่ำเสมอ (Semi DiffuseSurface) แสงสะท้อนที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็นการสะท้อน

แบบกระจัดกระจาย(Semi Diffuse Reflection)โดยทั่วไปแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุมักจะมีลักษณผสมผสานกันระหว่างการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงาและการสะท้อนแบบกระจาย

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

คืออัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิววัตถุต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผิววัตถุนั้นๆ หรือความส่องสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุต่อความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้นโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 หรืออาจเทียบเป็นค่าระหว่าง 0-100 % ก็ได้

8. **การส่องผ่าน** (Transmission)

คือพฤติกรรมของแสงที่ตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลางแล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง หากไม่พิจารณาคุณสมบัติหรือลักษณะของตัวกลางที่แสงผ่านแล้ว มุมของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับมุมขอแสงที่ทะลุผ่านและแสงที่ผ่านออกมาจะยังมีปริ มาณคงเดิม ซึ่งแบ่งตามลักษณะของตัวกลางได้เป็น

ตัวกลางโปร่งใส(Transparent Medium) แสงจะเกิดการหักเห(Refraction) หรือเปลี่ยนทิศทาง (Bent) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลาง และทะลุผ่านในลักษณะเดิมของลำแสงที่ตกกระทบโดยยังสามารถเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจนเช่น กระจกใส เป็นต้น

ตัวกลางโปร่งแสง (Translucent Medium) แสงที่ส่องผ่านจะเกิดการกระจาย (Diffuse Transmission) โดยไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจนเช่น กระจกฝ้าเป็นต้น เมื่อแสงตกกระทบตัวกลางที่แสงส่องผ่านไดแสงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืน ส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับและส่วนที่เหลือจะทะลุผ่านตัวกลาง หมายความว่าปริมาณแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนและปริมาณแสงที่สะท้อนกลับรวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่าน

Absorptance + Reflectance + Transmittance = 1

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

คืออัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่ส่องทะลุผ่านพื้นผิววัตถุต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผัววัตถุนั้นๆหรือความส่องสว่างที่ทะลุผ่านวัตถุออกมาต่อความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้นโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 หรืออาจเทียบเป็นค่าระหว่าง 0-100 % ก็ได้

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย คำวงศ์ วรรณเสริม เกิดวันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ.2526 ที่จังหวัด ผ้งสาลี ภาคเหนือ ประเทศลาว สำเร็จการศึกษาในระดับหลักสูตรปริญญาตรีสถาปัยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติ ประเทศลาว ในปีการศึกษา 2551 และเข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมร์หาบัณฑิตสาขาวิชาสถาปัตยกรรมจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2554 ปัจจุบันทำงานในคณะสถาปัตยกรรมศาสตรมร์ มหาวิทยาลัย สุพานุวงศ์ หลวงพระบาง ประเทศลาว