

ปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของโรงเรียน ในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น

Quantity of Illumination in the Classroom of School Under the Supervision of Khon Kaen Municipality

พานูวัฒน์ จิงศรีพิษณุ (Panuwat Jungsreephitsanu)* กาญจนา นาถะพินธุ (Ganjana Nathapindhu)**
เฟื่องฟ้า กาญจนโณпас (Fuengfa Kanjanopas)***

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนและห้องสมุดของโรงเรียนสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน และเปรียบเทียบในแต่ละตำแหน่งที่ตั้งของจุดปฏิบัติงาน กระดานดำ โต๊ะครูและโต๊ะนักเรียน และสอบถามความคิดเห็นของครูและนักเรียน พบห้องเรียนที่มีความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน (300 ลักซ์) 30 ห้องเรียน จาก 126 ห้องเรียน (ร้อยละ 23.81) ส่วนความเข้มของแสงสว่างที่มีค่ามากกว่า 1,000 ลักซ์ พบจำนวน 19 ห้องเรียน (ร้อยละ 15.08) เมื่อเปรียบเทียบความเข้มของแสงสว่างของจุดปฏิบัติงานตามระดับชั้นพบว่า ทุกจุดปฏิบัติงานตั้งแต่ชั้นที่ 1 ถึง 4 มีค่าแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยมีค่าจากน้อยไปหามากจากชั้นที่ 1 ถึง 4 เมื่อเปรียบเทียบตามตำแหน่งที่ตั้งของจุดปฏิบัติงาน พบว่า ความเข้มของแสงสว่างบนกระดานดำและโต๊ะนักเรียนที่ตั้งอยู่ด้านริมหน้าต่าง จะมีค่าความเข้มของแสงสว่างมากกว่าด้านริมประตู ($p < 0.05$) ส่วนห้องสมุดพบเฉพาะค่าความเข้มของแสงสว่างที่ต่ำกว่ามาตรฐานจำนวน 4 ห้อง จาก 11 ห้อง (ร้อยละ 36.36) ผลการสอบถามครูและนักเรียน พบว่ามีปัญหาการสะท้อนของแสงเข้าตาร้อยละ 43.08 และ 41.45 ด้านปริมาณแสงสว่างในการเรียนการสอนพบว่า ครูร้อยละ 51.69 เห็นว่าไม่เหมาะสม ในขณะที่นักเรียนร้อยละ 70.84 เห็นว่าเหมาะสม

ABSTRACT

This study aimed to examine the illumination in the classrooms and libraries of school under the supervision of Khon Kaen municipality, compared to the standard value as well as each study site and the classroom location. The interview was also conducted with teachers and students. The result revealed that 30 (23.81%) of 126 classrooms had the lower illumination than the standard (300 Lux). The illumination the higher value than 1,000 Lux was found in 19 classrooms (15.08%). When compared to the work location by floor, the study revealed that every location of each floor from 1st - 4th floor had difference (p -value < 0.05) with the less to the most value from the 1st to 4th floor. With comparing to the work location of blackboard and student's desks, the result showed that the illumination at the rim of windows was stronger than at the door of that room. (p -value < 0.05) For the libraries, it found lower illumination with an average of the day than the standard at 4 libraries (36.36%). With the interview with teachers and students, the problem on reflection to their eyes was not different with the figure at 43.08% and 41.45% of interviewees. For the in-class time, teachers and students had different opinion, teachers (51.69%) said the amount of light bulbs was not enough. On the contrast, 70.84% of students confirmed that the light was suitable

คำสำคัญ: ความเข้มของแสงสว่าง ห้องเรียน

Keywords: illumination, classroom

*นักศึกษาลัทธิสุทธสาธิตสาธิตศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

***อาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

การศึกษามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากต่อชีวิตมนุษย์ ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นสิ่งแวดล้อมจะมีผลต่อกระบวนการเรียนรู้เป็นอย่างมาก โดยการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นได้จากผู้เรียนมีความพอใจในสิ่งที่รับรู้ผ่านเข้ามาทางประสาทสัมผัสต่างๆ (Gagne, 1977) ส่วนใหญ่ได้แก่ประสาทสัมผัสทางหู และทางตา โดยเฉพาะทางตา พบว่าร้อยละ 62 ของการเรียนรู้ทั้งหมด จะใช้ไปในการมองเห็นที่ทำ โดย ร้อยละ 64 ของจำนวนนี้ใช้ไปกับการอ่าน การเขียน และการคัดลอกเนื้อหาที่เรียน โดยมีปริมาณความเข้มของแสงสว่างที่ต้องการ คือ 700 - 1,000 ลักซ์ (Illuminating Engineering Society [IES], 1966) การมองเห็นจะชัดเจนหรือไม่ย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสม ถ้าหากแสงน้อยเกินไปก็จะทำให้บรรยากาศในการทำเรียนไม่ดี ไม่สบายตา รู้สึกเบื่อหน่าย และปวดเมื่อยกล้ามเนื้อในตาได้ ถ้าหากแสงสว่างมากเกินไปก็จะทำให้เกิดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตาได้เช่นกัน ทำให้เกิดการอักเสบที่เยื่อตา กระจกตาตา และยังทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนลดลงอีกด้วย (สุทธิ, 2540)

จากการค้นคว้าพบว่างานวิจัยทางด้านปริมาณความเข้มของแสงสว่างในสถานศึกษาของไทยมีจำนวนน้อย และปริมาณความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด (พูนศักดิ์, 2527; สงวนศักดิ์, 2537) สภาพพื้นที่สถานศึกษาที่ทำการวิจัยส่วนใหญ่ มีพื้นที่จำกัด ทำให้อาคารเรียนต่างๆ อยู่ใกล้กัน มีความหนาแน่นของอาคารสิ่งก่อสร้างรอบสถานศึกษา ตลอดจนปริมาณฝุ่นละอองในอากาศที่สูงทำให้ปริมาณความเข้มของแสงสว่างน้อยลง ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกับเขตเทศบาลนครขอนแก่น โดยเฉพาะโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 11 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียน 11,416 คน และครู 480 คน ซึ่งนับว่าเป็นจำนวนมากที่จะได้รับผลกระทบ และยังไม่มีการศึกษามาก่อนว่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ครูและนักเรียนมีความคิดเห็นต่อความเข้มของแสงสว่างในการเรียนการสอนในห้องเรียนอย่างไร

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่นขึ้น โดยเป็นการศึกษาเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนและห้องสมุดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ International Commission of Illumination [CIE] และเปรียบเทียบในแต่ละจุดปฏิบัติงานภายในห้องเรียน และในแต่ละระดับชั้นของอาคารเรียน ตลอดจนอธิบายความคิดเห็นของครูและนักเรียนที่มีต่อปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียน เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนการสอน และเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่จะนำไปใช้ประโยชน์และทำการศึกษาต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบสำรวจ ศึกษาข้อมูลแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) โดยทำการตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างแบบจุด (Illuminance Measurement-Point) ในระหว่างดำเนินการเรียนการสอน แบ่งห้องเรียนของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น ที่ทำการตรวจวัดออกตามขนาดโรงเรียน เป็นโรงเรียนขนาดเล็ก 5 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 2 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่ 4 โรงเรียน และทำการตรวจวัดในห้องสมุดทุกห้องของแต่ละโรงเรียน รวมทั้งหมดจำนวน 11 โรงเรียน โดยเก็บข้อมูลเป็น 2 ช่วงเวลา ในภาคเช้าและภาคบ่าย ในช่วงฤดูหนาวตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมีนาคม 2545

ค่ามาตรฐานปริมาณความเข้มของแสงสว่างบนกระดานดำ โต๊ะครู โต๊ะนักเรียน โต๊ะบรรณารักษ์ และโต๊ะอ่านหนังสือ ใช้มาตรฐานของ CIE (1975 อ้างใน ชำนาญ, 2540) ที่กำหนดไว้ว่าไม่ควรต่ำกว่า 300 ลักซ์ และบริเวณชั้นวางหนังสือไม่ควรต่ำกว่า 150 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานขั้นต่ำที่กำหนดไว้ และกำหนดค่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างสูงสุดโดยเลือกใช้เกณฑ์ที่ 1,000 ลักซ์

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ห้องเรียนที่เป็นห้องเรียนประจำแต่ละระดับการศึกษา จำนวนทั้งหมด 236 ห้องเรียน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิชนิดสุ่มอย่างง่าย (Stratified random sampling) จากแต่ละชั้นของอาคารเรียน โดยแบ่งออกเป็น 4 ชั้นตามชั้นที่แตกต่างกัน มีจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 126 ห้องเรียน และห้องสมุดทุกห้องของทุกโรงเรียน จำนวน 11 ห้อง

2. ครูและนักเรียน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิชนิดสุ่มอย่างง่าย โดยครู คือครูผู้มีหน้าที่ทำการสอนนักเรียน จำนวนทั้งสิ้น 480 คน ได้จำนวนตัวอย่าง 325 คน นักเรียน คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวนทั้งสิ้น 2,862 คน ได้จำนวนตัวอย่างจำนวน 895 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียน มีหน่วยเป็นลักซ์ โดยทำการตรวจวัด ณ จุดต่างๆ ได้แก่ กระดานดำ ด้านหน้าต่างห้องและด้านประตูห้อง โต๊ะทำงานครูประจำชั้น โต๊ะนักเรียน มุมหน้าชั้นเรียนและหลังชั้นเรียนด้านริมหน้าต่างห้อง มุมหน้าชั้นเรียนและหลังชั้นเรียนด้านริมประตูห้อง และบริเวณกึ่งกลางห้อง และปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องสมุด โดยทำการตรวจวัด ณ จุดปฏิบัติงาน โต๊ะบรรณารักษ์ โต๊ะอ่านหนังสือ และชั้นวางหนังสือ

2. ตัวแปรความคิดเห็นต่อปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของครูและนักเรียน ได้จากแบบสอบถาม

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

1. เครื่องมือวัดปริมาณความเข้มของแสงสว่าง (Lux meter)
2. ดัลต์เมตรวัดความยาว
3. เข็มทิศ
4. กระดาษบันทึกข้อมูล
5. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของครูและนักเรียน

ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ปัญหาจากแสงสว่างในด้านปริมาณและการสะท้อนของแสงในการเรียนการสอน ปัญหาของแสงสว่างที่มีผลต่อสุขภาพตา แนวทางในการแก้ไขปัญหแสงสว่าง และความคิดเห็นด้านแสงสว่างในการเรียนการสอน จำนวน 10 ข้อ โดยแบ่งระดับความคิดเห็นตามวิธีของ Likert ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามของครูและนักเรียน มีค่า 0.80 และ 0.83 ตามลำดับ

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดทำแผนผังและกำหนดตำแหน่งตรวจวัดห้องเรียนและห้องสมุดที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านความคิดเห็นของครู เก็บโดยแจกแบบสอบถามผ่านผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการหรือครูหัวหน้าสายในแต่ละระดับการศึกษา นักเรียนเก็บโดยดำเนินการแจกแบบสอบถามเอง โดยผู้วิจัยจะอยู่ให้คำแนะนำในการตอบแบบสอบถาม แล้วจึงทำการเก็บแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS for Window

1. ปริมาณความเข้มของแสงสว่างภายในห้องเรียนและห้องสมุด นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พิสัย และนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ CIE
2. เปรียบเทียบปริมาณความเข้มของแสงสว่างในแต่ละตำแหน่งของกระดานดำทั้ง 2 ด้าน โดยใช้การทดสอบค่าเฉลี่ย (Paired t-test) ส่วนในแต่ละตำแหน่งของโต๊ะนักเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ (One-way ANOVA) และนำมาเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison test) โดยวิธีของ Dunnett's C
3. เปรียบเทียบปริมาณความเข้มของแสงสว่างของจุดปฏิบัติงานต่างๆ ได้แก่ กระดานดำ โต๊ะทำงานครู-อาจารย์ โต๊ะนักเรียน จำแนกตามระดับชั้นของอาคารเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ และนำมาเปรียบเทียบพหุคูณโดยวิธีของ Dunnett's C

4. ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของครูและนักเรียน นำมาวิเคราะห์หาจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียน

จากผลการศึกษาปริมาณความเข้มของแสงสว่างพบว่า ลักษณะอาคารที่ทำการตรวจวัดส่วนใหญ่เป็นอาคารคอนกรีตร้อยละ 70.63 และมีทิศทางช่องรับแสงส่วนใหญ่หันไปทางทิศเหนือและใต้ อีกร้อยละ 38.10 หันไปทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตกซึ่งจะมีผลต่อการเกิดแสงสะท้อนเข้าตาหรือแสงพร่าตาได้ ส่วนสัดส่วนของพื้นที่ช่องรับแสงต่อพื้นที่ห้องนั้นพบว่าห้องที่ทำการตรวจวัดทุกห้องมีพื้นที่ช่องรับแสงมากกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่ห้องเรียน ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน เช่นเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสีพื้นห้องเรียนพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 88.10 ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสีผนังและเพดานห้องเรียนพบว่าส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 52.38 และ 73.81 ซึ่งจะส่งผลให้เกิดแสงพร่าตาหรือแสงสะท้อนเข้าตาได้ หากห้องเรียนดังกล่าวมีค่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างอยู่ในระดับสูง ในด้านการทำความสะอาดหลอดไฟฟ้า โคมไฟฟ้า และผนังห้องเรียน พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีการทำความสะอาดคิดเป็นร้อยละ 67.46, 86.51 และ 52.38 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้าลดลง ทำให้ปริมาณแสงสว่างในช่วงที่เปิดใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าต่ำกว่ามาตรฐานได้ ในขณะที่พบว่าบริเวณเพดานส่วนใหญ่มีการทำความสะอาด โดยส่วนใหญ่จะทำความสะอาดน้อยกว่า 12 ครั้งต่อปี คิดเป็นร้อยละ 39.68

จากผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มของแสงสว่างจาก 126 ห้องเรียน พบห้องเรียนที่มีค่าความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 30 ห้องเรียน คิดเป็นร้อยละ 23.81 (ตารางที่ 1) เมื่อพิจารณาตามค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างในทุกระดับชั้นของห้องเรียน

ในโรงเรียนขนาดเล็ก พบว่าค่าความเข้มของแสงสว่างไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ในขณะที่โรงเรียนขนาดกลาง พบว่าห้องเรียนในระดับชั้นที่ 1 และ 2 ของอาคาร มีค่าความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ 300 ลักซ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 269.77 และ 290.76 ลักซ์ ตามลำดับ ส่วนโรงเรียนขนาดใหญ่พบอยู่ในห้องเรียนระดับชั้นที่ 1 ของอาคาร และในโรงเรียนทุกขนาดพบว่าปริมาณของแสงสว่างจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อห้องเรียนอยู่ในชั้นของอาคารที่สูงขึ้น โดยพบห้องเรียนที่มีค่าความเข้มของแสงสว่างมากกว่า 1,000 ลักซ์ 19 ห้องเรียน คิดเป็นร้อยละ 15.08 (ตารางที่ 1) โดยพบตั้งแต่ชั้นที่ 2 ถึงชั้นที่ 4 ของโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ และส่วนใหญ่พบในชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 ของอาคาร โดยเฉพาะในชั้นที่ 4 พบมากถึงร้อยละ 70.00 ของห้องเรียนในชั้นดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับ พุนศักดิ์ (2527) ที่ได้ศึกษาที่พบว่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนในแต่ละระดับชั้นทั้ง 4 ชั้น จะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออยู่ในระดับชั้นที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากชั้นที่อยู่ในระดับต่ำสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคารจะมีอิทธิพลต่อความเข้มของแสงสว่างมากกว่าชั้นที่อยู่ในระดับสูง

เมื่อแยกพิจารณาตามจุดปฏิบัติงานบนกระดานดำ พบว่า ปริมาณความเข้มของแสงสว่างของโรงเรียนทุกขนาดมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ชั้นที่ 1 ส่วนความเข้มของแสงสว่างที่เกิน 1,000 ลักซ์ นั้นพบเฉพาะบริเวณชั้นที่ 4 ของอาคารในโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เมื่อพิจารณาตามจุดที่ตรวจวัดของกระดานดำ พบว่าความเข้มของแสงสว่างบนกระดานดำด้านริมประตูมีค่าน้อยกว่าด้านริมหน้าต่าง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) ทั้งนี้เนื่องจากด้านหน้าต่างมีพื้นที่รับแสงมากกว่าด้านริมประตู ในขณะที่การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มของแสงสว่างบนกระดานดำจำแนกตามระดับชั้นของอาคาร พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างบนกระดานดำจากมากไปหาน้อยตามระดับชั้น เริ่มจากชั้นที่ 4 ชั้นที่ 3 ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 1 ตามลำดับ และพบว่าความเข้มของแสงสว่างในชั้นที่สูงกว่าจะมีค่ามากกว่าชั้นที่อยู่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกชั้น ($p<0.05$)

ปริมาณความเข้มของแสงสว่างบนโต๊ะครูพบว่า ปริมาณความเข้มของแสงสว่างของโรงเรียนทุกขนาดมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ชั้นที่ 1 ของอาคาร โดยพบค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่โรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่ ในขณะที่ชั้นที่ 2 พบที่โรงเรียนขนาดกลางเพียงขนาดเดียว ส่วนความเข้มของแสงสว่างที่เกิน 1,000 ลักซ์พบที่ชั้นที่ 4 ของโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เมื่อพิจารณาจำแนกตามระดับชั้นของอาคาร พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มของแสงสว่างบนโต๊ะครูจากมากไปหาน้อยตามระดับชั้น เริ่มจากชั้นที่ 4 ชั้นที่ 3 ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 1 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่าความเข้มของแสงสว่างในชั้นที่สูงกว่าจะมีค่ามากกว่าชั้นที่อยู่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกชั้น ($p < 0.05$) ยกเว้นชั้นที่ 3 กับชั้นที่ 2

ปริมาณความเข้มของแสงสว่างบนโต๊ะนักเรียนพบว่า ปริมาณความเข้มของแสงสว่างของโรงเรียนทุกขนาดมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ชั้นที่ 1 ของอาคาร โดยพบค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่โรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่ ในขณะที่ชั้นที่ 2 พบที่โรงเรียนขนาดกลางเพียงขนาดเดียว ทั้งนี้เนื่องจากโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่บริเวณรอบอาคารเรียนจะมีต้นไม้และสิ่งปลูกสร้างอยู่บริเวณใกล้เคียง โดยเฉพาะโรงเรียนขนาดใหญ่สภาพอาคารจะสร้างใกล้กันมาก ทำให้ปริมาณแสงสว่างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนความเข้มของแสงสว่างที่เกิน 1,000 ลักซ์พบที่ชั้นที่ 3 และ 4 ของโรงเรียนขนาดเล็กและในชั้นที่ 4 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากชั้น 3 และ 4 อยู่ในระดับสูงทำให้อิทธิพลการบดบังแสงสว่างจากสิ่งแวดล้อมภายนอกน้อยลง มีผลทำให้ปริมาณแสงสว่างมากขึ้น เมื่อพิจารณาตามจุดที่ตรวจวัดบนโต๊ะนักเรียน พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างบนโต๊ะนักเรียนจากมากไปหาน้อยตามตำแหน่งที่ตั้งของโต๊ะนักเรียนมีดังต่อไปนี้ โต๊ะนักเรียนมุมหน้าชั้นเรียนด้านริมหน้าต่าง มุมหลังชั้นเรียนด้านริมหน้าต่าง มุมหน้าชั้นเรียนด้านริมประตู บริเวณกึ่งกลางห้อง และมุมหลังชั้นเรียนด้านริมประตู ตามลำดับ โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือโต๊ะนักเรียนมุมหน้าชั้นเรียนด้านริมหน้าต่าง กับมุมหน้าชั้นเรียนด้าน

ริมประตู บริเวณกึ่งกลางห้อง และมุมหลังชั้นเรียนด้านริมประตู โต๊ะนักเรียนมุมหลังชั้นเรียนด้านริมหน้าต่าง กับมุมหน้าชั้นเรียนด้านริมประตู บริเวณกึ่งกลางห้อง และมุมหลังชั้นเรียนด้านริมประตู และการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มของแสงสว่างจำแนกตามระดับชั้นของอาคารพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างบนโต๊ะนักเรียนจากมากไปหาน้อยตามระดับชั้น เริ่มจากชั้นที่ 4 ชั้นที่ 3 ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 1 ตามลำดับ และพบว่าความเข้มของแสงสว่างในชั้นที่สูงกว่าจะมีค่ามากกว่าชั้นที่อยู่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกชั้น ($p < 0.05$)

2. ปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องสมุด

จากการศึกษาห้องสมุดในแต่ละโรงเรียนจำนวน 11 ห้อง จะมีขนาดห้อง ลักษณะแบบแปลนห้อง และรูปแบบการจัดวางโต๊ะ ชั้นวางหนังสือ แตกต่างกันออกไปในแต่ละโรงเรียน การกำหนดตำแหน่งการศึกษาไม่สามารถทำได้เหมือนห้องเรียน พบว่าปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องสมุดของโรงเรียนแต่ละขนาดมีค่าแตกต่างกันไป โดยพบความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน 4 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 36.36 โดยพบห้องดังกล่าวในโรงเรียนขนาดเล็ก 2 ห้อง โรงเรียนขนาดกลางและใหญ่ ขนาดละ 1 ห้อง ทั้งนี้เนื่องจากหลายโรงเรียนมีการวางชั้นวางหนังสือปิดกั้นทางเข้าของแสงสว่าง และโรงเรียนเหล่านี้ห้องสมุดสร้างเป็นอาคารชั้นเดียว ซึ่งทำให้สิ่งแวดล้อมรอบข้างมีผลต่อแสงสว่างสูง ทำให้มีความเข้มของแสงสว่างในห้องดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนความเข้มของแสงสว่างมากกว่า 1,000 ลักซ์พบเฉพาะโต๊ะอ่านหนังสือในโรงเรียนขนาดใหญ่เพียง 1 ห้อง ซึ่งเป็นห้องสมุดเพียงห้องเดียวที่อยู่ชั้นที่ 4 ของอาคาร สอดคล้องกับ อรุณ (2532) ที่ศึกษาปริมาณการส่องสว่างในห้องสมุด พบว่าห้องสมุดที่อยู่ในชั้นที่ 4 และ 3 ของตัวอาคารความเข้มของแสงสว่างจะมากกว่าในชั้นที่ 1 และ 2

3. ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียน

3.1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับปริมาณแสงสว่างในห้องเรียน

จากผลการศึกษา พบว่าครูส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41-45 ปี ร้อยละ 26.15 และปฏิบัติงานภายในโรงเรียนสังกัดเทศบาลนครขอนแก่นมาแล้วมากกว่า 10 ปี ร้อยละ 51.39 พบว่าแสงสว่างโดยทั่วไปที่ใช้ในห้องเรียนส่วนใหญ่ได้จากธรรมชาติและหลอดไฟฟ้าร้อยละ 81.85 แสดงให้เห็นว่าแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอน ในด้านการสะท้อนของแสงเข้าตา พบว่าครูร้อยละ 43.08 มีปัญหาดังกล่าวโดยพบปัญหามากที่สุดในเวลาบ่ายร้อยละ 72.86 ซึ่งมีสาเหตุของปัญหามาจากแสงจ้าจากดวงอาทิตย์ รองลงมาจากการสะท้อนแสงจากรถที่จอดอยู่บริเวณอาคารคิดเป็นร้อยละ 75.40 และ 20.63 ซึ่งสอดคล้องกับการวัดปริมาณความเข้มของแสงสว่างที่พบว่ามีค่ามากกว่ามาตรฐานค่อนข้างสูง โดยเฉพาะตั้งแต่บริเวณชั้น 3 ขึ้นไป ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวได้ ด้านปัญหาปริมาณแสงสว่างในการเรียนการสอน ครูในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่เห็นว่ายังไม่เหมาะสมร้อยละ 53.19 และ 56.93 ในขณะที่โรงเรียนขนาดเล็กส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสมดีร้อยละ 63.16 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแสงสว่างที่ตรวจวัดพบว่าในโรงเรียนขนาดเล็กห้องเรียนในทุกชั้นของอาคารมีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน ในขณะที่โรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่ พบว่ามีค่าต่ำกว่ามาตรฐานในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 โดยพบว่าระยะเวลาที่เกิดปัญหาดังกล่าวมากที่สุดอยู่ในเวลาเช้าร้อยละ 55.36 โดยมีปัญหาคือแสงสว่างในห้องเรียนมืดเกินไป ซึ่งครูส่วนใหญ่คิดว่ามีสาเหตุมาจากจำนวนหลอดไฟฟ้าไม่เพียงพอ และการบดบังจากอาคารสิ่งปลูกสร้างใกล้เคียงคิดเป็นร้อยละ 54.90 และ 47.06 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจวัดแสงที่พบปัญหาปริมาณความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน 30 ห้องเรียน จากทั้งหมด 126 ห้องเรียน คิดเป็นร้อยละ 23.81 ด้านปัญหาแสงสว่างต่อสุขภาพตา ครูร้อยละ 59.69 เห็นว่าแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมมีผลเสียมากต่อสุขภาพตา สำหรับปัญหาแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมจะมีผลต่อสุขภาพตาของนักเรียนนั้น ครูผู้สอนร้อยละ 68.37 เห็นว่าจะมีผลเสียมากต่อสุขภาพตาของนักเรียน การแก้ปัญหาด้านแสงสว่างในห้องเรียนนั้น พบว่าครูส่วนใหญ่เห็นว่าโรงเรียนที่สอนอยู่สามารถแก้ไข

ปัญหาดังกล่าวได้ร้อยละ 84.69 โดยวิธีการแก้ไขส่วนใหญ่เห็นว่าควรเพิ่มจำนวนหลอดไฟ ร้อยละ 44.39 และระดับรองลงมาควรติดตั้งม่านและมู่ลี่กันแสงสว่างที่สาดเข้ามาร้อยละ 33.16 โดยการดำเนินการแก้ไขนั้น ส่วนใหญ่เห็นว่าควรแก้ไขอย่างเร่งด่วนร้อยละ 56.12 ด้านบุคคลที่ควรรับผิดชอบในการแก้ไขปัญหาด้านแสงสว่างมากที่สุดนั้น ในโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ครูส่วนใหญ่เห็นควรให้ผู้อำนวยการเป็นผู้แก้ไขปัญหามากที่สุด ร้อยละ 42.11 และ 53.79 ในขณะที่โรงเรียนขนาดกลางเห็นว่าเทศบาลนครขอนแก่นควรรับผิดชอบปัญหาดังกล่าว ร้อยละ 69.23 ส่วนระดับความคิดเห็นของครูด้านแสงสว่างในการเรียนการสอน พบว่าครูส่วนใหญ่เห็นว่าแสงสว่างมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ร้อยละ 73.85 รองลงมามีความเหมาะสมอยู่ในระดับสูง ส่วนที่เห็นว่าแสงสว่างมีความเหมาะสมในระดับต่ำนั้น คิดเป็นร้อยละ 11.69 โดยพบว่าประเด็นส่วนใหญ่ที่ส่งผลให้แสงสว่างมีความเหมาะสมในระดับต่ำ 3 ประเด็นแรก คือ มีแสงสะท้อนบนกระดานดำ รองลงมาคือแสงสะท้อนบนโต๊ะทำงาน และแสงสว่างในห้องเรียนขาดความสม่ำเสมอทั่วทั้งบริเวณ ทั้งนี้เห็นได้จากในหลายห้องของชั้นที่ 3 และ 4 มีปริมาณความเข้มของแสงสว่างสูงมากกว่า 1,000 ลักซ์ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุในการสะท้อนแสงบนกระดานดำและโต๊ะทำงานครูได้

3.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับปริมาณแสงสว่างในห้องเรียน

จากผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วงน้อยกว่าถึง 12 ปี ร้อยละ 47.15 และศึกษาอยู่ภายในโรงเรียนสังกัดเทศบาลมาแล้วมากกว่า 4 ปี ร้อยละ 66.04 พบว่าแสงสว่างโดยทั่วไปที่ใช้ในห้องเรียน ส่วนใหญ่จะได้จากแสงธรรมชาติและหลอดไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 70.84 ในด้านการสะท้อนของแสงเข้าตา พบว่านักเรียนร้อยละ 41.45 มีปัญหาดังกล่าวโดยพบปัญหามากที่สุดในเวลาบ่าย ร้อยละ 61.46 ซึ่งมีสาเหตุของปัญหาดังกล่าวมาจากแสงจ้าจากดวงอาทิตย์ รองลงมาเกิดจากการสะท้อนแสงบนกระดานดำในเวลาเรียน คิดเป็นร้อยละ 88.85 และ 26.48 ซึ่งสอดคล้องกับการวัดความเข้มของแสงสว่างที่

พบว่ามีความเกินมาตรฐานค่อนข้างสูง โดยเฉพาะตั้งแต่บริเวณชั้นที่ 3 ขึ้นไป ซึ่งส่วนใหญ่เป็นที่ตั้งห้องเรียนของนักเรียนผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวได้ ด้านปัญหาปริมาณแสงสว่างในการเรียนการสอน นักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก กลางและใหญ่ ส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสมคิดเป็นร้อยละ 72.29, 88.89 และ 69.16 ตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าแตกต่างจากครูผู้สอน เนื่องจากนักเรียนที่ทำการศึกษทั้งหมดเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้นไป (เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องการตอบแบบสอบถามของนักเรียน) ซึ่งในแต่ละโรงเรียนนักเรียนเหล่านี้เรียนอยู่ในห้องเรียนชั้นบนของอาคาร จากการตรวจวัดพบว่าในชั้นที่สูงกว่าชั้นที่ 1 ขึ้นไปปริมาณความเข้มของแสงสว่างจะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าปริมาณแสงสว่างมีความเหมาะสม ในขณะที่ครูผู้ตอบแบบสอบถามจะอยู่กระจายไปตามชั้นต่าง ๆ ของอาคารทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่สอดคล้องกัน จากนักเรียนผู้ตอบว่าปริมาณแสงสว่างไม่เหมาะสม ส่วนใหญ่พบว่าระยะเวลาที่เกิดปัญหามากที่สุดอยู่ในเวลาบ่าย คิดเป็นร้อยละ 63.22 โดยมีปัญหาคือแสงสว่างในห้องเรียนสว่างเกินไป ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่ามีสาเหตุมาจากประตูและหน้าต่างเป็นวัสดุที่รับแสงได้มากเกินไป และเกิดแสงสะท้อนจากอาคารสิ่งปลูกสร้างใกล้เคียงคิดเป็นร้อยละ 56.77 และ 45.81 เนื่องจากนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่ในชั้นที่ 3 และ 4 ของอาคารซึ่งจากการตรวจวัดมีความเข้มของแสงสว่างค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในชั้นที่ 4 พบห้องเรียนที่มีความเข้มของแสงมากกว่า 1,000 ลักซ์ ถึงร้อยละ 70.00 ของห้องเรียนในชั้นนั้น ด้านปัญหาแสงสว่างต่อสุขภาพตานักเรียนร้อยละ 44.73 เห็นว่าแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมมีผลเสียปานกลางต่อสุขภาพตา รองลงมาเห็นว่ามีผลเสียมาก การแก้ปัญหาด้านแสงสว่างในห้องเรียนนั้นพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าโรงเรียนที่เรียนอยู่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ร้อยละ 50.35 โดยวิธีการแก้ไขนั้นส่วนใหญ่เห็นว่าควรติดตั้งม่านและมีผู้สลับแสงสะท้อน ร้อยละ 52.46 และระดับรองลงมาควรเปลี่ยนประตูหน้าต่างให้เป็นวัสดุทึบแสงร้อยละ 30.44 ด้านบุคคลที่ควรรับผิดชอบในการแก้ไขปัญหามากที่สุดนั้น ในโรงเรียน

ขนาดเล็กและขนาดกลาง ส่วนใหญ่เห็นควรให้เทศบาลนครขอนแก่นควรเป็นผู้แก้ไขปัญหามากที่สุดร้อยละ 30.00 และ 41.67 ตามลำดับ ในขณะที่โรงเรียนขนาดใหญ่เห็นว่าผู้อำนวยการควรรับผิดชอบปัญหาดังกล่าวร้อยละ 40.22 ส่วนระดับความคิดเห็นของนักเรียนด้านแสงสว่างในการเรียนการสอน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าแสงสว่างมีความเหมาะสมในระดับปานกลางร้อยละ 71.62 รองลงมามีความเหมาะสมอยู่ในระดับต่ำและสูงร้อยละ 14.41 และ 13.97 ซึ่งใกล้เคียงกัน โดยพบว่าประเด็นส่วนใหญ่ที่ส่งผลให้แสงสว่างมีความเหมาะสมอยู่ในระดับต่ำ 3 ประเด็นแรกคือ มีแสงสะท้อนบนโต๊ะนักเรียน รองลงมามีแสงสะท้อนบนกระดานดำ และการมีเงาบบนกระดานดำ ทั้งนี้เห็นได้จากในหลายห้องของชั้นที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นห้องเรียนส่วนใหญ่ของนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามมีปริมาณความเข้มของแสงสว่างอยู่ในระดับสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุในการสะท้อนแสงบนกระดานดำและโต๊ะนักเรียนได้ อีกทั้งยังทำให้รู้สึกมีแสงจ้าเกินไป

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาพบว่าในชั้นที่ 1 และ 2 ของอาคารในโรงเรียนขนาดกลาง และชั้นที่ 1 ในโรงเรียนขนาดใหญ่มีปริมาณความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และส่วนใหญ่ไม่มีการทำความสะอาดหลอดไฟฟ้า โคมหลอด ผ้าม่านและเพดานห้อง ซึ่งควรจัดให้มีการทำความสะอาด อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง และพบว่ายังมีหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ในหลายแห่งชำรุด ควรทำการซ่อมบำรุง และติดตั้งหลอดไฟฟ้าเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มปริมาณความเข้มของแสงสว่าง

2. สำหรับชั้นที่ 3 และ 4 ซึ่งส่วนใหญ่พบปริมาณความเข้มของแสงสว่างมากกว่า 1,000 ลักซ์ และมีปัญหาแสงสว่างไม่เหมาะสมเนื่องจากการสะท้อนของแสงจากอาคารใกล้เคียง และแสงจ้าจากดวงอาทิตย์ส่องเข้ามาในห้อง ควรติดตั้งม่านหรือมู่ลี่ป้องกันแสงแดดในบริเวณช่องรับแสงสว่างที่มีปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะอาคารที่หันช่องรับแสงไปด้านทิศตะวันออกและตะวันตก

3. ควรจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับปริมาณความเข้มของแสงสว่างในแต่ละกิจกรรม เช่น ใน

ช่วงที่มีการเรียนการสอนและฝึกปฏิบัติงานฝีมือที่มีความละเอียด ซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้แสงสว่างในระดับสูง ควรจัดให้อยู่ในห้องเรียนชั้นที่ 3 หรือ 4 ของอาคารซึ่งมีความเข้มของแสงสว่างสูง ในขณะที่การเรียนการสอนที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้แสงสว่างในการทำกิจกรรมอยู่ในระดับสูง อาจจัดให้อยู่ในห้องเรียนชั้นที่ 1 ของอาคาร เช่น ห้องพลศึกษา ห้องนาฏศิลป์ ฯลฯ

4. ควรจัดให้เด็กที่มีปัญหาทางสายตาได้นั่งในบริเวณที่มีแสงสว่างที่อยู่ในเกณฑ์ดีของห้อง เช่น ในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ที่มีความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน ควรจัดให้นักเรียนดังกล่าวนั่งอยู่ใกล้ด้านหน้าต่างห้องซึ่งจะมีความเข้มของแสงสว่างมากกว่าจุดอื่น ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงปัญหาการสะท้อนของแสงเข้าตาด้วย ในขณะที่ชั้นที่ 3 และ 4 ซึ่งมีค่าความเข้มของแสงสว่างสูงกว่า 1,000 ลักซ์ ควรจัดให้เด็กที่มีปัญหาดังกล่าวนั่งในแนวกึ่งกลางห้องเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาแสงสะท้อนเข้าตาที่ส่องเข้ามาในอาคารทางประตูและหน้าต่างห้อง

5. ด้านปัญหาปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องสมุดของบางโรงเรียนที่ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานนั้น ซึ่งพบว่าห้องสมุดทั้งหมดของโรงเรียนที่มีปัญหาดังกล่าวเป็นอาคารชั้นเดียวทำให้ได้รับแสงสว่างน้อยกว่ามาตรฐาน ควรที่จะเพิ่มหลอดไฟฟ้า และจัดชั้นวางหนังสือไม่ให้บดบังแสงสว่างจากประตูหน้าต่างของห้อง หรือย้ายห้องสมุดไปอยู่ในชั้นที่ 3 หรือ 4 ของอาคาร เพื่อแก้ไขปัญหาก็จะเป็นการประหยัดพลังงาน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.กาญจนา นาละพินธุ์ อาจารย์เฟื่องฟ้า กาญจนโณภาส และอาจารย์คิมลักษณ์ ดิธีสวัสดิ์เวทย์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษาแนะนำในการดำเนินงานเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ ตลอดจนท่านผู้อำนวยการโรงเรียน

คณะครู อาจารย์และนักเรียนในโรงเรียนสังกัด เทศบาลนครขอนแก่น ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- ชำนาญ ห่อเกียรติ. 2540. เทคนิคการส่องสว่าง. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พูนศักดิ์ พิมพา. 2527. ปริมาณการส่องสว่างในชั้นเรียนของโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่สังกัดต่อกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สวณศักดิ์ เกตุพันธ์. 2537. การวิเคราะห์คุณภาพระบบแสงสว่างและแนวทางแก้ไข: กรณีศึกษาอาคารเรียน อาคารราชการ และอาคารสำนักงานเอกชน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุทธิ ศรีบุรพา. 2540. เออร์گونอมิกส์ วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย. กรุงเทพฯ: เม็ดทรายพรินต์.
- อรุณ เขียวหวาน. 2532. ปริมาณการส่องสว่างในห้องสมุดของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Gagne, RM. 1977. The condition of learning and theory of instruction. New York: Holt Rinehart Winston.
- Illuminating Engineering Society. 1966. IES lighting handbook. 4th ed. Maryland: Waverly Press.

ตารางที่ 1 ปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนแต่ละระดับชั้น เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ CIE

ปริมาณความเข้มของ แสงสว่าง	โรงเรียน						รวม	
	ขนาดเล็ก		ขนาดกลาง		ขนาดใหญ่			
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ชั้นที่ 1								
ต่ำกว่า 300 ลักซ์	1	11.11	3	75.00	16	66.67	20	54.05
300 – 1,000 ลักซ์	8	88.89	1	25.00	8	33.33	17	45.95
สูงกว่า 1,000 ลักซ์	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	9	100	4	100	24	100	37	100
2. ชั้นที่ 2								
ต่ำกว่า 300 ลักซ์	0	0	4	66.67	6	22.22	10	22.73
300 – 1,000 ลักซ์	9	81.82	2	33.33	20	74.07	31	70.45
สูงกว่า 1,000 ลักซ์	2	18.18	0	0	1	3.70	3	6.82
รวม	11	100	6	100	27	100	44	100
3. ชั้นที่ 3								
ต่ำกว่า 300 ลักซ์	0	0	0	0	0	0	0	0
300 – 1,000 ลักซ์	1	25.00	5	100	20	76.92	26	74.29
สูงกว่า 1,000 ลักซ์	3	75.00	0	0	6	23.08	9	25.71
รวม	4	100	5	100	26	100	35	100
4. ชั้นที่ 4								
ต่ำกว่า 300 ลักซ์	0	0	0	0	0	0	0	0
300 – 1,000 ลักซ์	1	33.33	2	100	0	0	3	30.00
สูงกว่า 1,000 ลักซ์	2	66.67	0	0	5	100	7	70.00
รวม	3	100	2	100	5	100	10	100
รวม								
ต่ำกว่า 300 ลักซ์	1	3.70	7	41.18	22	26.83	30	23.81
300 – 1,000 ลักซ์	19	70.37	10	58.82	48	58.54	77	61.11
สูงกว่า 1,000 ลักซ์	7	25.93	0	0	12	14.63	19	15.08
รวม	27	100	17	100	82	100	126	100