

การศึกษารูปแบบเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่น ที่เหมาะสมในห้องเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

ณัฐกฤตา วิศวศาสตร์

สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Nutkrita.w@ku.th

นวลวรรณ ทวยเจริญ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nuanwan.t@ku.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นที่เหมาะสมในห้องเรียนของประเทศไทย โดยใช้ห้องเรียนประถมศึกษาเป็นกรณีศึกษาตัวอย่าง ทำการศึกษาการใช้เทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่น 7 รูปแบบซึ่งมีความเอียงของฝ้าเพดานและระยะห่างขององค์ประกอบทางตั้งแตกต่างกัน เพื่อเป็นการศึกษาผลกระทบต่อค่าความส่องสว่างและค่าความสม่ำเสมอของแสง การศึกษาทำการจำลองผ่านโปรแกรมจำลองแสงธรรมชาติ DIALux 4.13 ในช่วงสภาพท้องฟ้าแบบ clear sky และจำลองในช่วงเวลา 8.00น-16.00น ทุกๆ 2 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าไม่ว่าจะเป็นเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแบบใดยังไม่เหมาะสมกับห้องเรียนในประเทศไทย เนื่องจากผลจากการทดสอบผ่านโปรแกรม DIALux 4.13 พบว่าได้ค่าปริมาณส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีจากทุกรูปแบบมีค่าเกิน 300 lux (ค่ามาตรฐาน) เป็นอย่างมาก และค่าความสม่ำเสมอของแสงจากทุกรูปแบบยังต่ำกว่า 0.5 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานเป็นอย่างมากเช่นกัน

คำสำคัญ: เทคนิคแสงธรรมชาติ, โอโจเซคชั่น, ปริมาณความส่องสว่าง, ความสม่ำเสมอของแสง

THE STUDY OF APPROPRIATE DAYLIGHTING TECHNIQUE OF OJAI SECTION IN PRIMARY CLASSROOM IN THAILAND

Nutkrita Wisansart

Graduate student

Faculty of Architecture, Kasetsart University

Nutkrita.w@ku.th

Nuanwan Tautcharoen

Faculty of Architecture, Kasetsart University

Nuanwan.t@ku.th

Abstract

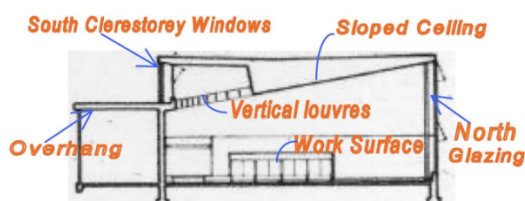
The purpose of this research is to investigate the effect of characteristics of daylighting technique of OJAI section appropriate for classroom in Thailand. Primary-school classroom was used as case study. This study explores effects of seven types of daylighting technique of Ojai section (with different ceiling inclination and distance of vertical members) on illuminance and uniformity in the classroom. Daylighting performance was evaluated using DIALux 4.13 program simulating in clear sky condition during 8am.- 4pm. (every two hours). In terms of daylighting performance, the results show that all investigated daylighting techniques are still not appropriate for using in classroom in Thailand. The reason for this is because the results from DIALux 4.13 showed that average illuminance throughout the year from all options are much higher than 300 lux (standard) and the average uniformity from all options are also much lower than the standard value of 0.5.

Keyword: Daylight, Ojai section, Illuminance, Uniformity

บทนำ

การใช้แสงธรรมชาติในห้องเรียนในประเทศไทยนั้นยังคงก่อให้เกิดปัญหากับผู้ใช้งานไม่ว่าจะเป็นแสงจ้าจากหน้าต่างและปริมาณแสงที่ไม่เหมาะสมทั้งในพื้นที่บางส่วนที่มากเกินไปและในบางส่วนที่น้อยเกินไป ซึ่งสภาพดังกล่าวก่อให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของแสงและทำให้เกิดปัญหาการมองเห็นของนักเรียนในห้องเรียนได้

จากการรวบรวมเอกสารในต่างประเทศพบว่ามีเทคนิคการใช้แสงธรรมชาติที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในอดีตเพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพของแสงธรรมชาติในห้องเรียนได้ เทคนิคดังกล่าวคือ “โอโจเซคชั่น (Ojai section)” ในการออกแบบห้องเรียนประถมศึกษาโดยใช้เทคนิคแสงโอโจเซคชั่นนั้นสามารถทำได้โดย การที่ทิศเหนือและทิศใต้ออกแบบให้เปลือกอาคารเป็นแบบ ผนังกระจกสูงเต็มผนัง ช่วยเพิ่มแสงจากธรรมชาติให้กับห้องเรียน และออกแบบฝ้าให้มีบานเกล็ดและผ้าทึบ ช่วยในเรื่องของการตกกระทบของแสง แสงที่ได้จะได้แสงเย็น ไม่ร้อน ด้านนอกอาคารทางด้านทิศใต้ ออกแบบให้มีหิ้งแสง เพื่อช่วยเพิ่มการสะท้อนแสงจากธรรมชาติเข้าสู่ในห้องเรียน และเป็นการป้องกันแสงแดดโดยตรง ซึ่งการสะท้อนแสงโดยกระทบหิ้งแสงก่อนนั้น จะช่วยลดความร้อนโดยตรงของแสงธรรมชาติ ทำให้แสงที่ได้เกิดการลดความร้อนจากการตกกระทบของแสงที่มาจากธรรมชาติ ช่วยลดแสงจ้าจากธรรมชาติอีกด้วย ถึงแม้ว่าในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการใช้เทคนิคดังกล่าวกับห้องเรียน ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาในหลายการศึกษาในเรื่องของเทคนิคแสงธรรมชาติในห้องเรียน อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้โอโจเซคชั่นในห้องเรียนในประเทศไทย (ปิยะณัฐ กิตติลักษณ์, 2560; พูนศักดิ์ พิมพาและวีระศักดิ์ อุดมโชค, 2528; ศิริินภา จันทรโคตร และยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล, 2561) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคการใช้แสงธรรมชาติอื่นๆ ที่มีการศึกษาในปัจจุบัน ไทย (ปิยะณัฐ กิตติลักษณ์, 2560; พูนศักดิ์ พิมพาและวีระศักดิ์ อุดมโชค, 2528; ศิริินภา จันทรโคตร) อาทิ หิ้งสะท้อนแสง เทคนิคดังกล่าวเป็นการนำแสงธรรมชาติเข้ามาจากบริเวณด้านบน จึงน่าจะช่วยให้แสงธรรมชาติเข้ามาตรงกลางของพื้นที่เพิ่มขึ้นและก่อให้เกิดความสม่ำเสมอของแสงที่เพิ่มขึ้นกับห้องเรียนได้



ภาพที่ 1 ภาพแสงรูปตัดของเทคนิคการออกแบบแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่น
ที่มา : The Ojai Section, 1998

การวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นที่เหมาะสมในห้องเรียนของประเทศไทย โดยใช้ห้องเรียนประถมศึกษาเป็นกรณีศึกษาตัวอย่าง เนื่องจากเทคนิคดังกล่าวได้ถูกใช้ในห้องเรียนประเภทดังกล่าวในต่างประเทศ การศึกษาเทคนิคแสงธรรมชาติจะศึกษาเกณฑ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแสงธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับห้องเรียนชั้นประถมศึกษา และศึกษาการใช้เทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่น เพื่อเป็นต้นแบบ 7 แบบ และจำลองผ่านโปรแกรมจำลองแสงธรรมชาติ DIALux 4.13 เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมและประสิทธิภาพทั้งในเรื่องของปริมาณความส่องสว่างและความสม่ำเสมอของแสง ในแง่มุมต่างๆ นอกจากด้านแสงธรรมชาติภายในห้องเรียนชั้นประถมศึกษา เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดต่อการปรับใช้ในห้องเรียนประถมศึกษา หรือพื้นที่ลักษณะใกล้เคียง

วัตถุประสงค์ของบทความ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อศึกษารูปแบบเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นที่เหมาะสมในห้องเรียนของประเทศไทย

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

การศึกษาในส่วนนี้ทำการจำลองปริมาณแสงธรรมชาติแบบพลวัตโดยใช้โปรแกรม DIALux 4.13 และนำมาเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ความส่องสว่างในห้องเรียน (สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, 2559) การศึกษาครั้งนี้ทำการจำลองโดยโปรแกรม DIALux 4.13 ในพื้นที่กรุงเทพฯและสภาพอากาศ Clear Sky โดยจำลองแสงธรรมชาติในช่วงเวลา 8.00-16.00 น. ทุกๆ 2 ชั่วโมง และที่ระยาระการใ้ใช้งาน (working plane) 0.50 เมตรจากพื้น และทุกๆ ระยะ 1 เมตร ในห้องเรียนประถมศึกษามีขนาด 6.00เมตรx 8.00เมตร (ยุทธนา สำราญกิจ, 2561)

วิธีการ

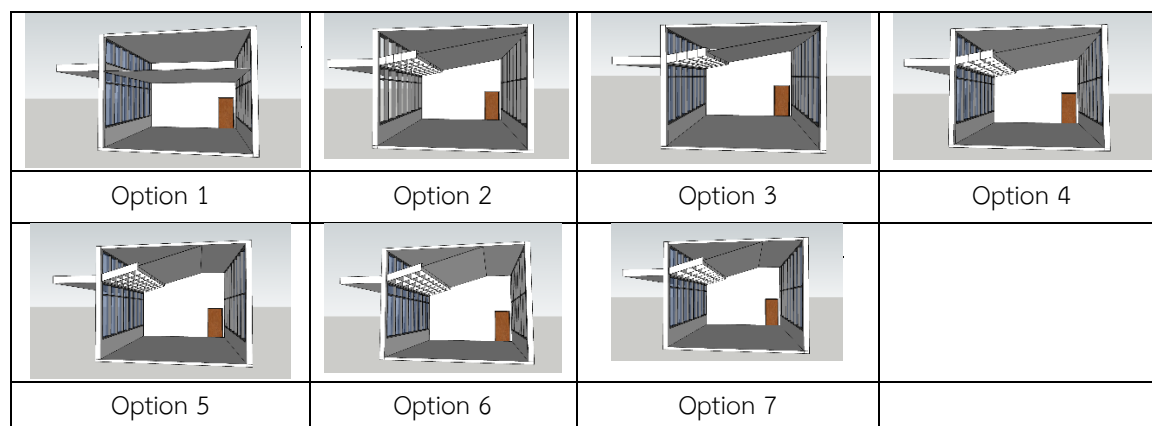
การศึกษารูปแบบเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นที่เหมาะสมในห้องเรียนของประเทศไทย ได้ศึกษาการทดลองแยกออกเป็น 7 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวแปรต้น

ตัวแปรต้นในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 1 ปัจจัย ได้แก่ รูปแบบของเทคนิคแสงธรรมชาติที่ใช้กับห้องเรียนประถมศึกษา 7 รูปแบบ โดยแบ่งเป็นรูปแบบที่ไม่มีการใช้โอโจเซคชั่น 1 รูปแบบ รูปแบบที่เกิดจากสมมุติฐาน 6 รูปแบบ โดยมีข้อกำหนดว่าใช้แสงธรรมชาติทั้งหมด (ตารางที่ 1 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 1 รูปแบบรูปแบบของโอโจเซคชั่นที่นำมาศึกษา 7 รูปแบบ

ลำดับ	ความลาดเอียง	ระยะองค์ประกอบทางตั้ง
Option 1	ไม่มีการใช้โอโจเซคชั่น	ไม่มีการใช้โอโจเซคชั่น
Option 2	10 องศา	30 เซ็นติเมตร
Option 3	10 องศา	40 เซ็นติเมตร
Option 4	10 องศา	50 เซ็นติเมตร
Option 5	30 องศา	30 เซ็นติเมตร
Option 6	30 องศา	40 เซ็นติเมตร
Option 7	30 องศา	50 เซ็นติเมตร



ภาพที่ 2 รูปแบบของเทคนิคแสงธรรมชาติที่ใช้กับห้องเรียนประถมศึกษา 7 รูปแบบ

ตัวแปรตาม

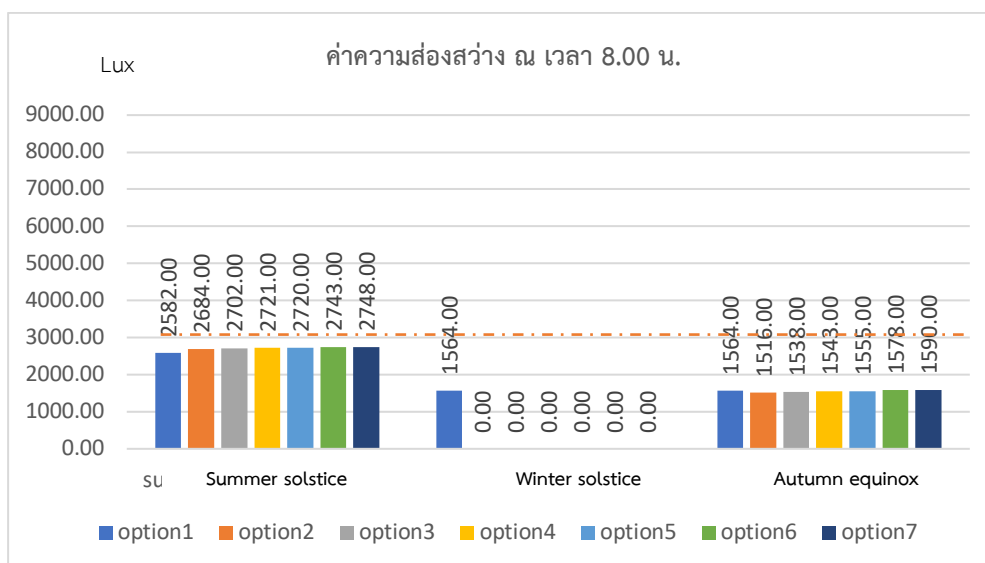
ตัวแปรตามในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ดังนี้

1. ค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มาตรฐานความส่องสว่างสำหรับพื้นที่และการทำงานต่างๆ ตามมาตรฐานต่างๆ ได้กำหนดค่าความส่องสว่างในห้องเรียน 300 lux (สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, 2559) โดยกำหนดให้ทำการจำลองในวันที่ 21 มิถุนายน (Summer Solstice), 21 ธันวาคม (Winter Solstice) และ 21 กันยายน (Autumn Equinox) เนื่องจากวันที่ดังกล่าว เป็นช่วงที่มีตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน
2. ค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) โดยมาตรฐาน IESNA ได้กำหนดค่าความสม่ำเสมอของแสงภายในห้องเรียนทั่วไป จะต้องไม่ต่ำกว่า 0.50 หรือ 2:1 (IESNA, 2011) โดยกำหนดให้ทำการจำลองในวันและเวลาเดียวกันกับค่าความส่องสว่าง

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาครั้งนี้ศึกษาการเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซชันที่มีผนังกระจกหันไปทางทิศเหนือ และมีผนังทางทิศใต้ที่มีแผงกันแดดแนวนอน รวมถึงมีฝ้าเพดานที่มีช่องเปิดและองค์ประกอบแนวตั้งที่มีคุณลักษณะเดียวกันกับต้นแบบโอโจเซชันที่ใช้ในประเทศ โดยผลการศึกษาแสดงค่าปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance) และความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) มีดังต่อไปนี้

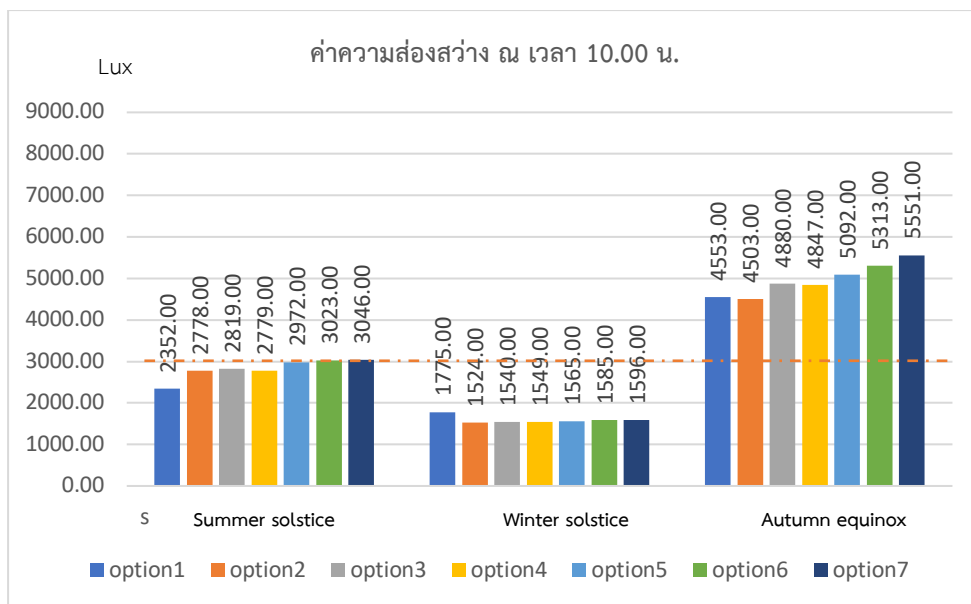
1. ค่าปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance)



ภาพที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 8.00น. (Illuminance)

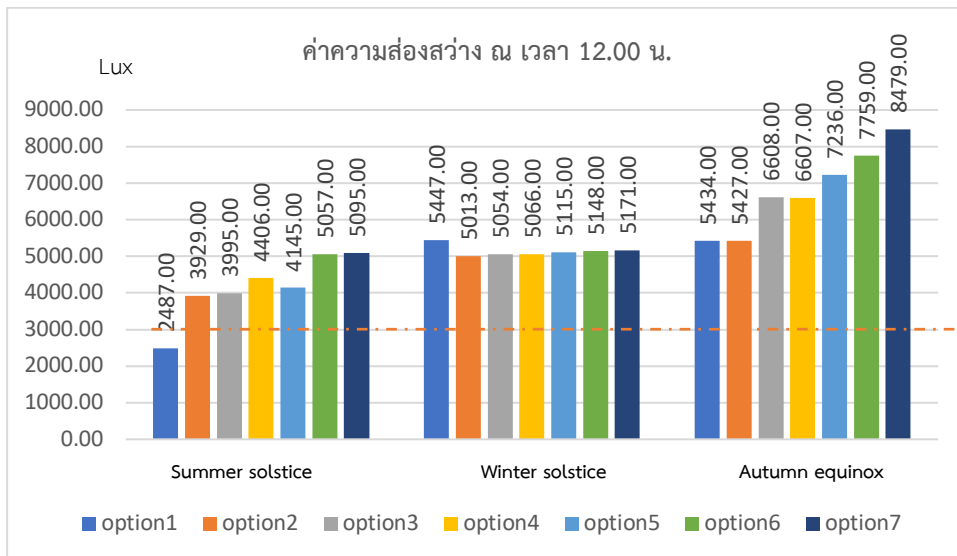
ภาพที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 8.00น. (Illuminance) จากเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซชันแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 2,748 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซชัน) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 2,582 lux ในช่วง winter solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซชัน) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 1,564 lux ในขณะที่รูปแบบอื่นๆ ทั้งหมดก่ให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเป็น 0 lux และในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 1,590 lux

และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ฝ้าเอียง 10° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 30cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 1,516 lux



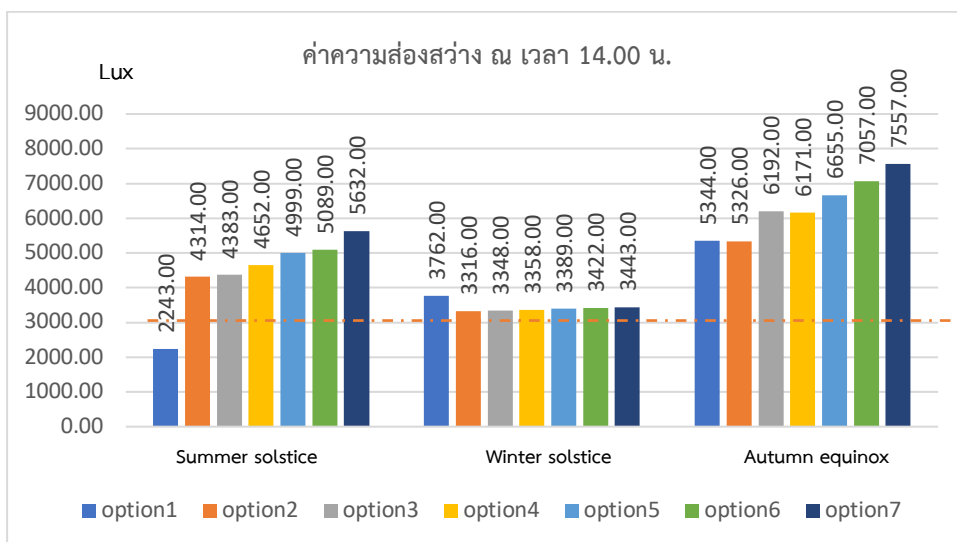
ภาพที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 10.00น. (Illuminance)

ภาพที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 10.00น. (Illuminance) จากเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 3,046 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 2,352 lux ในช่วง winter solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 1,775 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ฝ้าเอียง 10° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 1,524 lux และในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 5,551 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ฝ้าเอียง 10° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 30cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 4,503 lux



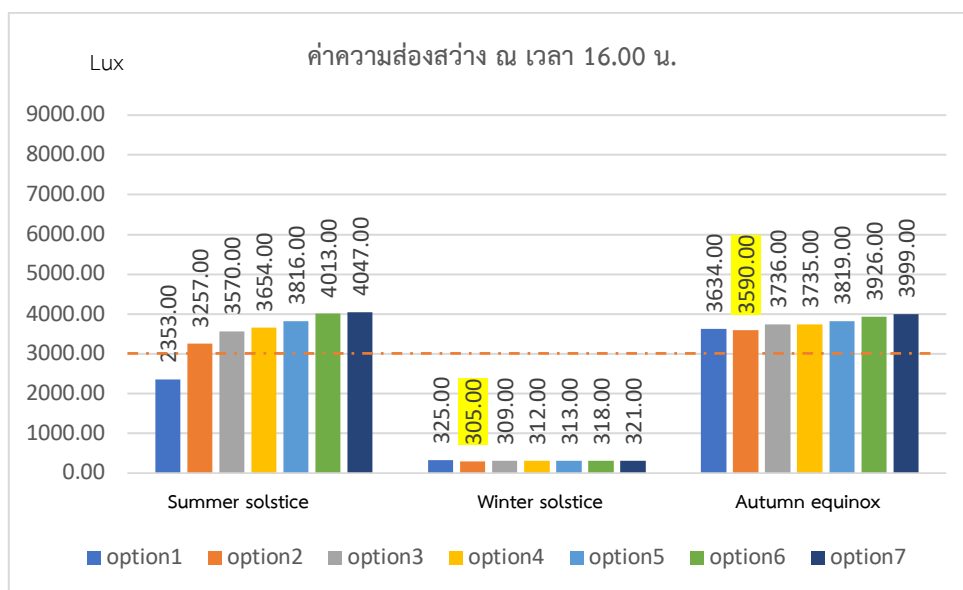
ภาพที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 12.00น. (Illuminance)

ภาพที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 12.00น. (Illuminance) จากเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ผ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 5,095 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 2,487 lux ในช่วง winter solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 5,447 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ผ้าเอียง 10 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 5,013 lux นอกจากนี้ในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ผ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 8,479 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ผ้าเอียง 10 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 30cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 5,427 lux



ภาพที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 14.00น. (Illuminance)

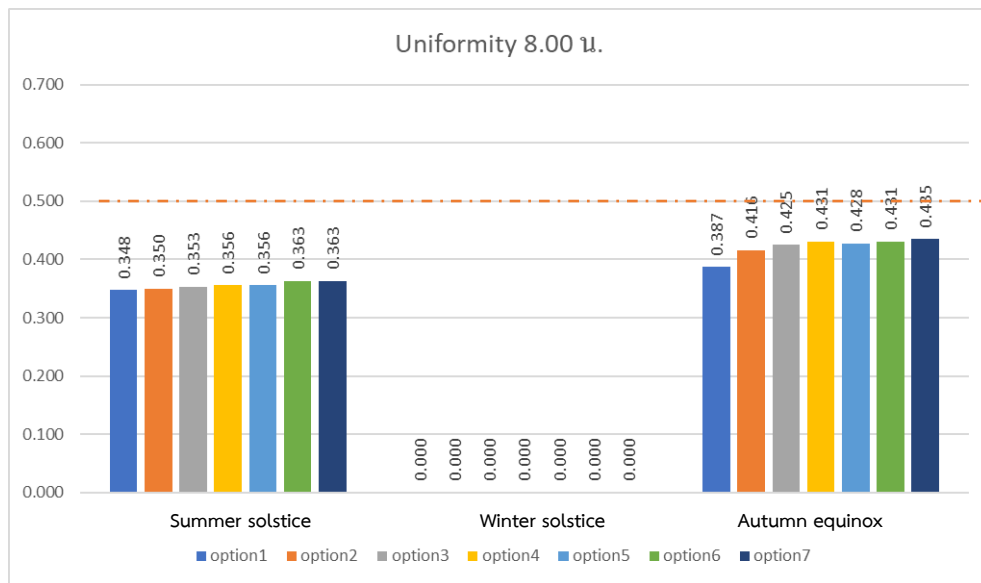
ภาพที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 14.00น. (Illuminance) จากเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 5,632 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 2,243 lux นอกจากนี้ในช่วง winter solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 3,762 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ฝ้าเอียง 10 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 3,316 lux และในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 7,557 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ฝ้าเอียง 10 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 30cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 5,326 lux



ภาพที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 16.00น. (Illuminance)

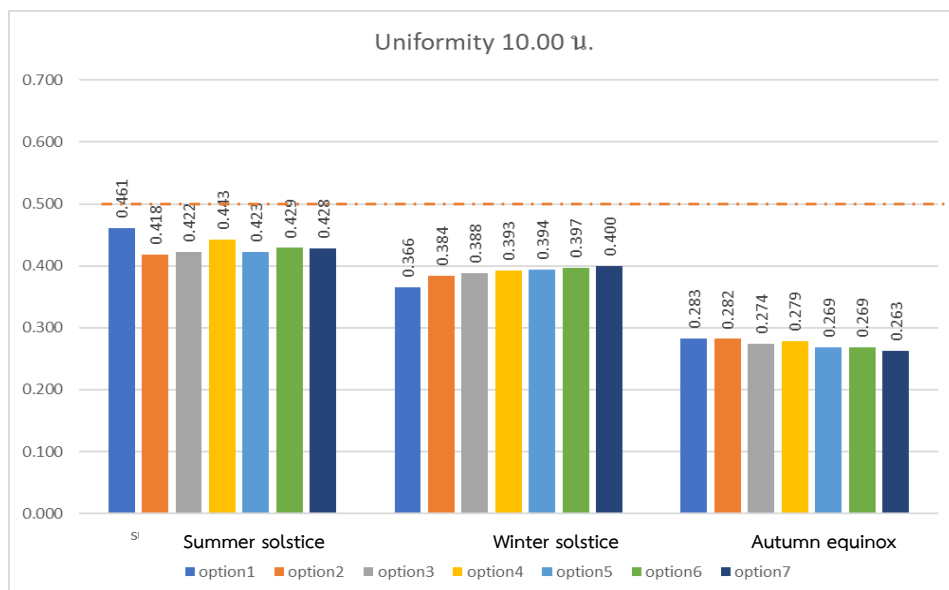
ภาพที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ย ณ เวลา 16.00น. (Illuminance) จากเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 4,047 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 2,353 lux นอกจากนี้ในช่วง winter solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 325 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ฝ้าเอียง 10 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 305 lux นอกจากนี้ในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 3,999 lux และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ฝ้าเอียง 10 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 30cm) ก่อให้เกิดค่าปริมาณการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 3,590 lux

2. ค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity)



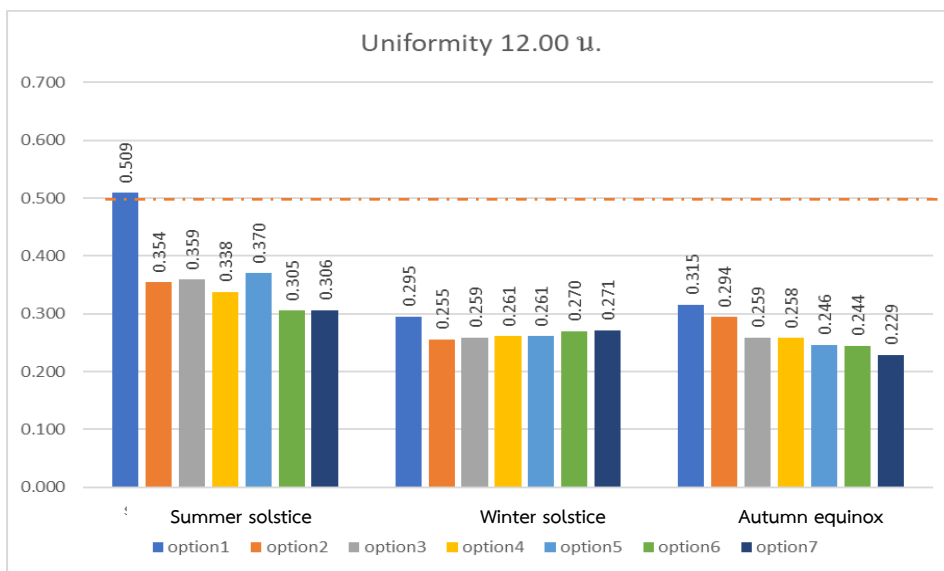
ภาพที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ย ณ เวลา 8.00น. (Uniformity)

ภาพที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ย ณ เวลา 8.00น. (Uniformity) จากเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ผ้าเอียง 30° องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.363 และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.348 และในช่วง winter solstice ทุกรูปแบบก่ให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยเป็น 0 นอกจากนี้ในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ผ้าเอียง 30° องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.435 และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.387



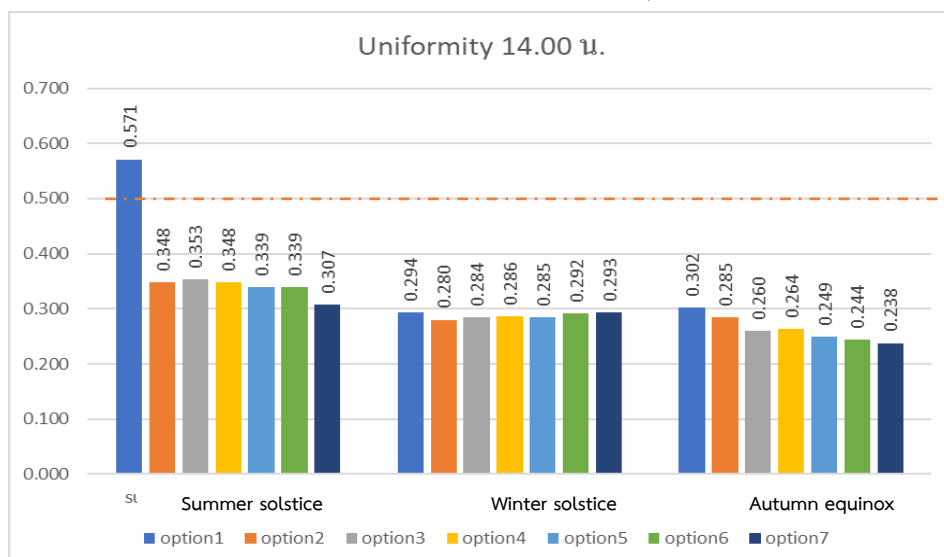
ภาพที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ย ณ เวลา 10.00น. (Uniformity)

ภาพที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสง เฉลี่ย ณ เวลา 10.00น. (Uniformity) จากเทคนิค แสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.461 และการติดตั้งรูปแบบที่ 2, 3 และ 5 (ผ้าเอียง 10° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 30cm, ผ้าเอียง 10° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 40cm และผ้าเอียง 30° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 30cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.418 โดยในช่วง winter solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 6 และ 7 (ผ้าเอียง 30° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 40cm และผ้าเอียง 30° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.400 และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.366 นอกจากนี้ในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสง เฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.283 และการติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ผ้าเอียง 30° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.263



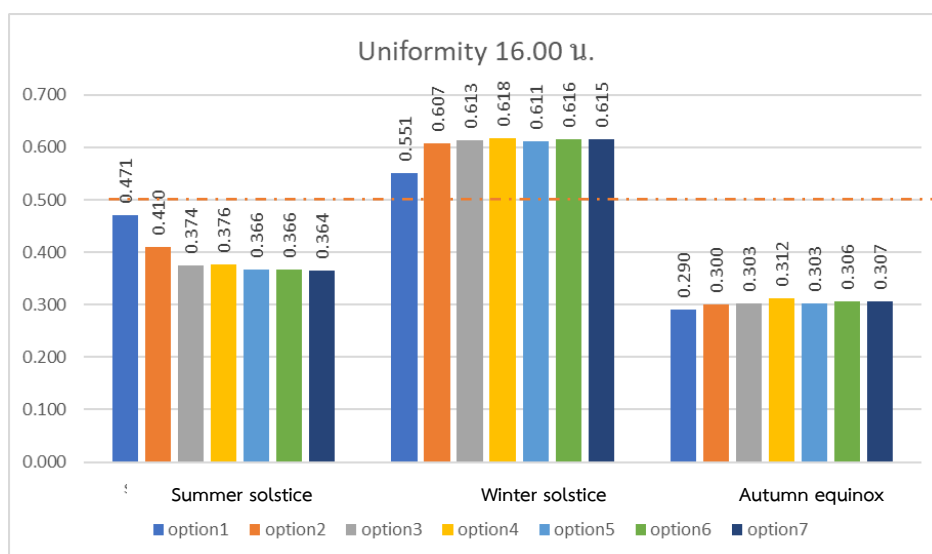
ภาพที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ย ณ เวลา 12.00น. (Uniformity)

ภาพที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ย ณ เวลา 12.00น. (Uniformity) จากเทคนิค แสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.509 และการติดตั้งรูปแบบที่ 6 (ผ้าเอียง 30° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 40cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.305 โดยในช่วง winter solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.295 และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 (ผ้าเอียง 10° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 30cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.255 นอกจากนี้ในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสง เฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.315 และการติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ผ้าเอียง 30° องค์กรประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.229



ภาพที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสง เฉลี่ย ณ เวลา 14.00น. (Uniformity)

ภาพที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสง เฉลี่ย ณ เวลา 14.00น. (Uniformity) จากเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.571 และการติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ผ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.307 โดยในช่วง winter solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.294 และการติดตั้งรูปแบบที่ 2 และ 3 (ผ้าเอียง 10 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 30cm และผ้าเอียง 10 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 40cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.280 นอกจากนี้ในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสง เฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.302 และการติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ผ้าเอียง 30 องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.238



ภาพที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ย ณ เวลา 16.00น. (Uniformity)

ภาพที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ย ณ เวลา 16.00น. (Uniformity) จากเทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในช่วง summer solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.471 และการติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30° องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.364 โดยในช่วง winter solstice เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 4 (ฝ้าเอียง 10° องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.618 และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.551 นอกจากนี้ในช่วง autumn equinox เมื่อห้องเรียนติดตั้งรูปแบบที่ 7 (ฝ้าเอียง 30° องศาประกอบแนวตั้งห่าง 50cm) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 0.307 และการติดตั้งรูปแบบที่ 1 (ไม่มีโอโจเซคชั่น) ก่อให้เกิดค่าความสม่ำเสมอของแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 0.290

บทสรุป

จากผลการศึกษาการใช้เทคนิคแสงธรรมชาติโอโจเซคชั่นในห้องเรียนของประเทศไทย โดยกำหนดผลการทดลองที่ทิศเหนือ ได้ผลการทดลองโดยมีรายละเอียดตามตารางด้านล่างดังนี้

1.ค่าปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance)

ตารางที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance) ที่มีค่าสูงที่สุดและค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 8.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Illuminance สูงที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)	Option ที่มีค่า Illuminance ต่ำที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)
Summer Soltice 21/6/66	Option 7	2,748	Option 1	2,582
Winter Soltice 21/12/66	Option1	1,564	Option 2, 3, 4, 5, 6, และ 7	0
Autumn Equinox 21/9/66	Option 7	1,590	Option 2	1,516

ตารางที่ 3 แสดงผลวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance) ที่มีค่าสูงที่สุดและค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 10.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Illuminance สูงที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)	Option ที่มีค่า Illuminance ต่ำที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)
Summer Soltice 21/6/66	Option 7	3,046	Option 1	2,352
Winter Soltice 21/12/66	Option1	1,775	Option 2	1,524
Autumn Equinox 21/9/66	Option 7	1,590	Option 2	1,516

ตารางที่ 4 แสดงผลวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance) ที่มีค่าสูงสุด และค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 12.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Illuminance สูงที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)	Option ที่มีค่า Illuminance ต่ำที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)
Summer Soltice 21/6/66	Option 7	5,095	Option 1	2,487
Winter Soltice 21/12/66	Option1	5,447	Option 2	5,013
Autumn Equinox 21/9/66	Option 7	8,479	Option 2	5,427

ตารางที่ 5 แสดงผลวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance) ที่มีค่าสูงสุดและค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 14.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Illuminance สูงที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)	Option ที่มีค่า Illuminance ต่ำที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)
Summer Soltice 21/6/66	Option 7	5,632	Option 1	2,243
Winter Soltice 21/12/66	Option1	3,762	Option 2	3,316
Autumn Equinox 21/9/66	Option 7	7,557	Option 2	5,326

ตารางที่ 6 แสดงผลวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance) ที่มีค่าสูงสุด และค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 16.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Illuminance สูงที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)	Option ที่มีค่า Illuminance ต่ำที่สุด	ค่าความส่องสว่าง (lux)
Summer Soltice 21/6/66	Option 7	4,047	Option 1	2,353
Winter Soltice 21/12/66	Option1	325	Option 2	305
Autumn Equinox 21/9/66	Option 2	3,590	Option 7	3,999

2. ค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity)

ตารางที่ 7 แสดงผลวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) ที่มีค่าสูงสุดและค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 8.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Uniformity สูงที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง	Option ที่มีค่า Uniformity ต่ำที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง
Summer Soltice 21/6/66	Option 7	0.363	Option 1	0.348
Winter Soltice 21/12/66	Option 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7	0.00	Option 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7	0.00
Autumn Equinox 21/9/66	Option 7	0.435	Option 1	0.387

ตารางที่ 8 แสดงผลวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) ที่มีค่าสูงที่สุดและค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 10.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Uniformity สูงที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง	Option ที่มีค่า Uniformity ต่ำที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง
Summer Soltice 21/6/66	Option 1	0.461	Option 2, 3 และ 5	0.418
Winter Soltice 21/12/66	Option 6 และ 7	0.400	Option 1	0.366
Autumn Equinox 21/9/66	Option 7	0.283	Option 1	0.263

ตารางที่ 9 แสดงผลวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) ที่มีค่าสูงที่สุดและค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 12.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Uniformity สูงที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง	Option ที่มีค่า Uniformity ต่ำที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง
Summer Soltice 21/6/66	Option 1	0.509	Option 6	0.305
Winter Soltice 21/12/66	Option 1	0.295	Option 2	0.255
Autumn Equinox 21/9/66	Option 1	0.315	Option 7	0.229

ตารางที่ 10 แสดงผลวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) ที่มีค่าสูงที่สุด และค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 14.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Uniformity สูงที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง	Option ที่มีค่า Uniformity ต่ำที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง
Summer Soltice 21/6/66	Option 1	0.571	Option 7	0.307
Winter Soltice 21/12/66	Option 1	0.294	Option 2 และ 3	0.280
Autumn Equinox 21/9/66	Option 1	0.302	Option 6 และ 7	0.238

ตารางที่ 11 แสดงผลวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) ที่มีค่าสูงที่สุด และค่าต่ำที่สุด ช่วงเวลา 16.00 น.

ลำดับ	Option ที่มีค่า Uniformity สูงที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง	Option ที่มีค่า Uniformity ต่ำที่สุด	ค่าความสม่ำเสมอของแสง
Summer Soltice 21/6/66	Option 1	0.471	Option 7	0.364
Winter Soltice 21/12/66	Option 4	0.618	Option 1	0.551
Autumn Equinox 21/9/66	Option 7	0.307	Option 1	0.290

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดในช่วงเวลาใดค่าความส่องสว่างมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 300 lux ค่อนข้างมาก (สมาคมไฟฟ้าส่องสว่างแห่งประเทศไทย, 2559) และค่าความสม่ำเสมอของแสงโดยส่วนใหญ่จะต่ำกว่าเกณฑ์ 0.5 (IESNA, 2011) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเทคนิคดังกล่าวยังต้องมีการศึกษาต่อไป เนื่องจากผลจากการทดสอบผ่านโปรแกรม DIALux 4.13 พบว่าได้ค่าปริมาณส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีจากทุกรูปแบบมีค่าเกิน 300 lux (ค่า

มาตรฐาน) เป็นอย่างมาก และค่าความสม่ำเสมอของแสงจากทุกรูปแบบยังต่ำกว่า 0.5 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานเป็นอย่างมากเช่นกัน โดยสาเหตุของความส่องสว่างที่สูงเกินไปนั้นส่วนใหญ่มาจากการที่เปิดเป็นผนังกระจกทั้งผนังทั้งในด้านทิศเหนือและทิศใต้ รวมถึงการเปิดผนังดังกล่าวจะทำให้ค่าความส่องสว่างจะสูงมากบริเวณใกล้ช่องเปิดดังกล่าวจึงทำให้เกิดความสม่ำเสมอของแสงที่มีค่าต่ำ ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงให้มีคุณภาพแสงเพิ่มขึ้นโดยการลดขนาดของช่องเปิดทั้ง 2 ทิศ และควรมีการศึกษาต่อไปเพื่อหาขนาดของช่องเปิดดังกล่าวและตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาตรฐานทั้งค่าความส่องสว่างและค่าความสม่ำเสมอของแสง

ถึงแม้ว่าในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการใช้เทคนิคโอโจเซคชั่นดังกล่าวกับห้องเรียน จากผลการศึกษาค้นคว้าว่ายังต้องมีการพัฒนารูปแบบให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบกับศึกษารูปแบบเทคนิคแสงธรรมชาติที่สะท้อนแสงในการศึกษาในอดีตพบว่าเทคนิคโอโจเซคชั่นก่อให้เกิดความสม่ำเสมอของแสงที่มากกว่า (ปิยะณัฐ กิตติลักษณ์, 2560) ทั้งนี้จะเกิดจากการเปิดช่องเปิดด้านบนของฝ้าเพดานของเทคนิคโอโจเซคชั่นดังกล่าว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.นวลวรรณ ทวยเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้สนับสนุนงานวิจัย ให้ความรู้ และแบ่งปันประสบการณ์ เพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณทุกท่านที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ปิยะณัฐ กิตติลักษณ์. (2560). “การพัฒนาแผงกันแดดกระจกแบบแผ่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติภายในห้องเรียนระดับมหาวิทยาลัย” สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พูนศักดิ์ ทัพพา และวีระศักดิ์ อุดมโชค. (2528). “ปริมาณการส่องสว่างในชั้นเรียนของโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่สังกัดต่อกรุงเทพมหานคร” ในจรงค์ วัชรินทร์รัตน์ (บรรณาธิการ). **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 23**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุทธนา สำราญกิจ. (2561). “การออกแบบโรงเรียนประถมศึกษาสำหรับอนาคต” ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิริินภา จันทระโคตร และยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. (2561). “แสงสว่างสำหรับห้องเรียนในมหาวิทยาลัยขอนแก่น” ใน ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล (บรรณาธิการ). **การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 5**. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. (2559). **คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร**. กรุงเทพฯ: สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย.
- IESNA. (2011). **IESNA lighting handbook: Reference and application (10th ed.)**. New York: IESNA.

