

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงและลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อความเข้มแสง ภายในห้องเรียนแบบบรรยายในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร The Reflective Coefficient and Physical Characteristics on Light Intensity in Lecture Classrooms at a University, Bangkok

ณัฐจิต อันเมฆ¹ บุตรี เทพทอง¹ กิจจา จิตรภิมย์¹ เชิดศิริ นิลผาย¹ พนิดา กามูณี¹ และฉาน ปัทมะ พลยง^{1*}
Nutthajit Onmek¹ Budtree Thepthong¹ Kitja Chitpirom¹ Chirdsiri Ninpai¹ Panida Kamunee¹
and Chan Pattama Polyong^{1*}

Received: June 3, 2024; Revised: July 30, 2024; Accepted: August 1, 2024

บทคัดย่อ

ความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนมีผลกับการเรียนรู้ การศึกษาแสงสว่างในอาคารเรียนในมหาวิทยาลัยเขตเมืองที่เป็นอาคารสูงยังพบไม่มากนัก รวมถึงปัจจัยทางกายภาพที่อาจส่งผลต่อแสงสว่าง การศึกษาเชิงสำรวจครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงและลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อความเข้มแสงสว่างในห้องเรียนแบบบรรยาย 3 ขนาด ได้แก่ เล็ก กลาง และใหญ่ จำนวน 42 ห้องเรียน ภายในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง เครื่องมือที่ใช้ คือ เครื่องลักซ์มิเตอร์และแบบสังเกต สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน One-Way ANOVA และ Pearson's Correlation ผลการศึกษาพบว่า ห้องเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน อย่างไรก็ตามห้องเรียนขนาดกลางไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 62.0 โดยห้องเรียนขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างมากที่สุดเท่ากับ 652.09 (S.D. = 31.61) ลักซ์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแสงสว่างของห้องเรียนทั้ง 3 ขนาด พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนพื้นและผนังพบว่า พื้นสีขาวมีค่าสัมประสิทธิ์มากที่สุด และสีที่แตกต่างกันมีค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนของแสงสว่างแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ในห้องเรียนขนาดเล็กมีค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนแสงที่ผิวสัมผัสเชิงบวกกับความเข้มของแสงสว่าง ($p < 0.05$) สำหรับห้องเรียนขนาดกลางพบความเข้มแสงจากแสงประดิษฐ์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเข้มของแสงสว่าง ($p < 0.05$) ค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนแสงมีผลต่อความเข้มแสงสว่าง ซึ่งเป็นผลมาจากสีของพื้น และผนัง รวมทั้งแสงจากหลอดไฟและแสงจากภายนอก และห้องเรียนควรมีการตรวจวัดความเข้มของแสงให้อยู่ในค่ามาตรฐานเท่ากับ 400 - 500 ลักซ์ สำหรับงานอ่านและเขียน ห้องเรียนควรทาด้วยผนังสีขาว และหากตรวจวัดแสงไม่เพียงพอควรเพิ่มหลอดไฟหรือกำลังวัตต์ไฟซึ่งเป็นแสงประดิษฐ์

คำสำคัญ : สัมประสิทธิ์สะท้อนแสง; ความเข้มแสงสว่าง; ห้องเรียนมหาวิทยาลัย

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

¹ Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

* Corresponding Author, Tel. 08 7995 3306, E - mail: chan.bsru@gmail.com

Abstract

The intensity of light in the classroom affects learning. There are few studies of lighting in classrooms in urban university buildings with tall buildings, including physical factors that may affect lighting. The objective of this exploratory study was to investigate the reflectance coefficient and the physical characteristics that affect light intensity in three lecture-style classrooms: small, medium, and large, comprising a total of 42 classrooms at a university. The tools used are a lux meter and an observation form. The statistics used in the analysis include number, percentage, mean, standard deviation, One-way ANOVA, and Pearson's correlation. The results of the study found that the most small and large classrooms met the standards. On the other hand, in medium-sized classrooms, 62.0 % did not pass the standards. The large classrooms have the highest average light intensity, equal to 652.09 (S.D. = 31.61). When comparing the average lighting intensity of the three classroom sizes, it was found that there were statistically significant differences ($p < 0.05$). For floor and wall reflection coefficients, it was found that white floors had the highest coefficient and different colors had significantly different light reflection coefficients ($p < 0.05$). In small classrooms, the surface light reflection coefficient is positive related to the light intensity ($p < 0.05$). In medium-sized classrooms, it was found that the light intensity from artificial light was significantly positively related to the light intensity ($p < 0.05$). The intensity of light is influenced by the reflection coefficient. This is caused by the floor and wall colors, in addition to the illumination from light bulbs and outside light. Classrooms should measure light intensity to a standard value of 400 - 500 lux for reading and writing tasks. The classrooms should have white walls, and if the light measurement is insufficient, should increase the light bulb or the wattage of the light, which is artificial light.

Keywords: Reflective Coefficient; Lighting Intensity; University Classroom

บทนำ

แสงสว่างภายในอาคารเรียนส่งผลต่อประสิทธิภาพของผู้เรียน โดยแสงสว่างเป็นสภาพแวดล้อมที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเพิ่มการเรียนรู้ [1] มีรายงานทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบพบว่า มีบทความ 18 ฉบับ ได้กล่าวถึงแสงสว่างในห้องเรียนส่งผลต่อการรับรู้ และได้รับการพิสูจน์แล้วในแง่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อัตราความสนใจ ความเร็วในการทำงาน และประสิทธิภาพการทำงาน [2] นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับอารมณ์พบว่าผู้ที่อยู่ในที่มีมืดหรือแสงสว่างไม่เพียงพอจะส่งผลต่ออารมณ์เชิงลบ ทั้งนี้อารมณ์สามารถปรับไปในทิศทางที่ดีเมื่อมีแสงสว่างเพิ่มมากขึ้น [3] ดังนั้นแสงสว่างมีผลต่อการอ่าน เขียน และความสนใจของผู้เรียนซึ่งหน่วยงานสถานศึกษาควรให้ความสำคัญ

สถานศึกษาทั้งในและต่างประเทศมีรายงานการสำรวจแสงสว่างในห้องเรียน ซึ่งอาจพบความแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะภูมิอากาศและพฤติกรรมสังคม มีการสำรวจแสงสว่างในห้องเรียนของประเทศไทย โดยตรวจวัดแสงสว่างในห้องเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่นพบว่า ห้องเรียนหลักสูตรภาษาอังกฤษ (English Program) ตรวจวัดแสงทั้งหมด 69 จุด มีเพียง 8 จุดเท่านั้นที่แสงสว่างผ่านเกณฑ์มาตรฐาน [4] นอกจากนี้ยังพบแสงสว่างในห้องเรียนจังหวัดชลบุรีจำนวน 40 จุด พบห้องเรียนที่มีแสงสว่างตามเกณฑ์มาตรฐานเพียงร้อยละ 12.5 [5] ซึ่งเกิดได้จากสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน ในห้องเรียนจึงปิดหน้าต่าง

ซึ่งเป็นการปิดรับแสงจากธรรมชาติไปด้วย สำหรับต่างประเทศมีศึกษาในสหราชอาณาจักรได้ตรวจวัดแสงสว่างจำนวน 90 ห้องเรียน พบแสงสว่างจำเกินกว่าค่าแนะนำไว้ร้อยละ 88.0 อย่างไรก็ตามแสงสว่างที่ไม่เพียงพอหรือมากเกินไปส่งผลต่อสุขภาพการมองเห็นและประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ [4], [6]

การแก้ไขปัญหาแสงสว่างในห้องเรียน สามารถเพิ่มกำลังส่องสว่างของแสงและการใช้แสงจากธรรมชาติแล้วยังมีความพยายามในการแก้ไขในปัญหาด้วยการปรับสภาพแวดล้อมในห้องเรียน โดยเน้นประเด็นของสี การแบ่งแยกของสี การตั้งค่าสี [7] ความเข้มของแสงสะท้อนที่แตกต่างกัน เช่น พื้นสีขาวของกระดาน (Whiteboard) [6] ที่ผ่านมาการศึกษาเกี่ยวกับแสงและการสะท้อนมีความเกี่ยวข้องกับเชิงพาณิชย์ เช่น แสงและสีของผนังที่มีผลต่อความรู้สึกพึงพอใจของผู้ป่วยในโรงพยาบาลเอกชน [8] หรือมีการศึกษาเกี่ยวกับสีผนัง พื้น เพดาน และสภาพแวดล้อมในพื้นที่ห้องโถงของอาคารชุดเช่าขาย [9] ซึ่งการศึกษาแสงสว่างจากสีของผนังและวัสดุในห้องเรียนยังพบข้อมูลจำกัด

ความเข้มของแสงสว่างมีผลต่อการเรียนรู้ [1] และอารมณ์ [3] จากการทบทวนเห็นได้ว่า แสงสว่างในห้องเรียนในประเทศไทยมีแสงสว่างที่ไม่เพียงพอ โดยส่วนมากปิดรับแสงจากธรรมชาติ แนวทางแก้ไขที่เหมาะสมจึงควรปรับสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นถึงการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างภายในห้องเรียน ประเมินความเหมาะสมกับค่ามาตรฐานแสงสว่างของประเทศไทยและต่างประเทศ รวมถึงวิเคราะห์ร่วมกับสภาพแวดล้อมที่อยู่ในห้องเรียนเพื่อคำนวณการสะท้อนแสง ที่ผ่านมาในประเทศไทยยังไม่มีมีการประเมินทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของผู้เรียน เคยมีบางฉบับได้กล่าวถึงแสงสว่างที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าเชิงพาณิชย์ [9] การศึกษาค้นคว้านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง และลักษณะทางกายภาพที่มีผลความเข้มแสงในห้องเรียนแบบบรรยาย เพราะผู้เรียนมีโอกาสนั่งประจำที่เดิมเป็นระยะเวลานาน ๆ จึงรับสัมผัสแสง ณ จุด ๆ นั้นนานไปด้วย ผลของการศึกษานำไปสู่คำแนะนำหรือการปรับสภาพแวดล้อมในการเพิ่มความเข้มของแสงในห้องเรียนได้มากขึ้นต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นรูปแบบภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Study) เก็บรวบรวมข้อมูลในห้องเรียนจำนวน 42 ห้อง ที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งมีขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ โดยแบ่งตามจำนวนความจุของที่นั่งในห้องเรียนแบ่งเป็นที่นั่งน้อยกว่า 40, 41 - 60 และมากกว่า 60 ที่นั่ง ตามลำดับ พิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐานห้องเรียน [10] ร่วมกับการกำหนดจำนวนการรับนักศึกษาเข้าเรียนของแต่ละสาขาวิชา ของมหาวิทยาลัย

เครื่องมือในการวิจัยและคุณภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในครั้งนี้อย่างออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ แบบสังเกต และชุดตรวจวัดแสงสว่าง ดังนี้

1. แบบสังเกต ใช้สังเกตสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน แบบสังเกตมีประเด็นโครงสร้างของเนื้อหาครอบคลุมแสงจากธรรมชาติ สีของห้องเรียน ผนัง เพดาน และพื้น และแบบบันทึกปลายเปิดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป สำหรับคุณภาพของเครื่องมือผ่านการพิจารณาความตรง (Validity) ซึ่งเป็นการวัดเนื้อหาทางวิชาการ ประเด็นของการสำรวจ และการบันทึกผลที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้แก่ ด้านอาชีวอนามัย ด้านความปลอดภัย และด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม แบบสังเกตที่ได้มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ผ่านตามการวัดผลและประเมินผลของเครื่องมือ

2. ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดแสงสว่าง ได้แก่ เครื่องลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter) และตลับเมตร เพื่อตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง โดยใช้เครื่องรุ่น Digicon LX-72 หมายเลขเครื่อง 61-11-808312-208-00502-0001 สำหรับคุณภาพของเครื่องมือผ่านการสอบเทียบจากบริษัทผู้ผลิตประจำปี

การรวบรวมข้อมูล

1. การสังเกต ก่อนการตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง คณะผู้วิจัยได้สังเกตและจดบันทึกรายละเอียดที่มีผลต่อความเข้มของแสงสว่าง เช่น สีของห้องเรียน ผนัง เพดาน พื้น สภาพแวดล้อมทั่วไป และสภาพอากาศขณะนั้น โดยแบ่งการบันทึก 1 ฉบับต่อ 1 ห้อง หลังจากนั้นได้ทำการตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง

2. การตรวจวัดความเข้มของแสง โดยแบ่งการรวบรวมออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การตรวจความเข้มแสงแบบพื้นที่ทั่วไปและวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง ทั้งนี้การตรวจวัดแบบพื้นที่ทั่วไปในแต่ละห้องคณะผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลโดยวัดพื้นที่ด้วยคัลลิเบรเตอร์และแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2×2 เมตร [11] เพื่อกำหนดจุดตรวจวัดในห้องเรียน ทั้งนี้จำนวนตรวจวัดทั้งหมดในห้องได้นำมาหาค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างของห้องเรียนนั้น ๆ สำหรับการวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง ได้วัดที่จุดความส่องสว่างของแสงที่สะท้อนจากพื้นผิวและแสงที่ตกกระทบพื้นผิว โดยนำเครื่องลักซ์มิเตอร์หันเข้าหาวัตถุโดยห่างจากวัตถุประมาณ 6 นิ้ว จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของการสะท้อน

การแปลผลความเข้มของแสงสว่าง

ความเข้มของแสง ได้แปลผลตามเกณฑ์มาตรฐานของประเทศไทยและหน่วยงานสากล โดยกฎกระทรวงของกระทรวงแรงงาน [12] ได้กำหนดไว้ 400 - 500 ลักซ์ สำหรับหน่วยงานนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับ ได้แก่ สมาคมวิศวกรรมศาสตร์แสงสว่างแห่งอเมริกาเหนือ (Illuminating Engineering Society of North America, IESNA) [13] กำหนดไว้ 500 ลักซ์ และคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยการส่องสว่าง (International Commission on Illumination, CIE) [14] กำหนดไว้ 300 - 500 - 750 ลักซ์ ทั้งนี้การแปลผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผ่านเกณฑ์ และไม่ผ่านเกณฑ์

สัมประสิทธิ์การสะท้อนของแสง ได้คำนวณค่าการสะท้อนของพื้นผิววัตถุ [15] จากสูตร

$$\text{สัมประสิทธิ์การสะท้อนของแสง} = \frac{\text{ค่าความส่องสว่างของแสงที่สะท้อนจากพื้นผิว}}{\text{ค่าความส่องสว่างของแสงที่ตกกระทบพื้นผิว}}$$

การแปลผลสัมประสิทธิ์สะท้อนของแสงสว่างในครั้งนี้ใช้ค่าที่ได้จากสูตรนำไปคำนวณค่าเฉลี่ยและใช้ในการทดสอบทางสถิติเชิงอนุมานต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตัวแปรที่สำคัญ ได้แก่ แสงสว่างที่ตรวจวัด ผู้วิจัยได้นำไปทดสอบด้วย Kolmogorov-Smirnov Test เพื่อวัดการกระจายของข้อมูล โดยข้อมูลมีการกระจายเป็นปกติจึงนำไปทดสอบสถิติอนุมาน สำหรับการศึกษานี้ใช้สถิติแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ สถิติพรรณนาและอนุมาน โดยสถิติพรรณนา ได้คำนวณความเข้มของแสงสว่างเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ แสดงผลด้วยค่าความถี่ และร้อยละ และปริมาณของแสงได้ตรวจวัดได้วิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับสถิติอนุมาน ได้เปรียบเทียบขนาดของห้องกับปริมาณความเข้มของแสงสว่างด้วย One-Way ANOVA เปรียบเทียบระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนพื้นและผนังกับสีต่าง ๆ หากลักษณะทางกายภาพมี 2 สี ใช้สถิติ Independent Sample T-Test และหากมีมากกว่าหรือเท่ากับ 3 สี ใช้สถิติ One-Way ANOVA และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนกับปริมาณความเข้มของแสงสว่างด้วย Pearson's Correlation กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการศึกษา

ความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียน

ผลการศึกษาในห้องเรียน 3 ขนาด ได้แก่ เล็ก กลาง และใหญ่ จำนวน 42 ห้องเรียน ทั้งนี้ห้องเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์ สำหรับห้องเรียนขนาดกลางเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานไทยพบว่าร้อยละ 62.0 ไม่ผ่านเกณฑ์โดยห้องเรียนขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างมากที่สุดเท่ากับ 652.09 (S.D. = 31.61) ลักซ์ รองลงมาเป็นห้องขนาดเล็กและกลางค่าเฉลี่ยเท่ากับ 561.67 (S.D. = 115.16) และ 413.87 (S.D. = 173.35) ลักซ์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแสงสว่างของห้องเรียนทั้ง 3 ขนาด พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบรายคู่พบว่า ห้องเรียนขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยแสงสว่างต่ำกว่าห้องเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และห้องเรียนขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยแสงสว่างมากกว่าห้องเรียนขนาดกลางและขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลจากการสังเกตสภาพแวดล้อมระหว่างตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง โดยเห็นว่า มหาวิทยาลัยที่เป็นพื้นที่วิจัย (Research Area) เป็นตึกอาคารสูง การออกแบบเน้นการใช้แสงธรรมชาติมีหน้าต่างที่แสงสามารถส่องถึงได้มาก โดยเฉพาะห้องเรียนขนาดใหญ่ที่เป็นห้องหลักมีพื้นที่ตามแนวยาวของฝั่งอาคารและในวันที่ตรวจวัดเป็นวันที่มีท้องฟ้าแจ่มใส สำหรับห้องขนาดเล็กหรือห้องขนาดกลาง มักเป็นห้องที่อยู่ตรงกลางที่มีห้องอื่นอยู่ติดกันหรือมุมอาคาร จำนวนหน้าต่างมีน้อยลง ข้อสังเกตเหล่านี้อาจเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเข้มของแสงสว่างได้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระดับความเข้มของแสงสว่างกับค่ามาตรฐานต่าง ๆ

ห้องเรียน	มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง			Mean	S.D.	F-test	p-value
	มาตรฐานไทย	IESNA	CIE				
ห้องเรียนขนาดเล็ก (n = 13)							
จำนวน (ร้อยละ)							
ผ่านเกณฑ์	11 (84.6)	10 (77.0)	10 (77.0)	561.67	115.16	9.898	<0.001*
ไม่ผ่านเกณฑ์	2 (15.4)	3 (23.0)	3 (23.0)				
ห้องเรียนขนาดกลาง (n = 21)							
ผ่านเกณฑ์	8 (38.0)	8 (38.0)	8 (38.0)	373.87	173.35		
ไม่ผ่านเกณฑ์	13 (62.0)	13 (62.0)	13 (62.0)				
ห้องเรียนขนาดใหญ่ (n = 8)							
ผ่านเกณฑ์	6 (75.0)	8 (100.0)	8 (100.0)	652.09	31.61		
ไม่ผ่านเกณฑ์	2 (25.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				

หมายเหตุ: จำนวน (ร้อยละ), มาตรฐานไทย = 400 - 500 ลักซ์, IESNA = 500 ลักซ์ และ CIE = 300 - 500 - 750 ลักซ์

* มีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

เปรียบเทียบระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนพื้นผนัง และเพดานกับสีต่าง ๆ

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนพื้นผนัง และเพดานพบว่า สีขาวมีค่าสัมประสิทธิ์ทั้งพื้นและผนังมากที่สุดเท่ากับ 0.768 (S.D. = 0.068) และ 0.774 (S.D. = 0.035) เมื่อเปรียบเทียบสีต่าง ๆ กับค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนของแสงสว่างของพื้นและผนังพบว่า ความเข้มของแสงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนแสงสว่างของเพดานระหว่างสีต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนพื้นผนังและเพดานกับสีต่าง ๆ

สี	ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน		F-test	p-value
	Mean	S.D.		
พื้น ¹				
ขาว (n = 18)	0.768	0.068	11.917	<0.001*
เทาอ่อน (n = 12)	0.604	0.142		
น้ำตาล (n = 5)	0.396	0.199		
เขียวอ่อน (n = 2)	0.715	0.007		
ครีม (n = 5)	0.682	0.042		
ผนัง ¹				
ขาว (n = 30)	0.774	0.035	14.311	<0.001*
ฟ้า (n = 4)	0.625	0.097		
เขียวอ่อน (n = 4)	0.705	0.065		
ครีม (n = 4)	0.755	0.019		
เพดาน ²			T-Test	p-value
ขาว (n = 31)	0.742	0.037	0.186	0.663
ครีม (n = 11)	0.711	0.024		

หมายเหตุ: ¹ ใช้สถิติ One-Way ANOVA, ² ใช้สถิติ Independent T-Test, * มีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้นผิวภายในห้องเรียนกับความเข้มของแสงสว่าง ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้นผิวภายในห้องเรียนขนาดต่าง ๆ กับความเข้มของแสงสว่าง พบว่า ในห้องเรียนขนาดเล็กมีค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนแสงที่ผิวสัมพันธ์กับความเข้มของแสงสว่าง สำหรับในห้องเรียนขนาดกลางพบความเข้มแสงจากแสงประดิษฐ์มีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสงสว่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้นผิวภายในห้องเรียนกับความเข้มของแสงสว่าง

ปัจจัย	ความเข้มของแสงสว่าง					
	ขนาดเล็ก		ขนาดกลาง		ขนาดใหญ่	
	r	p-value	r	p-value	r	p-value
ค่าสัมประสิทธิ์ผนัง	0.575	0.025*	0.198	0.390	0.298	0.473
ค่าสัมประสิทธิ์เพดาน	0.075	0.791	0.109	0.637	0.297	0.474
ค่าสัมประสิทธิ์พื้น	0.122	0.665	-0.059	0.799	-0.364	0.375
พื้นที่แหล่งแสงธรรมชาติ	0.207	0.459	0.383	0.086	0.696	0.055
ความเข้มแสงจากแสงประดิษฐ์	0.059	0.834	0.467	0.033*	0.122	0.774

หมายเหตุ: ใช้สถิติ Pearson's Correlation, * มีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

การอภิปรายผล

การตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนในประเทศไทยที่ผ่านมีการศึกษาในห้องเรียนโรงเรียนประถมศึกษา [4] - [5] อย่างไรก็ตามในระดับอุดมศึกษายังมีข้อมูลจำกัด การศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาในห้องเรียนของมหาวิทยาลัย

ที่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเขตเมืองที่อาคารเรียนส่วนใหญ่เป็นอาคารสูง และได้สำรวจสภาพแวดล้อมในห้องเพื่อประเมินการสะท้อนของแสงสว่าง เพื่อเกิดประโยชน์สำหรับคำแนะนำเพิ่มมากขึ้น อนึ่งแสงสว่างกับประสิทธิภาพการเรียนรู้ถือเป็นประเด็นที่สำคัญสำหรับวัยเรียน [1] ทั้งนี้มีการอภิปรายผลตามผลการศึกษาดังนี้

การตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างของห้องเรียน 3 ขนาดครั้งนี้ พบค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 373.87 - 652.09 ลักซ์ อย่างไรก็ตามพบห้องเรียนขนาดกลางไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 62.0 ซึ่งประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน [12] ได้กำหนดค่ามาตรฐานแสงสว่างในห้องสำนักงาน ห้องบรรยาย ห้องสืบค้นหนังสือหรือเอกสาร 400 - 500 ลักซ์ ทั้งนี้ห้องเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่มีจำนวนห้องเรียนที่ไม่ผ่านมาตรฐานของกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เนื่องจากปริมาณแสงสว่างที่ตรวจวัดได้เกินค่ามาตรฐานจำนวน 4 ห้องเรียนสำหรับเกณฑ์แนะนำของต่างประเทศไม่ได้กำหนดค่าแสงสว่างสูงสุดไว้ อย่างไรก็ตามผลการตรวจวัดแสงสว่างที่ได้ครั้งนี้มีความแตกต่างจากผลตรวจวัดแสงสว่างในห้องเรียนที่ผ่านมาในประเทศไทย โดยมีการศึกษาสำรวจแสงสว่างในห้องเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี พบค่าแสงสว่างอยู่ระหว่าง 152 - 468 ลักซ์ มีจุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์มากถึงร้อยละ 87.5 และการศึกษาห้องเรียนในจังหวัดขอนแก่นพบว่า เกือบทั้งหมดที่ตรวจวัดแสงสว่างในห้องเรียนมีค่าไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน [4] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของอาคารเรียน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นอาคารเรียนในมหาวิทยาลัยในเขตกรุงเทพมหานคร จากการสังเกตได้ว่าอาคารเรียนส่วนใหญ่เป็นอาคารขนาดใหญ่และสูง นอกจากนี้หน้าตาสถาปัตยกรรมของมหาวิทยาลัยและโรงเรียนมีความแตกต่างกัน อาคารในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่เป็นกระโจมโรงเรียนเป็นหน้าตาสถาปัตยกรรม ดังนั้นโอกาสที่ได้รับแสงจากแสงธรรมชาติช่วยทางหน้าต่างในมหาวิทยาลัยจึงมากกว่าโรงเรียน จึงเป็นข้อสังเกตที่สำคัญถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ตรวจวัดเป็นปัจจัยที่จำเป็นในการบันทึกพร้อมด้วยนอกจากผลการตรวจวัด

พื้นที่สีผิวมีค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนทั้งบริเวณพื้นและผนังมากที่สุดเท่ากับ 0.768 (S.D. = 0.068) และ 0.774 (S.D. = 0.035) และเมื่อเปรียบเทียบสีต่าง ๆ กับค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนของแสงสว่างพบว่า สีที่แตกต่างกันมีค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับรายงานกล่าวถึงการสะท้อนของแสงสว่างไว้ว่า ในสภาวะปกติเมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะมีแสงบางส่วนที่สะท้อนทางผิวของวัตถุนั้นสะท้อนกลับตั้งแต่ร้อยละ 1 - 90 ขึ้นอยู่กับผิวของวัตถุและความสม่ำเสมอ โดยสีของวัตถุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนมากที่สุดคือ สีขาว และสีครีม อยู่ระหว่าง 0.70 - 0.80 [16] เห็นได้ว่า ห้องเรียนที่ทาสีขาว มีสภาพผิวเรียบ และพื้นที่ห้องขนาดเล็กจะมีกำลังการสะท้อนที่มากกว่าพื้นที่ห้องเรียนขนาดใหญ่และมีสีอื่น ๆ อีกทั้งมีการศึกษาที่ผ่านมาได้สอบถามถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแสงและสีพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นผนังสีขาวมากที่สุด [17] และแสงสีขาวเป็นสีที่ชื่นชอบของคนในทุกช่วงอายุ ซึ่งระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างที่สูงขึ้นมีผลต่อการชื่นชอบของสีเปลี่ยนแปลงไป [18] ดังนั้นจึงเป็นข้อแนะนำได้ว่า ผนังสีขาวและพื้นสีอ่อนมีความเหมาะสมสำหรับห้องเรียน ซึ่งมีกำลังสะท้อนที่มากกว่าสีอื่น ๆ และอาจสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ที่ใช้งานห้องได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง ลักษณะทางกายภาพภายในห้องเรียนขนาดต่าง ๆ กับความเข้มของแสงสว่างพบว่า ในห้องเรียนขนาดเล็กมีค่าสัมประสิทธิ์สะท้อนแสงที่ผิวสัมพันธ์กับความเข้มของแสงสว่าง สำหรับในห้องเรียนขนาดกลางพบความเข้มแสงจากแสงประดิษฐ์มีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสงสว่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อวิเคราะห์รายคู่พบ ห้องเรียนขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยแสงสว่างต่ำกว่าห้องเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาจเนื่องมาจากห้องเรียนขนาดกลางมักเป็นห้องอยู่บริเวณส่วนกลางที่มีห้องอื่น ๆ ติดกันหรือมุมของอาคาร แต่ห้องเรียนขนาดใหญ่มักอยู่ยาวตลอดฝั่งของชั้นอาคารจึงมีการรับแสงจากธรรมชาติได้มากกว่า ดังนั้นห้องเรียนขนาดกลางรวมถึงขนาดเล็กจึงอาศัยแสงสะท้อนและแสงจากหลอดไฟประดิษฐ์มากกว่าขนาดใหญ่และขนาดของห้องเรียนมีพื้นที่ผิวการสะท้อนที่แตกต่างกัน เป็นไปตามทฤษฎีของสีและการมองเห็นซึ่งขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมรอบข้าง กล่าวคือ แสงจากธรรมชาติหรือประดิษฐ์ที่มนุษย์มองเห็นเกิดจากความไม่สมดุลของแสงสีขาว โดยสีใดมีพลังงานสูงสุดจะมีอิทธิพลแสดงสีนั้นออกมาอย่างชัดเจน ทั้งนี้วัตถุ ผนัง หรือพื้นสามารถดูดกลืนแสงอื่นไว้หมดแล้วสะท้อนแสงสีของวัตถุนั้นออกมาได้ [17] ยกตัวอย่างได้ว่า หากผนังห้องเรียนเป็นสีขาวเมื่อมีแสงส่องสว่างจะสะท้อน

สีโทนวางมากขึ้น ในตรงข้ามหากแสงสีขาวส่องสะท้อนในสีทึบเข้ม เช่น พ่นสีแดง ความส่องสว่างจะน้อยลงไปทางดำได้หากความเข้มของแสงน้อย ดังนั้นความสว่างของห้องจึงขึ้นอยู่กับสีของวัตถุ นอกจากนี้ในห้องเรียนขนาดใหญ่อาจได้รับแสงจากหลายทิศทาง จำนวนหลอดไฟ และหน้าต่าง ทำให้มีแสงสว่างที่มากกว่าห้องอื่น ๆ

สรุปผล

ห้องเรียนในมหาวิทยาลัย ส่วนใหญ่มีความเข้มแสงสว่างผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ขนาดของห้องเรียนที่แตกต่างกัน มีความเข้มแสงสว่างแตกต่างกันไปด้วย ลักษณะทางกายภาพพบพื้นและผนังสีขาวมีค่าสัมประสิทธิ์มากที่สุด ความเข้มของแสงจากแสงประดิษฐ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนขนาดกลาง ซึ่งผลการศึกษาพบห้องเรียนขนาดกลางส่วนใหญ่มีแสงสว่างที่ไม่ผ่านมาตรฐาน ดังนั้นจึงแนะนำให้เพิ่มกำลังวัตต์หรือเช็คค่าความสะอาดหลอดไฟ มีระบบการตรวจสอบการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของการนำผลวิจัยไปใช้ คือการตรวจวัดห้องเรียนในครั้งนี้เป็นการตรวจวัดในห้องเรียนสภาพจริง ดังนั้นห้องเรียนในบางห้องมีความแตกต่างกันทางกายภาพ เช่น รูปทรงการออกแบบ การตกแต่ง รวมถึงสีของห้องเรียนส่วนใหญ่เป็นสีขาวมากกว่าสีอื่น ๆ อยู่มาก ซึ่งไม่ใช่ผลจากการทดลองที่สามารถควบคุมปัจจัยขนาดหรือรูปทรงของห้องให้เหมือนกันได้ทั้งหมดหรือห้องที่มีสัดส่วนของการทาสีจำนวนพอ ๆ กันดังนั้นควรพิจารณาจากบริบทของมหาวิทยาลัยที่คล้ายกัน รวมถึงเป็นอาคารสูงที่มีติดติดกันจำนวนมากซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่สำคัญในการจำกัดแสงธรรมชาติที่ส่องผ่านเข้ามายังห้องเรียนได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัยประกอบด้วยนางสาวสุวิ ฒ พัทลุง นางสาวสุนิศา หอกกิ่ง และนางสาวลัดดา พวงจำปา ที่ช่วยในการวัดขนาดของห้องเรียนเพื่อกำหนดจุดตรวจวัดและบันทึกข้อมูล

References

- [1] Samani, S. A. and Samani, S. A. (2012). The Impact of Indoor Lighting on Students' Learning Performance in Learning Environments: A Knowledge Internalization Perspective. **International Journal of Business and Social Science**. Vol. 3, No. 24, pp. 127-136
- [2] Mogas-Recalde, J. and Palau, R. (2021). Classroom Lighting and its Effect on Student Learning and Performance: Towards Smarter Conditions. In **Mealha, Ó., Rehm, M., Rebedea, T. (eds) Ludic, Co-design and Tools Supporting Smart Learning Ecosystems and Smart Education**. Smart Innovation, Systems and Technologies. Vol. 197, Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-15-7383-5_1
- [3] Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., and Tonello, G. (2006). The Impact of Light and Colour on Psychological Mood: A Cross-Cultural Study of Indoor Work Environments. **Ergonomics**. Vol. 49, Issue 14, pp. 1496-1507. DOI: 10.1080/00140130600858142
- [4] Kittikong, P., Sakunkoo, P., Khuancharee, K., and Arkkarachiphong, K. (2017). Quantity of Illumination and Physical Characteristics in the Classroom that Affects Student's Fatigue of Eyes Feeling Case Study: A Primary School at Khon Kaen Province. **Journal of The Office of DPC7 Khon Kaen**. Vol. 24, No. 3, pp. 10-18 (in Thai)

- [5] Hongsa, T. and Polyong, C. P. (2023). Risk Assessment of Ergonomics and School Environment that are Conducive to Good Health of Students and Staff in a Primary School, Chonburi Province: A Pilot Study. In **The 7th International and National Rajabhat Research Academic Conference**. pp. 85-95. Sakon Nakhon: Sakon Nakhon Rajabhat University Publisher (in Thai)
- [6] Winterbottom, M. and Wilkins, A. (2009). Lighting and Discomfort in the Classroom. **Journal of Environmental Psychology**. Vol. 29, Issue 1, pp. 63-75. DOI: 10.1016/j.jenvp.2008.11.007
- [7] Liu, Q., Huang, Z., Li, Z., Pointer, M. R., Zhang, G., Liu, Z., Gong, H., and Hou, Z. (2020). A Field Study of the Impact of Indoor Lighting on Visual Perception and Cognitive Performance in Classroom. **Applied Sciences**. Vol. 10, Issue 21, p. 7436. DOI: 10.3390/app10217436
- [8] Minovic, S., Vincze, G., Fink, A., Fischerauer, S. F., Sadoghi, P., Leithner, A., Kamolz, L. P., Tscheliessnigg, K., and Bernhardt, G. A. (2022). Positive Effect of Colors and Art in Patient Rooms on Patient Recovery After Total Hip or Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. **Wien KlinWochenschr**. Vol. 134, pp. 221-226. DOI: 10.1007/s00508-021-01936-6
- [9] Katunský, D., Dolníková, E., Dolník, B., and Krajníková, K. (2022). Influence of Light Reflection from the Wall and Ceiling Due to Color Changes in the Indoor Environment of the Selected Hall. **Applied Sciences**. Vol. 12, Issue 10, p. 5154. DOI: 10.3390/app12105154
- [10] Announcement of the Department of Labor Protection and Welfare. (2018). **Criteria and Measurement Methods and Analysis of Working Conditions Regarding Levels of Heat, Light, or Noise, Including Duration and the Type of Business That Must be Operated**. Royal Gazette (in Thai)
- [11] Announcement of the Department of Labor Protection and Welfare. (2018). **The Equivalence of Educational Qualifications Not Lower Than a Bachelor's Degree in Occupational Health and Safety**. Royal Gazette (in Thai)
- [12] Announcement of the Department of Labor Protection and Welfare. (2018). **Regarding Lighting Intensity Standard**. Royal Gazette (in Thai)
- [13] Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). (2000). **IESNA Lighting Handbook**. Avenue, N.Y.: McGraw-HillPublishers
- [14] Department of Occupational Safety and Health. (2018). **Guidelines on Occupational Safety and Health for Lighting at Workplace**. Ministry of Human Resources. Malaysia
- [15] Egan, M. D. and Olgyey, V. W. (1983). **Architectural Llighting**. Avenue, N.Y.: McGraw-Hill Publishers
- [16] Tongtrongsap, K. and Meesuk, P. (2018). The Effect of Walls Colors of Artificial Light from T8 LED Lamps on Generating of Electricity from Solar Cells. **Burapha Science Journal**. Vol. 23, No. 3, pp. 1317-1329 (in Thai)
- [17] Wongmaso, K. and Ingkharojrit, W. (2019). **Characteristics of Color and Light on Women's Satisfaction: A Case Study of Cosmetic Counters**. Master of Architecture Faculty of Architecture Chulalongkorn University. Bangkok (in Thai)
- [18] Hanafy, I. and Sanad, R. (2015). Colour Preferences According to Educational Background. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. Vol. 205, pp. 437-444. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.09.034