

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการให้แสงสว่างในพิพิธภัณฑวัดมหาชัย จังหวัดมหาสารคาม Study of Lighting Efficiency Improvement for Wat Mahachai Museum, Mahasarakham Province

วรากุล ตันชนะเทวินทร์

อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

บทคัดย่อ

พิพิธภัณฑวัดมหาชัย เป็นพิพิธภัณฑเก่าแก่ของจังหวัดมหาสารคาม และเป็นพิพิธภัณฑท้องถิ่นที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนืออันเป็นสถานที่เก็บรวบรวมโบราณวัตถุสำคัญอันทรงคุณค่าไว้ แต่อาคารดังกล่าวเป็นอาคารเก่าที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นพิพิธภัณฑเพื่อการจัดแสดงจึงเกิดปัญหาต่างๆ ขึ้น จากการสำรวจและเก็บข้อมูลด้านแสงสว่างภายในอาคารประกอบกับการจำลองแสงสว่างภายในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 ทำให้พบข้อบกพร่องด้านแสงสว่างซึ่งเป็นอันตรายต่อชิ้นงานและทำให้ชิ้นงานขาดความน่าสนใจในการมอง การประเมินประสิทธิภาพการให้แสงสว่างภายในพิพิธภัณฑนี้ได้ศึกษาปัจจัยสำคัญที่เป็นอันตรายต่อชิ้นงานจัดแสดง โดยอ้างอิงกับมาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานนานาชาติในระดับสากล ได้แก่ Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) และ Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) ซึ่งมุ่งเน้นศึกษาปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ค่าความส่องสว่าง (Illuminance) ที่เหมาะสมตามประเภทวัสดุชิ้นงาน ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน (Accumulated Illuminance Level) ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ (Contrast) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิววัตถุ (Reflectance) ความเหมาะสมในการให้แสงสว่างทั่วไป (Ambient Lighting) แสงเงา (Shade and Shadow) ชนิดชิ้นงานจัดแสดง (Type of Object) กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง (Lighting Power Density) ตามพ.ร.บ.อนุรักษ์พลังงานปี 2535 และมาตรฐาน ASHRAE ที่กำหนดสำหรับการจัดแสดงและความปลอดภัย (Safety) จากการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ต่างๆ จึงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องของแสงสว่างให้เหมาะสมยิ่งขึ้นเพื่ออนุรักษ์ชิ้นงาน เช่น การปรับตำแหน่งของชิ้นงานและดวงโคม การเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงและการปรับปรุงช่องแสงให้แสงธรรมชาติเข้ามาในลักษณะแสงสะท้อนที่เหมาะสม เป็นต้น ซึ่งทำให้ค่าความส่องสว่าง ค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงาน ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ ความเหมาะสมในการให้แสงสว่างทั่วไปและแสงเงาเหมาะสมตามที่เกณฑ์กำหนด ตลอดจนสามารถเป็นแนวทางในการให้แสงสว่างแต่อาคารประเภทเดียวกัน

คำสำคัญ: การให้แสงสว่างในพิพิธภัณฑ การให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ ความปลอดภัยต่อชิ้นงาน การจำลองแสงสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Dialux

Abstract

Wat Mahachai Museum is an old museum in Mahasarakham Province and is also important local museum in the Northeast of Thailand where many valuable artifacts were collected. However, the old building was not initially designed to be a museum and there were many problems found. It is therefore proposed the improvement and collecting to preserve these valuable artifacts. The simulation of lighting conditions of the four exhibition halls by using DIALux4.8 revealed the characteristics of current internal lighting and its flaws. This research aimed to study the lighting design of museum and art gallery. The study examined factors which

may negatively affect the exhibits, such as illuminance, accumulated luminance levels, contrast value between object and background, reflectance value of surfaces, general ambient lighting, shade and shadow, types of objects and lighting power density that conformed to the 1992 Energy Conservation Act of Thailand and ASHRAE. There were specified for safety from comparison of these criteria. The researcher recommended some options for correcting these flaws, such as dimming the lights to suit the specific display, installing tinting films and creating an opening for natural light. These recommendations happen to bring the lighting conditions which are appropriate for art galleries. The design was done by evaluating the following factors; illuminance, accumulated illuminance level, contrast, reflectance, ambient lighting, shade and shadow onto the object on display which conformed to the standard as mentioned and also including features as a guideline for lighting design in the same type of building.

Keyword: Museum Lighting Light and Daylight Integration Safety Computer Simulation with Dialux

1. บทนำ

การออกแบบแสงสว่างสำหรับการจัดแสดงโบราณวัตถุ ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปในเรื่องของความสวยงามและองค์ประกอบแสงเงา เพื่อสร้างความน่าสนใจโดยขาดการพิจารณาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อชิ้นงานจัดแสดง เช่น ประเภทของแสงที่นำมาใช้ในการออกแบบ การประสานแสงสว่างกับสถาปัตยกรรม การให้แสงในการจัดแสดงชิ้นงาน การแสดงการอนุรักษ์ชิ้นงานจัดแสดง การใช้พลังงานของแหล่งกำเนิดแสง ความร้อน งบประมาณและการดูแลรักษา เป็นต้น อาคารจัดแสดงชิ้นงานหรือพิพิธภัณฑ์เป็นสถานที่ที่องค์ประกอบของแสงมีความสำคัญเป็นอย่างมากที่ต้องให้แสงสว่างอย่างเหมาะสมกับประเภทชิ้นงาน ควรนำเสนอตัวชิ้นงานจัดแสดงที่ต้องแสดงให้เห็นจริงสภาพจริงทั้งรายละเอียดของสีหรือพื้นผิว รวมทั้งองค์ประกอบแสงเงา ความสวยงามและการดึงดูดความสนใจ ดังนั้นการออกแบบแสงสว่างในอาคารประเภทนี้จะต้องคำนึงถึงปัจจัยสำคัญในการส่องสว่างที่ชิ้นงาน ซึ่งประกอบด้วยระดับความส่องสว่าง (Illuminance) ค่าความส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี (Accumulated Illuminance Level) ความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ (Contrast) ความถูกต้องของสีของแสง (Color Rendering) ความจ้าของแสงหรือแสงบาดตา (Glare) แสงเงา (Light Shade and Shadow) ชนิดชิ้นงานจัดแสดง (Type of Object) และความปลอดภัย (Safety) เป็นต้น¹ แสงสว่างที่ใช้ในการจัดแสดงทั้งแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ (หรืออาจมีการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า) นั้นเป็นต้นเหตุทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของชิ้นงานจัดแสดง เนื่องจากมีพลังงานความร้อนที่แผ่กระจายไปที่พื้นผิวของชิ้นงาน อันเป็นสาเหตุของการทำลายชิ้นงานไม่ว่าจะเป็นวัตถุทึบแสงหรือโปร่งแสงก็ตาม พลังงานส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนเข้าไปทำให้เกิดการแผ่กระจายของความร้อนและปฏิกิริยาเคมีของแสงทำให้ผิวแตกกร้าวและสีซีดจางลง ชิ้นงานที่มีมูลค่าหรือมีคุณค่าจึงควรถูกจัดให้อยู่ในสภาวะที่มีแสงสว่าง อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม²

พิพิธภัณฑ์วัดมหาชัย เป็นพิพิธภัณฑ์สำคัญของจังหวัดมหาสารคามและเป็นพิพิธภัณฑ์ท้องถิ่นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อันเป็นสถานที่เก็บรวบรวมโบราณวัตถุสำคัญ ได้แก่ พระพุทธรูปสมัยโบราณ ใบเสมาหิน งานแกะสลักอายุกว่าร้อยปี ชิ้นส่วนสถาปัตยกรรมปราสาทหิน พระธรรมใบลาน และงานวรรณคดีอีสานจำนวนมากนั้นได้มีการนำอาคารเก่าที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นพิพิธภัณฑ์มาปรับปรุงให้เป็นอาคารพิพิธภัณฑ์เพื่อจัดแสดงโบราณวัตถุและชิ้นงานสำคัญทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ขึ้น ได้แก่ แสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารทางช่องเปิดด้านข้างไม่สอดคล้องกับการจัดแสดงชิ้นงาน แสงเงาที่เกิดขึ้นภายในอาคารขาดความสม่ำเสมอในช่วงเวลากลางวันของแต่ละวันและความร้อนที่มากับแสงสว่างทั้งแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์นั้นเป็นอันตรายเป็นอย่างมาก อาจนำไปสู่การเสื่อมสภาพของชิ้นงานและการให้แสงสว่างขาดความน่าสนใจทำให้ลดคุณค่าของโบราณวัตถุ

¹ SLL. The SLL Lighting Handbook, (London : SLL, 2009: 198)

² IESNA. The IESNA Lighting Handbook Reference & Application, (U.S.A.: Publication Department IESNA, 2000: 14-3)

เหล่านั้นลง รวมถึงแต่เดิมอาคารหลังนี้ไม่ได้ถูกออกแบบมาให้เป็นอาคารพิพิธภัณฑ์ตั้งแต่แรก ทำให้รูปแบบการจัดแสดงชิ้นงานในลักษณะพิพิธภัณฑ์ชุมชนที่มีการปรับเปลี่ยนไปตามบริบทของชุมชน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพการจัดแสดงในอาคารปัจจุบัน ซึ่งมีลักษณะเป็นอาคารปิด

นอกจากแสงสว่างจะมีความสำคัญต่อชิ้นงานจัดแสดงแล้ว รูปทรงของสถาปัตยกรรมและแสงธรรมชาติยังมีความสำคัญต่อการจัดแสดงอีกด้วย จึงควรมีการวิเคราะห์ในส่วนของผลกระทบที่สัมพันธ์กับสถาปัตยกรรมและแสงธรรมชาติที่นำเอาความร้อนเข้าสู่อาคาร รวมทั้งปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ปัจจัยที่ถูกกำหนดโดยพื้นผิวสถาปัตยกรรมและแสงธรรมชาติ³ ที่ต้องคำนึงถึงขนาดของห้องที่ใช้งานโดยเฉพาะความสูงเพดาน และความลึกของห้อง ประเภทของวัสดุพื้นผิวอาคาร ตำแหน่งและการเว้นระยะของช่องเปิด ทิศทางการวางตัวของอาคาร คุณสมบัติการสะท้อนของพื้นผิวภายในอาคารและปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งจากภายนอกและภายใน

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในเบื้องต้นทำให้พบว่าค่าตัวแปรสำคัญบางค่ามีความไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกับเกณฑ์และข้อเสนอแนะในการออกแบบแสงสว่างสำหรับการจัดแสดงชิ้นงานภายในอาคาร เช่น ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นที่บริเวณโดยรอบมีอัตราส่วนต่ำทำให้ชิ้นงานจัดแสดงนั้นไม่มีความโดดเด่นจากพื้นที่บริเวณโดยรอบ นอกจากนี้ชิ้นงานจัดแสดงในบริเวณดังกล่าวยังมองเห็นได้แต่เพียงรูปร่างรูปทรงเท่านั้น รายละเอียดต่างๆ ของชิ้นงานจมหายไปกับเงามืดและความส่องสว่างที่ชิ้นงานบริเวณช่องเปิดมีค่าสูงมาก ซึ่งค่าดังกล่าวส่งผลต่อค่าความส่องสว่างสะสมที่ชิ้นงานอันเป็นอันตรายต่อชิ้นงานจัดแสดงอย่างยิ่ง เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3



รูปที่ 2 ภาพชิ้นงานจัดแสดงที่มีค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและบริเวณโดยรอบต่ำ

³ Egan, M.D., Concepts in architectural lighting, (USA: McGraw-Hill, Inc., 1983)



รูปที่ 3 ภาพตัวอย่างชิ้นงานจัดแสดงต่างๆ ภายในอาคาร

การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารประเภทนี้มีความสำคัญมากทั้งแสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้า การนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้เพื่อลดปริมาณการใช้แสงไฟฟ้าภายในอาคารจะต้องพิจารณาทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม ความเหมาะสมในการใช้งาน ความสวยงาม งบประมาณ การควบคุมแสงธรรมชาติ การดูแลรักษา การใช้พลังงานและการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร เป็นต้น จึงนำไปสู่การประเมินการใช้แสงสว่างที่เหมาะสม ดังนั้นทางผู้วิจัยได้ศึกษาการออกแบบแสงสว่างทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์และแนวทางการออกแบบที่เกี่ยวข้องตามมาตรฐานสากล เพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องของการออกแบบแสงสว่างให้เหมาะสมยิ่งขึ้นในอนุรักษ์โบราณวัตถุสำคัญอันทรงคุณค่า แต่เกณฑ์และแนวทางการออกแบบที่เกี่ยวข้องตามมาตรฐานสากลต่างๆ ไม่สามารถนำมาใช้ในอาคารลักษณะนี้ได้ครอบคลุมทั้งหมด แนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องด้านแสงสว่างในการจัดแสดงภายในอาคารกรณีศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นนั้น ยังสามารถเป็นแนวทางในการออกแบบแสงสว่างสำหรับอาคารประเภทใกล้เคียงกันแห่งอื่นต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างทั้งแสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าในอาคาร เปรียบเทียบเกณฑ์และแนวทางการออกแบบแสงสว่างทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณสำหรับพิพิธภัณฑ์และอาคารจัดแสดงชิ้นงาน
2. เพื่อศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างทั้งแสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าในอาคารกรณีศึกษา รวมทั้งวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ และระดับความส่องสว่างที่ส่งผลประสิทธิภาพการใช้พลังงานแสงสว่างในอาคาร สำหรับกำหนดทางเลือกในการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมกับการจัดแสดงที่เลือกศึกษาในอาคารกรณีศึกษา โดยไม่ปรับเปลี่ยนรูปแบบสถาปัตยกรรม

3. วิธีวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงจำลองสถานการณ์ (Simulation Research) เพื่อประเมินประสิทธิภาพแสงสว่างทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณในการเสนอแนะแนวทางการออกแบบที่เหมาะสม โดยแบ่งขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น ส่วนที่ 1 ทบทวนเกณฑ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแสงสว่างในหอศิลป์ ส่วนที่ 2 จำลองสถานการณ์ของแสงสว่างและประเมินประสิทธิภาพการให้แสงสว่างโดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

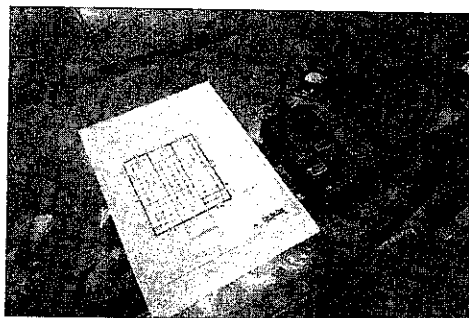
ส่วนที่ 1 การทบทวนเกณฑ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแสงสว่าง

ทบทวนเกณฑ์ มาตรฐาน ข้อกำหนดและแนวทางในการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับการจัดแสดงชิ้นงานจากหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ได้แก่ Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) และพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยจะวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง คือ ค่าความส่องสว่าง ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ ค่าสีของแสงที่เหมาะสม ค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่าง ค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างและค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิว เป็นต้น

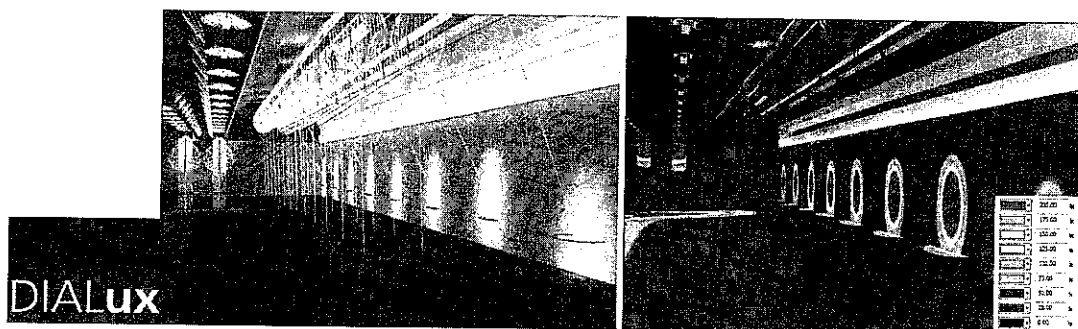
ส่วนที่ 2 การจำลองสถานการณ์ของแสงสว่าง

ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) คือ DIALux 4.8 และประเมินประสิทธิภาพการให้แสงสว่างโดยอ้างอิงข้อมูลจากเกณฑ์และมาตรฐานในการออกแบบระบบแสงสว่างจากหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล คือ IESNA CIBSE และแนวทางในการออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงอื่นๆ ที่เหมาะสม ซึ่งในส่วนนี้สามารถแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ได้แก่

1. สืบหาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษา ได้แก่ ข้อมูลแสงธรรมชาติและสภาพท้องฟ้า ข้อมูลแสงไฟฟ้า ข้อมูลองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมและข้อมูลเกี่ยวกับชั้นงาน วัดค่าความสว่างของแสงด้วยเครื่องมือวัดแสงสว่าง (Lux Meter) วิธี Point by Point
2. กำหนดสมมติฐานและขอบเขตในการศึกษาวิจัย
3. จำลองสถานการณ์ของแสงสว่างภายในอาคารโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8
4. วิเคราะห์ผล
5. สรุปผลและเสนอแนวทางในการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมในอาคารประเภทเดียวกันต่อไป



รูปที่ 4 เครื่องมือในการวัดแสงสว่าง (Lux Meter) ด้วยวิธี Point by Point ในการสำรวจอาคาร



รูปที่ 5 เครื่องมือในการจำลองสถานการณ์แสงสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8

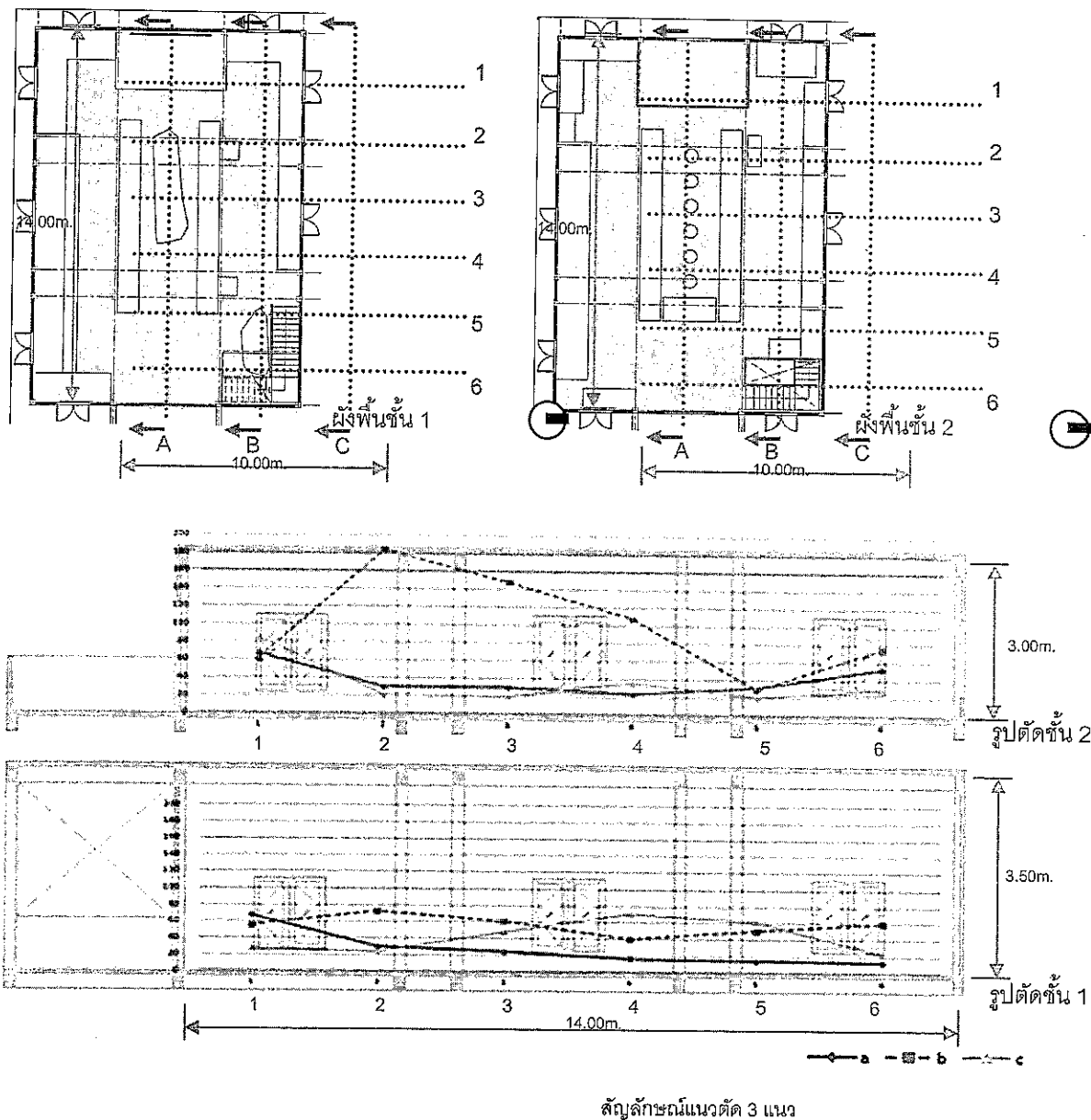
4. ผลการวิจัย

จากการวัดระดับค่าความส่องสว่าง ภายในส่วนจัดแสดงของอาคารที่เกิดจากการใช้แสงแสงธรรมชาติที่เข้ามาโดยตรงจากช่องเปิดด้านข้างโดยรอบอาคารและแสงไฟฟ้าด้วยวิธี Point by Point Method เนื่องจากอาคารกรณีศึกษาใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ (National Ventilation) ทำให้แสงสว่างและความร้อนเข้าสู่อาคารในปริมาณสูงบริเวณช่องเปิด อีกทั้งชั้นงานจัดแสดงที่ตั้งอยู่บริเวณช่องเปิดนั้นเกิดภาพที่แสดงให้เห็นเพียงรูปร่างรูปทรงของชั้นงานจัดแสดงและไม่เห็นรายละเอียด

ต่าง ๆ อีกด้วย ส่วนค่าของตัวแปรสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่างในอาคารนั้นพบว่าบางตำแหน่งมีค่าที่ไม่เหมาะสม เช่น ค่าความส่องสว่างมากเกินไปในบางจุดและค่าความเปรียบต่างระหว่างชั้นงานและพื้นภาพสูง เป็นต้น โดยแสดงรายละเอียดของค่าที่วัดในวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2555 และวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2555 (Equinox) ในช่วงเวลา 9.00 น. 12.00 น. 15.00 น. และ 18.00 น. เนื่องจากในการศึกษาวิจัยนี้มีระยะเวลาจำกัดจึงไม่สามารถทำการวัดค่าในวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2555 (Equinox) และวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2555 (Winter Solstice) แต่ได้เลือกวันใกล้เคียงกันในการเก็บข้อมูล คือ Summer Solstice และ Equinox เนื่องจากระยะเวลาในการทำวิจัยนี้ค่อนข้างจำกัดทำให้เก็บข้อมูลวันสำคัญอีกวันไม่ได้ โดยแสดงค่าต่างๆ ที่วัดได้จากอาคารกรณีศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 6

ตารางที่ 1 แสดงค่าความส่องสว่างในวันที่ 22 มิถุนายน 2555 และ 18 กันยายน 2555 จากการวัดแสงสว่างด้วย Lux meter

วันและเวลา ในการเก็บข้อมูล		22 มิถุนายน พ.ศ. 2555 (เทียบเคียง Summer Solstice)				18 กันยายน พ.ศ. 2555 (เทียบเคียง Equinox)			
		9.00	12.00	15.00	18.00	9.00	12.00	15.00	18.00
ค่าที่วัดได้ภายในอาคาร	E_{max} (lux)	490	565	311	104	889	431	431	99
	E_{min} (lux)	12	13	7	2	9	10	10	2
	E_{ave} (lux)	275	387	258	42	303	295	295	40
	E_{max} ชั้นงาน (lux)	691	520	320	72	760	393	393	71
	E_{min} ชั้นงาน (lux)	29	32	7	2	23	10	10	2
	E_{ave} ชั้นงาน (lux)	811	292	241	45	773	300	300	38
	Contrast	ขึ้นกับชั้นงานและการจัดแสดง ค่าความเปรียบต่างระหว่างชั้นงานและบริเวณโดยรอบประมาณ 1:1							
$U_{m,ห้อง}$		0.007 (โดยเฉลี่ย)							
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง 194 watt (เฉลี่ยภายในห้อง 1.23 watt/sq.m.)							
Color temp		4,000-5,500 K							
CRI		85-100							



สัญลักษณ์แนวตัด 3 แนว

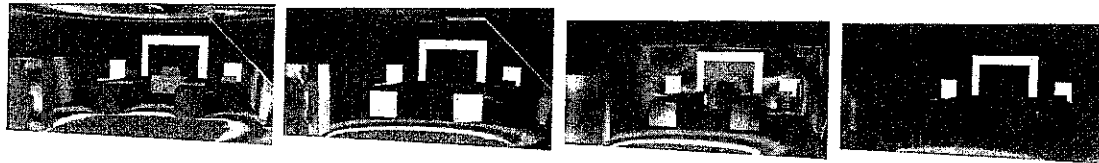
รูปที่ 6 แนวโน้มของระดับความสว่างจากการวัดด้วย Lux meter โดยเฉลี่ยตลอดทั้งวันภายในอาคารชั้นที่ 1 และ 2 ในวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2555 และวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2555

จากการวัดค่าความสว่างภายในอาคารสามารถทำการเก็บข้อมูลได้เพียง 2 วันสำคัญ จึงทำการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลของวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2555 และวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2555 ด้วยพบว่าชั้นงานจัดแสดงที่ตั้งอยู่บริเวณช่องเปิดนั้นเกิดภาพที่แสดงให้เห็นเพียงรูปร่างรูปทรงของชั้นงานและไม่เห็นรายละเอียดต่างๆ รวมทั้งค่าของตัวแปรสำคัญบางค่าในการประเมินประสิทธิภาพของแสงสว่างในอาคารนั้นไม่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้เป็นอันตรายต่อชั้นงานและทำให้ชั้นงานขาดความดึงดูดใจ ได้แก่ ค่าความส่องสว่างมากเกินไปในบางจุดและค่าความแปรปรวนระหว่างชั้นงานและพื้นที่บริเวณโดยรอบชั้นงานต่ำ อีกทั้งค่าตัวแปรสำคัญในชั้นที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกันและมีทิศทางในลักษณะเดียวกันซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากการสำรวจอาคาร การจำลองแบ่งเป็น 2 ส่วนตามชั้นของพื้นที่จัดแสดง โดยแต่ละส่วนได้แสดงค่าต่างๆ ซึ่งแสดงข้อมูลเฉพาะชั้นที่ 1 เนื่องจากมีค่าสูงกว่าชั้นที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 2 รูปที่ 7-9

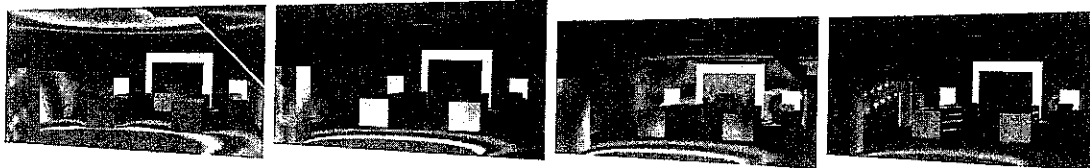
ตารางที่ 2 แสดงค่าตัวสำคัญภายในพื้นที่จัดแสดงชั้นที่ 1 ในสภาพท้องฟ้าโปร่งและท้องฟ้าห้ว

ค่าตัวแปร		สภาพท้องฟ้าโปร่ง				สภาพท้องฟ้าห้ว				Um _{ห้อง}
		9.00	12.00	15.00	18.00	9.00	12.00	15.00	18.00	
21 มีนาคม	E _{max}	25,628	2,628	35,677	778	1,898	2,983	2,353	2,333	สภาพท้องฟ้าโปร่ง 0.16 สภาพท้องฟ้าห้ว 0.1
	E _{min}	28	18	48	6	7	10	8	4	
	E _{ave}	2,998	970	1,387	147	285	444	352	398	
	E _{max} ชิ้นงาน	23,629	2,445	3,327	701	1,338	2,553	2,121	1,890	
	E _{ave} ชิ้นงาน	2,025	330	1,111	185	217	336	267	51	
	Contrast	1 : 1								
21 มิถุนายน	E _{max}	29,276	37,375	37,278	2,307	3,363	4,907	3,895	919	สภาพท้องฟ้าโปร่ง 0.12 สภาพท้องฟ้าห้ว 0.1
	E _{min}	24	16	44	10	7	10	8	3	
	E _{ave}	2,866	711	1,162	339	311	451	360	89	
	E _{max} ชิ้นงาน	22,110	2,491	36,577	1,930	2,079	3,032	2,407	570	
	E _{ave} ชิ้นงาน	1,824	309	967	207	237	341	273	72	
	Contrast	1 : 1								
21 ธันวาคม	E _{max}	18,726	35,455	27,588	27	2,485	3,981	2,917	27	สภาพท้องฟ้าโปร่ง 0.09 สภาพท้องฟ้าห้ว 0.12
	E _{min}	25	21	41	0	6	9	7	0	
	E _{ave}	2,197	573	1,037	7	232	368	271	7	
	E _{max} ชิ้นงาน	17,934	28,122	27,667	20	1,537	2,460	1,804	20	
	E _{ave} ชิ้นงาน	1,669	412	868	11	178	279	207	11	
	Contrast	1 : 1								
E _{accum}		827 x 2,880 = 2,380,320 lux-hr/year								
Um _{ห้อง} โดยรวม		0.09-0.16								
Energy		ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยภายในห้อง 0.97 watt/sq.m.								

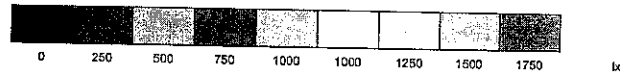
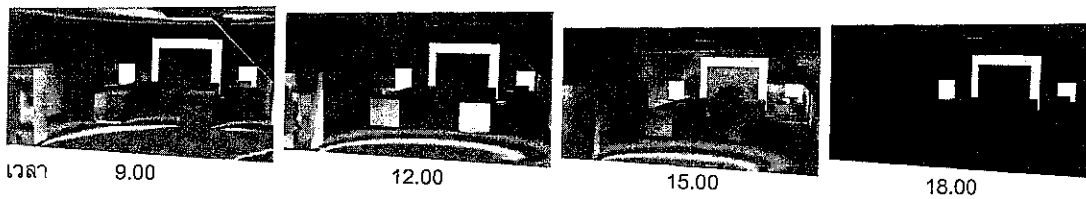
21 มีนาคม / 21 กันยายน



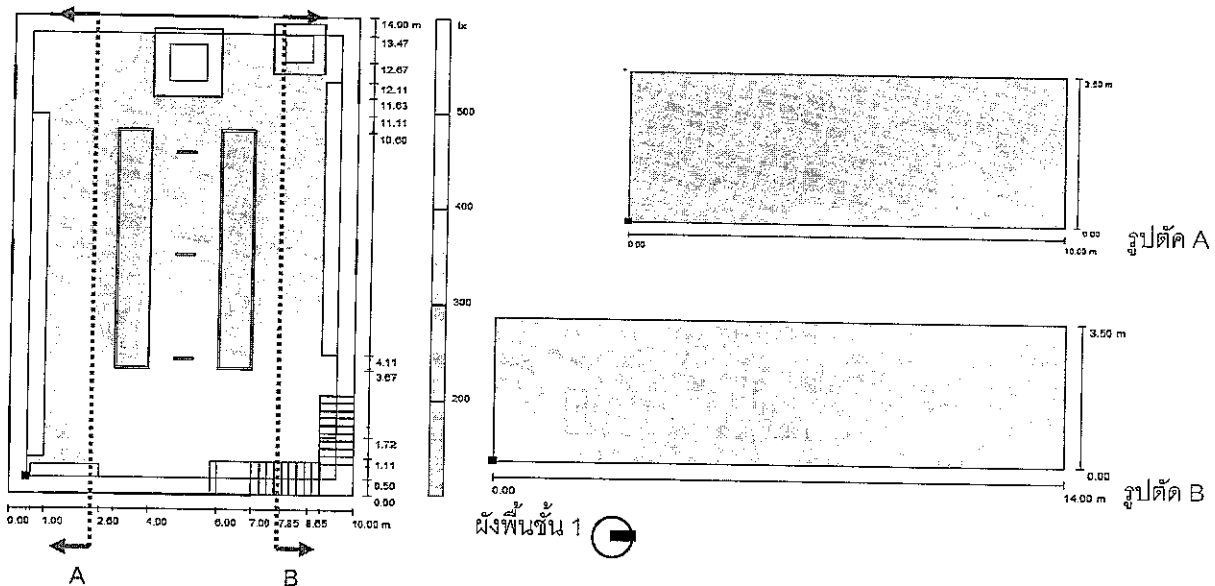
21 มิถุนายน



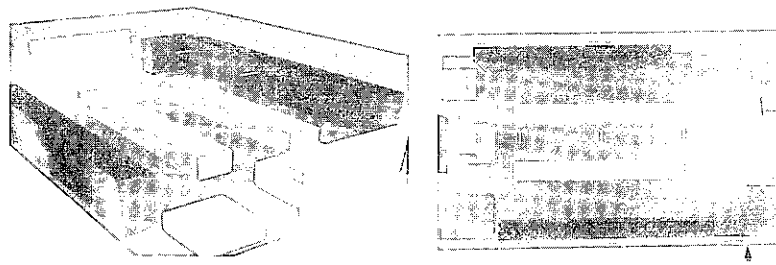
21 ธันวาคม



รูปที่ 7 ภาพจำลองด้วย DIALux4.8 แสดงความแตกต่างของแสงภายในพื้นที่จัดแสดงชั้นที่ 1 ในสภาพท้องฟ้าโปร่งของวันสำคัญทั้ง 3 วัน ในช่วงเวลาตั้งแต่ 9.00-18.00 น.

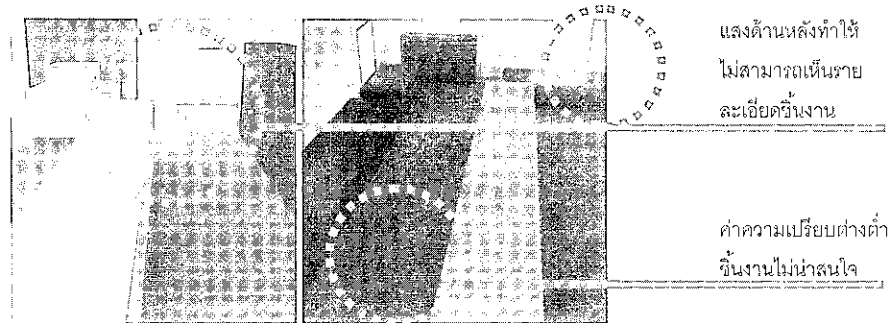


รูปที่ 8 ระดับความสว่างจากการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Dialux4.8 ภายในห้องจัดแสดงชั้น 1 ในวันที่ 21 มีนาคม 2555 ในเวลา 9.00 น. ซึ่งเป็นวันและเวลาที่ค่าความส่องสว่างสูงที่สุด

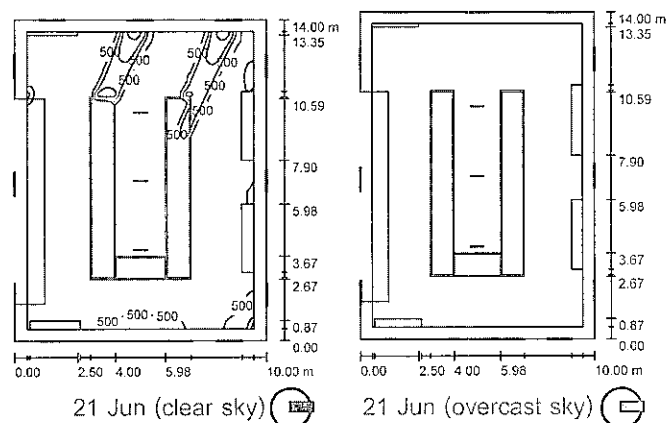


รูปที่ 9 ภาพจำลองด้วย Dialux4.8 แสดงตัวอย่างลักษณะแสงเงาภายในพื้นที่จัดแสดงชั้นที่ 1 ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง ในวันที่ 21 มีนาคม 2555 เวลา 9.00 น. ซึ่งเป็นวันและเวลาที่ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ยสูงที่สุด

จากผลการจำลองทั้งหมดที่ได้แสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 7-8 เมื่อพิจารณาปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบพื้นที่จัดแสดง ค่าความส่องสว่างบริเวณชั้นงานและค่าความเปรียบต่างระหว่างชั้นงานและบริเวณโดยรอบและค่าความสม่ำเสมอของแสงนั้นขาดความเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ โดยปริมาณค่าความส่องสว่างมีความแตกต่างกันมากตามลักษณะสภาพท้องฟ้าและช่วงเวลาต่างๆ ในแต่ละวัน ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่แล้วระดับความส่องสว่างจะมีความเหมาะสมสอดคล้องกับประเภทวัสดุของชั้นงานจัดแสดงตามที่เกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนดของ IESNA และ CIBSE ก็ตาม แต่ปัญหาสำคัญที่พบกลับเป็นเรื่องค่าความสม่ำเสมอของแสงและค่าความเปรียบต่างของชั้นงานและพื้นที่โดยรอบอันส่งผลต่อความน่าสนใจในการมองชั้นงานและยังทำให้ชั้นงานดูต้อยคุณค่าลงอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 10 และ 11



รูปที่ 10 ลักษณะตัวอย่างของแสงสว่างที่ขาดความเหมาะสมในการจัดแสดงในวันที่ 21 มีนาคม 2555 เวลา 9.00 น.



รูปที่ 11 ภาพเปรียบเทียบความสม่ำเสมอของแสงแสดงในผังพื้นที่ระหว่างสภาพท้องฟ้าภายนอกที่แตกต่างกันในเวลาเดียวกัน

5. การอภิปรายผล

จากการวัดผลข้อมูลจากการจำลองแสงสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดแสดงภายในอาคารกรณีศึกษา สามารถแบ่งการอภิปรายผลตามค่าของตัวแปรสำคัญออกเป็น 6 ส่วน มีรายละเอียด ดังนี้

ค่าความส่องสว่าง

ค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบภายในพื้นที่จัดแสดงนั้นมีความเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่มีเพียงบางตำแหน่งของพื้นที่ในบางเวลาและบางสภาพท้องฟ้าที่ปริมาณค่าความส่องสว่างมีความแตกต่างกันมาก ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่วัดได้ อยู่ในวันที่ 21 มิถุนายน 2555 เวลา 12.00-15.00 น. ในสภาพท้องฟ้าโปร่งวัดได้ ค่าสูงประมาณ 37,278-37,375 lux และ เป็นวันที่มีปริมาณค่าความส่องสว่างที่ขึ้นสูงที่สุดอีกด้วย ในขณะที่ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่วัดได้ อยู่ในวันที่ 21 ธันวาคม 2555 เวลา 18.00 น. ในสภาพท้องฟ้าห่อหุ้มวัดได้ 0 lux ส่วนปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยประมาณ 7-3,416 lux ซึ่งมีความแตกต่างกันมาก โดยส่วนใหญ่แล้วสภาพแสงสว่างมีความเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนดของ IESNA ที่กำหนด ให้สภาพแสงโดยรอบและพื้นที่ส่วนทางเดินมีความสว่าง 50-300 lux มีเพียงช่วงเวลา 18.00 น. เท่านั้นที่มีค่าต่ำมากกว่า ตามที่เกณฑ์กำหนด นอกจากนั้นปริมาณค่าความส่องสว่างภายในพื้นที่จัดแสดงนี้ยังขาดความสม่ำเสมอเนื่องจากในแต่ละจุด ที่ทำการวัดนั้นพบว่า ค่าความส่องสว่างมีค่ามากน้อยตามกับลักษณะแสงสว่างที่ส่องเข้ามาโดยตรงจากช่องเปิดด้านข้าง โดยรอบอาคารเนื่องจากการให้แสงสว่างในการจัดแสดงนั้นมีการให้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า พบว่าลักษณะสภาพท้องฟ้า ยังส่งผลต่อความสม่ำเสมอของปริมาณค่าความส่องสว่างภายในอาคารอีกด้วย คือ ปริมาณค่าความส่องสว่างในสภาพท้องฟ้า โปร่งขาดความสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน ในขณะที่ปริมาณค่าความส่องสว่างในสภาพท้องฟ้าห่อหุ้มมีความสม่ำเสมอเนื่องกัน ตลอดทั้งวัน

ค่าความส่องสว่างสะสมที่ขึ้นงานตลอดทั้งปี

เมื่อพิจารณาค่าความส่องสว่างสะสมที่ขึ้นงานตลอดทั้งปีโดยแบ่งตามประเภทวัสดุขึ้นงาน พบว่าขึ้นงานจัดแสดง ภายในอาคารเป็นวัสดุที่มีความไวแสงต่ำ วัดค่าได้ประมาณ 554,400-3,280,320 lux-hr/year ซึ่งอยู่ภายในขอบเขตที่เกณฑ์ มาตรฐานและข้อกำหนดของ IESNA และ CIBSE ซึ่งไม่มีกำหนดค่าความส่องสว่างสะสมที่ขึ้นงานตลอดทั้งปีสำหรับวัสดุ ขึ้นงานจัดแสดงประเภทนี้ (วัสดุหิน โลหะและดินเผา) โดยให้มีค่าความส่องสว่างสูงสุด และค่าความส่องสว่างสะสมที่ขึ้นงาน ตลอดทั้งปีขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดแสดง อย่างไรก็ตามถ้าหากควบคุมปริมาณค่าความส่องสว่างและลักษณะที่แสงสว่างตก กระทบขึ้นงานได้ น่าจะเป็นผลดีต่อขึ้นงานจัดแสดงมากกว่าเพราะโดยปกติแสงสว่างจะนำเอาความร้อนและรังสีมาด้วยเสมอ

ค่าความเปรียบต่างระหว่างขึ้นงานและพื้นภาพ

ค่าความเปรียบต่างระหว่างขึ้นงานและพื้นภาพหรือพื้นที่บริเวณโดยรอบนั้นขาดความเหมาะสม เนื่องจากพื้นที่ ภายในมีปริมาณค่าความส่องสว่างใกล้เคียงกับบริเวณขึ้นงาน และบริเวณขึ้นงานบางตำแหน่งปริมาณค่าความส่องสว่างต่ำกว่า ซึ่งไม่สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนดของ IESNA และ CIBSE ที่ได้กำหนดค่าไว้ว่าที่ขึ้นงานควรมีค่าความ เปรียบต่างที่เหมาะสมอย่างน้อย 2:1 ที่ทำให้เริ่มเห็นขึ้นงาน เนื่องจากอัตราส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างขึ้นงานและ พื้นภาพนั้นมีอัตราส่วนประมาณ 1:1 เป็นส่วนใหญ่หรือสูงกว่าในบางช่วงเวลาในสภาพท้องฟ้าโปร่ง เนื่องจากการให้แสงทาง ด้านข้าง ดังนั้นควรปรับปรุงในส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างขึ้นงานและบริเวณโดยรอบให้มีความเหมาะสม ควรพิจารณา ค่าความส่องสว่างที่ขึ้นงานและค่าความเปรียบต่างยังขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดแสดง ระยะในการมองเห็นขึ้นงานและการปรับสายตา ประกอบด้วย

แสงเงา

จากผลการจำลองพบว่า ลวดลายของแสงเงาภายในพื้นที่จัดแสดงนั้นเกิดขึ้นชัดเจนเฉพาะในสภาพท้องฟ้าโปร่ง บางช่วงเวลาเท่านั้น อีกทั้งแสงและเงาที่เกิดขึ้นทำให้เห็นเพียงรูปร่างรูปทรงขึ้นงาน ส่วนในสภาพท้องฟ้าห่อหุ้มจะพบลวดลาย ของแสงเงาบริเวณขึ้นงานและพื้นในบริเวณใกล้เคียงกับช่องเปิดเท่านั้น เนื่องจากตำแหน่งของการจัดตำแหน่งตู้สูงภายในพื้นที่

จัดแสดงที่ทำให้แสงธรรมชาติผ่านช่องเปิดเข้ามาได้น้อย นอกจากนั้นลักษณะแสงและเงาที่ขึ้นงานนั้นมีความไม่เหมาะสมทั้งทิศทางของแสงที่ทำให้เกิดการรบกวนสายตาผู้มองขึ้นงาน

ค่าการสะท้อนของพื้นผิววัสดุและการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง

จากการจำลองพบว่าค่าการสะท้อนของพื้นผิววัสดุและค่าการใช้พลังงานนั้นมีความเหมาะสม เนื่องจากค่าการสะท้อนของวัสดุที่เลือกใช้ในอาคารให้ค่าการสะท้อนสูงกว่าข้อเสนอแนะสำหรับค่าการสะท้อนที่ทำให้ห้องค่อนข้างสว่างตามข้อกำหนดของ CIBSE คือ ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุฝ้าเพดาน:ผนัง:พื้น ควรเป็น 0.7:0.5:0.3 ซึ่งภายในอาคารหลังนี้มีค่าการสะท้อนของวัสดุฝ้าเพดาน:ผนัง:พื้น คือ 0.7:0.7:0.27 มีเพียงวัสดุพื้นเท่านั้นที่ต่ำกว่าที่เกณฑ์กำหนดเล็กน้อยโดยภาพรวมแล้วค่าการสะท้อนแสงของวัสดุนั้นส่งผลให้การใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างลดลงอีกด้วย ส่วนค่าการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างประมาณ 1.23 watt /sq.m. จัดว่ามีการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างต่ำ เนื่องจากเกณฑ์กำหนดไว้ที่ประมาณ 18 watt /sq.m.

องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมและการวางตัวของอาคาร

จากผลการจำลองพบว่าข้อบกพร่องของแสงสว่างและการเกิดแสงเงาภายในพื้นที่จัดแสดงนั้นมีสาเหตุมาจากตำแหน่งวัสดุและรูปแบบช่องเปิดทางด้านข้าง ทำให้ปริมาณค่าความส่องสว่างของสภาพแสงโดยรอบนั้นมีความแตกต่างกันมากในบางช่วงเวลาและบางสภาพท้องฟ้า รวมทั้งสภาพแสงสว่างโดยรอบขาดความสม่ำเสมอจึงควรทำการเพิ่มประสิทธิภาพของช่องเปิด

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการอภิปรายผลสามารถสรุปผลข้อบกพร่องด้านแสงสว่างในอาคารกรณีศึกษา และเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในพื้นที่จัดแสดงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่าง โดยมุ่งเน้นเทคนิคในการให้แสงสว่างซึ่งยังคงลักษณะการใช้งานภายในอาคารและรูปแบบทางสถาปัตยกรรมแบบเดิม ตลอดจนยังควรคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลงทุนสามารถสรุปข้อเสนอแนะแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างที่สอดคล้องกับข้อจำกัดของอาคาร ดังนี้

การให้แสงสว่างในการจัดแสดงมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

แสงสว่างในการจัดแสดงควรมีการออกแบบให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สามารถปรับเพิ่มลดจำนวนดวงโคมปรับตำแหน่งดวงโคม ปรับทิศทางการส่องเน้นเข้าหาชิ้นงาน ตลอดจนสามารถปรับหรือแสงสว่างได้ ถึงแม้การจัดแสดงชิ้นงานจะเป็นการจัดแสดงถาวรก็ตาม อย่างน้อยควรสามารถปรับปริมาณค่าความส่องสว่างที่ขึ้นงานได้

หลีกเลี่ยงการใช้แสงธรรมชาติส่องโดยตรงที่ชิ้นงาน

ในการจัดแสดงและเก็บรักษาชิ้นงานอันทรงคุณค่านี้ควรคำนึงถึงการอนุรักษ์ชิ้นงานเป็นสำคัญ โดยหลีกเลี่ยงการใช้แสงธรรมชาติส่องโดยตรงที่ชิ้นงานเนื่องจากแสงธรรมชาติมีปริมาณค่าความส่องสว่างสูงและควบคุมได้ยาก และเสนอแนะให้ปรับปรุงช่องแสงธรรมชาติให้แสงที่เข้าสู่อาคารเข้ามาในลักษณะเป็นแสงสะท้อน (Indirect Light) ด้วยการใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร (Shading) ที่มีความลึกเพียงพอ ม่านกรองแสงปรับมุม (Adjustable Light Curtain) และผนังที่ด้านหลังชิ้นงาน (Partition) เป็นต้น หรือเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุช่องแสงด้วยการติดฟิล์มกรองแสง และใช้กระจกฝ้า

เลือกใช้อัตราส่วนของค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นหลังให้เหมาะสมกับการจัดแสดง

แนวคิดในการจัดแสดง ลักษณะในการให้แสงสว่างและประเภทชิ้นงานนั้นส่งผลต่อปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานและพื้นหลัง ซึ่งอัตราส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นหลังที่สูงนั้นแสดงถึงความโดดเด่นของชิ้นงานในการจัดแสดง แต่ทั้งนี้ควรพิจารณาอัตราส่วนค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นที่บริเวณโดยรอบ โดยคำนึงถึงแนวคิดพิเศษในการจัดแสดงนั้นๆ ว่าต้องการความโดดเด่น ความเหมาะสมตามประเภทชิ้นงานและความสม่ำเสมอของแสงสว่างอย่างไร ทั้งนี้อัตราส่วนค่าความเปรียบต่างนั้นขึ้นอยู่กับค่าความส่องสว่าง สีและประเภทวัสดุชิ้นงานร่วมด้วย

ควบคุมระยะเวลาในการให้แสงสว่างแก่ชิ้นงาน

นอกจากการควบคุมปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานให้มีความเหมาะสมแล้ว ระยะเวลาในการสะสมปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานยังควรมีการควบคุมด้วย นอกเหนือจากช่วงเวลาในการจัดแสดงชิ้นงานควรจัดใช้แสงไฟฟ้าและป้องกันชิ้นงานจากแสงธรรมชาติ ในกรณีที่ชิ้นงานประเภทวัสดุที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสูงนั้นอาจติดตั้งตัววัดระดับความเข้มแสงเพื่อควบคุมการปิดเปิดหรือปรับหรือหลอดไฟเพื่อให้ปริมาณค่าความส่องสว่างเหมาะสมสัมพันธ์กับแสงธรรมชาติที่เข้ามาในแต่ละช่วงเวลา

การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ

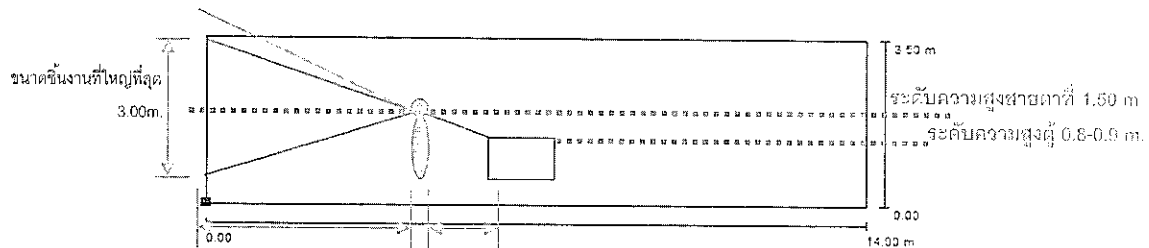
ผู้ดูแลการจัดแสดงควรมีความเข้าใจในเรื่องการให้แสงสว่างแก่ชิ้นงานอันคำนึงถึงความปลอดภัยของชิ้นงานและความสวยงามประกอบกัน การให้แสงสว่างที่สามารถปรับหรือค่าความสว่างของแสงไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมในการจัดแสดงเพื่อปรับค่าตัวแปรสำคัญให้มีความเหมาะสมและให้แสงไฟฟ้าในช่วงเวลาทำการเท่านั้น รายละเอียดสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

ตัวแปร	ค่าจากเกณฑ์ มาตรฐาน และข้อกำหนด	
1. ปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยโดยรอบ	สภาพแสงโดยรอบ/ทางเดินมีความสว่าง 50-300 lux และการมองเห็นรายละเอียดชิ้นงาน 100-200 lux	
2. ปริมาณค่าความส่องสว่างที่ชิ้นงานตามวัสดุ - วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบต่อสุขภาพสูง - วัตถุที่แสงสว่างส่งผลกระทบต่อสุขภาพปานกลาง - วัตถุต่างๆที่แสงสว่างส่งผลกระทบต่อสุขภาพน้อย	การส่องสว่างสูงสุด 50 lux 200 lux	การส่องสว่างสะสมตลอดทั้งปี 50,000-150,000 lux-hr/year 480,000-600,000 lux-hr/year
3. ค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่างภายในห้องและผนัง	ไม่มีเกณฑ์ใดระบุค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ชัดเจน เนื่องจากลักษณะในการให้แสงและแนวความคิดพิเศษ รวมทั้งยังส่งผลต่อค่าความแปรปรวนของแสง	
4. ค่าความเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นหลัง โดยเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างบริเวณของชิ้นงานและพื้นหลังโดยรอบชิ้นงาน	ความสว่างชิ้นงาน : ความสว่างพื้นหลัง มีอัตราส่วนดังนี้ 2.5 : 1 สามารถเห็นความแตกต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพ 5 : 1 สามารถเน้นให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพยิ่งขึ้น 10 : 1 สร้างบรรยากาศเพื่อความโดดเด่นระหว่างชิ้นงานและพื้นภาพที่ชัดมาก	
5. ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิว สัมประสิทธิ์ระหว่าง ผ้าเพดาน : ผนัง : พื้น	ห้องค่อนข้างสว่าง 0.7 : 0.5 : 0.3 ห้องสว่างปานกลาง 0.5 : 0.3 : 0.2 ห้องค่อนข้างมืด 0.3 : 0.1 : 0.1	
6. ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน	พ.ร.บ. 2535 กำหนดค่าไม่เกิน 18 watt/ sq.m.	
7. เทคนิคในการออกแบบแสงไฟฟ้า	ควรออกแบบให้สามารถปรับเพิ่มลดจำนวนดวงโคม ปรับตำแหน่งดวงโคม ปรับทิศทางการส่องเน้นชิ้นงานและปรับหรือแสงสว่างได้ เพื่อความยืดหยุ่นในการใช้งาน	
8. เทคนิคในการออกแบบแสงธรรมชาติ	ให้แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารในลักษณะที่เป็นแสงสะท้อนด้วยเทคนิคต่างๆ การใช้อุปกรณ์บังแดดที่มีความลึกเพียงพอ ม่านกรองแสงปรับมุมและผนังที่บดบังชิ้นงาน	

ขนาดชิ้นงานและขนาดห้องจัดแสดงที่เหมาะสม

ความสัมพันธ์ของขนาดชิ้นงานและขนาดห้องจัดแสดงนั้น ส่งผลต่อระยะในการมองเห็นงานและความยืดหยุ่นในการจัดแสดงโดยตรงทั้งความกว้าง ความยาวของพื้นที่จัดแสดงและความสูงของฝ้าเพดาน ดังนั้นจึงต้องพิจารณาระยะในการมองเห็นงาน ณ มุมมองต่างๆ ที่เหมาะสมกับขนาดของชิ้นงาน โดยมนุษย์มีการมองมุมเฝยและกตประมาณ 27-45 องศา ชิ้นงานในห้องจัดแสดงกรณีศึกษามีขนาดใหญ่ที่ไม่ควรสูงเกิน 3.00 m. และการจัดแสดงในตู้ควรมีระยะในการมองไม่เกิน 1.00 m. ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 ภาพแสดงระยะในการมองเห็นและขนาดชิ้นงานในห้องจัดแสดงกรณีศึกษา

การออกแบบแสงสว่างในการจัดแสดงสำหรับอาคารกรณีศึกษานี้ สามารถเป็นตัวอย่างด้านเทคนิคต่างๆ ในการออกแบบแสงธรรมชาติ แสงไฟฟ้าและการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงไฟฟ้า จากการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพด้านแสงสว่างในการจัดแสดงชิ้นงานซึ่งอาคารเป็นอาคารเก่าไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นอาคารจัดแสดงชิ้นงานตั้งแต่แรก ทำให้เกิดปัญหาด้านแสงสว่างจากช่องเปิดทางด้านข้างโดยรอบของอาคารและขนาดสัดส่วนพื้นที่จัดแสดงภายในอาคาร ที่ระดับพื้นถึงฝ้าเพดานมีความสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นงานจัดแสดงที่มีขนาดเล็กและยังส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง ที่ต้องเลือกใช้หลอดไฟที่ให้ความเข้มแสงสูงขึ้น นอกจากนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างในการจัดแสดงควรคำนึงถึงงบประมาณในการลงทุน เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพที่ได้รับหลังทำการปรับปรุง เนื่องจากบางแนวทางที่เหมาะสมอาจมีการลงทุนที่สูงมากเกินไปอย่างการนำเทคโนโลยีที่มีราคาสูงมาใช้ควบคุมปริมาณแสงธรรมชาติหรือการแก้ไขสถาปัตยกรรมซึ่งเป็นการลงทุนที่สูงกว่าการปรับการจัดแสดง รายละเอียดรูปแบบการจัดแสดงและแนวความคิดในการจัดแสดง ควรมีการดำเนินเรื่องราวที่แตกต่างกันออกไปเพื่อสร้างความน่าสนใจแก่การจัดแสดงแต่ผู้วิจัยขอละไว้เนื่องจากอยู่นอกเหนือขอบเขตในงานวิจัย

ข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาวิจัยนี้ในการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอาคารกรณีศึกษาทำได้เพียง 2 วันสำคัญเนื่องจากระยะเวลา ในการทำการศึกษาวิจัยจำกัดและข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานจัดแสดงบางชิ้นที่ถูกเก็บแสดงอยู่ในตู้นั้นได้ค่าโดยประมาณ ส่วนการจำลองสถานการณ์ของแสงสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux4.8 นั้นมีข้อจำกัดในการสร้างหุ่นจำลองในพื้นที่จัดแสดงที่มีข้อจำกัดในเรื่องของรายละเอียดทางสถาปัตยกรรม เนื่องจากข้อจำกัดในการประมวลผลของโปรแกรม รายละเอียดของวัสดุพื้นผิวบางชนิดทั้งพื้นผิวอาคารและชิ้นงานที่ต้องป้อนค่าเป็นวัสดุเทียบเคียง ดวงโคมที่ใช้บางชนิดต้องใช้รุ่นเทียบเคียงในการจำลองเนื่องจากแบบดวงโคม plug-in มีนั้นไม่ครบและไม่ทราบรายละเอียดดวงโคมบางชิ้นภายในอาคาร

เอกสารอ้างอิง

- ชำนาญ ห่อเกียรติ. เทคนิคการส่องสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540
- พรรณชลัท สุริโยธิน และนาย การุณย์ สุขมิตรโยธิน. การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง : กรณีศึกษาหอศิลป์ จามจุรี แห่งจุฬาย, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547
- วณัฐ ดันประเสริฐ. เทคนิคการประยุกต์ใช้แสงประดิษฐ์ในอาคารประวัติศาสตร์ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์แห่งชาติ พระนคร, วิทยานิพนธ์มหาปริญาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548
- ศิลปากร, กรม และ The Center for Cultural Materials Conservation The University of Melbourne สถานทูต ออสเตรเลียประจำประเทศไทยและพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติหอศิลป์ กรุงเทพมหานคร, การอนุรักษ์งานจิตรกรรม บนผืนผ้าใบ. เอกสารการสัมมนา, 2547
- Acuity Brands™ Lighting. **ASHRAE 90.1–2004 Definitions** [Online]. Available from: <http://www.acuitybrands.com/lighting.com/sustainability/ASHRAE-Definitions.htm> [2009, December 20]
- Bousmaha, B. and Nicolus, W. **Ernst and Peter Nuefert Architects, Data**, 3rd ed. U.K. : Blackwell Science, 2002.
- CIBSE. **Code for interior lighting** , London : CIBSE, 1994.
- CIBSE. **CIBSE Lighting for Museum and Art Galleries** , London : CIBSE, 1994.
- Egan, M.D., **Concepts in architectural lighting**, USA : McGraw-Hill, Inc., 1983.
- Evans, B. H. **Daylight in Architecture**. New York: McGraw-Hill, 1981.
- Flynn, J. E., and Segil, A. W. **Architectural Interior Systems**. New York: VAN NOSTRAND REINHOLD, 1970.
- IESNA. **The IESNA Lighting Handbook Reference & Application**, U.S.A.: Publication Department IESNA, 2000.
- Hoyo-Melendez M. J., Mecklenburga F. M. and Maa Teresa Domnech-Carb (2011), An evaluation of daylight distribution as an initial preventive conservation measure at two Smithsonian Institution Museums, Washington DC, USA, **Journal of Cultural Heritage** 12, 2011, pp. 54-64.
- Hoyo-Melendez M. J., Mecklenburga F. M. and Maa Teresa Domnech-Carb. An Evaluation of Daylight Distribution as an Initial Preventive Conservation Measure at two Smithsonian Institution Museums, Washington DC, USA, **Journal of Cultural Heritage** 12, 2011, pp. 54-64.
- Khaled A. Al-Sallal *, Maitha M. Bin Dalmouk. Indigenous Buildings' use as museums: Evaluation of day-lit Spaces with the Dreesheh Double Panel Window, **Sustainable Cities and Society** 1, 2011, pp. 116-124
- Kaufman, J. E. **IES Lighting Handbook 1981: Reference Vol.**, New York: Illuminating Engineering Society of North America, 1981.
- SLL. **The SLL Lighting Handbook**, London : The Society of Light and Lighting, 2009.
- Society of Light and Lighting, **Code for Lighting**, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.