

การศึกษารูปแบบช่องเปิดเพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้กับโบราณสถานแบบหลุม
ขุดค้นโบราณสถานโนนเมือง อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น

A Study of Enhance the Natural Light to the Open Fields, and
Ancient Pit Excavation. Nonmuang Ancient City Chumphae
District Konkaen Province

สุพจน์ ชยนิธิวุฒิ¹ ศุภธา ศรีเพ็ญ¹

Received: December, 2014; Accepted: February, 2015

บทคัดย่อ

การศึกษาการนำแสงธรรมชาติมาใช้กับอาคารโบราณสถานแบบขุดค้น มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงรูปแบบและขนาดของช่องเปิดด้านบน โดยนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารที่เหมาะสมกับโบราณสถาน ประเภทจัดแสดงหลุมขุดค้นกลางแจ้ง คำนึงถึงค่าความส่องสว่าง อ้างอิงค่ามาตรฐานในการออกแบบแสงสว่าง พร้อมเสนอแนวทางในการปรับปรุงการออกแบบแสงสว่างภายในอาคารหลุมขุดค้น การวิเคราะห์ผลกระทบการเปิดช่องแสงด้านบนหลังคาแบบขนาดใหญ่เดิม ไม่เหมาะสมคือแสงมีความจ้า ไม่สบายตาทางการมองเห็น และเป็นการทำลายวัตถุโบราณจากรังสีอุตราไวโอเลตได้ เนื่องจากให้แสงสว่างมากเกินไป กรณีเปรียบเทียบรูปแบบจำลองช่องเปิดด้านบน จำนวน 3 รูปแบบ คือ เปิดช่องเปิดด้านบนร้อยละ 5, 10 และ 15 พบว่ารูปแบบช่องเปิดด้านบนร้อยละ 5 แบบ 4 ช่องเปิด มีค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมที่สุด มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าระดับความส่องสว่างตามมาตรฐานสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (ราชกิจจานุเบกษา, 2537) คือ 300 - 400 ลักซ์ และพบว่ารูปแบบช่องเปิดด้านบนแบบ 4 ช่องเปิดนี้ สามารถปรับใช้กับอาคารทิศทางต่าง ๆ ได้ โดยค่าระดับความส่องสว่างไม่เปลี่ยนแปลง เป็นแนวทางในการออกแบบและปรับปรุงอาคารอื่นๆ ประเภทเดียวกัน

คำสำคัญ : แสงธรรมชาติ; อาคารโบราณสถานแบบขุดค้น; ค่าความส่องสว่าง

¹ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail: archiseng@hotmail.com

Abstract

The utilization of Natural Lighting in Archaeological Excavation site could be orientation for improvement "Open Fields". Furthermore size of the open fields was studied with archaeological excavation site museum and collection. The interested archaeological this ancient town was open air performance. Therefore natural lighting was designed with standard to standard of illuminating engineering association of thailand. Include development lighting system in excavation site museum. All above could be guidelines for designed another building. According to the research comparison 3 patterns, we set up the duplicate building and found out 4 open fields type was the most perfectly Illuminance. Furthermore the experiment shown average of illuminance similar to standard of illuminating engineering association of Thailand. In the other hand the large open fields increase the over lighting, there was not appropriate indoor. Finally the disperse open fields was more advantage.

Keywords: natural lighting; ancient pit excavation ancient city; illuminance

บทนำ

แสงธรรมชาติเป็นพลังงานที่ชดเชยการใช้แสงประดิษฐ์ (กฤษกนก, 2459) และไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเป็นพิษ ทำให้มองเห็นภาพสิ่งของต่าง ๆ ได้ชัดเจน มองเห็นวัตถุด้วยสีสันทันทีถูกต้อง ปริมาณแสงธรรมชาติที่ได้จากท้องฟ้าของประเทศไทย มีปริมาณความส่องสว่างสูงสุดถึง 100,000 ลักซ์ (Lux) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2542) เนื่องจากประเทศไทยอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ซึ่งมีความเข้มของแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี มีแสงธรรมชาติที่เพียงพอ และสามารถนำแสงธรรมชาตินี้มาให้ความสว่างภายในอาคารจากปริมาณแสงที่มาก ต้องมีการควบคุมปริมาณแสงโดยการออกแบบช่องเปิดที่เหมาะสม ถ้าแสงมากเกินไปจะทำลายวัตถุโบราณได้และรู้สึกไม่สบายตาต่อผู้ใช้อาคาร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบและวิธีการให้แสงธรรมชาติผ่านทางช่องเปิดด้านบนหลังคาที่มีความเหมาะสมกับอาคารโบราณสถานกลางแจ้ง
2. เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบช่องเปิดด้านบนหลังคาของอาคารโบราณสถานกลางแจ้งแบบหลุมขุดค้น เพื่อก่อให้เกิดความสบายตาในกิจกรรมการเข้าชมอย่างมีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

การนำแสงธรรมชาติมาใช้กับอาคารโบราณสถานแบบชุดคั้นเป็นทางเลือกในการออกแบบอาคารใหม่ หรือทำการปรับปรุงอาคารเดิมที่มีอยู่แล้ว ให้เหมาะสมกับประโยชน์ในการใช้งานมากที่สุดและใช้งานได้จริง สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแหล่งโบราณสถานแบบชุดคั้นอื่นที่อยู่ห่างไกล ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง และยังไม่ได้ทำการสำรวจชุดคั้นอีกหลายแห่ง ทำให้ภายในตัวอาคารได้รับแสงธรรมชาติด้อย่างสม่ำเสมอ ไม่ก่อให้เกิดแสงจ้ารบกวนขณะเข้าชมและความร้อนที่แผ่มากับแสงธรรมชาติ อีกทั้งเพื่อช่วยลดปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับอีกทางหนึ่งคือ ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของขนาดช่องเปิด ตำแหน่งของช่องเปิดที่จะนำแสงสว่างเข้ามาภายในอาคาร



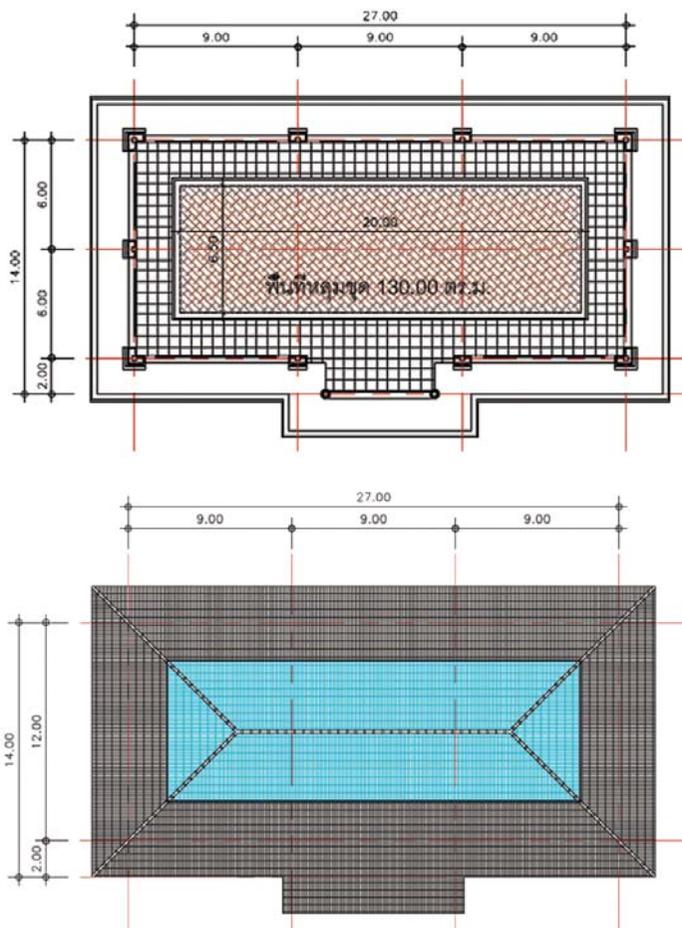
รูปที่ 1 ทศนียภาพอาคารต้นแบบเมืองโบราณโนนเมือง และภาพถ่ายหลุมชุดคั้น

ขอบเขตของการวิจัย

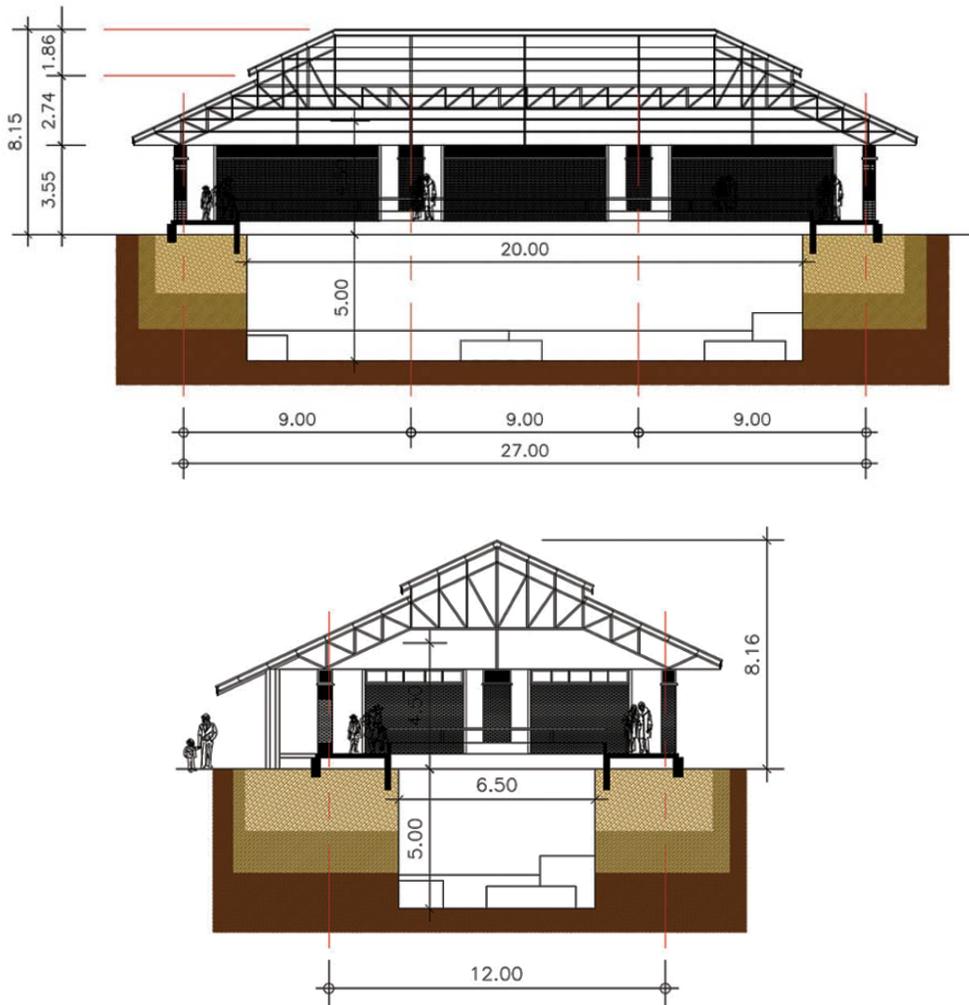
1. การศึกษานี้ได้ใช้อาคารโบราณสถานแบบหลุมชุดคั้นที่ตั้งอยู่ในโบราณสถานโนนเมือง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น ดังแสดงในรูปที่ 1 ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของแหล่งโบราณคดี ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 16 องศา 31 ลิปดา 4 ฟลิปดาเหนือ เส้นแวงที่ 102 องศา 6 ลิปดา 56 ฟลิปดาตะวันออก
2. ศึกษาเฉพาะเรื่อง ค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ ไม่ได้พิจารณาถึงปริมาณความร้อนที่เข้ามาสู่ตัวอาคาร
3. วิเคราะห์ผลการทดลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3Ds Max Design ในการใช้หาค่าเฉลี่ยปริมาณแสงสว่างจากแสงธรรมชาติในอาคาร ได้กำหนดวันเวลาในการทดลอง ได้แก่ วันที่ 21 มีนาคม, 21 มิถุนายน, 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม โดยใช้การคำนวณช่วงเวลา 07.00 น. - 17.00 น. ในทุกๆ 2 ชั่วโมง ที่สภาพท้องฟ้าแบบท้องฟ้าแจ่มใส
4. เลือกพิจารณาเก็บข้อมูลในส่วนของบริษัทเดินชมวัดฤๅภายในขอบกั้นของโบราณวัตถุเท่านั้น

กรอบแนวความคิดของงานวิจัย

1. กรอบแนวความคิดหลักที่ต้องการวิจัย เพื่อนำไปใช้กับโบราณสถานแบบหลุมขุดค้นในพื้นที่ต่างไกล
2. การศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพท้องฟ้าในเขตอำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น และการวัดค่าความส่องสว่างจากสถานที่จริง
3. กรอบแนวความคิดที่สนับสนุนการวิจัยนี้ เนื่องจากสภาพท้องฟ้าและความเข้มของแสงที่ส่องลงมายังวัตถุโบราณที่ขุดค้นเสียหายได้โดยง่าย และสภาวะความร้อนสะสมภายในอาคาร ทำให้เกิดความไม่สบายแก่ผู้เข้าชม
4. ขนาดของตัวอาคารที่ใช้ในการศึกษา กว้าง 12.00 ม. ยาว 27.00 ม. มีความสูงของพื้นถึงฝ้าเพดาน 4.50 ม. มีขนาดหลุมขุดลึกต่ำลงจากระดับพื้นทางเดิน 5.00 ม. ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3 และเลือกอาคารหลังที่หันทางเข้าไปทางทิศตะวันตกเป็นการทดลองขั้นแรกและทางทิศใต้ในขั้นตอนที่สอง



รูปที่ 2 แพลนอาคาร และแพลนหลุมขุดที่นำมาเป็นอาคารต้นแบบ



รูปที่ 3 รูปตัดอาคารที่นำมาเป็นอาคารต้นแบบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| แสงสว่างธรรมชาติ | = Natural Lighting |
| อาคารโบราณสถานแบบขุดค้น | = ANCIENT PIT EXCAVATION |
| ค่าความส่องสว่าง | = Illuminance |

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

1. ค่าความส่องสว่างที่เกี่ยวข้องเนื่องในการทำวิจัยทั้งหมดจะใช้ค่าเฉลี่ยของกรมอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดขอนแก่น เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. ข้อมูลตารางค่าความส่องสว่างใช้ตามมาตรฐานสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย
3. โปรแกรมทดลอง 3 DS Studio Max Design 2013 พัฒนาโดย บริษัท AutoDesk Inc. เป็นโปรแกรมกราฟฟิกสำหรับสร้างภาพเสนอฟลางงานออกแบบสถาปัตยกรรมที่ทั่วโลกยอมรับ การจัดแสงตามหลักฟิสิกส์ การคำนวณที่ถูกต้องของแสงธรรมชาติ วิเคราะห์ที่คำนวณผลกระทบแสงสะท้อนของแสงธรรมชาติ กำหนดแสงได้ 2 ประเภท
 - 1) ระบบแสงในพื้นที่เปิดโล่ง (Exterior, Open space)
 - 2) ระบบแสงภายในพื้นที่ปิด (Interior, Indoor)

การดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎี และแนวคิดต่าง ๆ ในเรื่องการใช้แสงธรรมชาติกับอาคารประเภทจัดแสดงต่อผู้ใช้อาคาร และทิศทางองศาของแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาและการใช้โปรแกรม
2. ศึกษาและเก็บข้อมูลโดยการวัดช่วงแสงธรรมชาติจากอาคารตัวอย่าง
3. นำเสนอรูปแบบช่องเปิดเพื่อผลในการส่องสว่างภายในอาคารโดยวิธีธรรมชาติ (เบญจพร, 2543)
4. ทำการประเมินผล และทดสอบโดยจำลองรูปแบบที่นำเสนอในรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสรุปผลการวิจัย ทดสอบแบบจำลองการนำแสงเข้าสู่อาคาร โดยกำหนดระบบแสงในพื้นที่เปิดโล่ง
5. สรุปผลการออกแบบ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ

ปัจจัยในการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคาร

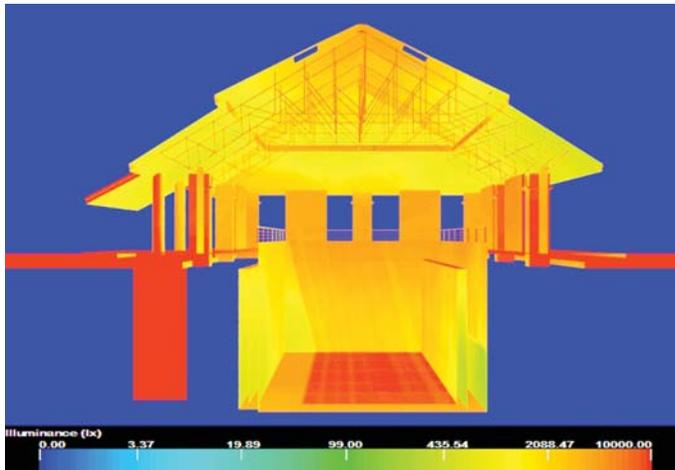
1. ขนาดความกว้าง ยาว ความสูงของตัวอาคาร รูปทรงหลังคา ใช้อาคารต้นแบบเมืองโบราณโนนเมือง
2. ข้อจำกัดที่ทำให้แสงเข้าไม่ถึง เนื่องจากหลุมขุดโดยทั่วไป มีความลึกเฉลี่ย 4.00 - 6.00 เมตร เนื่องจากองศาของแสง
3. สภาพภูมิอากาศที่มีความส่องสว่างบางช่วงเวลาไม่สม่ำเสมอจากสภาพท้องฟ้า มีเมฆมาก มีเมฆน้อย เมฆฝน
4. ขนาดค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมตามค่ามาตรฐาน

ผลการทดลอง

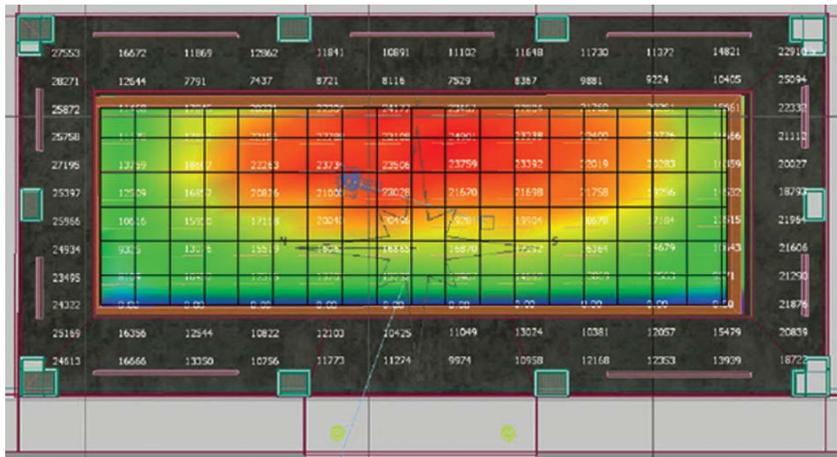
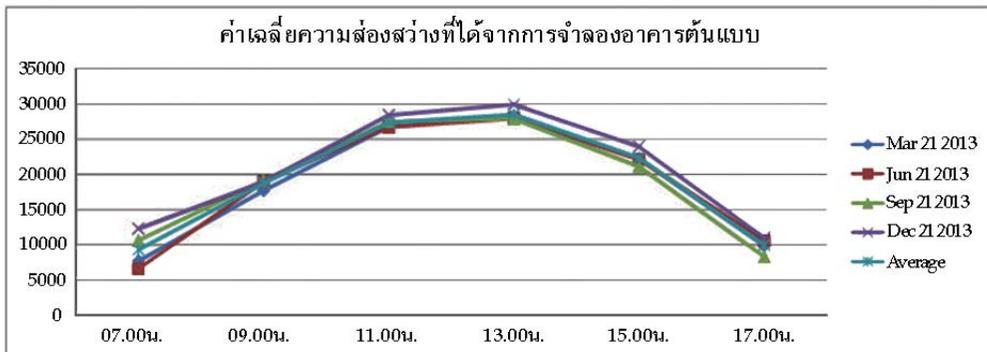
ผลการทดลองค่าความส่องสว่างจากอาคารต้นแบบ ด้านทิศตะวันตกของช่วงระหว่างวันที่ 21 มีนาคม, 21 มิถุนายน, 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) อาคารต้นแบบ

ค่าความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) อาคารต้นแบบ								
Light Meter ID	Date	07.00น.	09.00น.	11.00น.	13.00น.	15.00น.	17.00น.	Illum. Unit
1	Mar 21 2013	7731	17721	26728	28193	22218	9872	lx
2	Jun 21 2013	6604	18996	26674	27938	22115	10615	lx
3	Sep 21 2013	10615	19160	27437	27862	21078	8296	lx
4	Dec 21 2013	12295	18951	28386	29887	23926	10997	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ย		9311	18707	27306	28470	22334	9945	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ย ทุกช่วงเวลา		19345.63						lx



รูปที่ 4 แสดงการทดลองค่าความส่องสว่างของอาคารต้นแบบ



รูปที่ 4 แสดงการทดลองค่าความส่องสว่างของอาคารต้นแบบ (ต่อ)

จากรูปที่ 4 การทดลองวัดแสงจากอาคารต้นแบบโดยใช้โปรแกรม 3 ds Max Design ค่าความส่องสว่างที่ได้มีค่าที่สูงมาก โดยเฉพาะในช่วงเวลา 11.00 - 15.00 น. ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกช่วงเวลาที่ได้วัดได้มีค่าความส่องสว่าง 19,345 ลักซ์ รูปแบบของตัวอาคารต้นแบบที่มีหลังคาทรงแบบปั้นหย้าซ้อนสองชั้นโดยหลังคาซ้อนที่ด้านบนเป็นหลังคาแบบช่องแสง มีขนาดความกว้างยาวประมาณหลุมขุดค้นเป็นพื้นที่ ร้อยละ 100 ของพื้นที่หลุมขุด

แนวคิดในการศึกษารูปแบบช่องเปิด

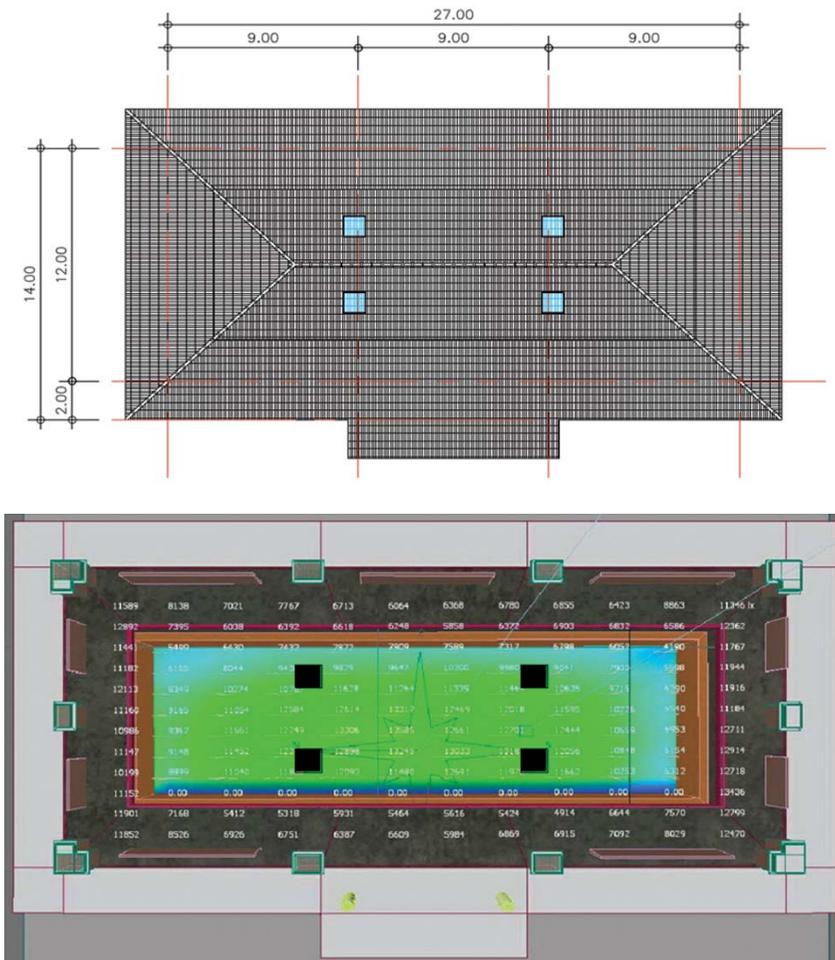
แนวคิดในการศึกษารูปแบบช่องเปิด ซึ่งอยู่ทางด้านบนของตัวอาคาร มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกช่องเปิดที่เหมาะสม และได้ระดับความส่องสว่างตามต้องการ

การศึกษารูปแบบช่องเปิด ขนาดของช่องเปิด ตำแหน่งของช่องเปิด ใช้การเปรียบเทียบกับขนาดของพื้นที่หลุมขุด ซึ่งหลุมขุดมีขนาดกว้าง 6.50 x 20.00 ม. หรือ 130.00 ตร.ม. การทดสอบและกำหนดขนาดของพื้นที่ช่องเปิดและตำแหน่งของช่องเปิด โดยให้สอดคล้องกับพื้นที่ที่ต้องการนำแสงธรรมชาติมาใช้งาน เลือกการศึกษารูปแบบช่องเปิดเป็นรูปแบบแสงกระจาย (Diffuse Light) (ชานาญ, 2540)

มีขนาดของพื้นที่ช่องเปิดเทียบกับพื้นที่ใช้งาน ดังนี้

- พื้นที่หลุมชุด = 130 ตร.ม.
- พื้นที่ช่องเปิด = ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 ร้อยละ 15/พื้นที่หลุมชุด
- พื้นที่ช่องเปิด 6.5 : 130 = ร้อยละ 5 ของพื้นที่หลุมชุด
- พื้นที่ช่องเปิด 13 : 130 = ร้อยละ 10 ของพื้นที่หลุมชุด
- พื้นที่ช่องเปิด 19.5 : 130 = ร้อยละ 15 ของพื้นที่หลุมชุด

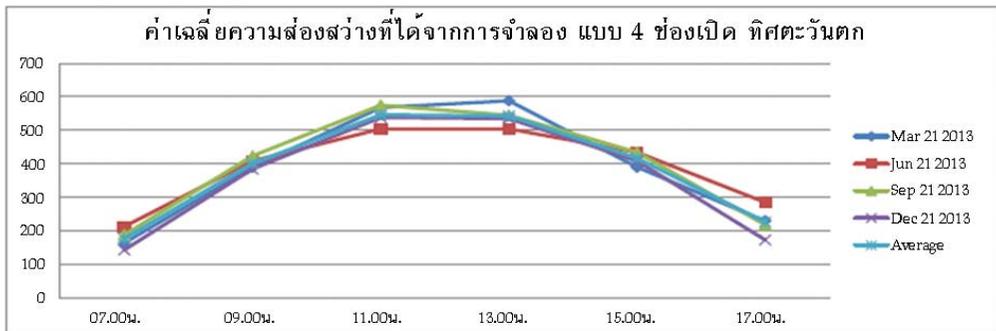
การทดลองวัดแสงจากอาคารแบบ 4 ช่องเปิด ร้อยละ 5 ของพื้นที่หลุมชุด ด้านทิศตะวันตก



รูปที่ 5 แผนหลังคาแบบ 4 ช่องเปิด แผนหลุมชุดอ้างอิงตำแหน่งช่องเปิดบนหลังคา

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) แบบ 4 ช่องเปิด ทิศตะวันตก

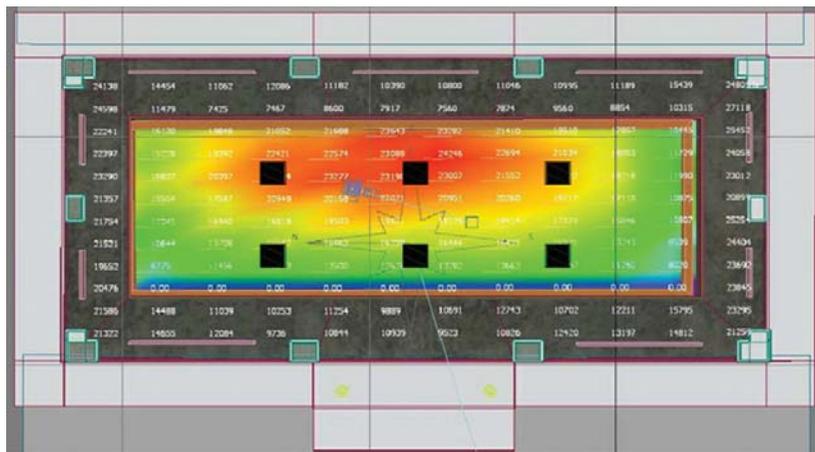
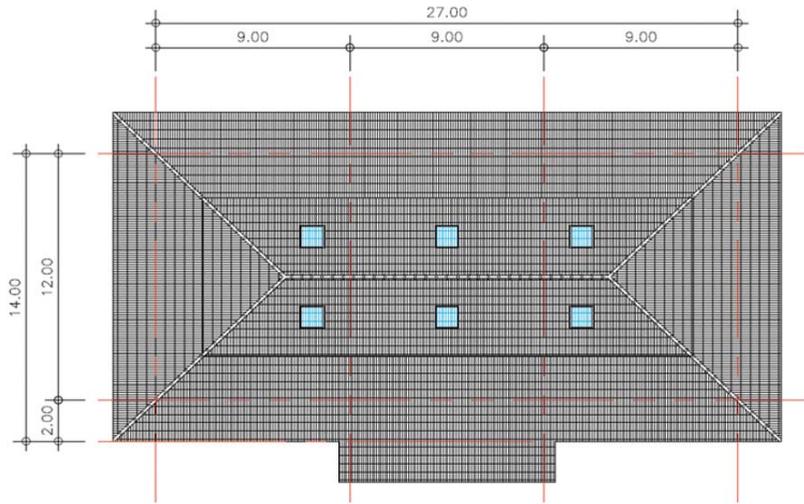
ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) แบบ 4 ช่องเปิด ทิศตะวันตก								
Light Meter ID	Date	07.00น.	09.00น.	11.00น.	13.00น.	15.00น.	17.00น.	Illum. Unit
1	Mar 21 2013	163	389	568	588	390	229	lx
2	Jun 21 2013	212	408	504	504	434	284	lx
3	Sep 21 2013	187	423	575	545	434	217	lx
4	Dec 21 2013	142	384	538	535	408	172	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ย		176	401	546	543	417	226	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ยทุกช่วงเวลา		384.71						lx



รูปที่ 6 การทดลองวัดแสงที่ขนาดพื้นที่ช่องเปิดแบบ 4 ช่องเปิด ด้านทิศตะวันตก

การทดลองวัดแสงที่ขนาดพื้นที่ช่องเปิดแบบ 4 ช่องเปิด (รูปที่ 5) มีค่าเฉลี่ยของทุก 2 ชั่วโมง ของทิศทางการวางอาคารด้านทิศตะวันตก จากตารางที่ 2 และรูปที่ 6 แสดงค่าที่ทดลองด้านทิศตะวันตกได้ค่า 384 ลักซ์

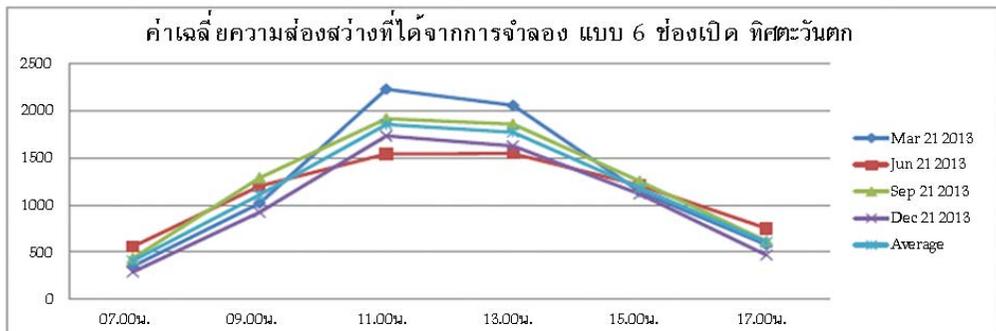
การทดลองวัดแสงจากอาคารแบบ 6 ช่องเปิด ร้อยละ 10 ของพื้นที่หลุมชุด ด้านทิศตะวันตก



รูปที่ 7 แพลนหลังคาแบบ 6 ช่องเปิด แพลนหลุมชุดอ้างอิงตำแหน่งช่องเปิดบนหลังคา

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) แบบ 6 ช่องเปิด ทิศตะวันตก

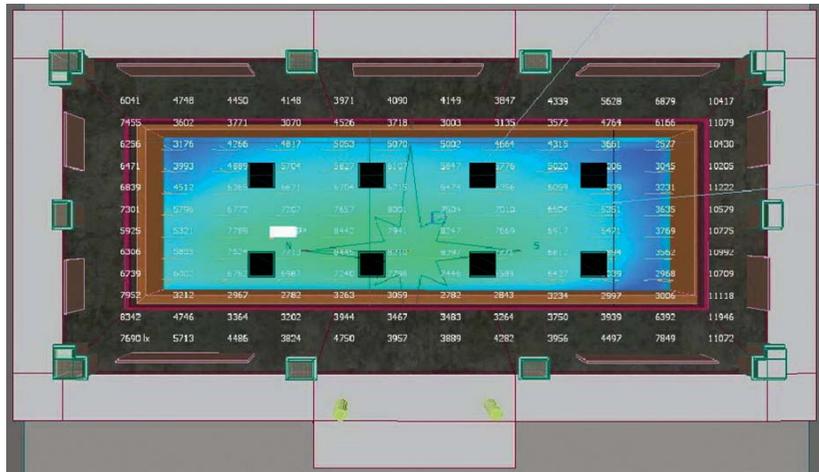
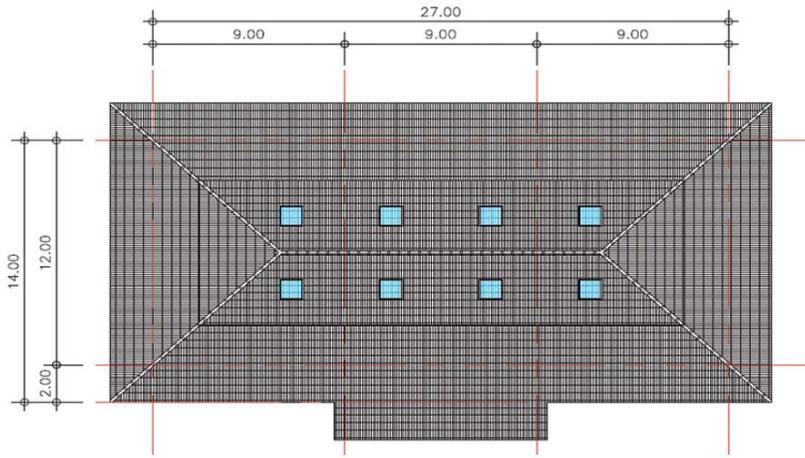
ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) แบบ 6 ช่องเปิด ทิศตะวันตก								
Light Meter ID	Date	07.00น.	09.00น.	11.00น.	13.00น.	15.00น.	17.00น.	Illum. Unit
1	Mar 21 2013	350	1018	2225	2054	1141	578	lx
2	Jun 21 2013	557	1199	1541	1542	1207	750	lx
3	Sep 21 2013	434	1286	1914	1854	1251	616	lx
4	Dec 21 2013	289	922	1730	1625	1115	469	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ย		408	1106	1853	1769	1179	603	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ยทุกช่วงเวลา		1152.79						lx



รูปที่ 8 การทดลองค่าความสว่างของอาคารแบบ 6 ช่องเปิด

การทดลองวัดแสงที่ขนาดพื้นที่ช่องเปิดแบบ 6 ช่องเปิด (รูปที่ 7) มีค่าเฉลี่ยของทุก 2 ชั่วโมง จากตารางที่ 3 และรูปที่ 8 แสดงค่าที่ทดลองมีค่าที่เกินเกณฑ์มาตรฐานมาก เพราะจากการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา 11.00 น. มีค่าความส่องสว่างสูงถึง 1,853 ลักซ์ และมีค่าเฉลี่ยของทุกช่วงเวลาที่มี 1,152 ลักซ์

การทดลองวัดแสงจากอาคารแบบ 8 ช่องเปิด รัศมีละ 15 องศาที่หลุมชุด ด้านทิศตะวันตก

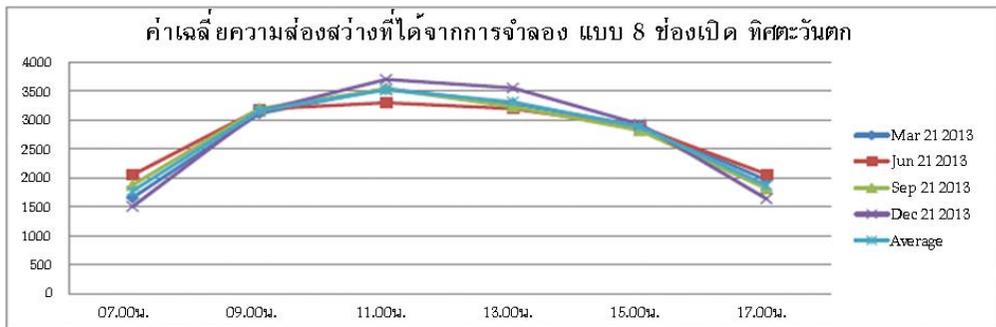


รูปที่ 9 แพลนหลังคาแบบ 8 ช่องเปิด แพลนหลุมชุดอ้างอิงตำแหน่งช่องเปิดบนหลังคา

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) แบบ 8 ช่องเปิด ทิศตะวันตก

ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) แบบ 8 ช่องเปิด ทิศตะวันตก								
Light Meter	Date	07.00น.	09.00น.	11.00น.	13.00น.	15.00น.	17.00น.	Illum. Unit
ID								
1	Mar 21 2013	1651	3111	3542	3282	2900	1959	lx
2	Jun 21 2013	2049	3188	3297	3195	2873	2061	lx
3	Sep 21 2013	1871	3198	3538	3228	2820	1811	lx
4	Dec 21 2013	1502	3153	3700	3552	2926	1636	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ย		1768	3163	3519	3314	2880	1867	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ย		2751.79						lx

ทุกช่วงเวลา



รูปที่ 10 การทดลองค่าความสว่างของอาคารแบบ 8 ช่องเปิด

การทดลองวัดแสงที่ขนาดพื้นที่ช่องเปิดแบบ 8 ช่องเปิด (รูปที่ 9) มีค่าเฉลี่ยของทุก 2 ชั่วโมง จากตารางที่ 4 และรูปที่ 10 แสดงค่าที่ทดลองมีค่าที่เกินเกณฑ์มาตรฐานมาก เพราะจากการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา 09.00, 11.00 และ 13.00 น. มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยใกล้เคียงกันของทุกช่วงเวลา ที่ 2,751 ลักซ์ มีค่าความส่องสว่างสูงกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทยมาก

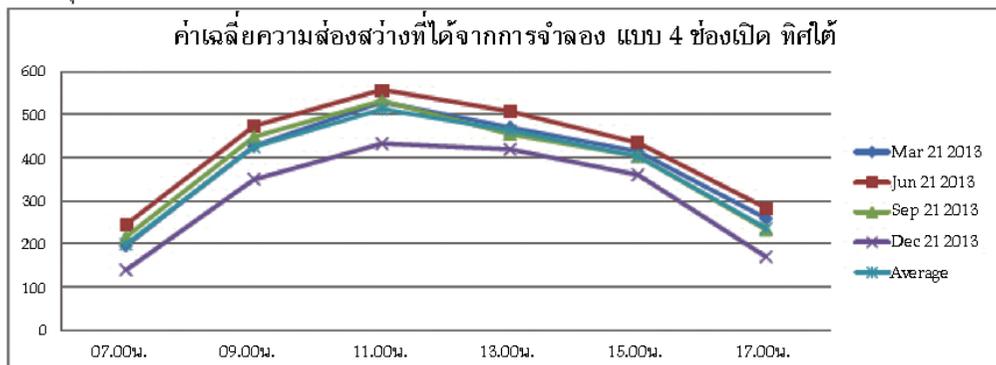
ผลการทดลองเมื่อทดลองกับขนาดพื้นที่ช่องเปิดแบบ 4 ช่องเปิด อาคารด้านทิศตะวันตก การทดลองวัดแสงที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 384 ลักซ์ (เกณฑ์มาตรฐานของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทยอยู่ที่ 300 ลักซ์) (ราชกิจจานุเบกษา, 2537) เป็นรูปแบบที่เหมาะสมมากที่สุด

การทดลองวัดแสงจากอาคารแบบ 4 ช่องเปิด ร้อยละ 5 ของพื้นที่หลุมชุด ด้านทิศใต้

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) แบบ 4 ช่องเปิด ทิศใต้

Light Meter	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลอง (Illuminance) แบบ 4 ช่องเปิด ทิศใต้							Illum. Unit
	Date	07.00น.	09.00น.	11.00น.	13.00น.	15.00น.	17.00น.	
ID								
1	Mar 21 2013	195	427	529	470	414	259	lx
2	Jun 21 2013	245	473	557	507	434	283	lx
3	Sep 21 2013	216	449	532	454	403	233	lx
4	Dec 21 2013	139	349	432	419	360	170	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ย		199	425	513	462	403	236	lx
ค่าความส่องสว่างโดยเฉลี่ย		373						lx

ทุกช่วงเวลา



รูปที่ 11 การทดลองค่าความส่องสว่างของอาคารแบบ 4 ช่องเปิด ด้านทิศใต้

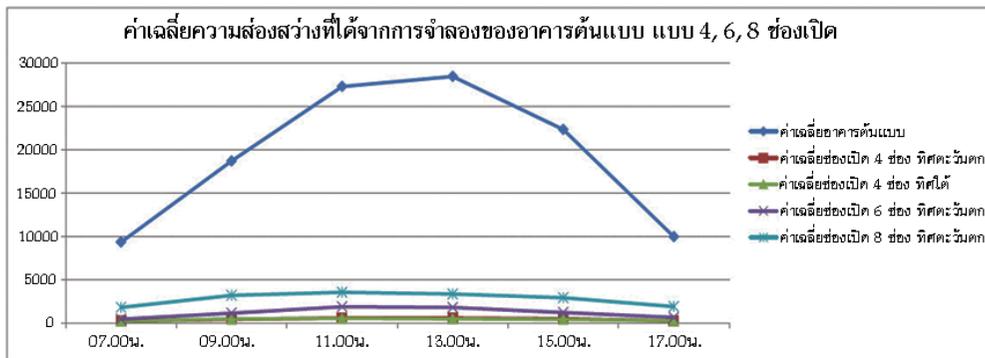
เมื่อเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างโดยทดลองวัดแสงจากอาคารแบบ 4 ช่องเปิดร้อยละ 5 ทั้ง 2 ด้าน ทิศตะวันตก 384 ลักซ์ และด้านทิศใต้ได้ค่า 373 ลักซ์ (ตารางที่ 5 และรูปที่ 11) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน

สรุปผลการวิจัย

รูปแบบของช่องเปิดด้านบนหลังคาเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้กับอาคารโบราณสถานแบบหลุมขุดค้นที่เหมาะสม ให้แสงธรรมชาติเป็นส่วนหนึ่งของการจัดแสดง ปรับปรุงออกแบบช่องเปิดให้เกิดการกระจายของแสงธรรมชาติที่มีระดับความส่องสว่างตามมาตรฐานและควบคุมแสงธรรมชาติที่จะทำให้วัตถุโบราณที่ขุดค้นเกิดความเสียหาย การกระจายของแสงที่สม่ำเสมอภายในตัวอาคาร และมีส่วนในการช่วยลดอัตราการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยเฉพาะพลังงานจากแสงประดิษฐ์ช่วยในการทาระดับความส่องสว่างภายในอาคารจากแสงธรรมชาติ ข้อเสนอแนะแนวทางที่นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้ไปศึกษาต่อไปสำหรับการจำลองแสงสว่างภายในอาคาร และแสดงค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ และค่าความส่องสว่างเปรียบเทียบกับอาคารต้นแบบและการศึกษารูปแบบช่องเปิดด้านบน แบบ 4 ช่องเปิด 6 ช่องเปิด 8 ช่องเปิด ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลองของอาคารต้นแบบ, แบบ 4, 6, 8 ช่องเปิด

Light Meter	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ได้จากการจำลองของอาคารต้นแบบ, แบบ 4, 6, 8 ช่องเปิด							Illum. Unit
	Date	07.00น.	09.00น.	11.00น.	13.00น.	15.00น.	17.00น.	
ID								
1	ค่าเฉลี่ยอาคารต้นแบบ	9311	18707	27306	28470	22334	9945	lx
2	ค่าเฉลี่ยช่องเปิด 4 ช่อง	176	401	546	543	471	226	lx
3	ทิศตะวันตก ค่าเฉลี่ยช่องเปิด 4 ช่อง	199	425	513	462	403	236	lx
4	ทิศใต้ ค่าเฉลี่ยช่องเปิด 6 ช่อง	408	1106	1853	1769	1179	603	lx
5	ทิศตะวันตก ค่าเฉลี่ยช่องเปิด 8 ช่อง	1768	3163	3519	3314	2880	1867	lx



รูปที่ 12 ค่าความส่องสว่างเปรียบเทียบของอาคารต้นแบบ และรูปแบบช่องเปิด

จากรูปที่ 12 แสดงเส้นเปรียบเทียบความส่องสว่าง จะเห็นได้ว่าค่าความส่องสว่างของอาคารต้นแบบที่นำมาศึกษา มีค่าความส่องสว่างที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความส่องสว่างแบบ 4 ช่องเปิดทั้งสองทิศทางคือ ด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ตามเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย และรูปแบบหลังคา มีพื้นที่ช่องเปิดร้อยละ 5 แบบ 4 ช่องเปิด จึงเป็นรูปแบบที่น่าเสนอเป็นต้นแบบสำหรับอาคารโบราณสถานแบบหลุมขุดค้นสำหรับทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบช่องเปิดด้านบนทั้งหมด 3 รูปแบบ โดยเลือกใช้รูปแบบช่องเปิดด้านบนแบบ 4 ช่องเปิด โดยค่าที่ทำการทดลองความส่องสว่าง มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าระดับความส่องสว่างตามมาตรฐานสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย ในประเทศไทยเปิดช่องแสงด้านบนขนาดใหญ่ทำได้ยากต้องเป็นรูปแบบช่องเปิดแบบกระจาย แต่เนื่องจากค่าความส่องสว่างที่ได้จากการทดลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีค่าที่สูงกว่าค่ามาตรฐาน และความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดจากการศึกษา เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาและโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองในการท้าววิจัยครั้งนี้ได้มาจากการสร้างหุ่นจำลองด้วย เพื่อนำมาเป็นตัวแทนสำหรับอาคารจริง ดังนั้นอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากปริมาณของแสงที่วัดได้ ซึ่งค่าความส่องสว่างของท้องฟ้าในประเทศไทยมีการเก็บข้อมูลเฉลี่ย 10 - 30 ปี

ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการทดลองในการท้าววิจัยในครั้งนี้พบว่า การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มของแสงสว่างในประเทศไทยนั้น มีการเก็บที่ไม่ค่อยละเอียดมากนัก และการใช้โปรแกรมในการทดลองมีข้อจำกัดเกี่ยวกับสภาพของท้องฟ้าในพื้นที่นั้นๆ จะมีให้เลือกใช้ข้อมูลในโปรแกรมการทดลองเฉพาะเมืองใหญ่ๆ อาจประสบปัญหาเกี่ยวกับค่าความคลาดเคลื่อนของแสงธรรมชาติบ้าง

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

สามารถนำข้อมูลในงานวิจัยฉบับนี้ไปเป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อเป็นรูปแบบในการศึกษาช่องเปิดด้านบน เพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้กับอาคารแบบหลุมขุดค้นในรูปแบบอื่น และขนาดรูปแบบอาคารที่ต่างกัน ในสภาวะอากาศ ทิศทางการวางตัวอาคารทางทิศตะวันตก ตัวอาคารทางทิศใต้ นำไปประยุกต์ใช้กับรูปแบบทิศทางการตั้งอาคารในทิศอื่นๆ เพื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมข้างเคียง

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์หลายท่าน ขอขอบพระคุณ รศ.สมศักดิ์ ธรรมเวชวิที อาจารย์ที่ปรึกษา กรุณาสละเวลาให้ความรู้และคำแนะนำที่ดีตลอดการทำงานวิจัย รศ.ศุทธาศรีเพ็ญ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความรู้คำแนะนำในการทำวิจัย ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอนเพื่อให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ และคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ คณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ศึกษาใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

บรรณานุกรม

- กฤษกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา. (2459). แสงสว่างจากธรรมชาติ. แสงธรรมชาติในอาคาร. กรุงเทพมหานคร กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. (13 มิถุนายน 2537). ราชกิจจานุเบกษา. ตอนที่ 23ก.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2542-2544). โครงการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงาน แสงอาทิตย์จากข้อมูลดาวเทียมสำหรับประเทศไทย. เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2556. เข้าถึงได้จาก (http://www4.dede.go.th/dede/images/stories/bsed/project/2546/daylight_46_edit.pdf)
- เบญจพร คักดีเรืองแมน. (2543). การปรับปรุงการใช้แสงธรรมชาติในอาคารพิพิธภัณฑ์जनเสน. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชานานู ท่อเกียรติ. (2540). เทคนิคการส่องสว่าง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- ธวัชชัย ชยานิช. (2554). มารูจักแสงธรรมชาติกัน : บทความนำรู้ในแวดวงวิศวกรรม. เข้าถึงเมื่อ 13 เมษายน 2556. เข้าถึงได้จาก (<http://digital.lib.kmutt.ac.th/magazine/issue4/articles/article4.htm>)