

การออกแบบการส่องสว่างโบราณสถานประเภทปราสาทหิน กรณีศึกษา อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย Lighting Design of Prasat Hin: Case Study Phimai Historical Park

กิตติ กิจศิริกุล พรรณชลัท สุริโยธิน

ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Kitti Kitsirikul and Phanchalath Suriyothin

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University

Keetikits@gmail.com, Phanchalath.S@Chula.ac.th

บทคัดย่อ

โบราณสถานเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติเพิ่มมากขึ้น ปราสาทหินเป็นหนึ่งในสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมมากเช่นกัน ปราสาทหินพิมายเป็นปราสาทหินที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ตั้งอยู่ที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญและมีชื่อเสียงประจำจังหวัด

จากการสำรวจการส่องสว่างอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย พบว่ามีปัญหาด้านการส่องสว่างดังนี้ การใช้พลังงานในการส่องสว่างมากค่าไฟฟ้าสูง การส่องสว่างไม่ทั่วทั้งอุทยานฯ ไม่สามารถมองเห็นการส่องสว่างจากมุมมองภายนอก ส่องสว่างไม่ถึงยอดปราสาทประธานทำให้ยอดปราสาทประธานมีดกเกินไปกับท้องฟ้า และการส่องสว่างมีองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากดวงโคมฝังพื้นลอยขึ้นจากพื้นดิน

ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบการส่องสว่างและการปรับปรุงแผนแม่บทด้านแสงสว่างสำหรับโบราณสถาน แต่ยังไม่มีการศึกษาเรื่องการออกแบบการส่องสว่างโบราณสถานประเภทปราสาทหินโดยเฉพาะ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการส่องสว่างโบราณสถานประเภทปราสาทหิน โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการส่องสว่างโบราณสถาน การสำรวจภาคสนาม และการสัมภาษณ์นักออกแบบการส่องสว่างเพื่อหาข้อควรพิจารณาในการออกแบบการส่องสว่างโบราณสถานประเภทปราสาทหิน และนำไปปรับใช้กับอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย นำเสนอผ่านภาพจำลองด้วยโปรแกรม Adobe photoshop cc, Sketch up 2018 และ Lumion 8

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสามารถใช้กระบวนการออกแบบการส่องสว่างทั่วไป มาใช้ออกแบบการส่องสว่างอุทยานประวัติศาสตร์พิมายได้ โดยมีข้อพิจารณาในการออกแบบ ดังนี้ มุมมองสำคัญในการส่องสว่าง บริบทที่ตั้งของโบราณสถาน รูปทรง วัสดุ พื้นผิว ขององค์ประกอบสถาปัตยกรรม ประวัติความเป็นมาของโบราณสถานนั้น ๆ และพื้นที่โดยรอบอุทยาน ฯ นอกจากนั้นยังนำไปใช้ออกแบบการส่องสว่างกับโบราณสถานประเภทปราสาทหินอื่น ๆ ได้ เนื่องจากเป็นสถาปัตยกรรมที่ได้รับอิทธิพลมาจากอาณาจักรขอมเช่นเดียวกัน จึงมีแนวคิด รูปทรง รูปแบบและคติการสร้างที่ใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ: การออกแบบ การส่องสว่าง โบราณสถาน ปราสาทหิน อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

Abstract

Historical architecture is the increasing popularity attraction to visiting from both native and foreigner. Prasat-hin is one of the most popular place. Phimai historical park is the largest Prasat-hin in thailand which located in Phimai, Nakhon Ratchasima. It is the main attraction of the city.

Some lighting issues were found from field survey of Phimai historical park lighting system; high energy consumption of lighting, lighting that not cover all area, lack of visual from outside view and the error of lighting angle from surrounding condition issue.

there are studys of lighting design guideline and lighting masterplan developement for historical architecture except the study of historical architecure lighting design specifically for stone temple which is the main objective of this study. Using literature review, field study and lighting designer interview to find lighting issue for improving lighting design in the case of Phimai historical park. Presenting by Adobe photoshop cc, Sketch up 2018 and Lumion 8 program.

Results show that the typical lighting deisgn method is acceptable for using in Phimai historical park lighting design with the consideration in lighting direction, architecture surrounding, shape and texture of architecture element, history of that place and surrounding area of historical site. This design methodology can aslo be use for other khmer historical architecture with similarity of concept, shape, and style in design.

keywords: *design, Lighting, Historic site, Prasat Hin, Phimai Historical Park*

บทนำ

การออกแบบการส่องสว่างสามารถช่วยส่งเสริมความงาม ความมีชีวิตชีวาของสถาปัตยกรรมที่ถูกส่องสว่าง อีกทั้งยังช่วยส่งเสริม และสร้างภาพลักษณ์ให้กับเมืองนั้น ๆ ได้ ดังนั้นการส่องสว่างที่ดีจึงไม่เพียงแค่มองเห็นหรือแค่เพียงพอต่อการใช้งาน จุดประสงค์การให้แสงสว่างภายนอกอาคารมี 4 ข้อ ได้แก่ เพื่อให้มองเห็นสถาปัตยกรรมได้ชัดเจนมากขึ้น เพื่อเพิ่มความมีชีวิตชีวาและส่องเน้นองค์ประกอบเพื่อเผยให้เห็นคุณค่าทางประวัติศาสตร์ของสถาปัตยกรรม เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในเวลากลางคืน เช่น ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกด้านการใช้งาน และเพื่อการเพิ่มศักยภาพในการกระตุ้นเศรษฐกิจชุมชนให้มีรายได้เพิ่มขึ้น (Geraldine, 2007)

ภายในอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย ประกอบด้วยสถาปัตยกรรมแบบขอมสร้างด้วยหินทรายและศิลาแลง ได้แก่ สะพานนาคราช โคปุระ ซาลาทางเดิน ระเบียงคต สระน้ำโบราณ หลุมบรรจุวัตถุมงคล ศิลาจารึก พลับพลาเปลื้องเครื่อง ห้องมณฑป ห้องครมฤๅษะ บรรณาลัย ปราสาทหินแดง หอพรหม ปราสาทพรหมทัต และปราสาทประธาน (นคร, 2545)

อุทยานประวัติศาสตร์พิมายมีความสำคัญเป็นสถานที่ท่องเที่ยวประจำจังหวัดนครราชสีมา และมีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ควรค่าแก่การอนุรักษ์ ซึ่งปัจจุบันพบปัญหาด้านการส่องสว่าง ดังนี้ ใช้พลังงานในการส่องสว่างมากค่าไฟฟ้าสูงทำให้ไม่สามารถเปิดไฟส่องสว่างอุทยานฯ ได้ในวันปกติ ส่องไฟไม่ทั่วทั้งอุทยานฯ ทำให้บางองค์ประกอบมืด ไม่สามารถมองเห็นการส่องสว่างจากมุมมองภายนอก และดวงโคมฝังพื้นลอยขึ้นจากพื้นหลังฝนตกทำให้การส่องสว่างมีองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไป

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาและค้นหารูปแบบการออกแบบการส่องสว่าง สำหรับอาคารประเภทปราสาทหิน เพื่อแก้ไขปัญหาการส่องสว่างที่พบในอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสำรวจสถานที่จริงและการสัมภาษณ์นักออกแบบการส่องสว่าง เพื่อหาข้อจำกัดที่ส่งผลกระทบในการเลือกใช้เทคนิคการส่องสว่าง และการติดตั้งดวงโคม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สำหรับใช้ในการออกแบบการส่องสว่างต่อไป

จุดประสงค์งานวิจัย

- 1) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะที่ตั้งของอุทยานประวัติศาสตร์พิมายที่มีผลต่อมุมมองและการส่องสว่าง
- 2) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะรูปทรงและองค์ประกอบต่างๆ ของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย
- 3) เพื่อเสนอแนะรูปแบบการส่องสว่างอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

ระเบียบวิธีวิจัย

- 1) ศึกษากระบวนการออกแบบการส่องสว่างโบราณสถานหรืออาคารทางศาสนาจากการทบทวนวรรณกรรมและสัมภาษณ์นักออกแบบการส่องสว่าง
- 2) ศึกษารูปแบบ รูปทรง องค์ประกอบ มุมมอง ของอุทยานประวัติศาสตร์พิมายที่ส่งผลต่อการส่องสว่าง จากการทบทวนวรรณกรรม สัมภาษณ์ภาคสนาม
- 3) ออกแบบการส่องสว่างอุทยานประวัติศาสตร์พิมายและนำเสนอผ่านภาพจำลองจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม Sketch up 2018 และจำลองการส่องสว่างด้วยโปรแกรม Lumion 8

ผลการวิจัย

1. กระบวนการออกแบบการส่องสว่าง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ากระบวนการออกแบบการส่องสว่างสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนหลัก ได้ 5 ขั้นตอนหลัก ได้ดังนี้ (Karlen and Benya, 2004; Reichardt, 2016)

- ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดรายละเอียดและวัตถุประสงค์ของโครงการ (programing)
- ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดแนวคิดในการออกแบบเบื้องต้น (concepture and schematic design)
- ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาการงานออกแบบ (design development)
- ขั้นตอนที่ 4 การเขียนแบบรายละเอียด (construction drawing)
- ขั้นตอนที่ 5 ติดตั้งงานระบบ (installation)

จากการศึกษาโดยการสัมภาษณ์นักออกแบบการส่องสว่างที่มีประสบการณ์การออกแบบการส่องสว่างอาคารโบราณสถานหรืออาคารทางประวัติศาสตร์ จำนวน 6 คน ได้แก่ นายเมษ ภูเจริญ นางสาวพรพิมล เปี่ยมพงศ์สุข นางสาวทิพยา ประเสริฐสุข นายณพพร สกุลวิจิตรสินธุ นางสาวฐะนียา ยุกตะทัต นางสาวกนกพร นุชแสง และวิศวกรไฟฟ้าที่มีประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับการส่องสว่างอาคารโบราณสถานหรืออาคารทางประวัติศาสตร์ 1 คน ได้แก่ นายวีรพล เอาทารย์สกุล พบข้อมูลดังต่อไปนี้

แนวทางการออกแบบการส่องสว่างอาคารทางประวัติศาสตร์และอาคารทางศาสนาในปัจจุบันไม่มีแนวทางที่ชัดเจน โดยเฉพาะในประเทศไทยและในทวีปเอเชีย ด้านการส่องสว่างเป็นเพียงการส่องให้อาคารสว่าง (flood light) เท่านั้น ไม่มีการส่องเน้นองค์ประกอบสำคัญ (accent light) และแต่ละอาคารมีความสว่างเท่ากัน ไม่จัดลำดับความสำคัญ ยังไม่มีการคำนึงถึงเกณฑ์การส่องสว่างในบริบทเมือง ด้านแหล่งกำเนิดแสงมักใช้หลอดเมทัลฮาไลด์และหลอดโซเดียมเป็นส่วนใหญ่ ด้วยเหตุผลข้างต้นเป็นเหตุให้การส่องสว่างไม่ส่งเสริมบรรยากาศโดยรอบให้เกิดความรู้สึก

การออกแบบการส่องสว่างของอาคารทั่วไปกับอาคารประวัติศาสตร์หรืออาคารทางศาสนาไม่มีความแตกต่างกันมากนัก มีเพียงรายละเอียดเล็กน้อยเท่านั้นที่ต่างกัน เช่น ด้านการกำหนดรายละเอียดและวัตถุประสงค์ของโครงการควรพิจารณาถึงเกณฑ์การส่องสว่าง การกำหนดแนวคิดในการออกแบบเบื้องต้น การออกแบบอาคารประวัติศาสตร์หรืออาคารทางศาสนาจะเน้นอารมณ์ (dramatic) และความหมาย (meaning) มากกว่าอาคารทั่วไป แต่ต้องระมัดระวังการใช้แสง ต้องมีความเคารพสถานที่และบริบทเพราะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความศักดิ์สิทธิ์ ไม่เหมือนกับอาคารสมัยใหม่ที่เน้นการใช้งาน (function) และความสวยงามมากกว่า

เทคนิคการติดตั้งดวงโคมต้องไม่สร้างความเสียหายให้แก่ตัวโบราณสถาน และต้องคำนึงถึงตำแหน่งการติดตั้งดวงโคมที่ต้องไม่เด่นชัดเกินไป การทำให้ดวงโคมกลมกลืนกับบริบทโดยการนำวัสดุท้องถิ่นหรือวัสดุที่มีลักษณะกลมกลืนกับสภาพแวดล้อมมาบังดวงโคม การประยุกต์ดวงโคมให้เข้าไปอยู่ในองค์ประกอบของอาคาร รวมถึงการเลือกสีดวงโคมให้เข้ากับสถานที่ จึงทำให้ต้องอาศัยความละเอียดในการตรวจสอบการติดตั้ง อุณหภูมิสีของแสงสามารถใช้ได้ทั้งสีโทนเย็น โทนอุ่น หรือผสมผสานกัน แต่ ณ เวลาปัจจุบันผู้คนทั่วไปคุ้นเคยกับสีโทนอุ่นมากกว่า สืบเนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงในสมัยโบราณเกิดจากการใช้แสงเทียน ตะเกียงน้ำมัน หรือการใช้หลอดไส้ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ไส้ทั้งสแตน แสงที่ออกมาจึงเป็นแสงโทนอุ่น อีกทั้งวัสดุที่ใช้ในการสร้างโบราณสถานและอาคารทางศาสนามักทำมาจาก อิฐ ไม้ และประดับด้วยทอง ซึ่ง เป็นวัสดุที่จับกับแสงสีโทนอุ่นมากกว่า อีกทั้งยังช่วยสร้างความรู้สึกสงบ ทั้งนี้การนำไปใช้ขึ้นอยู่กับบริบทสถานที่นั้น ๆ

เทคนิคการส่องสว่างสามารถปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องไปตามลักษณะของแต่ละชิ้นงาน เทคนิคที่ผู้ออกแบบให้ความสนใจได้แก่ การเน้นน้ำหนักของแสงเงาให้ชัดเจนทำให้ชิ้นงานมีมิติ การทำให้แหล่งกำเนิดแสงกลมกลืนกับสภาพแวดล้อมแต่สามารถจำแนกได้ว่าอะไรเป็นของเก่า อะไรเป็นของใหม่ การทำให้ผู้ใช้งานไม่ทราบถึงทิศทางและตำแหน่งดวงโคม การใช้องค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ควัน เสียง ร่วมกับการส่องสว่าง เทคนิคที่ทำให้เกิดรูปแบบการติดตั้งดวงโคมใหม่ ๆ

บทบาทของโบราณหรืออาคารทางศาสนาในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมเป็นสถานที่ประกอบพิธีกรรมทางศาสนากลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญที่ทำหน้าที่สร้างรายได้ให้กับชุมชน โดยเฉพาะปัจจุบันเป็นยุคที่การเดินทาง การสื่อสาร สะดวกสบายมากขึ้น เป็นเหตุให้โบราณสถานได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยวมากขึ้น

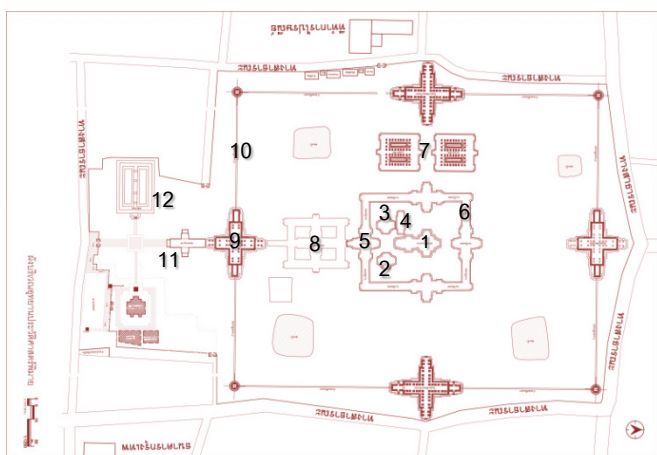
นักออกแบบการส่องสว่างมีบทบาทมากขึ้น เหตุจากเจ้าของโครงการและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการดูแลอาคารเห็นความสำคัญของการออกแบบการส่องสว่างมากขึ้น อาคารประวัติศาสตร์หรืออาคารทางศาสนายุคใหม่จึงไม่เป็นเพียงแค่การส่องสว่างแบบทั่วไป แต่การเน้นองค์ประกอบสำคัญ และมีการออกแบบการส่องสว่างให้สื่อความหมาย และสอดคล้องกับประวัติศาสตร์ความเป็นมาของสถานที่นั้น ๆ

สรุปกระบวนการออกแบบการส่องสว่างโบราณสถาน สามารถใช้กระบวนการออกแบบการส่องสว่างทั่วไป มาใช้ออกแบบได้ โดยมีข้อพิจารณาในการออกแบบ ดังนี้ มุมมองสำคัญในการส่องสว่าง บริบทที่ตั้งของโบราณสถาน รูปทรง วัสดุ พื้นผิว ขององค์ประกอบสถาปัตยกรรม ประวัติความเป็นมาของโบราณสถานนั้น ๆ และพื้นที่โดยรอบอุทยาน ฯ

2. อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

จากการทบทวนวรรณกรรมและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ คือ ดร.วสุ โปษะนันท์ พบผลดังนี้ ปราสาทหินพิมายเป็นสถาปัตยกรรมขอมที่อยู่ภายในอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย สร้างขึ้นในสมัยพระเจ้าสุริยวรมันที่ 1 กษัตริย์แห่งอาณาจักรขอม หรือราวปลายพุทธศตวรรษที่ 16 สร้างขึ้นเพื่อเป็นพุทธสถานในลัทธิมหายาน (ศานติ, 2554) เมื่อพระองค์หมดอำนาจลง ปราสาทพิมายจึงถูกทิ้งร้าง กระทั่งสมัยพระเจ้าชัยวรมันที่ 7 (พ.ศ.1724-1761) มหาราชของสุโขทัยของอาณาจักรขอมใน ทรงมีรับสั่งให้ทำการบูรณปฏิสังขรณ์และสร้างปราสาทอื่นๆ เพิ่มเติม ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 18

ภายในอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย ประกอบด้วยสถาปัตยกรรมที่สร้างด้วยหินทรายแดงและขาว ได้แก่ สะพานนาคราช โคปุระ ซาลาทางเดิน ระเบียงคต หลุมบรรจุวัตถุมงคล ศิลาลาจารึก พลัปปลาเปลื้องเครื่อง ห้องมณฑป ห้องครมคฤหะ บรรณาลัย ปรางค์หินแดง หอพรหม ปรางค์พรหมทัต และปรางค์ประธาน (นคร, 2545)



- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1. ปราสาทประธาน | 2. ปรางค์พรหมทัต |
| 3. ปรางค์หินแดง | 4. หอพรหมมณั |
| 5. โคปุระชั้นนอก | 6. ระเบียงคต |
| 7. บรรณาลัย | 7. ซาลาทางเดิน |
| 9. โคปุระชั้นนอก | 10. กำแพงแก้ว |
| 11. สะพานนาคราช | 12. พลัปปลาเปลื้องเครื่อง |

ภาพ 1 ผังอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

คติความเชื่อในการสร้างอุทยานประวัติศาสตร์พิมายได้รับอิทธิพลจากอารยธรรมอินเดียเช่นเดียวกับปราสาทขอมอื่นๆ ในเรื่องเขาพระสุเมรุ ซึ่งเป็นศูนย์กลางของจักรวาล การสร้างปราสาทจึงเปรียบเสมือนการจำลองเขาพระสุเมรุมาในโลกมนุษย์ แต่ที่แตกต่างจากปราสาทอื่น คือ ปราสาทหินพิมายหันหน้าไปทางทิศใต้โดยเบนมาทางทิศตะวันออก 20 องศา ซึ่งปกติปราสาทขอมจะหันหน้าไปยังทิศตะวันออก เพื่อให้หันรับกับเส้นทางตัดมาจากเมืองยโสธรปุระ เมืองหลวงในสมัยขอม (ศานติ, 2554) นอกจากนั้นยังมีการสื่อความหมายในเชิงสัญลักษณ์ผ่านการวางผังของปราสาท คือ มีปราสาทประธานตรงกลาง เปรียบเสมือนเขาพระสุเมรุ มีปราสาทบริวารล้อมรอบ ถัดออกมามีสระน้ำ และกำแพงล้อมรอบอีกหนึ่งชั้น การทำหลังคาปราสาทเป็นเรือนซ้อนชั้นหมายถึงชั้นสวรรค์หรือวิมานของเทพเทวดา (ศศิธร, 2545)

อุทยานประวัติศาสตร์พิมายมีการส่องสว่างในยามค่ำคืน 2 รูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบการส่องสว่างในวันที่มีการจัดกิจกรรมพิเศษ ซึ่งจัดขึ้นช่วงเดือนพฤศจิกายนของทุกปี ซึ่งผู้จัดงานมีหน้าที่รับผิดชอบการส่องสว่างเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดแสง สี เสียง เพื่อใช้ประกอบการแสดงตามต้องการ

2. รูปแบบการส่องสว่างทั่วไป สำนักศิลปากรที่ 12 นครราชสีมาทำหน้าที่รับผิดชอบการส่องสว่าง

การส่องสว่างประดับตกแต่งนี้เปิดให้ชมเฉพาะวันสำคัญหรือวันหยุดราชการเท่านั้น ซึ่งมีประมาณ 13 วันต่อปี ไม่เปิดไฟสำหรับส่องสว่างอุทยานฯ ในวันปกติเนื่องจากใช้หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide) 70 วัตต์ จำนวน 154 ดวง และ 150 วัตต์ จำนวน 30 ดวง ในการส่องสว่างเป็นส่วนใหญ่ ทำให้สำนักศิลปากรต้องรับผิดชอบค่าไฟฟ้าที่สูง

ดวงโคมในปัจจุบันมีการติดตั้งเมื่อปี พ.ศ.2555 เป็นการส่องสว่างเฉพาะบริเวณด้านในอุทยานฯ ประกอบด้วย บริเวณ ระเบียงคต ปราสาทหินแดง ปราสาทพรหมทัต และปราสาทประธาน ซึ่งมีความสว่างไม่เพียงพอ ทำให้ยอดปราสาทกลืนหายไปกับความมืดของท้องฟ้า

เมื่อมองจากมุมมองภายนอก ซึ่งเป็นมุมมองจากถนนรอบอุทยานฯ เป็นมุมมองที่คนในชุมชนและนักท่องเที่ยวสัญจรผ่าน จะเห็นการส่องสว่างเพียงแค่ปราสาทประธานด้านในเท่านั้น องค์ประกอบอื่นๆกลืนหายไปในความมืด เนื่องจากขาดการส่องสว่างในบริเวณหุ้มประตูกำแพงแก้ว กำแพงแก้ว พลับพลา บรรณาลัย และงานภูมิทัศน์

นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องดวงโคมฝังพื้นลอยขึ้นจากพื้นดินหลังฝนตก เนื่องจากพื้นที่บริเวณอุทยานฯ เป็นดินชุ่มน้ำ ทำให้ทิศทางของแสงเปลี่ยนไปและขาดความสมบูรณ์ไม่ตรงกับความต้องการในการออกแบบเดิม

3. ออกแบบการส่องสว่างอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

มีข้อควรพิจารณาดังต่อไปนี้

บริบทที่ตั้ง (site and surrounding)



ภาพ 2 ผังแสดงขอบเขตอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

จากผังแสดงให้เห็นเส้นประสีขาวแสงถึงเขตกำแพงเมืองเก่าพิมาย และเส้นกรอบสีเหลืองแสดงถึงเขตของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย ซึ่งอยู่ใจกลางชุมชนพิมายโดยมีกำแพงเมืองเก่าล้อมรอบ ดังนั้นการออกแบบการส่องสว่างอุทยานฯ จึงไม่ควรส่องให้อาคารมีความสว่างมากนัก เพื่อไม่ให้รบกวนกิจวัตรประจำวันของคนในชุมชน ซึ่งมาตรฐาน CIE ได้กำหนดว่า การส่องสว่างในเขตชุมชนขนาดเล็ก (E3) ต้องไม่เกิน 10 ลักซ์ ก่อน 22 นาฬิกา และไม่เกิน

ทิศทางหลักของการมอง (the principal direction of view)

มุมมองหรือทิศทางของการมองเห็นเป็นสิ่งสำคัญที่จะกำหนดรูปแบบการส่องสว่างและตำแหน่งของดวงโคมเพื่อการส่งเสริมรูปร่างและรูปทรงของอาคารให้มีความโดดเด่นขึ้น



ภาพ 3 แสดงมุมมองสำคัญอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

ที่มา : ภาพถ่ายทางอากาศจาก google earth ถ่ายเมื่อปี ค.ศ.2014



ภาพ 4 มุมมองการมองเห็นโบราณสถานมุมมองที่ 1 (บนซ้าย) มุมมองที่ 2 (บนขวา) มุมมองที่ 3 (ล่างซ้าย) มุมมองที่ 4 (ล่างขวา)

ที่มา : ภาพถ่ายทางอากาศจาก google earth ถ่ายเมื่อปี ค.ศ.2014

จากการวิเคราะห์มุมมองการมองเห็นจากมุมมองสำคัญพบว่ามองเห็นสถาปัตยกรรมได้เล็กน้อยในมุมมองที่ 2 3 และ 4 แต่สามารถมองเห็นได้มากขึ้นในมุมมองที่ 1 ซึ่งสถาปัตยกรรมที่สามารถมองเห็นได้ ได้แก่ กำแพงแก้ว โคปุระ ชั้นนอก พลับพลาเปลื้องเครื่อง สะพานนาคราช และยอดปราสาทประธาน ดังนั้นมุมมองทางด้านหน้าจึงเป็นมุมมองที่สำคัญที่สุดที่ควรส่องสว่าง



ภาพ 5 มุมมองการมองเห็นที่สำคัญที่สุดของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

ที่มา : ถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561

หลังจากพิจารณามุมมองสำคัญข้างต้นพบว่าอาคารโบราณสถานมีมุมมองที่ซ้อนกันเป็นชั้นๆ จาก ปราสาทประธาน (ส่วนยอด) โคปุระชั้นนอกและกำแพงแก้ว (ทิศใต้) สะพานนาคราช ทางเดิน เรียงเป็นแนวแกนหลักมายังทิศใต้ โดยมีช่องประตูที่วางตรงกัน สามารถมองทะลุไปยังพระพุทธรูปปรางนาคปรกที่ประดิษฐานอยู่กลางปรางค์ประธาน และมีพลับพลาเปลื้องเครื่องอยู่ด้านซ้ายของมุมมอง

รูปทรงของอาคาร (the form of the building)

สถาปัตยกรรมที่สามารถมองเห็นได้จากมุมมองข้างต้นได้แก่ ปราสาทประธาน กำแพงแก้วและโคปุระ
ชั้นนอก พลับพลาเปลื้องเครื่อง และสะพานนาคราช สามารถวิเคราะห์รูปทรงได้ดังนี้

ตาราง 1 แสดงการวิเคราะห์รูปทรง วัสดุ และพื้นผิว ของสถาปัตยกรรมต่างๆ

ชื่อสถาปัตยกรรม	รูปภาพ	รูปทรง	วัสดุ	พื้นผิว
ปราสาทประธาน		ยอดปราสาท/ รูปทรง	หินทรายขาว 	หยาบ
โคปุระชั้นนอก		โคปุระ/รูปทรง เสา/เส้น	โคปุระ/หินทรายแดง เสา กรอบประตู หน้าต่าง/หินทรายขาว 	หยาบ
กำแพงแก้ว		เส้น	หินทรายแดง 	หยาบ
สะพานนาคราช		สะพาน/เส้น นาคราช/รูปทรง	สะพาน/หินทรายแดง นาคราช/หินทรายขาว 	หยาบ
พลับพลาเปลื้อง เครื่อง		รูปทรง	พลับพลา/หินทรายแดง กรอบประตู หน้าต่าง/ หินทรายขาว 	หยาบ

พิจารณาการส่องสว่างอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

จากข้อมูลข้างต้น สามารถพิจารณาการออกแบบการส่องสว่างอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย โดยยึดข้อควรพิจารณาในการออกแบบข้างต้น แต่ด้วยข้อจำกัดที่ไม่สามารถดำเนินการในสถานที่จริงได้ ผู้วิจัยจึงจำลองการออกแบบการส่องสว่างเบื้องต้นด้วยโปรแกรม Photoshop cc7 และจำลองแบบสามมิติในโปรแกรม sketch up 8 และจำลองการส่องสว่างในโปรแกรม Lumion 8 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การส่องสว่างเพื่อสร้างการรับรู้รูปทรงของสถาปัตยกรรมโดยรวม โดยการใช้เทคนิคการให้แสงแบบสาด (flooding light) ส่องสถาปัตยกรรมที่มองเห็น ได้แก่ ปราสาทประธาน (ส่วนยอด) โคปุระชั้นนอกและกำแพงแก้ว (ทิศใต้) สะพานนาคราช และโคปุระชั้นนอก ผู้วิจัยเสนอให้ใช้หลอดไฟแอลอีดี (LED) ซึ่งประหยัดพลังงาน และมีค่าความถูกต้องของสี (CIR) และมีอุณหภูมิสีของแสงให้เลือกใช้มากกว่า แทนการใช้หลอดเมทัลฮาไลด์



ภาพ 6 แสดงการให้แสงสาด (flooding light)

2. การปรับค่าความสว่างของแต่ละองค์ประกอบ เพื่อเน้นให้เห็นความสำคัญของปราสาทประธาน โดยผู้วิจัยเสนอให้ปราสาทประธานมีความสว่างมากที่สุด โคปุระและกำแพงแก้วรองลงมา และสะพานนาคราชน้อยที่สุด



ภาพ 7 แสดงการปรับระดับค่าความสว่างในแต่ละองค์ประกอบ

3. การเลือกใช้อุณหภูมิสีของแสงเพื่อเน้นสีจริงของวัสดุ ผู้วิจัยเสนอให้ใช้ไฟที่แสงสีขาว หรือมีอุณหภูมิสีของแสงประมาณ 6,000K สำหรับส่องปราสาทประธานเพื่อเน้นให้เห็นสีของหินทรายขาวที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างหลัก และใช้ไฟที่แสงสีเหลือง หรือมีอุณหภูมิสีของแสงประมาณ 2,700K สำหรับส่องโคปุระชั้นนอก สะพานนาคราช และพลับพลาเปลี่ยนเครื่อง เพื่อเน้นให้เห็นสีของหินทรายแดง



ภาพ 8 แสดงการเลือกใช้อุณหภูมิสีของแสงในแต่ละองค์ประกอบ

4. ส่องสว่างเน้นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมสำคัญ เพื่อเน้นให้เห็นความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบ และสื่อถึงความหมายและคติความเชื่อในการสร้างอุทยานฯ ผู้วิจัยเสนอให้เน้น องค์ประกอบที่สร้างจากหินทรายขาว ได้แก่ พระพุทธรูปปางนาคปรก กรอบประตู เสาด้านหน้าโคปุระชั้นนอก พญานาค และราวสะพาน ด้วยเทคนิคการส่องเน้น โดยใช้หลอดไฟที่มีองศาของการกระจายแสงแคบ และเลือกใช้แสงสีโทนขาวหรือมีอุณหภูมิสีของแสงประมาณ 6,000K และเน้นลูกมะหวดในกรอบหน้าต่างด้วยเทคนิคการส่องแบบซิลลูเอท (Silhouetting) โดยใช้หลอดไฟที่ให้แสงแบบย้อมผนัง (wall washer) ที่มีแสงสีส้มหรือมีอุณหภูมิสีของแสงประมาณ 2,000K เพื่อจำลองสีของแสงเทียนส่องภายในโคปุระชั้นนอก



ภาพ 9: ส่องสว่างเพื่อเน้นองค์ประกอบสำคัญ

5. ส่องสว่างเพื่อส่องสว่างบริเวณโดยรอบเพื่อส่งเสริมโบราณสถาน และมองเห็นบริบทต่างๆ ภายในอุทยานฯ ผู้วิจัยเสนอให้ส่องสว่างต้นไม้พุ่ม และไม้ยืนต้นภายในอุทยานฯ ด้วยเทคนิคการส่องสว่างแบบส่องขึ้น (uplighting) โดยส่องจากด้านล่างเพื่อให้เห็นกิ่งก้านและทรงพุ่มใบได้ชัดเจน สำหรับไม้ยืนต้นที่มีขนาดใหญ่พิจารณาให้ส่องจาก ด้านข้าง 3 ด้าน และใช้ดวงโคมแบบติดตั้งบนเสาสูงส่องสว่างบริเวณพื้นที่ เพื่อไม่ทำให้สถาปัตยกรรมลอยอยู่ในความมืด เผยให้เห็นพื้นที่โดยรอบ ส่งเสริมให้เห็นความเป็นอุทยานประวัติศาสตร์



ภาพ 10 ส่องสว่างเพื่อสื่อถึงความเป็นมาและคติความเชื่อในการสร้างอุทยานฯ

อภิปรายและสรุปผล

การส่องสว่างโบราณสถานประเภทปราสาทหิน สามารถใช้กระบวนการออกแบบการส่องสว่างทั่วไป มาใช้ออกแบบได้ โดยมีข้อพิจารณาในการออกแบบ ดังนี้ มุมมองสำคัญในการส่องสว่าง บริบทที่ต้องของโบราณสถาน รูปทรง วัสดุ พื้นผิว ขององค์ประกอบสถาปัตยกรรม ประวัติความเป็นมาของโบราณสถานนั้น ๆ และพื้นที่โดยรอบอุทยาน ฯ และนำไปใช้ออกแบบการส่องสว่างกับโบราณสถานประเภทปราสาทหินอื่น ๆ ได้ เนื่องจากเป็นสถาปัตยกรรมที่ได้รับอิทธิพลมาจากอาณาจักรขอมเช่นเดียวกัน จึงมีแนวคิด รูปทรง รูปแบบและคติการสร้างที่ใกล้เคียงกัน

การส่องสว่างอุทยานประวัติศาสตร์พิมายโดยใช้กระบวนการออกแบบการส่องสว่าง สามารถพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ บริบทที่ตั้ง อุทยานฯ ตั้งอยู่ติดกับชุมชนขนาดเล็ก จึงไม่ควรให้แสงมาก เพื่อไม่ให้รบกวนชีวิตประจำวันของคนในชุมชน มุมมองที่สำคัญ คือ มุมมองจากด้านหน้าของอุทยานฯ มองไปยังปราสาทประธานเป็นมุมมองที่เห็นสถาปัตยกรรมมากที่สุด และมองเห็นสถาปัตยกรรมเรียงซ้อนขึ้นกัน การส่องสว่างจึงควรมีระดับความสว่างที่ไล่เรียงกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงลำดับความสำคัญของสถาปัตยกรรม การใช้อุณหภูมิสีของแสงควรเลือกใช้ตามวัสดุ รูปทรงขององค์ประกอบสถาปัตยกรรมที่พบ มี 2 ลักษณะ ได้แก่ เส้น และรูปทรง องค์ประกอบที่เป็นเส้น เช่น เสา คาน ตัวนาคราช สามารถให้แสงเน้นตามความยาวเส้นได้ ส่วนองค์ประกอบที่เป็นรูปทรง เช่น ปรางค์ประธาน โคปุระ รูปปั้นนาคราช สามารถให้แสงแบบสาดด้านข้างเพื่อให้เห็นมิติของรูปทรง วัสดุที่พบมี 2 ประเภท ได้แก่ หินทรายขาว พิจารณาให้แสงสีที่มิโทนเย็นได้ และหินทรายแดงพิจารณาให้แสงสีโทนอุ่น วัสดุทั้งสองชนิดมีผิวหยาบเล็กน้อย ประวัติความเป็นมาของปราสาทหินพิมาย สร้างขึ้นเพื่อเป็นศาสนสถาน ได้รับอิทธิพลการวางผังมาจากการจำลองเขาพระสุเมรุ ซึ่งเป็นศูนย์กลางจักรวาล ปราสาทประธานเปรียบเสมือนเสาพระสุเมรุ ยอดปรางค์ประธานเปรียบเสมือนสวรรค์ที่ซ้อนกันเป็นชั้น อาคารโดยรอบก็เปรียบเป็นเขาสัตบริภัณฑ์ โดยมีกำแพงแก้วล้อมรอบวงนอกสุด และสะพานนาคราชเป็นสิ่งเชื่อมต่อระหว่างโลก

มนุษย์กับสวรรค์ ซึ่งผู้สร้างได้ออกแบบให้ประตูทุกบานวางตามแกนทิศ เหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก เมื่อมองทะลุเข้าไปแล้วจะพบกับพระพุทธรูปปางนาคปรกที่ประดิษฐานอยู่ใจกลางปราสาทประธาน ด้วยเหตุนี้จึงสามารถให้แสงตามแนวแกนทิศ เหนือ-ใต้ เพื่อเน้น และนำสายตาไปสู่พระประธาน ตามความตั้งใจที่ผู้สร้างได้ออกแบบไว้ นอกจากนั้นควรพิจารณาให้แสงสว่างพื้นที่โดยรอบ เพื่อส่งเสริมสถาปัตยกรรมและเพิ่มความปลอดภัยอีกด้วย การออกแบบการส่องสว่างที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแก้ไขปัญหาการส่องสว่างเดิมของปราสาทหินพิมายได้ดังนี้

1. การใช้พลังงานในการส่องสว่างมากเนื่องจากการส่องสว่างเดิม ใช้เมทัลฮาไลด์ ซึ่งเป็นหลอดไฟที่ใช้พลังงานมาก แต่ผลิตแสงได้น้อยเมื่อเทียบกับหลอดแอลอีดี หลอดฮาโลเจนมีค่าประสิทธิภาพประมาณ 10 – 24 ลูเมนต่อวัตต์ ในขณะที่หลอดแอลอีดีมีค่าประสิทธิภาพประมาณ 90 – 110 ลูเมนต่อวัตต์ สามารถแก้ปัญหานี้ด้วยการเลือกใช้ดวงโคมที่เป็นหลอดแอลอีดี นอกจากนี้หลอดแอลอีดียังมีอายุการใช้งานประมาณ 50,000 ชั่วโมง ซึ่งมากกว่าหลอดไฟชนิดอื่นๆ จึงช่วยลดค่าการดูแลรักษาอีกด้วย

2. ไม่สามารถมองเห็นสถาปัตยกรรมภายในอุทยานฯ ไม่ครบ สามารถแก้ปัญหานี้โดยการศึกษามุมมองที่สำคัญ เพื่อหาว่าในมุมมองสามารถมองเห็นสถาปัตยกรรมใดบ้าง จากการศึกษาพบว่าสถาปัตยกรรมที่สามารถมองเห็นคือ ปราสาทประธาน โคปุระชั้นนอก กำแพงแก้ว สะพานนาคราช และพลับพลาเปลื้องเครื่อง และทำการส่องสว่างสถาปัตยกรรมดังกล่าว นอกจากนี้ควรส่องสว่างภูมิทัศน์เพื่อให้รับรู้ตำแหน่งที่ตั้งของสถาปัตยกรรมดังกล่าวอีกด้วย

3. แสงสว่างส่องไม่ถึงยอดปราสาทประธานเนื่องจากการส่องสว่างเดิมเป็นรูปแบบการส่องขึ้น (uplighting) โดยตำแหน่งการติดตั้งอยู่บริเวณใกล้ฐานปราสาทประธานที่มีรูปทรงค่อยๆ โค้งเข้าไปหายอด แก้ไขด้วยวิธีการใช้เทคนิคการส่องสว่างแบบไขว้ โดยติดตั้งดวงโคมบนเสาสูงซ่อนไว้ภายในโคปุระชั้นในทิศใต้ ตะวันออก และตะวันตก ซึ่งมีระยะห่างจากปราสาทประมาณ 20 เมตร จึงสามารถส่องสว่างได้ถึงยอดปราสาทโดยไม่เกิดเงา

4. ทิศทางการส่องสว่างเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากดวงโคมฝังพื้นลอยขึ้นจากพื้นดินหลังฝนตก จากการสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม พบว่าดวงโคมที่ติดตั้งภายในกล่องฝังพื้นเท่านั้นที่ลอยขึ้นมาจากพื้น เนื่องจากมีช่องว่างภายในกล่องมาก จึงเกิดแรงลอยตัวมากกว่าน้ำหนักโคม ส่วนดวงโคมแบบฝังพื้นไม่มีการลอยตัวเนื่องจากช่องว่างภายในดวงโคมน้อยทำให้แรงลอยตัวน้อยกว่าน้ำหนักโคม ดวงโคมจึงไม่เกิดปัญหาการลอยตัวจึงสามารถใช้ดวงโคมแบบฝังพื้นได้

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้ออกแบบการส่องสว่างในมุมมองที่สำคัญที่สุดเพียงมุมมองเดียวทั้งนี้ควรพิจารณาจากมุมมองอื่น ๆ ที่เป็นภาพจำ หรือได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยว เพื่อพิจารณาการให้แสงสว่างในลำดับต่อไป

ข้อพิจารณาที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ มุมมองสำคัญในการส่องสว่าง บริบทที่ต้องของโบราณสถาน รูปทรง วัสดุ พื้นผิว ขององค์ประกอบสถาปัตยกรรม ประวัติความเป็นมาของโบราณสถานนั้น ๆ และพื้นที่โดยรอบอุทยาน ฯ ทั้งนี้ยังมีข้อพิจารณาอื่น ๆ เช่น ค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงาน ค่าความคุ้มค่าในการลงทุน เทคนิคการให้แสงสว่าง และการติดตั้ง เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควรใช้ในการพิจารณาร่วมกัน เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรม

การออกแบบการส่องสว่างอุทยานประวัติศาสตร์พิมายนี้ อ้างอิงตามวรรณกรรม และมุมมองความคิดเห็นของนักออกแบบการส่องสว่างเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ยังมีบุคคลในมิติอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบการส่องสว่างโบราณสถานประเภทปราสาทหิน เช่น ผู้คนในชุมชน เจ้าหน้าที่ภายในสถานที่นั้น ๆ และนักโบราณคดี เป็นต้น ซึ่งควรนึกถึงมุมมองต่าง ๆ ของบุคคลเหล่านี้ การออกแบบการส่องสว่างปราสาทหินจะมีหลายมิติมากขึ้น

บรรณานุกรม

- กิตติ โล่ห์เพชรรัตน์. **ขอมโบราณ**. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ: ก้าวแรก, 2556.
- ณเดชน์ ถนอมประเสริฐ. **“แนวทางการออกแบบแสงสว่างส่องพระเจดีย์ไทยในกรุงเทพฯ.”** วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2554.
- นคร สำเนาทิพย์. **คู่มือนำชมปราสาทหินพิมาย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เรือนปัญญา, 2545.
- พงศ์พิพัฒน์ ศรีวรวิไลลักษณ์. **“การออกแบบแสงสว่างสำหรับสถาปัตยกรรมในเขตเมืองเก่าแก่.”** วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- พรรณชลัท สุริโยธิน. **วัสดุก่อสร้าง : หลอดไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545
- พรรณชลัท สุริโยธินและกาญจนา ศุภมิตรโยธิน. **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง: กรณีศึกษาหอศิลป์จามจุรี
แห่งจุฬา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547
- รัชดา สุวรรณางกูร. **“รูปแบบการให้แสงสว่างประดับตกแต่งสำหรับมัสยิดเขตธนบุรีในกรุงเทพมหานคร.”**
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรม
ศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557.
- วีระพงศ์ เอียวพานิช. **“แนวทางการออกแบบการส่องสว่างสำหรับประดับตกแต่งสะพานข้ามแม่น้ำ.”** วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- ศศิธร จันทรีใบ. **“การศึกษาคติการออกแบบปราสาทหินพิมาย อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา.”** วิทยานิพนธ์
ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาศิลปสถาปัตยกรรม
ศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.
- ศานติ รักดีคำและคนอื่นๆ. **พัฒนาการพระปรางค์ในสยามประเทศ**. กรุงเทพมหานคร : อมรินทร์, 2554.
- สมัย สุทธิธรรม. **อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ที เจ เจ, 2546.
- สิทธิพัฒน์ มีทรัพย์. **“การใช้แสงที่มีสีในการออกแบบแสงสว่างในเขตเมืองเก่า: กรณีศึกษาเมืองเก่าแก่ จังหวัด
น่าน.”** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะ
สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559.
- สุภาวค์ จันทวานิช. **วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2547.
- สุรศักดิ์ จันทรวัดมนกุล. **ประวัติศาสตร์และศิลปะแห่งอาณาจักรขอมโบราณ เล่ม 1: ศิลปะสถาปัตยกรรมเมือง
พระนคร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เมืองโบราณ, 2552.
- อุษณีย์ ธงไชย. **อิทธิพลขอมในประเทศไทยในระหว่างพุทธศตวรรษที่ 12-18**. เชียงใหม่: ภาควิชาประวัติศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2554.
- Freeman, M. *Phimai*. Bangkok: River Books, 1998.
- Geraldine, O'Farrell. *External lighting for Historic Buildings*. London: Vitesse, 2007.

- IESNA. *The Lighting Design Process IESNA DG-7-1994*. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 1994.
- Karlen, M. and Benya, J. R. *Lighting Design Basics*. Hoboken, NJ.: John Wiley & Sons, 2004.
- King, J. *External Lighting for Historical Building*. London: Vitesse, 2007.
- Marietta, S. Millet and Catherine Jean Barrett. *Light Revealing Architecture*. Hoboken, NJ.: John Wiley & Sons, 1996.
- Paynham, J. *Public Lighting in Cities*. London: University College London, 2005.
- Reichardt, J. E. "The Lighting Design Process." Accessed January 22, 2018.
http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquietural/artigos/the_lighting_design_process_wilwy_wilsin.pdf
- Salvo, S. "Innovation in Lighting for Enhancing the Appreciation and Preservation of Archaeological Heritage." *Journal of Cultural Heritage* 15(2014): 209-212.
- Sharan, B. and Merriam. *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation*. San Francisco: Jossey-Bass, 2009.
- Suriyothin, P. *Lighting Design Approaches for the Heritage Conservation of Thai Stupas*. Bangkok: Chulalongkorn University, 2011.
- Tregenza, P. and Loe, D. *The Design of Lighting*. 2nd ed. London: Routledge, 2014.
- Tural, M. and Yener, C. "Lighting Monuments: Reflections on a Lighting and Environmental Appraisal." *Building and Environment* 41, 6 (June 2006): 775-782.
- Tural, M. "Monument Lighting." Master's Thesis, Department of Interior Architecture and Environmental Design, The Institute of Fine Arts, Bilkent University, 2001.
- U.S. Department of Energy (DOE). *Exterior Lighting Guide for Federal Agencies*. (n.p.), 2010.
- Vannapa Pimviriyakul. "Light in Thai Places: A Cultural Interpretation of Thai Buddhist Architecture." Doctoral Dissertation, College Station, Texas A&M University, 2001.
- Zakaria, S. A. and Bahauddin, A. "Light Art for Historical Buildings: A Case Study of the Heritage Buildings in George Town, Penang Island." *Social and Behavioral Sciences* 184 (2015): 345-350.