



ความเข้มแสงสว่างและค่าดัชนีความร้อนภายในห้องเรียน เขตร้อนชื้น: การประเมินตามมาตรฐานกฎหมาย ในโรงเรียนขยายโอกาส จังหวัดสุราษฎร์ธานี

นันทกา นาคประสิทธิ์¹, อรุณี ดอกบัวแก้ว¹ และกัญธิมา หล้าดอนตู^{1*}

Received: January 27, 2026

Revised: May 19, 2026

Accepted: May 23, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเข้มแสงสว่างแบบพื้นที่ ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง และค่าดัชนีความร้อนภายในห้องเรียนของโรงเรียนขยายโอกาสในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงสว่างกับเกณฑ์มาตรฐานตามกฎหมายกระทรวงกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559 และประเมินความสม่ำเสมอของแสงสว่างโดยใช้ค่า $U_o = E_{min}/E_{avg}$ โดยอ้างอิงเกณฑ์ $U_o \geq 0.40$ จากมาตรฐาน EN 12464-1:2021 กลุ่มตัวอย่างเป็นโรงเรียนขยายโอกาสที่เข้าร่วมโครงการสถานศึกษาปลอดภัย จำนวน 2 โรงเรียน ดำเนินการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างด้วยเครื่องวัดความเข้มแสงสว่าง และตรวจวัดค่าดัชนีความร้อนภายในอาคารด้วยเครื่องวัด Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

ผลการศึกษาพบว่า โรงเรียนกรณีศึกษาแห่งนี้มีห้องที่ผ่านเกณฑ์ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่าง ≥ 300 ลักซ์ จำนวน 22 จาก 33 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 66.7 ผ่านเกณฑ์ค่าความเข้มแสงสว่าง ต่ำสุด ≥ 150 ลักซ์ จำนวน 24 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 72.7 และผ่านเกณฑ์ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง $U_o \geq 0.40$ จำนวน 30 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 90.9 โดยห้องเรียนมัธยมศึกษา ห้องเรียนรวม และห้องประชุมผ่านเกณฑ์ทุกตัวชี้วัด ขณะที่ห้องเรียนประถมศึกษา ห้องปฏิบัติการ และห้องสมุดยังพบค่าความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย ค่าความเข้มแสงสว่าง ต่ำสุด หรือค่าความสม่ำเสมอของแสงต่ำกว่าเกณฑ์ในบางพื้นที่ ส่วนโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งนี้มีห้องที่ผ่านเกณฑ์ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่าง จำนวน 11 จาก 15 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 73.3 ผ่านเกณฑ์ค่าความเข้มแสงสว่างต่ำสุด จำนวน 10 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 66.7 แต่ผ่านเกณฑ์ $U_o \geq 0.40$ เพียง 7 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 46.7 โดยห้องวิชาการผ่านเกณฑ์ทุกตัวชี้วัด ส่วนห้องเรียนประถมศึกษา ห้องเรียนมัธยมศึกษา ห้องประชุม ห้องสมุด และห้องพัสดุ พบค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่าง ค่าความเข้มแสงสว่างต่ำสุด หรือค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่างต่ำกว่าเกณฑ์ ส่วนผลการตรวจวัดค่าดัชนีความร้อนของทั้งสองโรงเรียน พบว่าอยู่ในช่วง $25.4\text{--}28.0^\circ\text{C}$ และ $26.2\text{--}28.6^\circ\text{C}$ ตามลำดับ ซึ่งค่าดัชนีความร้อน ณ ช่วงเวลาที่ตรวจวัดไม่เกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

จากผลการศึกษานี้ทางโรงเรียนควรปรับปรุงสภาพแสงสว่างทั้งด้านระดับความเข้มและความสม่ำเสมอของแสงสว่าง เช่น การตรวจสอบตำแหน่งโคมไฟและบริเวณที่ค่าความเข้มแสงสว่างต่ำกว่าเกณฑ์ การทำความสะอาดหรือเปลี่ยนหลอดไฟเสื่อมสภาพ การเพิ่มโคมไฟเฉพาะบริเวณที่ค่าความเข้มแสงสว่างต่ำสุดต่ำกว่าเกณฑ์ และการจัดการความร้อนด้วยการเพิ่มการระบายอากาศ ลดรังสีความร้อน หรือแสงจ้าจากช่องเปิดหรือหลังคา และกำหนดรอบการตรวจวัดสภาพแวดล้อมซ้ำให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ทางกฎหมาย

คำสำคัญ: ความเข้มแสงสว่าง / ดัชนีความร้อน / โรงเรียนขยายโอกาส / ห้องเรียนเขตร้อนชื้น

* ผู้รับผิดชอบบทความ: กัญธิมา หล้าดอนตู สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี 84000 E-mail: Kantima.l@psu.ac.th

¹ นักศึกษา สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี





Illuminance and Indoor Heat Stress Index (WBGT) in Tropical Classrooms: Assessment against Legal Standards in Opportunity Expansion Schools in Surat Thani Province, Thailand

Nanthaka Nakprasit¹, Arunee Dokbuakaew¹ and Kantima Ladondu^{1*}

Abstract

This survey study aimed to assess area illuminance, lighting uniformity, and indoor heat stress conditions in classrooms of opportunity expansion schools in Surat Thani Province, Thailand. Illuminance levels were compared with the criteria specified in the Ministerial Regulation on the Prescribing of Standards for Safety Management and Administration Relating to Heat, Light, and Noise B.E. 2559 (2016). Lighting uniformity was evaluated using $U_o = E_{min}/E_{avg}$, with $U_o \geq 0.40$ adopted as the reference criterion based on EN 12464-1:2021. The study was conducted in two opportunity expansion schools participating in the Safe School Project. Area illuminance was measured using a lux meter, and indoor heat stress was assessed using a Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) meter. Data were analyzed using descriptive statistics.

The results showed that, in Case Study School 1, 22 of 33 rooms (66.7%) met the average illuminance criterion of ≥ 300 lux, 24 rooms (72.7%) met the minimum illuminance criterion of ≥ 150 lux, and 30 rooms (90.9%) met the lighting uniformity criterion of $U_o \geq 0.40$. Secondary classrooms, the shared classroom, and the meeting room met all criteria, whereas primary classrooms, laboratories, and the library had substandard average illuminance, minimum illuminance, or lighting uniformity in some areas. In Case Study School 2, 11 of 15 rooms (73.3%) met the average illuminance criterion, 10 rooms (66.7%) met the minimum illuminance criterion, but only 7 rooms (46.7%) met the $U_o \geq 0.40$ criterion. The academic room met all criteria, while primary classrooms, secondary classrooms, the meeting room, library, and teachers' room showed issues related to uneven lighting distribution and/or substandard illuminance levels. Indoor WBGT values ranged from 25.4–28.0°C in School 1 and 26.2–28.6°C in School 2, which did not exceed the legal standard during the measurement period.

These findings suggest that schools should improve both illuminance levels and lighting uniformity by checking luminaire placement, cleaning or replacing deteriorated lamps, and adding task lighting in areas with low minimum illuminance. Heat management should also be supported through improved ventilation, reduction of heat gain through openings or roofs, and periodic environmental monitoring in accordance with legal requirements.

Keywords: Illuminance / Heat stress index / Opportunity expansion school / Tropical classroom

* **Corresponding Author:** Kantima Ladondu, Occupational Health and Safety, Faculty of Science and Industrial Technology, Songkla University, Surat Thani Campus, Surat Thani 84000 E-mail: Kantima.l@psu.ac.th

¹ Student, Occupational Health and Safety, Faculty of Science and Industrial Technology, Songkla University, Surat Thani Campus





1. บทนำ

การศึกษาถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ ห้องเรียนเป็นพื้นที่หลักของการเรียนรู้ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียน โดยเฉพาะความเข้มแสงสว่างและภาวะความร้อน จึงมีบทบาทสำคัญต่อความสบาย สุขภาพ สมาธิ และประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียน ภายใต้กรอบแนวคิดคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: IEQ) ปัจจัยด้านแสงและความร้อนถือเป็นองค์ประกอบทางกายภาพที่ส่งผลต่อทั้งความสบายในการมองเห็น ความสบายเชิงความร้อนและภาระทางสรีรวิทยาของผู้เรียน หากห้องเรียนมีระดับแสงสว่างไม่เพียงพอ แสงไม่สม่ำเสมอ อาจทำให้นักเรียนต้องเพ่งสายตา เกิดความล้าทางสายตา ปวดศีรษะ และลดสมาธิในการเรียนรู้ ในขณะเดียวกัน สภาพความร้อนภายในห้องเรียนที่สูงเกินไปอาจเพิ่มความไม่สบายทางความร้อน ความเครียดทางสรีรวิทยา และส่งผลต่อสมรรถนะการคิดและการทำกิจกรรมการเรียนรู้ งานวิจัยที่ผ่านมาได้สะท้อนว่าแสงสว่างและอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมสัมพันธ์กับความล้า การลดลงของสมาธิ สมรรถนะการคิด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งเพิ่มความเสี่ยงต่อการปวดตา ปวดศีรษะ รวมถึงอาการไม่สบายทางกายของนักเรียน (Arroyo et al., 2023; Winterbottom and Wilkins, 2009; Golmohammadi et al., 2021; Lala and Hagishima, 2023) นอกจากนี้ความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity of illuminance :Uo) เป็นอัตราส่วนระหว่างความส่องสว่างต่ำสุดบนพื้นผิวต่อความส่องสว่างเฉลี่ยของทั้งพื้นผิว หากค่า Uo ต่ำ ภาวะดังกล่าวอาจเพิ่มภาระการมองเห็นและก่อให้เกิดความไม่สบายทางสายตา (Boyce and Wilkins, 2018) หรือมีแสงสะท้อนรบกวน อุณหภูมิที่เหมาะสม และการควบคุมแสงสะท้อนยังบ่งชี้ถึงคุณภาพของสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อสมาธิและการตอบสนองเชิงสติปัญญาของผู้เรียนได้ (Gao et al., 2025; Aghajari and Chen, 2025)

การศึกษาในประเทศไทย พบว่าห้องเรียนที่มีค่าความสว่างไม่เป็นไปตามมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับความชุกของอาการล้าทางสายตาที่สูงขึ้นในนักเรียน (ปีทมพร กิตติก้อง และคณะ, 2560) ดังนั้นเด็กในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงจำเป็นต้องได้รับค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์ ตามกฎกระทรวงแรงงาน เรื่อง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2559 หมวด 2 (แสงสว่าง) เพื่อป้องกันการเพ่งและส่งเสริมการมองเห็น (มินตรา แสนโคก และคณะ, 2559) ส่วนสภาพความร้อนในห้องเรียนเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง โดยเฉพาะประเทศเขตร้อนชื้น ซึ่งพบผลการศึกษาภายในห้องเรียนที่มีอุณหภูมิสูงใกล้ 30°C ส่งผลต่อการลดประสิทธิภาพการทำแบบทดสอบภาษาและคณิตศาสตร์ ขณะที่หากอุณหภูมิลดลงสู่ช่วง 20–25°C ช่วยเพิ่มความเร็วและความถูกต้องของการทำแบบทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Wargocki et al., 2019) ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น มีโอกาสเกิดการสะสมความร้อนในอาคารเรียน เนื่องจากห้องเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (สุตาภรณ์ สุดประเสริฐ, 2559) โรงเรียนขยายโอกาสเป็นบริบทที่มีความสำคัญเชิงสังคม เนื่องจากรองรับนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นภายใต้ทรัพยากรด้านอาคารเรียนงบประมาณ และการปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่อาจจำกัด สภาพห้องเรียน การระบายอากาศ การเปิดรับแสงธรรมชาติ และความพร้อมของระบบควบคุมอากาศภายในอาคาร อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในประเทศไทยยังมีจำกัดที่นำผลตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง และระดับความร้อนภายในห้องเรียนของโรงเรียนขยายโอกาส มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และเสนอแนวทางปรับปรุงที่เหมาะสมกับบริบทของแต่ละโรงเรียน

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งประเมินความเข้มแสงสว่างและสภาพความร้อนภายในห้องเรียนเขตร้อนชื้น (tropical classroom environments) และเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงและเสนอแนวทางเชิงปฏิบัติในการส่งเสริมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ปลอดภัย เหมาะสม และเอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในบริบทเขตร้อนชื้น



2. วัตถุประสงค์

2.1 ตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง และระดับความร้อนในห้องเรียนของโรงเรียนขยายโอกาส จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.2 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง และระดับความร้อนในห้องเรียนกับกฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องของโรงเรียนขยายโอกาส จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.3 เพื่อเสนอแนวทางปรับปรุงระดับความเข้มแสงสว่าง และระดับความร้อนภายในห้องเรียนของโรงเรียนขยายโอกาส จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขอบเขตของการวิจัย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจภาคสนาม เลือกศึกษาในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 1 และเขต 3 จากนั้นคัดเลือกเฉพาะโรงเรียนขยายโอกาสที่เปิดสอนตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนต้น มีเกณฑ์คัดเลือกเข้า ประกอบด้วย 1) เป็นโรงเรียนขยายโอกาสที่เปิดสอนตั้งแต่ระดับปฐมวัย / ประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษาตอนต้น 2) ผู้บริหารอนุญาตให้เข้าพื้นที่และอำนวยความสะดวกในการตรวจวัด และ 3) สามารถเข้าถึงห้องเรียนหรือพื้นที่ใช้งานในช่วงเก็บข้อมูลได้ ดำเนินการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างแบบพื้นที่ และตรวจวัดระดับความร้อน ($WBGT_{in}$) ภายในอาคาร หลังจากนั้นจะนำค่าแสงสว่างมาประเมินความสม่ำเสมอของแสงสว่าง (U_o) และตรวจวัดค่า $WBGT_{in}$ เฉลี่ย 2 ชั่วโมงต่อห้องในช่วงเดือนที่ร้อนที่สุด (เดือนเมษายน) โดยก่อนเริ่มอ่านค่าจะทำการตั้งอุปกรณ์ให้ทำงานไว้อย่างน้อยสามสิบนาที โดยเลือกทำการตรวจวัดในช่วงที่ร้อนที่สุดของแต่ละวัน คือ เวลาตั้งแต่ 10.00 น. - 12.00 น. และ 13.00 น. - 15.00 น. และคำนวณหาค่าเฉลี่ย โดยจะทำการตรวจวัดแสงสว่างในช่วงเวลาดังกล่าวด้วยตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการตรวจวัด และการวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง รวมทั้งระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ พ.ศ.2561 จะนำผลการตรวจวัดไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และเสนอแนวทางปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมตามแต่ละประเภทของห้องนอกจากนี้มีการสำรวจลักษณะห้องเรียน เช่น ประเภทห้องเรียน การเปิดรับแสงธรรมชาติ การระบายอากาศ การใช้พัดลมหรือเครื่องปรับอากาศ และลักษณะการวางผังหลอดไฟ เพื่อใช้ประกอบการแปลผล ดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน เมษายน พ.ศ. 2568

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ห้องเรียนและพื้นที่ใช้งานภายในอาคารเรียนทั้งหมดของโรงเรียนที่เข้าเกณฑ์การศึกษา โดยมีโรงเรียนที่เข้าเกณฑ์กรณีศึกษาจำนวน 2 แห่ง โดยการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างครอบคลุมห้องเรียนและพื้นที่ใช้งานทั้งหมด จำนวน 48 ห้อง แบ่งเป็นโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 1 จำนวน 33 ห้อง และโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 2 จำนวน 15 ห้อง ส่วนการตรวจวัดระดับความร้อนด้วยค่า $WBGT_{in}$ ทั้งหมดจำนวน 47 ห้อง แบ่งเป็นโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 1 จำนวน 33 จุด และโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 2 จำนวน 14 ห้อง ตามลำดับ โดยไม่ได้ทำการตรวจวัดความร้อน 1 ห้อง เนื่องจากเป็นห้องที่มีระบบปรับอากาศ จึงไม่นำรวมในการประเมิน $WBGT_{in}$ เพื่อหลีกเลี่ยงความแตกต่างของสภาพความร้อนจากระบบควบคุมอุณหภูมิ

3.3 เครื่องมือ การตรวจวัดความเข้มแสงสว่างภายในห้องเรียนใช้ เครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux meter) ยี่ห้อ Exttech รุ่น 407026 หมายเลขเครื่อง Q845881 สอบเทียบวันที่ 26 พฤศจิกายน 2567 สำหรับตรวจวัดค่าความส่องสว่างในหน่วยลักซ์ (lux) โดยนำค่าความสว่างเฉลี่ย และค่าความสว่างต่ำสุด มาคำนวณค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่าง หรือ illuminance uniformity (U_o)



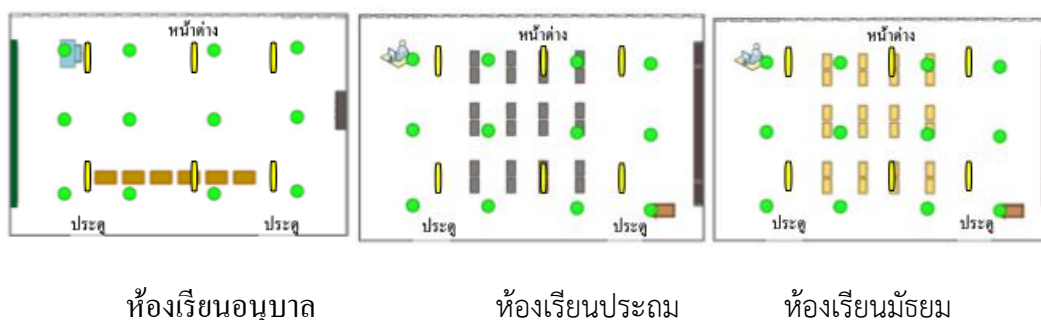


การตรวจวัดระดับความร้อนภายในห้องเรียนใช้ เครื่องวัดดัชนีความร้อน WBGT (Wet Bulb Globe Temperature monitor) ยี่ห้อ 3M รุ่น QUESTemp 34 หมายเลขเครื่อง TEQ090023 สอบเทียบวันที่ 18 พฤศจิกายน 2567 สำหรับตรวจวัดค่า WBGTin ภายในห้องเรียน โดยก่อนเริ่มบันทึกค่าได้ตั้งอุปกรณ์ให้ทำงานอย่างน้อย 30 นาที และตรวจวัดต่อเนื่องจุดละ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นค่า WBGTin เฉลี่ย 2 ชั่วโมง

ตัวอย่างแผนผังห้องเรียนและตำแหน่งโคมไฟ หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยใช้ห้องเรียนระดับอนุบาล ระดับประถม และระดับมัธยมของโรงเรียนกรณศึกษาแห่งที่ 1 (รูปภาพที่ 1) และห้องเรียนระดับอนุบาล ระดับประถม และระดับมัธยมของโรงเรียนกรณศึกษาแห่งที่ 2 เป็นตัวแทน (รูปภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผนผังห้องเรียนและตำแหน่งโคมไฟของโรงเรียนกรณศึกษาแห่งที่ 1



สัญลักษณ์  โคมไฟ และ  จุดตรวจวัดแสงสว่าง

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแผนผังห้องเรียนและตำแหน่งโคมไฟของโรงเรียนกรณศึกษาแห่งที่ 2

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด เพื่อสรุปค่าความเข้มแสงสว่าง ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง และระดับความร้อนภายในห้องเรียน

ผลการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างนำไปเปรียบเทียบกับ มาตรฐานความเข้มแสงในการทำงานของ กระทรวงแรงงาน (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2561) ซึ่งออกตามกฎหมายกำหนดมาตรฐานในการ บริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน



แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559 โดยใช้เกณฑ์สำหรับพื้นที่ลักษณะห้องฝึกอบรม/ห้องบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์ และค่าความเข้มแสงสว่างต่ำสุดไม่น้อยกว่า 150 ลักซ์

ความสม่ำเสมอของแสงสว่างประเมินจากค่า illuminance uniformity (Uo) ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างค่าความสว่างต่ำสุดต่อค่าความสว่างเฉลี่ยของพื้นที่ที่ตรวจวัด โดยใช้สูตร $Uo = E_{min}/E_{avg}$ และใช้เป็นตัวชี้วัดเพื่ออธิบายการกระจายของแสงสว่างภายในห้องเรียน อ้างอิงแนวทางของ BS EN 12464-1:2021 Light and lighting—Lighting of work places—Part 1: Indoor work places ซึ่งระบุค่าความสม่ำเสมอของแสงในพื้นที่โดยรอบใกล้เคียงไม่น้อยกว่า 0.40 ($Uo \geq 0.40$) (British Standards Institution, 2021)

ผลการตรวจวัดระดับความร้อนวิเคราะห์จากค่า WBGT_{in} เฉลี่ย 2 ชั่วโมง และเปรียบเทียบกับมาตรฐานความร้อนในการทำงานของกระทรวงแรงงาน (กระทรวงแรงงาน, 2559) โดยจัดกิจกรรมการเรียนในห้องเรียนเป็นลักษณะงานเบา ซึ่งมีเกณฑ์ระดับความร้อนไม่เกินค่าเฉลี่ย 34°C

3.5 จริยธรรมและการอนุญาตเข้าพื้นที่ การศึกษานี้เป็นการตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพของอาคารเรียน ไม่ได้เก็บข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลสุขภาพ หรือข้อมูลที่ระบุตัวตนของนักเรียนและบุคลากร การเข้าพื้นที่และการเก็บข้อมูลดำเนินการภายหลังได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้บริหารโรงเรียน

4. ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

โรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 1 เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีนักเรียน 734 คน และมีอาคารเรียน 5 อาคาร ส่วนโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 3 เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีนักเรียน 213 คน และมีอาคารเรียน 3 อาคาร จากการสำรวจลักษณะทั่วไปของห้องเรียนและห้องสนับสนุนการเรียนรู้ พบว่าทุกประเภทห้องมีการรับแสงธรรมชาติผ่านหน้าต่างด้านข้างอาคาร และใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติร่วมกับพัดลมเป็นหลัก ส่วนโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ส่วนใหญ่ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง โดยวางตามแนวพื้นที่ใช้งาน เช่น โต๊ะเรียน กระดาน หรือพื้นที่กิจกรรม โดยแบ่งประเภทห้องตามลักษณะการใช้งาน รายละเอียด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านแสงธรรมชาติ การระบายอากาศ และลักษณะการวางผังโคมไฟของห้องเรียน และห้องสนับสนุนการเรียนรู้

ประเภทห้องตามลักษณะการใช้งาน	การเปิดรับแสงธรรมชาติ	การระบายอากาศหลัก	ลักษณะการวางผังหลอดไฟ
ห้องเรียนอนุบาล	หน้าต่างด้านข้างอาคาร	จากธรรมชาติและพัดลม	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง โดยอยู่ในแนวพื้นที่กิจกรรมและโต๊ะเรียน
ห้องเรียนประถมศึกษา	หน้าต่างด้านข้างอาคาร	จากธรรมชาติและพัดลม	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง โดยอยู่ในแนวโต๊ะเรียนและกระดาน
ห้องเรียนมัธยมศึกษา	หน้าต่างด้านข้างอาคาร	จากธรรมชาติและพัดลม	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง โดยอยู่ในแนวโต๊ะเรียนและกระดาน



ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านแสงธรรมชาติ การระบายอากาศ และลักษณะการวางผังโคมไฟของห้องเรียน และห้องสนับสนุนการเรียนรู้ (ต่อ)

ประเภทห้อง ตามลักษณะ การใช้งาน	การเปิดรับ แสงธรรมชาติ	การระบายอากาศหลัก	ลักษณะการวางผังหลอดไฟ
ห้องปฏิบัติการ	หน้าต่างด้านข้างอาคาร	จากธรรมชาติและพัดลม	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง โดยกระจายตามพื้นที่ปฏิบัติงาน
ห้องเรียนรวม	หน้าต่างด้านข้างอาคาร	จากธรรมชาติและพัดลม	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง
ห้องเรียนเด็กก้อทิสติก	หน้าต่างด้านข้างอาคาร	จากธรรมชาติและพัดลม	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง
ห้องประชุม	หน้าต่างด้านข้างอาคาร	จากธรรมชาติและพัดลม	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง
ห้องสมุด	หน้าต่างด้านข้างอาคาร	จากธรรมชาติและพัดลม	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง (โรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 1)
	หน้าต่างด้านข้างอาคาร	จากธรรมชาติและเครื่องปรับอากาศ	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเป็นแถวตามแนวยาวของห้อง (โรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 2)

4.2 ผลการตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง และความสม่ำเสมอของแสงสว่าง แยกตามประเภทห้องเรียน

ผลการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 1 จำนวน 33 ห้อง พบว่าห้องที่มีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างผ่านเกณฑ์ ≥ 300 lux จำนวน 22 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 66.7 และมีค่าต่ำสุดผ่านเกณฑ์ ≥ 150 lux จำนวน 24 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 72.7 เมื่อพิจารณาความสม่ำเสมอของแสงสว่าง พบว่าห้องที่มีค่า $U_o \geq 0.40$ จำนวน 30 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 90.9 เมื่อจำแนกตามประเภทห้อง พบว่าห้องเรียนมัธยมศึกษา ห้องเรียนรวม และห้องประชุมผ่านเกณฑ์ทุกห้อง ร้อยละ 100.0 ขณะที่ห้องเรียนประถมศึกษาและห้องปฏิบัติการ มีสัดส่วนผ่านเกณฑ์ค่าเฉลี่ยแสงสว่างต่ำกว่า โดยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 55.6 และ 50.0 ตามลำดับ ห้องเรียนเด็กก้อทิสติก แม้ค่าความเข้มแสงสว่างต่ำสุดและค่า U_o ผ่านเกณฑ์ แต่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างไม่ผ่านเกณฑ์ ≥ 300 lux ส่วนห้องสมุดมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างผ่านเกณฑ์ แต่ค่าความเข้มแสงสว่างต่ำสุดและค่า U_o ไม่ผ่านเกณฑ์ แสดงถึงการกระจายแสงยังไม่สม่ำเสมอ ดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างแบบพื้นที่ และค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่าง (U_o) ของโรงเรียนกรณศึกษาแห่งที่ 1

ประเภทห้อง ตามลักษณะ การใช้งาน	จำนวนห้อง	ค่าเฉลี่ย ของแสงสว่าง (lux)	ค่าเฉลี่ย ของแสงสว่าง ≥ 300 lux	ค่าต่ำสุด ของแสงสว่าง ≥ 150 lux	U_o เฉลี่ย	$U_o \geq 0.40$
ห้องเรียนอนุบาล	4	334.2	3/4 (75.0%)	3/4 (75.0%)	0.59	4/4 (100.0%)
ห้องเรียนประถมศึกษา	18	346.7	10/18 (55.6%)	12/18 (66.7%)	0.59	16/18 (88.9%)
ห้องเรียนมัธยมศึกษา	5	621.0	5/5 (100.0%)	5/5 (100.0%)	0.59	5/5 (100.0%)
ห้องปฏิบัติการ	2	390.0	1/2 (50.0%)	1/2 (50.0%)	0.62	2/2 (100.0%)
ห้องเรียนรวม	1	367.0	1/1 (100.0%)	1/1 (100.0%)	0.54	1/1 (100.0%)
ห้องเรียนเด็ก ออทิสติก	1	283.0	0/1 (0.0%)	1/1 (100.0%)	0.62	1/1 (100.0%)
ห้องประชุม	1	643.0	1/1 (100.0%)	1/1 (100.0%)	0.56	1/1 (100.0%)
ห้องสมุด	1	356.0	1/1 (100.0%)	0/1 (0.0%)	0.36	0/1 (0.0%)
รวม : จำนวน (ร้อยละ)	33	397.1	22 (66.7%)	24 (72.7%)	0.59	30 (90.9%)

ผลการตรวจวัดแสงสว่างภายในโรงเรียนกรณศึกษาแห่งที่ 2 ทั้งหมด 15 ห้อง พบว่า ห้องที่มีค่าเฉลี่ยแสงสว่างผ่านเกณฑ์ ≥ 300 lux จำนวน 11 ห้อง (73.3%) และค่าต่ำสุดของแสงสว่างผ่านเกณฑ์ ≥ 150 lux จำนวน 10 ห้อง (66.7%) ขณะที่ค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่างผ่านเกณฑ์ $U_o \geq 0.40$ เพียง 7 ห้อง (46.7%) เมื่อแยกตามประเภทห้อง พบว่า ห้องเรียนมัธยมศึกษา ห้องประชุม และห้องวิชาการมีค่าเฉลี่ยแสงสว่างผ่านเกณฑ์ทุกห้อง แต่ห้องเรียนมัศึกษามีค่า U_o ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 33.3 และห้องประชุมไม่ผ่านเกณฑ์ U_o ห้องเรียนประถมศึกษา แม้มีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 83.3 แต่ค่าต่ำสุดผ่านเกณฑ์เพียงร้อยละ 50.0 และค่า U_o ผ่านเกณฑ์เพียงร้อยละ 33.3 ส่วนห้องสมุด พบว่ามีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างต่ำที่สุด คือ 199.0 lux และไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด ส่วนห้องพักรู ไม่ผ่านเกณฑ์ทุกตัวชี้วัด ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่าง ค่าต่ำสุด และค่า U_o โดยภาพรวมควรปรับปรุงเรื่อง ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง โดยเฉพาะในห้องเรียนประถมศึกษา ห้องเรียนมัธยมศึกษา ห้องประชุม และห้องพักรู รวมถึงเพิ่มความสว่างในห้องสมุดและห้องพักรู ดังตารางที่ 3





ตารางที่ 3 ผลการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างแบบพื้นที่ และค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่าง (U_o) ของโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 2

ประเภทห้อง/ การใช้งาน	จำนวนห้อง	ค่าเฉลี่ย ของแสงสว่าง (lux)	ค่าเฉลี่ย ของแสงสว่าง ≥ 300 lux	ค่าต่ำสุด ของแสงสว่าง ≥ 150 lux	U_o เฉลี่ย	$U_o \geq 0.40$
ห้องเรียนอนุบาล	2	374.5	1/2 (50.0%)	2/2 (100.0%)	0.59	2/2 (100.0%)
ห้องเรียนประถมศึกษา	6	462.8	5/6 (83.3%)	3/6 (50.0%)	0.40	2/6 (33.3%)
ห้องเรียนมัธยมศึกษา	3	479.7	3/3 (100.0%)	3/3 (100.0%)	0.37	1/3 (33.3%)
ห้องประชุม	1	569.0	1/1 (100.0%)	1/1 (100.0%)	0.35	0/1 (0.0%)
ห้องสมุด	1	199.0	0/1 (0.0%)	0/1 (0.0%)	0.57	1/1 (100.0%)
ห้องวิชาการ	1	369	1/1 (100.0%)	1/1 (100.0%)	0.41	1/1 (100.0%)
ห้องพักรู	1	282	0/1 (0.0%)	0/1 (0.0%)	0.36	0/1 (0.0%)
รวม : จำนวน (ร้อยละ)	15	425.60	11 (73.3%)	10 (66.7%)	0.43	7 (46.7%)

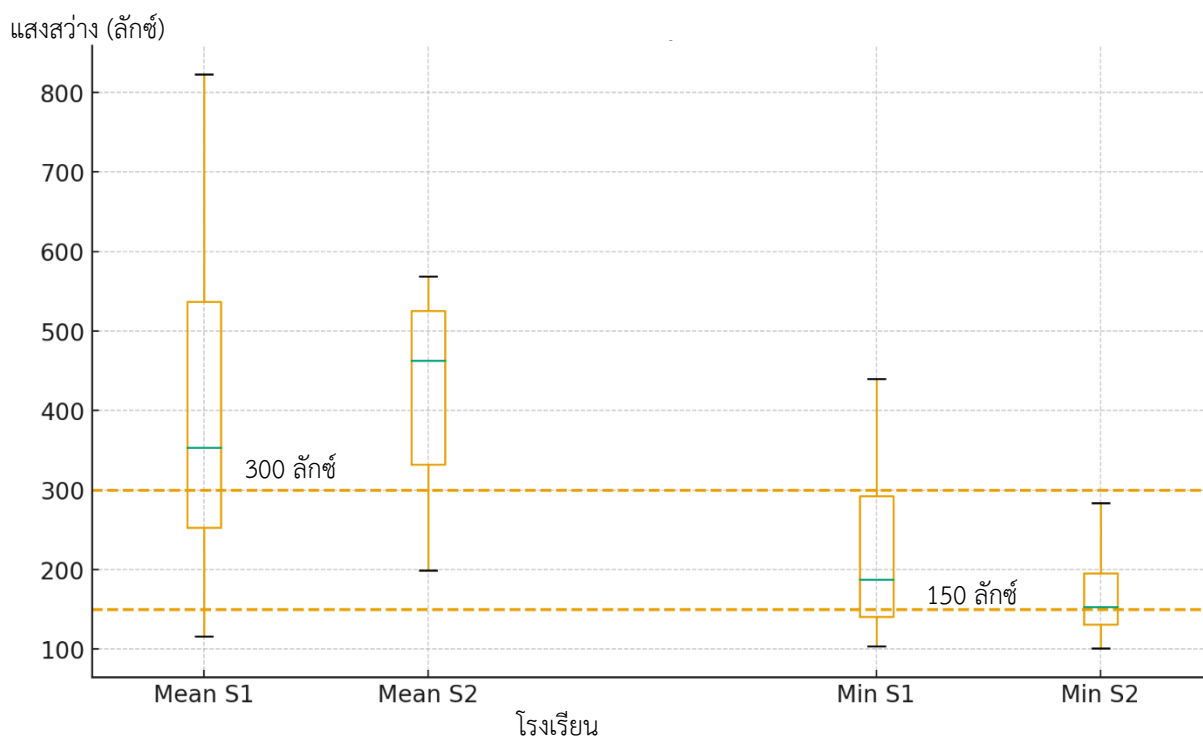
4.3 สรุปผลการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างกับเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มแสงสว่างกับเกณฑ์มาตรฐาน (กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2559) พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างของโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 1 (397.12 ± 194.34 ลักซ์) และโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 2 (425.60 ± 120.05 ลักซ์) สูงกว่าเกณฑ์ 300 ลักซ์ ทั้งสองโรงเรียน ขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มแสงสว่างต่ำสุดอยู่ในช่วง 217.52 ± 92.11 ลักซ์ และ 168.53 ± 55.01 ลักซ์ตามลำดับ ซึ่งยังพบค่าต่ำกว่าเกณฑ์ 150 ลักซ์ ในบางห้อง จึงควรพิจารณาความสม่ำเสมอของแสงสว่างด้วย ดังภาพที่ 3





ผลเปรียบเทียบความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ย และค่าต่ำสุดเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ย และค่าต่ำสุดเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของทั้งสองโรงเรียน

4.4 ผลการตรวจวัดความร้อนของโรงเรียนกรณิศศึกษาแห่งที่ 1 และโรงเรียนกรณิศศึกษาแห่งที่ 2

การตรวจวัดระดับความร้อนภายในอาคาร (Wet Bulb Globe Temperature : WBGT_{in}) ซึ่งการเรียนจัดเป็นลักษณะงานเบา เนื่องจากมีการใช้พลังงานหรือกำลังที่ทำให้เกิดการเผาผลาญในร่างกายไม่เกิน 200 Kcal/hr ผลการตรวจวัดพบว่าโรงเรียนกรณิศศึกษาแห่งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย WBGT เท่ากับ 26.66°C มีค่าต่ำสุด-สูงสุดเท่ากับ 25.4–28.0°C จากจำนวนจุดตรวจวัด 33 ห้อง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกห้อง (100%) เช่นเดียวกับโรงเรียนกรณิศศึกษาแห่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย WBGT เท่ากับ 27.78°C มีค่าต่ำสุด-สูงสุดเท่ากับ 26.2–28.6°C จำนวน 14 ห้อง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกห้อง (100%) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตาม กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2559 ซึ่งกำหนดลักษณะการทำงานเบา ต้องมีอุณหภูมิ WBGT ไม่เกิน 34°C พบว่าทุกจุดตรวจวัดของทั้งสองโรงเรียนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 100% ดังตารางที่ 4 และ 5



ตารางที่ 4 ภาพรวมผลการตรวจวัดระดับความร้อน โรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 1

ประเภทห้องตามลักษณะ การใช้งาน	จำนวนห้อง	ค่าเฉลี่ย *WBGT _{in} (°C)	พิสัย (ต่ำสุด-สูงสุด) (°C)	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน n (%)
ห้องเรียนอนุบาล	4	26.98	26.8–27.1	4 (100.0)
ห้องเรียนประถมศึกษา	18	26.62	25.8–28.0	18 (100.0)
ห้องเรียนมัธยมศึกษา	5	26.40	25.4–26.8	5 (100.0)
ห้องปฏิบัติการ	2	26.70	26.6–26.8	2 (100.0)
ห้องเรียนรวม	1	27.10	27.1–27.1	1 (100.0)
ห้องเรียนเด็กออทิสติก	1	26.80	26.8–26.8	1 (100.0)
ห้องประชุม	1	27.10	27.1–27.1	1 (100.0)
ห้องสมุด	1	26.30	26.3–26.3	1 (100.0)
รวม	33	26.66	25.4–28.0	33 (100%)

* ค่ามาตรฐานลักษณะงานเบา อุณหภูมิเฉลี่ยไม่เกิน 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5 ภาพรวมผลการตรวจวัดระดับความร้อน โรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 2

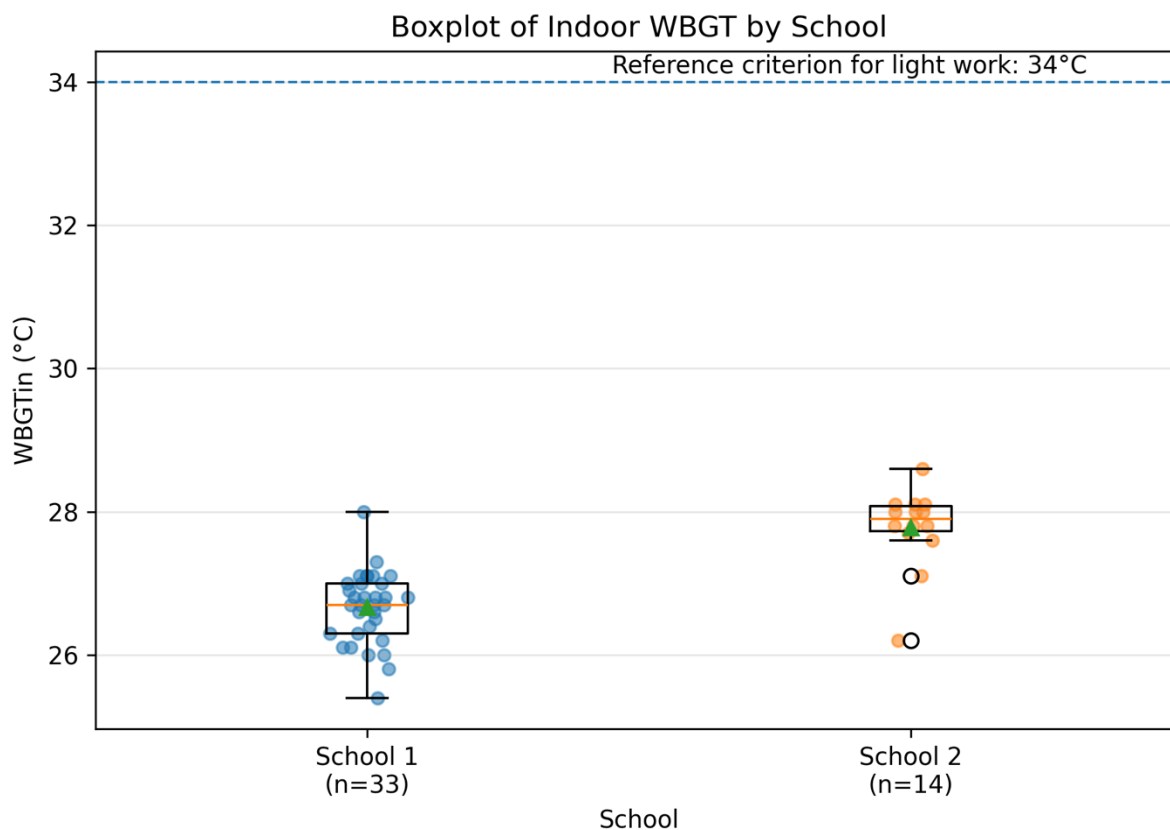
ประเภทห้องตามลักษณะ การใช้งาน	จำนวนห้อง	ค่าเฉลี่ย WBGT _{in} (°C)	พิสัย (ต่ำสุด-สูงสุด) (°C)	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน n (%)
ห้องเรียนอนุบาล	2	28.30	28.0–28.6	2 (100.0)
ห้องเรียนประถมศึกษา	6	27.88	27.6–28.1	6 (100.0)
ห้องเรียนมัธยมศึกษา	3	27.97	27.8–28.1	3 (100.0)
ห้องประชุม	1	26.20	26.2–26.2	1 (100.0)
ห้องพักครู	1	27.10	27.1–27.1	1 (100.0)
ห้องวิชาการ	1	27.80	27.8–27.8	1 (100.0)
รวม	14	27.78	26.2–28.6	14 (100.0)

* ค่ามาตรฐานลักษณะงานเบา อุณหภูมิเฉลี่ยไม่เกิน 34 องศาเซลเซียส

4.5 สรุปผลการตรวจวัดความร้อนเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความร้อนภายในอาคาร หรือ WBGT_{in} กับเกณฑ์มาตรฐานตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งกำหนดให้ลักษณะงานเบา มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิแวดล้อมไม่เกิน 34°C พบว่า ค่า WBGT_{in} ของห้องเรียนทั้งสองโรงเรียนอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวทุกจุดตรวจวัด จากผลการตรวจวัด พบว่าโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 1 มีค่า WBGT_{in} อยู่ในช่วง 25.4–28.0°C ส่วนโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 26.2–28.6°C ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์อ้างอิง 34°C สำหรับลักษณะงานเบา อย่างไรก็ตามทั้งสองโรงเรียน มีระดับ WBGT_{in} แตกต่างกัน โดยภาพรวม จึงควรให้ความสำคัญกับการระบายอากาศ การใช้พัดลม และการลดการสะสมความร้อนภายในห้องเรียน





ภาพที่ 4 ค่าดัชนีความร้อนภายในห้องเรียน ($WBGT_{in}$) จำแนกตามโรงเรียน
เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานสำหรับลักษณะงานเบา 34°C

4.6 แนวทางปรับปรุงระดับความเข้มของแสงสว่างและระดับความร้อน

จากผลการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างและค่าดัชนีความร้อนภายในอาคาร พบว่าห้องเรียนและห้องสนับสนุนการเรียนรู้ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และค่า $WBGT_{in}$ อยู่ในระดับที่ไม่เกินเกณฑ์อ้างอิง อย่างไรก็ตาม ยังพบว่าบางห้องมีค่าเฉลี่ยหรือค่าต่ำสุดของแสงสว่างต่ำกว่าเกณฑ์ รวมถึงมีการกระจายแสงไม่สม่ำเสมอในบางบริเวณ ขณะที่ค่าความร้อนภายในห้องเรียนบางห้องมีแนวโน้มสูง จึงควรมีแนวทางปรับปรุงเบื้องต้นตามลักษณะพื้นที่ใช้งาน ดังตารางที่ 6





ตารางที่ 6 แนวทางปรับปรุงเบื้องต้นด้านแสงสว่างและความร้อนจำแนกตามลักษณะพื้นที่ใช้งาน

ประเภทห้องตามลักษณะการใช้งาน	ปัญหาที่ควรพิจารณา	แนวทางปรับปรุงด้านแสงสว่าง	แนวทางการปรับปรุงด้านความร้อน
ห้องเรียนอนุบาล	มีพื้นที่กิจกรรมหลากหลาย เช่น โต๊ะเรียน มุมอ่านหนังสือ และพื้นที่นั่งพื้น อาจเกิดแสงไม่สม่ำเสมอในบางจุด	ปรับตำแหน่งโต๊ะและพื้นที่กิจกรรมให้อยู่ในบริเวณที่ได้รับแสงเพียงพอ เพิ่มหรือซ่อมแซมโคมไฟในบริเวณมุมห้อง และหลีกเลี่ยงแสงจ้าหรือแสงสะท้อนโดยตรง	เปิดหน้าต่างเพื่อเพิ่มการระบายอากาศ ใช้พัดลมช่วยหมุนเวียนอากาศ และลดการสะสมความร้อนจากอุปกรณ์ หรือวัสดุตกแต่งภายในห้อง
ห้องเรียนประถมศึกษา	การจัดโต๊ะเรียนเป็นแถว อาจทำให้บางตำแหน่งอยู่ห่างจากแนวโคมไฟ หรือเกิดเงาบังบนโต๊ะเรียน	ตรวจสอบตำแหน่งโคมไฟให้ครอบคลุมแนวโต๊ะเรียน ปรับระยะห่างระหว่างโต๊ะกับแนวโคมไฟ และทำความสะอาดหลอดไฟ/ฝาครอบโคมไฟอย่างสม่ำเสมอ	เพิ่มการเปิดช่องลมและหน้าต่างระหว่างเรียน ใช้พัดลมให้ครอบคลุมทุกบริเวณ และหลีกเลี่ยงการจัดโต๊ะหนาแน่นเกินไป
ห้องเรียนมัธยมศึกษา	มีการใช้งานด้านการอ่านเขียน และการเรียนการสอนต่อเนื่องเป็นเวลานาน จึงต้องการแสงที่เพียงพอและสม่ำเสมอ	ปรับปรุงบริเวณที่ค่าต่ำสุดของแสงต่ำกว่า 150 lux โดยเพิ่มจุดโคมไฟหรือเปลี่ยนหลอดไฟที่เสื่อมสภาพ และควรจัดแนวโต๊ะเรียนให้สัมพันธ์กับแนวโคมไฟ	ส่งเสริมการระบายอากาศข้ามห้อง เปิดหน้าต่างในช่วงที่ไม่รบกวนการเรียน และใช้พัดลมร่วมกับการลดแหล่งสะสมความร้อน เช่น ม่านทึบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า
ห้องปฏิบัติการ	ต้องการแสงเพียงพอเฉพาะบริเวณโต๊ะปฏิบัติการ และอาจมีความร้อนสะสมจากกิจกรรมหรืออุปกรณ์	เพิ่มความสว่างเฉพาะจุดบริเวณโต๊ะปฏิบัติการ ตรวจสอบแสงสะท้อนจากพื้นผิวโต๊ะ และจัดตำแหน่งโคมไฟให้ครอบคลุมพื้นที่ทำงาน	เพิ่มการระบายอากาศเฉพาะบริเวณที่มีอุปกรณ์หรือกิจกรรมที่ก่อความร้อน และควรเปิดพัดลมหรือช่องระบายอากาศระหว่างใช้งาน
ห้องวิชาการและห้องประชุม	พื้นที่กว้าง ทำให้แสงอาจกระจายไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะบริเวณขอบห้องหรือมุมห้อง	เพิ่มจุดโคมไฟในบริเวณที่แสงไม่เพียงพอ แบ่งโซนการเปิดไฟตามพื้นที่ใช้งาน และตรวจสอบความสม่ำเสมอของแสงทั่วทั้งห้อง	เปิดช่องลมหรือหน้าต่างหลายด้าน ใช้พัดลมหลายตำแหน่งให้เกิดการหมุนเวียนอากาศ และหลีกเลี่ยงการใช้งานในช่วงเวลาที่อากาศร้อนจัดหากไม่มีการระบายอากาศเพียงพอ
ห้องสมุด	ต้องการแสงเหมาะสมสำหรับการอ่านหนังสือ และควรลดเงาบังบนโต๊ะอ่านหนังสือ	จัดโต๊ะอ่านหนังสือให้อยู่ในบริเวณที่มีแสงสม่ำเสมอ เพิ่มไฟเฉพาะจุดในพื้นที่อ่านหนังสือ และลดแสงสะท้อนจากหน้าต่างหรือพื้นผิวโต๊ะ	เปิดหน้าต่างเพื่อระบายอากาศ ลดความร้อนสะสมบริเวณชั้นหนังสือ และใช้พัดลมให้ครอบคลุมพื้นที่อ่านหนังสือ
ห้องเรียนเด็กอนุบาล	ต้องการสภาพแสงที่ไม่จ้า ไม่กะพริบ และมีความสม่ำเสมอ เพื่อลดสิ่งกระตุ้นทางประสาทสัมผัส	ใช้แสงที่นุ่มนวล หลีกเลี่ยงหลอดไฟกะพริบหรือแสงจ้าโดยตรง ตรวจสอบตำแหน่งโคมไฟไม่ให้เกิดเงาหรือแสงสะท้อนรบกวน	ควบคุมอุณหภูมิและการไหลเวียนอากาศให้สบาย ไม่ร้อนอบอ้าว และหลีกเลี่ยงพัดลมที่มีเสียงดังหรือเป่าตรงตัวเด็กมากเกินไป



5. อภิปรายผล

ผลการตรวจวัดแสงสว่างของโรงเรียนกรณีศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าห้องเรียนจำนวนหนึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่ยังพบค่าความเข้มแสงสว่างต่ำสุดหรือค่าความสม่ำเสมอของแสงต่ำกว่าเกณฑ์ในบางพื้นที่ แสดงให้เห็นว่าการประเมินคุณภาพแสงสว่างภายในห้องเรียนไม่ควรพิจารณาเฉพาะค่าเฉลี่ยเท่านั้น แต่ควรพิจารณาการกระจายแสงในแต่ละตำแหน่งร่วมด้วย ผลการตรวจวัดดังกล่าวอาจจะสัมพันธ์กับตำแหน่งและระยะห่างของโคมไฟ การจัดวางโต๊ะเรียน แนวหน้าต่าง การเปิดรับแสงธรรมชาติ รวมถึงสิ่งกีดขวางภายในห้อง เช่น ตู้ ชั้นวางหนังสือ ม่าน หรือสื่อการเรียนการสอน ซึ่งอาจทำให้เกิดเงาบังหรือแสงไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะบริเวณมุมห้องหรือพื้นที่ห่างจากแนวโคมไฟ ได้รับแสงไม่เพียงพอ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งพบว่าห้องเรียนบางส่วนมีระดับความเข้มแสงสว่างไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน และอาจส่งผลกระทบต่อความเมื่อยล้าทางสายตาของนักเรียน (ปัทมพร กิตติก้อง และคณะ, 2560; มินตรา แสนโคก และคณะ, 2559) นอกจากนี้ความสม่ำเสมอของแสงยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสบายตา การอ่าน การเขียน และสมาธิของผู้เรียน โดยการออกแบบหน้าต่าง ช่องเปิด และการจัดแสงที่เหมาะสมมีผลต่อการกระจายแสงธรรมชาติและคุณภาพการเรียนรู้ในห้องเรียน (Maurya et al., 2023; Budhiyanto & Chiou, 2024; Prasertseree & Tuaycharoen, 2025)

ผลการตรวจวัดระดับความร้อนแบบ WBGT ภายในอาคารเรียน พบว่าโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย WBGT เท่ากับ 26.66°C (ช่วง $25.4\text{--}28.0^{\circ}\text{C}$) ส่วนโรงเรียนกรณีศึกษาแห่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 27.78°C (ช่วง $26.2\text{--}28.6^{\circ}\text{C}$) แม้ค่าดังกล่าวจะไม่เกินค่ามาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะการเรียนที่มีการงานเบาตามเกณฑ์ของกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2559 (ไม่เกิน 34°C สำหรับงานเบา) แต่ควรพิจารณาปัจจัยการสะสมของความร้อนและการระบายอากาศภายในอาคารด้วย เนื่องจากห้องเรียนในบริบทเขตร้อนชื้นส่วนใหญ่พึ่งพาการระบายอากาศตามธรรมชาติและพัดลมเป็นหลัก ความร้อนสะสมจากหลังคา ผนัง ทิศทางอาคาร ช่องเปิด และประสิทธิภาพของการไหลเวียนอากาศจึงอาจส่งผลกระทบต่อความสบายเชิงความร้อนของผู้เรียนได้ แม้ค่า WBGT_{in} ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในห้องเรียนสัมพันธ์กับความสบาย สมาธิ ความเหนื่อยล้า และสมรรถนะทางการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะในสภาพอากาศร้อนหรือการระบายอากาศไม่เพียงพอ (Puangmalee et al., 2019; Wargocki et al., 2019; Gao et al., 2025; Makun, 2019; Cen et al., 2025) อีกทั้งแนวทางด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศไทยยังให้ความสำคัญกับการระบายอากาศที่เหมาะสมต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการเรียนรู้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2559) จากผลการศึกษาข้างต้นทางโรงเรียนควรปรับตำแหน่งโคมไฟให้ครอบคลุมพื้นที่เรียนและอยู่ในตำแหน่งที่มีการใช้งาน ลดเงาบังและแสงสะท้อน เพิ่มการระบายอากาศ และลดความร้อนสะสมจากหลังคาหรือผนัง

ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้มีข้อจำกัดเนื่องจากเก็บข้อมูลจากโรงเรียนกรณีศึกษาเพียง 2 แห่ง และตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในช่วงเวลาที่กำหนดเท่านั้น ผลการตรวจวัดแสงสว่างและ WBGT_{in} อาจได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศภายนอก ปริมาณแสงธรรมชาติ การเปิด-ปิดหน้าต่าง และรูปแบบการใช้งานห้องเรียนในขณะตรวจวัด นอกจากนี้การตรวจวัด WBGT_{in} ยังไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของความร้อนตลอดทั้งวันหรือทุกฤดูกาลได้





6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ทำการตรวจสอบเพิ่มเติมของตำแหน่งโคมไฟกับตำแหน่งโต๊ะเรียน กระดาน และจุดอ่านหนังสือ โดยเฉพาะห้องที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 300 ลักซ์หรือค่าต่ำสุดต่ำกว่า 150 ลักซ์ ควรทำความสะอาดโคมไฟ เปลี่ยนหลอดที่เสื่อมสภาพ เพิ่มโคมไฟเฉพาะจุด และปรับตำแหน่งโต๊ะหรือสื่อการสอน เพื่อลดเพื่อลดเงาบัง หรือแสงสะท้อน และเพิ่มความสว่าง

6.2 กรณีห้องเรียนมีค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่างต่ำกว่าเกณฑ์ ควรตรวจสอบตำแหน่งโคมไฟร่วมกับผังการจัดโต๊ะเรียนและพื้นที่ใช้งานจริง โดยปรับหรือเพิ่มโคมไฟในบริเวณที่มีแสงต่ำ เช่น มุมห้อง พื้นที่อ่านหนังสือ หรือบริเวณที่อยู่ห่างจากแนวโคมไฟ ลดสิ่งกีดขวางที่ทำให้เกิดเงาบัง เช่น ตู้ ชั้นวางของ ม่าน หรือสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้แสงกระจายได้ทั่วถึงมากขึ้น

6.3 กรณีความร้อนในห้องเรียน ควรเพิ่มการระบายอากาศ ติดตั้งพัดลมดูดอากาศในตำแหน่งที่เหมาะสม และพิจารณาฉนวนหรือวัสดุสะท้อนความร้อนบริเวณหลังคา

6.4 ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มจำนวนโรงเรียน ตรวจวัดซ้ำในหลายช่วงเวลา และเก็บข้อมูลความรู้สึกลบยาหรือการรับรู้ของนักเรียน และครูร่วมด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหาร และคณะครูโรงเรียนขยายโอกาสทั้งสองแห่งในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์และอนุญาตให้เข้าพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล และช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล การทำวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559. (2559, 17 ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 133 ตอนที่ 91 ก. หน้า 48-54.

กระทรวงสาธารณสุข, กรมอนามัย, สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2559). คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. <https://ghh.anamai.moph.go.th/storage/app/uploads/public/603/b5b/072/603b5b0720697166916487.pdf>

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง. (2561, 21 กุมภาพันธ์). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 135 ตอนพิเศษ 39 ง. หน้า 15-21.

ปัทมพร กิตติก้อง, พรพรรณ สกุลคู, กิตติราวุฒิ ขวัญขารี และกันณพงศ์ อัครไชยพงศ์. (2560). การศึกษาระดับความเข้มแสงสว่างในห้องเรียน และลักษณะทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อความรู้สึกเมื่อยล้าทางสายตาของนักเรียน: กรณีศึกษาโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่ง จังหวัดขอนแก่น. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น, 24(3), 10-18. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/jdpc7kk/article/view/162443/117208>

มินตรา แสนโคก, ศจีพร ราชคูบอน และศุภาพร จำปาคำ. (2559). การตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างในอาคารโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา จังหวัดมหาสารคาม [รายงานการวิจัยนักศึกษาระดับปริญญาตรีปริญญาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. <https://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2559/M119346/Mintra%20Saenkhok.pdf>





- สุตาภรณ์ สุดประเสริฐ. (2559). การสำรวจสภาวะสบายเชิงความร้อนของนักศึกษาในห้องไม่ปรับอากาศ. *สิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวิจัย*, 15(2), 147–160. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/arch-kku/article/view/93547>
- Aghajari, S., & Chen, C. C. (2025). *Optimizing classroom lighting for enhanced visual comfort and reduced energy consumption*. *Buildings*, 15(8), 1233. <https://doi.org/10.3390/buildings15081233>
- Arroyo, Y. P. V., Peñabaena-Niebles, R., & Correa, C. B. (2023). *Influence of environmental conditions on students' learning processes: A systematic review*. *Building and Environment*, 231, 110051. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110051>
- Boyce, P. R., & Wilkins, A. (2018). Visual discomfort indoors. *Lighting Research & Technology*, 50(1), 98–114. <https://doi.org/10.1177/1477153517736467>
- British Standards Institution. (2021). *BS EN 12464-1:2021 Light and lighting-Lighting of workplaces-Part 1: Indoor workplaces*. BSI Standards Limited. <https://doi.org/10.3403/30385601>
- Budhiyanto, A., & Chiou, Y.-S. (2024). Visual comfort and energy savings in classrooms using surveillance camera derived HDR images for lighting and daylighting control system. *Journal of Building Engineering*, 91, 109666. <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.108841>
- Cen, C., Tan, E., Valliappan, S., Ang, E., Chen, Z., & Wong, N. H. (2025). Students' thermal comfort and cognitive performance in tropical climates: A comparative study. *Energy and Buildings*, 34(1), 115817. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115817>
- Gao, B., Fu, Y., Gao, J., Liu, H., & Gao, W. (2025). *Effects of the light environment in elementary school classrooms on students' cognitive performance and galvanic skin indicators*. *Indoor Air*, 2025(1), 3122870. <https://doi.org/10.1155/ina/3122870>
- Golmohammadi, R., Yousefi, H., Khotbesara, N. S., Nasrolahi, A., & Kurd, N. (2021). Effects of light on attention and reaction time: A systematic review. *Journal of Research in Health Sciences*, 21(4), e00529. <https://doi.org/10.34172/jrhs.2021.66>
- Lala, B., & Hagishima, A. (2023). Impact of escalating heat waves on students' well-being and overall health: A survey of primary school teachers. *Climate*, 11(6), 126. <https://doi.org/10.3390/cli11060126>
- Makun, C. Y. (2019). *A study into the effect of indoor air temperature on the thermal comfort, health and performance of users in selected naturally ventilated schools in Nigeria* [Unpublished doctoral]. Newcastle University. <https://theses.ncl.ac.uk/jspui/handle/10443/4813>
- Maurya, A. K., Kumar, R., & Kumar, A. (2023). Assessing window design's impact on daylight uniformity in classrooms in Patna, India. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 13(5), 11898–11903. <https://doi.org/10.48084/etasr.6212>
- Prasertseree, L., & Tuaycharoen, N. (2025). The effect of curved light shelves, ceiling and window characteristics on daylighting in Thai classrooms. *Journal of Daylighting*, 12(1), 21–39. <https://doi.org/10.15627/jd.2025.2>





- Puangmalee, N., Hussaro, K., & Boonyayothin, V. (2019). Thermal comfort of Thai students in university buildings under variable indoor conditions of air-conditioned space. *Rattanakosin Journal of Renewable Energy and Smart Grid Technology*, 14(1), 1–10. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/RAST/article/view/144191/129330>
- Wargocki, P., Porras-Salazar, J. A., & Contreras-Espinoza, S. (2019). The relationship between classroom temperature and children's performance in school. *Building and Environment*, 157, 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.04.046>
- Winterbottom, M., & Wilkins, A. (2009). Lighting and discomfort in the classroom. *Journal of Environmental Psychology*, 29(1), 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.11.007>

