

การปรับปรุงระบบแสงสว่างอาคารผู้โดยสารหลังที่ 1 สถานีขนส่งจังหวัดขอนแก่นแห่งที่ 3 Lighting Improvement For The^{1ST} Passenger Building At The^{3RD} Khon Kaen Bus Terminal

ปิยะชาติ สรบัว^{1*} และ ยິงสวัสดิ์ ไชยะกุล²

¹นิสิตปริญญาโท และ ²รองศาสตราจารย์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Piyachat Srabua^{1*} and Yingsawad Chaiyakul²

¹Master degree student and ²Associate Professor
Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

*Email: piyachat_s@kkumail.com

บทคัดย่อ

อาคารผู้โดยสารหลังที่หนึ่งสถานีขนส่งจังหวัดขอนแก่นแห่งที่สาม มีการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างอยู่ตลอดเวลา พบปัญหาการใช้งานในระบบแสงสว่างที่ไม่เพียงพอ และไม่ปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่และผู้โดยสารสาธารณะที่เข้าใช้อาคาร บทความนี้จึงต้องการศึกษาการปรับปรุงระบบแสงสว่างในอาคาร ซึ่งเป็นอาคารที่เป็นแบบมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ที่ใช้งานอยู่หลายแห่งทั่วประเทศ และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาในระบบแสงสว่างที่ไม่เพียงพอและเหมาะสม วิธีการศึกษาประกอบด้วยการศึกษาเปรียบเทียบระบบแสงสว่างตามรูปแบบที่กำหนดไว้เดิม และรูปแบบการใช้งานด้านแสงสว่างแต่ละพื้นที่ในอาคาร โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างตามกฎหมายกำหนด ปรับปรุงระบบแสงสว่างตามเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ เปลี่ยนและเพิ่มจำนวนดวงโคมหรือหลอดไฟให้ได้ปริมาณความสว่างเฉลี่ยที่เหมาะสมต่อการใช้งานเพิ่มขึ้น และมีวิธีการจัดการระบบแสงสว่างที่สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายไฟฟ้าแสงสว่างให้เหมาะสม

คำสำคัญ: การปรับปรุงระบบแสงสว่าง, อาคารผู้โดยสาร, ค่าความสว่าง

Abstract

The Passenger Terminal 1 of the Khon Kaen Bus Terminal 3 uses electric lights all the time. It was found that the problems of using the lighting system were inadequate and unsafe for staffs and public passengers who used the building. This article aimed to study the improvement of lighting systems in the standard buildings of the Department of Land Transport that are used nationwide and propose guidelines to solve problems of inadequate and appropriate lighting systems. The study methods consisted of reviewing the original lighting system model, and lighting usage patterns in each area of the building. By comparing with the lighting standard requirement set by law, improved the lighting system to meet minimum standards, changed and increased the number of lamps or light bulbs to increase the average brightness to be appropriate for use. Furthermore, there were methods to manage the lighting system that appropriately controlled the cost of lighting electricity.

Keywords: Lighting Improvements, Bus Terminal building, Illuminance

Received: October 12, 2022; **Revised:** April 11, 2023; **Accepted:** April 11, 2023

1. บทนำ

การใช้ระบบแสงสว่างในอาคารผู้โดยสาร 1 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่นแห่งที่ 3 เป็นอาคารพักผู้โดยสารตามแบบมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก (เลขที่1985/2553) เป็นอาคารสองชั้นขนาดพื้นที่รวมประมาณ 3,800 ตารางเมตร ซึ่งรองรับการใช้งานของผู้โดยสารอยู่ตลอด 24 ชั่วโมง มีการใช้ระบบแสงสว่างในอาคารอยู่ตลอดเวลาซึ่งส่งผลต่อความปลอดภัยในการเข้าอาคาร มีการร้องเรียนเรื่องแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมในการใช้อาคาร ซึ่งตามแบบมาตรฐานมีการวางรูปแบบการใช้อุปกรณ์แสงสว่างที่ไม่ได้ศึกษาการใช้งานที่เพียงพอและเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน มีเพียงระบบการจัดการขององค์กรที่ดูแลที่ขาดการควบคุมที่เหมาะสมต่อการเข้าใช้งาน ทำให้มีผลการใช้ระบบแสงสว่างที่ต่ำกว่าเกณฑ์ในพื้นที่ที่ต้องการความปลอดภัยด้านแสงสว่าง ระบบแสงสว่างดวงโคมไม่สอดคล้องกับการใช้งานและการกระจายแสงธรรมชาติโดยช่องเปิดที่เข้าสู่อาคาร และหาแนวทางการแก้ปัญหาเบื้องต้นที่สามารถนำมาจัดการปัญหาระบบแสงสว่าง

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำการศึกษาลักษณะการใช้งานของอาคารและการใช้แสงสว่างที่เหมาะสมกับพื้นที่กิจกรรมการใช้งานในอาคาร สามารถนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้น ประกอบการออกแบบปรับปรุงระบบแสงสว่างให้เหมาะสมแก่การใช้งานในอาคาร และเป็นแนวทางปรับปรุงแบบมาตรฐานอาคารผู้โดยสารในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาระบบแสงสว่างปัจจุบันในอาคารพักผู้โดยสารสถานีขนส่งจังหวัดขอนแก่นแห่งที่ 3
- 2) เพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุงระบบแสงสว่างในแบบมาตรฐาน ให้สอดคล้องกับการใช้งานในอาคารพักผู้โดยสารสถานีขนส่งจังหวัดขอนแก่นแห่งที่ 3

3. บททวนวรรณกรรม แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษานี้มีการทบทวนวรรณกรรม แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับอาคารพักผู้โดยสารตามแบบมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก แสงธรรมชาติ แสงประดิษฐ์ ลักษณะการให้แสงสว่างจากโคมไฟ การออกแบบการให้ประดิษฐ์ และมาตรฐานความสว่าง ดังนี้

3.1 อาคารพักผู้โดยสารตามแบบมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก

อาคารพักผู้โดยสารตามแบบมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก (เลขที่1985/2553) โดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่นเป็นผู้ดูแลบริหารจัดการ วัตถุประสงค์การใช้งานอาคารเพื่อใช้เป็นอาคารผู้โดยสารพักรอขึ้นรถโดยสาร ซึ่งอาคารมีพื้นที่ใช้งานทั้งหมด 2 ชั้น พื้นที่ชั้น 1 ประกอบด้วย จุดขึ้นรถ-ลงรถ ทางเดิน-โถงพักคอย บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน ห้องจองตั๋ว-ห้องขายตั๋ว และห้องน้ำ ชั้นที่ 2 ประกอบด้วย ทางเดิน-โถงพักคอย บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน และห้องน้ำ ทั้งนี้การจัดการดูแลความสะอาดปลอดภัยไม่เพียงพอรองรับต่อการเข้าใช้งานของผู้ใช้งานจำนวนมาก และการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง

3.2 การออกแบบแสงธรรมชาติในอาคาร

การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ จะต้องควบคุมปริมาณและคุณภาพของแสงให้ได้ตามลักษณะการใช้งาน การนำแสงเข้ามาในอาคารมากเกินไปเป็นผลให้เกิดความร้อนในอาคาร ความจ้า และลดรายละเอียดของวัตถุ หรือถ้าให้แสงสว่างไม่เพียงพอ การกระจายแสงในพื้นที่ใช้งานจะต่ำเกินไป เป็นต้น พื้นฐานของการออกแบบแสงธรรมชาติ คือการใช้แสงแบบสะท้อน (Indirect) และให้แสงธรรมชาติส่องเข้าไปถึงบริเวณด้านในอาคาร ด้วยปริมาณความสว่างที่มากพอที่จะใช้งาน การออกแบบแสงธรรมชาติต้องยอมให้แสงผ่านเพียงพอ และใช้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักการในการนำแสงธรรมชาติ เข้ามาใช้ในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพมีดังนี้

3.2.1 พื้นที่เงา (shade)

การทำช่องแสงให้อยู่ในพื้นที่เงา หรือบริเวณที่ไม่โดนแสงอาทิตย์โดยตรงเพื่อป้องกัน ความจ้า (glare) และความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ การวางตำแหน่งช่องเปิดของอาคารด้านทิศเหนือให้แสงในแนวราบได้ดีและเป็นแสงที่มีคุณภาพ เนื่องจากเป็นแสงจากท้องฟ้าเป็นหลัก

3.2.2 การหักเห (redirect)

การนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคาร โดยการหักเหของแสงไปสู่พื้นที่ที่ต้องการ โดยการใช้หิ้งสะท้อนแสง (lightshelf) หรือการให้เพดานกระจายแสงไปทั่วบริเวณ เพื่อปรับระดับความสว่างภายในห้อง

3.2.3 การควบคุม (control)

การควบคุมปริมาณของแสงผ่านเข้าไปในพื้นที่ให้ลึก และได้ปริมาณแสงที่ต้องการในช่วงเวลาที่ต้องการ

3.2.4 ประสิทธิภาพ (efficiency)

การใช้แสงธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพโดยการออกแบบรูปร่างอาคาร และวัสดุภายในอาคารให้มีค่าการสะท้อนแสงสูง เพื่อช่วยในการกระจายแสง หรือลดปริมาณแสงตามความต้องการ

3.2.5 การผสมผสาน (integration)

การออกแบบช่องเปิดในอาคารให้มีความสัมพันธ์กับการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารและความสามารถในการมองเห็นภายนอกของผู้ใช้อาคาร โดยไม่ควรมีสิ่งกีดขวางอยู่ในระดับสายตา

การออกแบบเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ออกแบบต้องมีความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องแสงสว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และเข้าใจในการนำมาออกแบบ ตัวแปรที่มีผลต่อสภาพแสงที่เกิดขึ้น สามารถแยกออกเป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ เช่น ขนาดและตำแหน่งช่องเปิด ชนิดของวัสดุที่ใช้ภายในอาคาร เป็นต้น และตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ สภาพท้องฟ้าสภาพภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร เช่น ต้นไม้ หรือ สภาพอาคารข้างเคียง ที่มีผลต่อแสงและการสะท้อน แสงภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ดังนั้นการออกแบบแสงธรรมชาติ เป็นเรื่องที่ต้องศึกษาเพื่อออกแบบอาคารที่นำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ได้ อย่างเกิดประสิทธิภาพ

3.3. วิธีนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยช่องแสงด้านข้าง (side lighting)

การใช้ช่องแสงของอาคารโดยทั่วไปส่วนใหญ่เป็นวิธีการนำแสงเข้าสู่อาคารทางด้านข้าง โดยพบว่า แสงธรรมชาติอยู่ในระดับเพียงพอในการใช้งาน อยู่ในระยะ 1-2 เท่าของความสูงช่องเปิด เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องความสูงของช่องเปิดและความจำเป็นที่ต้องใช้อุปกรณ์บังแดด เพื่อป้องกันความร้อนและแสงบาดตา ทำให้แสงที่ผ่านเข้ามาที่มีปริมาณลดลงเมื่ออยู่ห่างจากช่องแสง แต่อย่างไรก็ตามหน้าต่างที่เปิดรับแสงยังเป็นตัวที่ทำให้ผู้ใช้อาคารมองเห็นวิวจากภายนอก โดยทั่วไปถ้าช่องแสงที่มีขนาดเท่ากันแต่ตำแหน่งอยู่สูงกว่า จะให้แสงเข้าสู่ภายในได้ลึก และมีระดับความส่องสว่างที่สม่ำเสมอกว่า แต่การวางตำแหน่งของหน้าต่างต้องพิจารณาเรื่องการได้วิวจากภายนอกอาคาร ถ้าช่องเปิดอยู่สูง ผู้ใช้อาคารจะไม่สามารถมองเห็นทัศนียภาพภายนอกอาคารได้

หน้าต่าง เป็นองค์ประกอบหลักที่กำหนดปริมาณและลักษณะการกระจายแสงธรรมชาติภายในอาคาร นอกจากนั้นปัจจัยเรื่องวิวภายนอก อาจกำหนดรูปร่าง ขนาด และตำแหน่งของหน้าต่าง ลักษณะของแสง ธรรมชาติที่เกิดจากหน้าต่างรูปแบบต่าง ๆ มีดังนี้

ระดับความสูงของหน้าต่างต่างหากสูงจะทำให้พื้นที่ที่เคยโลทโซน มีระยะที่ลึกเพิ่มมากขึ้นจากผนังด้านภายนอก อาจสูงมากถึง 2.5 เท่า ของระดับความสูงวงกบ หากพื้นที่อื่นๆ ที่อยู่ติดกับพื้นที่เคยโลทโซน อาจใช้ช่องหน้าต่างหรือผนังกระจกเพื่อให้มีแสงธรรมชาติบางส่วนเข้าสู่พื้นที่ด้านในของอาคารได้

ลักษณะรูปร่างของหน้าต่างที่ให้การกระจายแสงสม่ำเสมอ คือหน้าต่างที่มีรูปร่างแนวนอน หน้าต่าง แนวตั้งมีแนวโน้มที่จะสร้างความต่างแสงสว่าง (ความสว่างและความมืด) แม้ว่าหน้าต่างที่มีความสูงจะเพิ่มระยะแสงธรรมชาติในห้อง ผู้ใช้อาคารมีความชอบหน้าต่างลักษณะแนวนอนเพราะสามารถมองเห็นวิว และกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายนอกได้ดีกว่า (O'Connor, Lee et al. 1997)

หากมีความจำเป็นขนาดของหน้าต่างมีขนาดใหญ่การออกแบบเพื่อป้องกันและควบคุมความร้อนและแสงบาดตา วิธีการออกแบบอุปกรณ์กันแดดลักษณะต่างๆ นอกเหนือจากนั้น หากต้องการความสว่างจากแสงธรรมชาติและป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้าสู่อาคารโดยตรง การเลือกใช้กระจกที่มีสัมประสิทธิ์การส่องผ่านที่ลดลงเพื่อไม่ให้ความร้อนเข้าสู่อาคารมากเกินไป หรือการออกแบบการใช้งาน หน้าต่างที่ให้แสงสว่างและหน้าต่างที่ให้วิวที่แยกออกจากกัน เป็นอีกแนวทางที่ทำได้ เพื่อช่วยลดปัญหาเรื่องความร้อนที่เข้าสู่อาคารในขณะที่ต้องการแสงธรรมชาติ รูปแบบของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดและการกระจายแสงธรรมชาติในห้อง

อีกวิธีการคือการออกแบบผนังห้องหน้าต่างเพื่อป้องกันแสงแดดและความร้อนจากแดด นอกจากนี้ยังช่วยลดความต่างแสงธรรมชาติ เพื่อป้องกันแสงบาดตา

3.4 แสงประดิษฐ์ (artificial light) (Philips Lighting 1993; Tregenza and Loe 1998; Pritchard 1999)

แสงธรรมชาติมีปริมาณเพียงพอในการใช้งานตามช่วงเวลาต่างๆ ในเวลากลางวัน ในเวลากลางคืนมนุษย์ยังคงมีความต้องการในการใช้แสงสว่างเพื่อการมองเห็นแสง ดังนั้น แสงประดิษฐ์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความสว่างแก่อาคารเมื่อแสงธรรมชาติไม่เพียงพอ หรือเพื่อให้ความสว่างแก่งานที่ต้องการปริมาณแสงสว่างมากเป็นพิเศษ และเพื่อทำให้เกิดความปลอดภัยรวมถึงการตื่นตัว เป็นต้น (Hopkinson and Kay 1972)

3.5 การออกแบบการให้แสงประดิษฐ์และลักษณะการให้แสงสว่างจากโคมไฟ

การออกแบบการให้แสงประดิษฐ์ (CIBSE, 2002) มีดังนี้

3.5.1 การให้แสงสว่างแบบทั่วไป (general lighting)

การให้แสงสว่างเพื่อให้ระดับแสงมีความสม่ำเสมอ การจัดวางดวงโคมของพื้นที่จะวาง กระจายสม่ำเสมอในรูปแบบตาม รูปทรงของแปลนห้อง ทำให้แสงสว่างที่ได้เท่ากันทั้งพื้นที่ที่เหมาะสมกับการออกแบบที่ยังไม่มีการกำหนดตำแหน่งของเฟอร์นิเจอร์ และต้องการความยืดหยุ่นเพื่อการปรับเปลี่ยนการใช้งานในพื้นที่ภายหลัง ข้อเสียของการวางระบบให้แสงสว่างแบบนี้คือ พลังงานที่ต้องใช้ในการให้แสงสว่างทั้งพื้นที่ เพื่อให้ได้เหมาะสมกับพื้นที่ทำงาน ทำให้เสียพลังงานบางส่วนเพื่อพื้นที่ทางเดินหรือเก็บเอกสารที่ไม่ต้องการความสว่างสูง และบรรยากาศของ พื้นที่จะเรียบเท่ากันนอกจากนั้นหากมีการกันพื้นที่ออกเป็นส่วนย่อยหรือมีการวางสิ่งกีดขวาง เช่น ตู้ทรงสูง จะทำให้การกระจายแสงและระดับความสว่างบางบริเวณไม่เหมาะสม

3.5.2 การให้แสงสว่างบริเวณพื้นที่ (localised lighting)

ระบบแสงสว่างที่ให้ความสว่างบริเวณพื้นที่ทำงาน และระดับแสงสว่างที่ต่ำกว่าเพื่อส่องสว่างพื้นที่บริเวณอื่น อัตราส่วนกับความสว่างเฉลี่ยของพื้นที่ทำงานไม่ควรสูงเกินกว่า 3 เท่าของระดับแสงสว่างอื่น การวางดวงโคมต้องออกแบบให้สอดคล้องกับพื้นที่ทำงานและทิศทางการให้แสงสว่าง ทำให้ผู้ออกแบบต้องมีรายละเอียดตำแหน่ง ขนาดของเฟอร์นิเจอร์ และสิ่งกีดขวางในพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ทำงานภายหลัง อาจส่งผลให้ระดับความสว่างในการทำงานไม่เพียงพอ และการกระจายแสงสว่างไม่เหมาะสมกับการทำงาน การป้องกันสามารถทำได้โดยการเลือกใช้ดวงโคมที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เช่น โคมตั้งพื้น การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยมากจะต่ำกว่าการให้แสงสว่างแบบทั่วไป แต่หากมีสัดส่วนพื้นที่ทำงานสูงในพื้นที่ อาจทำให้การใช้ประสิทธิภาพการให้ แสงสว่างต่ำกว่า การดูแลรักษาอาจทำได้ยากกว่าระบบแสงแบบทั่วไป

3.5.3 การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ (local lighting)

การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ ทำงานและพื้นที่โดยรอบใกล้เคียง โดยมีการให้แสงสว่างแบบทั่วไปร่วม เพื่อให้แสงสว่างกับพื้นที่ทางเดินหรือพื้นที่ทำงานที่ไม่ต้องระดับความสว่างสูง อัตราส่วนความสว่างเฉลี่ยของพื้นที่ทำงานไม่ควรสูงกว่าสามเท่าของระดับความสว่างของพื้นที่อื่นๆ ระบบการให้แสงสว่างนี้มี ประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างในการทำงาน สามารถควบคุมการใช้งานได้โดยบุคคลแต่ละคน เพื่อให้ได้ ระดับแสงสว่างที่เหมาะสมรวมถึงทิศทางของแสงที่อาจต้องปรับเปลี่ยนในการมองเพื่อการทำงาน ตำแหน่ง ในการวางดวงโคมต้องคำนึงถึงการเกิดเงา การสะท้อน และแสงบาดตาที่อาจเกิดขึ้น ข้อที่ควรทราบของระบบ คือ การใช้ดวงโคม วัตต์ต่ำในการให้แสงสว่างหลายชุดมีประสิทธิภาพของโคมต่ำ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ที่ต้องเพิ่ม จำนวนของดวงโคม และการดูแลรักษาที่อาจสูงกว่าระบบอื่นๆ เนื่องจากดวงโคมอยู่ในระดับที่ถูกสัมผัสปรับเปลี่ยนในการใช้งาน

ลักษณะการให้แสงสว่างจากโคมไฟ (Sylvania, 2011) มีดังนี้

3.5.4 การให้แสงพื้นที่ทั่วไป (ambient lighting)

การให้ปริมาณของแสงในห้องแบบทั่วไปเพื่อใช้ในการมองเห็นพื้นที่ แสงอาจจะมาจาก ดาวนไลท์ติดตั้งในโคมเพดาน โคมไฟติดเพดานติดตั้งกับผนังของเพดานหรือตาราง และโคมไฟ ชั้นประเภทนี้มีลักษณะติดตั้งให้ระดับแสงกระจายสำหรับพื้นที่ แต่ในบางครั้งก็อาจใช้แสงที่ ได้จากการตกแต่งหรือแสงที่เน้นของพื้นที่โดยรอบทั้งหมด

ประเภทของแหล่งกำเนิดแสงที่เลือกสำหรับแสงขึ้นอยู่กับชนิดและการใช้งานของพื้นที่ หรือห้อง ห้องนั่งเล่นและห้องนอน อาจจะใช้แสงโทนสีอุ่น เพื่อให้เกิดบรรยากาศแสงอบอุ่นทั่วพื้นที่ เป็นต้น

3.5.5 การให้แสงแบบเน้น (accent lighting)

การให้แสงแบบเน้นคือ การใช้แสงสว่างอีกหนึ่งชั้น เพิ่มเติมจากการให้แสงแบบทั่วไป เมื่อ พื้นที่มีแสงที่เน้นทิศทางไปสู่วัตถุหรือพื้นผิวในพื้นที่ จะทำให้สิ่งนั้นโดดเด่นในพื้นที่และแยกออกจากพื้นหลัง รูปแบบการเน้นอาจใช้โคมไฟแบบอาบพื้นที่ (flood lights) ไฟเน้นจุด (spot lights) หรือไฟราง (track lights) แม้กระทั่งโคมไฟติดผนัง (wall sconces) การส่องแสงที่ภาพวาดหรือกรอบผนัง หรือการใช้โคมไฟติดผนัง 2 จุดสามารถดึงสายตาไปยังจุดในท้องที่ต้องการเน้น สำหรับรูปแบบลำแสงที่เหมาะสมกับการเน้นและการควบคุมปริมาณแสงให้พิจารณาการใช้หลอดฮาโลเจน

3.5.6 แสงสว่างเพื่อการทำงาน (task lighting)

ส่วนประกอบของแสงในห้องพักอีกงานมีแสงทิศทางเพื่อการทำงาน เพื่อให้แสงมากขึ้นใน พื้นที่เฉพาะเพื่อดำเนินการงานที่ต้องใช้แสงมากกว่าแสงสว่างโดยรอบ (ambient lighting) ที่สามารถให้ทำงานได้โดยไม่ต้องเสียพลังงาน เพื่อใช้สำหรับพื้นที่ทั้งหมดเพื่อให้ระดับแสงที่ต้องการที่สูงขึ้น โคมที่ใช้เพื่อให้ความสว่างสำหรับทำงาน ได้แก่ โคมไฟโต๊ะ โคมไฟเพดาน โคมไฟตั้งพื้น และโคมไฟตั้งโต๊ะในสำนักงาน

ข้อควรระวังในการให้แสงสว่างคือ แหล่งกำเนิดแสงหรือหลอดไฟ ควรมีการป้องกันจากมุมมองเพื่อลดหรือป้องกันแสงบาดตาโดยตรงจากหลอดไฟหรือโคมไฟ ถ้าเป็นไปได้ให้ใช้โคมไฟ 2 ชุดเพื่อลดเงา และลดจุดที่สว่างมากเกินไปที่สร้างขึ้นโดยโคมชุดเดียว

3.5.7 ไฟฉุกเฉิน (emergency lighting)

การให้แสงสว่างเมื่อกำลังไฟในพื้นที่ลดน้อยลง เพื่อให้ความปลอดภัย นำทางกับผู้ใช้อาคาร ควรทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อกำลังไฟฟ้าของระบบลดต่ำกว่า 70% จากระดับปกติ รูปแบบการให้แสงของโคมต่างๆ

3.6 ประเภทของหลอดไฟ

3.6.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent lamp)

ฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent lamp) เริ่มใช้ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1940S จนถึงปัจจุบัน สามารถให้สีโทนอุ่นถึงโทนเย็น อายุการใช้งานโดยปกติ ที่ 8,000-10,000 ชั่วโมง แต่ปริมาณแสงที่ได้จากหลอดจะลดลงตามอายุการใช้งาน ในการเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ระดับจะทำงานเกือบจะทันทีที่เปิดสวิตช์แสงสว่างจะเพิ่มถึงจุดสูงสุด ภายใน 2-3 นาทีหลังจากเปิดสวิตช์ แต่การเพิ่มขึ้นของแสงหลังจากเปิด จะสังเกตได้ยาก แสงที่ได้จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของหลอด หากติดตั้งหลอดไว้ในที่มีอุณหภูมิโดยรอบต่ำ เช่น ในห้องเย็น หรือที่มีอุณหภูมิโดยรอบสูง เช่น ในห้องครัว จะส่งผลต่อปริมาณแสงสว่างที่ได้จากหลอด หลอดฟลูออเรสเซนต์เหมาะในการใช้กับสำนักงาน และโรงงานที่มีเพดานสูงไม่เกิน 7 เมตร

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact fluorescent lamp) หรือ หลอด CFL หลอดจะถูกพับหรือ 1 เท่าเกลียว อุปกรณ์ควบคุมกระแสจะรวมอยู่ในหลอดเพื่อให้รูปแบบของหลอดสามารถใช้แทนลักษณะการใช้ หลอดไส้ หลอดที่ถูกพัฒนาในช่วงแรกระหว่างปี ค.ศ. 1980S หลอดมีน้ำหนักมากเนื่องจากอุปกรณ์ควบคุม (Control gear) แต่ในปัจจุบัน ขนาดของหลอด CFL มีขนาดเล็กลงมาก และอุปกรณ์ควบคุมหลอดมีทั้งแบบ รวมอยู่ในหลอดและแยกติดตั้งที่โคมในปัจจุบันหลอด CFL มีความนิยมในการใช้เพื่อให้แสงสว่างในหลายๆ วัตถุประสงค์ หลอด CFL มีตรรกะการเร็นเดอร์สีที่ดีและมีสีของแสงให้เลือก อายุการใช้งานหลอดที่สูงโดยเฉลี่ย 8,000-10,000 ชั่วโมง แต่ปริมาณฟลักซ์แสงสว่างที่ออกมาจากหลอดจะลดลงตามอายุการใช้งาน ประสิทธิภาพ การให้แสงสว่างเฉลี่ย 50-70 lm/w ซึ่งสูงเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดไส้แต่น้อยกว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์แบ่งได้ เป็น 2 ประเภท (กระทรวงพลังงาน 2551) คือ

3.6.1.1 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์ภายใน

หลอดที่มีการออกแบบบัลลาสต์ให้มีลักษณะติดกับชุดหลอด โดยเลือกใช้อุปกรณ์บัลลาสต์ ที่มีอายุการใช้งานใกล้เคียงกับอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้า หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์แกนเหล็กและสตาร์ทเตอร์อยู่ภายในมีลักษณะหัวหลอดเป็นเกลียว ใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ มีอายุการใช้งาน เช่น 8,000 ชม. การใช้งานเหมาะสำหรับการติดตั้งในโคมไฟที่มีช่องว่างอากาศมากพอ และติดตั้งในลักษณะหงายหลอดขึ้น เช่น โคมไฟรีว (หากติดตั้งแทนหลอดไส้ในโคมไฟส่องลงที่ไม่มีช่องระบายอากาศแล้วจะเกิดปัญหาการระบายความร้อนไม่เพียงพอ ที่อาจทำให้การเปล่งแสงลดลงประมาณ 40-80 % จากการเปล่งแสง

ที่ลดลงตามอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงขึ้น และจากการบดบังช่องแสงจากน้ำยาเคลือบหลอดของบัลลาสต์ ที่หยดมาบังช่องแสงได้ และอายุการใช้งานลดลงต่ำกว่า 8,000 ชม.) โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิภาพการส่องสว่าง ไม่น้อยกว่า 45 lm/w

หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะเล็กกว่าแบบบัลลาสต์ แกนเหล็ก มีน้ำหนักเบากว่า มีลักษณะขั้วหลอดแบบเกลียว การใช้งานเหมาะสำหรับการติดตั้งในโคมไฟที่มีช่องว่างอากาศมากพอ โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิภาพการส่องสว่าง ไม่น้อยกว่า 54 lm/W

3.6.1.2 หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์ภายนอก

สามารถเปลี่ยนเฉพาะตัวหลอดได้ในกรณีหลอดเสีย โดยไม่ต้องเปลี่ยนบัลลาสต์ หลอดจะมีขั้วหลอดแตกต่างกันหลายแบบ โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิภาพการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 40-45 lm/W

3.6.2 หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal halide lamp-HQI)

ในปี ค.ศ.1960S มีการพัฒนาคุณภาพด้านสีเพื่อที่จะได้นำมาใช้ในการใช้งานในกรณีที่คุณภาพของสีมีความสำคัญในหลอดเมทัลฮาไลด์ แอลโจน (Metal halide lamp) มีการใส่ฮาโลเจนเพิ่มในโอปรอทเพื่อพัฒนา คุณสมบัติของหลอดปรอทแรงดันสูง ทำให้ได้สเปกตรัมของแสงที่กว้างขึ้น อย่างไรก็ตามสีของแสงที่ได้จาก หลอดมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการใช้งานไปนาน ๆ ในช่วงเริ่มแรกของการพัฒนาหลอด แต่ในปัจจุบันมีการ พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดผลกระทบจากที่เกิดกับสีของหลอด หลอดประเภทนี้มีรูปร่างและขนาดหลายแบบ รวมถึงรูปแบบที่มีการใช้ตัวสะท้อนแสงร่วมในหลอด หลอดบางชนิดมีหลอดอาร์ก (Arc tube) ขนาดเล็ก ที่ทำให้น้ำไปใช้กับโคมชนิดที่ต้องควบคุมลำแสง เช่น โคมสปอตไลท์ (Spotlights) สำหรับการให้แสงสว่างในสนามกีฬา (Sport lighting) อายุการใช้งานของหลอดโดยทั่วไปเท่ากับ 8,000-10,000 ชั่วโมง และมีประสิทธิภาพการให้แสงสว่าง 70-100 lm/w นอกจากนี้หลอดแสงสีขาว ยังมีหลอดสีอื่นๆ เช่น น้ำเงิน หรือเขียวเพื่อใช้ในการตกแต่ง

3.6.3 หลอดไฟแอลอีดี (Light emitting diodes) (Fördergemeinschaft Gutes Licht 2000; Boyce and Rynham 2009 Wikipedia 2011)

หลอดไฟแอลอีดีเป็นหลอดไฟแบบ Solid-state แสงของแอลอีดีแต่ละตัวมีปริมาณเมื่อเทียบกับหลอดไส้และหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีกำลังสูงเปล่งแสงและให้ฟลักซ์ความสว่างสูงทำให้สามารถที่จะเปลี่ยนแทนหลอดไฟอื่น ๆ หลอดไฟแอลอีดี สามารถปล่อยฟลักซ์แสงสว่างได้ 7,527 lm ในขณะที่ใช้เพียง 100 วัตต์ ดังนั้นแนวโน้มในอนาคตหลอดแอลอีดีจะสามารถนำมาใช้แทนหลอดไฟประเภทอื่นๆ ได้

ข้อดีที่สำคัญของแอลอีดี (<http://www.lighting.philips.com> 2011) คือ มีขนาดเล็ก อายุการใช้งานที่นานถึง 100,000 ชั่วโมง กินไฟน้อย หลอดมีความร้อนต่ำ และทนต่อการกระแทกและการสั่น ไม่มีรังสียูวี และสามารถควบคุมและตั้งโปรแกรมการให้แสงสว่างได้ง่าย ในปัจจุบันมีการผลิตหลอดแอลอีดีเพื่อนำมาใช้ทดแทนหลอดประเภทต่างๆ เช่น หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ หลอดพาร์ หลอดฮาโลเจน เป็นต้น

3.7 ระบบเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ

ระบบเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ เพิ่มความสะดวกสบายให้กับความต้องการในการใช้งาน ช่วยให้การเปิด-ปิดหลอดไฟทำได้ง่ายและสะดวก เช่น การใช้สวิทช์ควบคุมการปิด-เปิดเฉพาะจุด การใช้เครื่องตั้งเวลาควบคุมการปิด-เปิด การใช้ตัวตรวจจับแสง (Photo sensor) ควบคุมการปิด-เปิด การใช้ตรวจจับคน (Occupancy sensor) ควบคุมการปิด-เปิด การใช้ระบบการจัดการแสงสว่าง (Lighting management system) การใช้เครื่องหรี่แสง (Dimming) อุปกรณ์โทรศัพท์มือถือส่งคำสั่งไปยังบอร์ดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น จะต้องเลือกให้เข้ากับความต้องการในแต่ละกิจกรรมจะช่วยให้ระบบแสงสว่างสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ

ข้อดีของระบบเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ คือสามารถควบคุมการเปิด-ปิดไฟแบบอัตโนมัติ โดยใช้หลักการในการตรวจจับความสว่างของแสง เมื่อความสว่างน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้จะทำให้สวิทช์เปิด สามารถควบคุมการเปิด-ปิดไฟแบบอัตโนมัติ โดยใช้หลักการในการตรวจจับความสว่างของแสงและความเคลื่อนไหว เมื่อความสว่างน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ และมีความเคลื่อนไหวจะทำให้สวิทช์เปิด ทำให้ช่วยลดการสูญเสียพลังงานและค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นจากการเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลา

ข้อเสียของระบบเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ คือ เมื่อชุดควบคุมการเปิด-ปิดเสีย หรือมีสิ่งเข้าไปรบกวนระบบตรวจจับ อาจทำให้ระบบเปิด-ปิดล้มเหลว และผิดไปจากการตั้งค่าเดิมได้

3.8 มาตรฐานความสว่าง

มาตรฐานการส่องสว่างในประเทศไทย มีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ต้องผ่านตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง การใช้งานในอาคาร แสดงในตารางที่ 1 โดยมีเกณฑ์ระดับความสว่าง (Illuminance) โดยหน่วยงานทางแสงสว่างที่แนะนำและเกณฑ์ตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องในการกำหนดระดับความสว่างสำหรับการใช้งานที่ต่างกันนั้น มีการกำหนดโดยหน่วยงานแต่ละประเทศ หน่วยงานด้านแสงสว่างที่เป็นที่ยอมรับในการศึกษาทางแสงสว่าง ได้แก่ Illuminating Engineering Society (The Illuminating Engineering Society of North America (IES), 2016) ในประเทศสหรัฐอเมริกาหรือ The Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) ในสหราชอาณาจักร ที่เป็นองค์กรที่มีการศึกษาให้ความรู้ทางด้านแสงสว่างอย่างต่อเนื่องมานาน หน่วยงานในประเทศไทยทางด้านแสงสว่าง ได้แก่ สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (Illuminating Engineering Association Of Thailand – TIEA Illuminating Engineering Association of Thailand (TIEA), 2016) ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้สอย และสภาพ อากาศ ดังนั้นค่าที่กำหนดอาจมีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ระดับความสว่างของกิจกรรมที่พบในอาคารผู้โดยสาร

พื้นที่ใช้งาน (Visual tasks)	ระดับความสว่างที่เหมาะสม (lx)			
	TIEA	CIBSE (lx)	IES(lx)	กฎหมาย
จุดขึ้นรถ/ตรวจตั๋ว	100	100	100	300+*
ห้องจองตั๋วหรือห้องขายตั๋ว	300	500	500	400++
บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	200	300	300+
ห้องน้ำ	300	100	50	200+
โถงพักคอย	50-100	100	50	200+,,
บันได/ช่องทางเดินในสถานีขนส่ง	150	150	50	200+*

* อ้างอิงระดับความสว่างที่เสนอแนะสำหรับงานทางสายตาที่มีลักษณะของขนาดงานและความปลอดภัยที่ใกล้เคียงกัน

+ กฎกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 39 (กฎกระทรวงมหาดไทย 2537)

++ กฎกระทรวงแรงงาน พ.ศ. 2549 (กระทรวงแรงงาน 2549)

4. 5 ธีดำเนินการวิจัย

วิธีการศึกษาประกอบด้วยการรวบรวมแบบก่อสร้างตามแบบมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก สำรวจพื้นที่และรูปแบบการใช้ระบบแสงสว่าง รวมถึงการควบคุมดูแลการใช้งานระบบแสงสว่าง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของพื้นที่ทางกฎหมายและมาตรฐานที่แนะนำด้าน ปริมาณและคุณภาพแสงสว่างที่เกี่ยวข้อง จากหน่วยงานของรัฐ และองค์กรแสงสว่างของไทยและต่างประเทศ ได้แก่ กฎกระทรวงมหาดไทย (2537), กระทรวงแรงงาน (2549), TIEA (TIEA, 2003) IESNA (Harrold and Mennis, 2003) และ CIBSE (CIBSE, 1994) เป็นตัวชี้วัด โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

- 1) ศึกษาาระบบแสงสว่างในอาคาร พื้นที่ที่มีการใช้งานในอาคารผู้โดยสาร
- 2) สำรวจระบบแสงสว่างในอาคาร และจำลองแสงสว่างในคอมพิวเตอร์
- 3) เสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงระบบแสงสว่าง

บทความนี้มีการเก็บข้อมูลอาคารตามแบบมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก (เลขที่1985/2553) ก่อสร้างขึ้นในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยมีองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่นเป็นหน่วยงานที่ควบคุมดูแล ซึ่งแบบอาคารมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกที่มีการนำไปใช้ก่อนสร้างในพื้นที่จังหวัดอื่นๆ อีกหลายแห่งทั่วประเทศ ซึ่งองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่นมีความต้องการให้ปรับปรุงระบบแสงสว่างและการให้เข้าถึงข้อมูลในส่วนต่างๆ ของพื้นที่อาคารได้

5. ผลการศึกษา

5.1 การสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม

ลักษณะอาคารวางผังเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีพื้นที่ถนนล้อมรอบ มีขนาดกว้าง 38 เมตร ยาว 120 เมตร (ดังภาพที่ 5) ความสูงพื้นที่ชั้นที่ 1 ถึงพื้นที่ชั้นที่ 2 เท่ากับ 4 เมตร และพื้นที่ชั้นที่ 2 ถึงระดับฝ้าเพดานชั้นที่ 2 เท่ากับ 3 เมตร ลักษณะอาคารมีพื้นที่สำนักงาน และพื้นที่พักคอยเป็นหลัก มีช่องพื้นที่พักคอยชั้นที่ 1 เปิดโล่งสู่ภายนอกจุดขึ้นลงรถ ใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติได้ในพื้นที่จุดขึ้นลงรถ รายละเอียดพื้นที่จากการสำรวจเบื้องต้น มีดังต่อไปนี้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 อาคารผู้โดยสาร 1 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่นแห่งที่ 3: (ก) มุมมองจากทางเข้าด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ; (ข) มุมมองจากทางเข้าด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



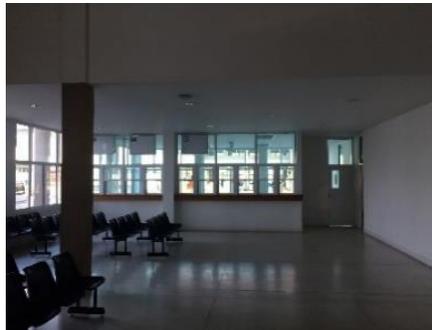
ภาพที่ 2 อาคารผู้โดยสาร 1 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่นแห่งที่ 3: (ก) มุมมองจากทางเข้าด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้; (ข) มุมมองจากทางเข้าด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้

5.1.1 ชั้นที่ 1

พื้นที่การใช้งานชั้นที่ 1 เป็นพื้นที่หลักในการใช้งาน มีขนาดพื้นที่ใช้งาน 2,255 ตารางเมตร มีการใช้งานหลักเพื่อเป็นพื้นที่รองรับผู้โดยสารทั้งขาเข้าและขาออก ช่วงเวลาใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง อาคารวางตามแนวแกนทิศเหนือและทิศใต้ โดยด้านทิศเหนือเป็นทางเข้าหลักของอาคาร และมีแสงธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคารช่วงเวลากลางวัน ในพื้นที่พักคอยซึ่งมีปริมาณเพียงพอในพื้นที่ที่เป็นที่เปิดสู่นอกอาคาร (ดังภาพที่ 3ก) และพื้นที่ภายในตัวอาคาร (ดังภาพที่ 3ข)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 การใช้งานพื้นที่ชั้น 1: (ก) พื้นที่ที่เป็นที่เปิดสู่ออกอาคารและ (ข) พื้นที่ภายในตัวอาคาร

5.1.2 ชั้นที่ 2

พื้นที่การใช้งานชั้นที่ 2 เป็นพื้นที่รองในการใช้งาน มีขนาดพื้นที่ใช้งาน 1,545 ตารางเมตร มีการใช้งานรองจากพื้นที่ชั้นที่ 1 โดยเป็นพื้นที่รองรับการใช้งานเพื่อรอรถโดยสาร พื้นที่ห้องน้ำ ในช่วงที่มีผู้รอรถโดยสารจำนวนมาก และพื้นที่สำนักงาน ซึ่งพื้นที่สำนักงาน มีการใช้งานเพียงในเวลากลางวันเท่านั้น มีการปิดพื้นที่สำนักงานในเวลา 18.00 น. และเปิดใช้งานเวลา 8.00 น. ส่วนพื้นที่รอรถโดยสาร พื้นที่ห้องน้ำ มีการเปิดใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง เช่นเดียวกับพื้นที่ชั้นที่ 1 (ดังภาพที่ 4)

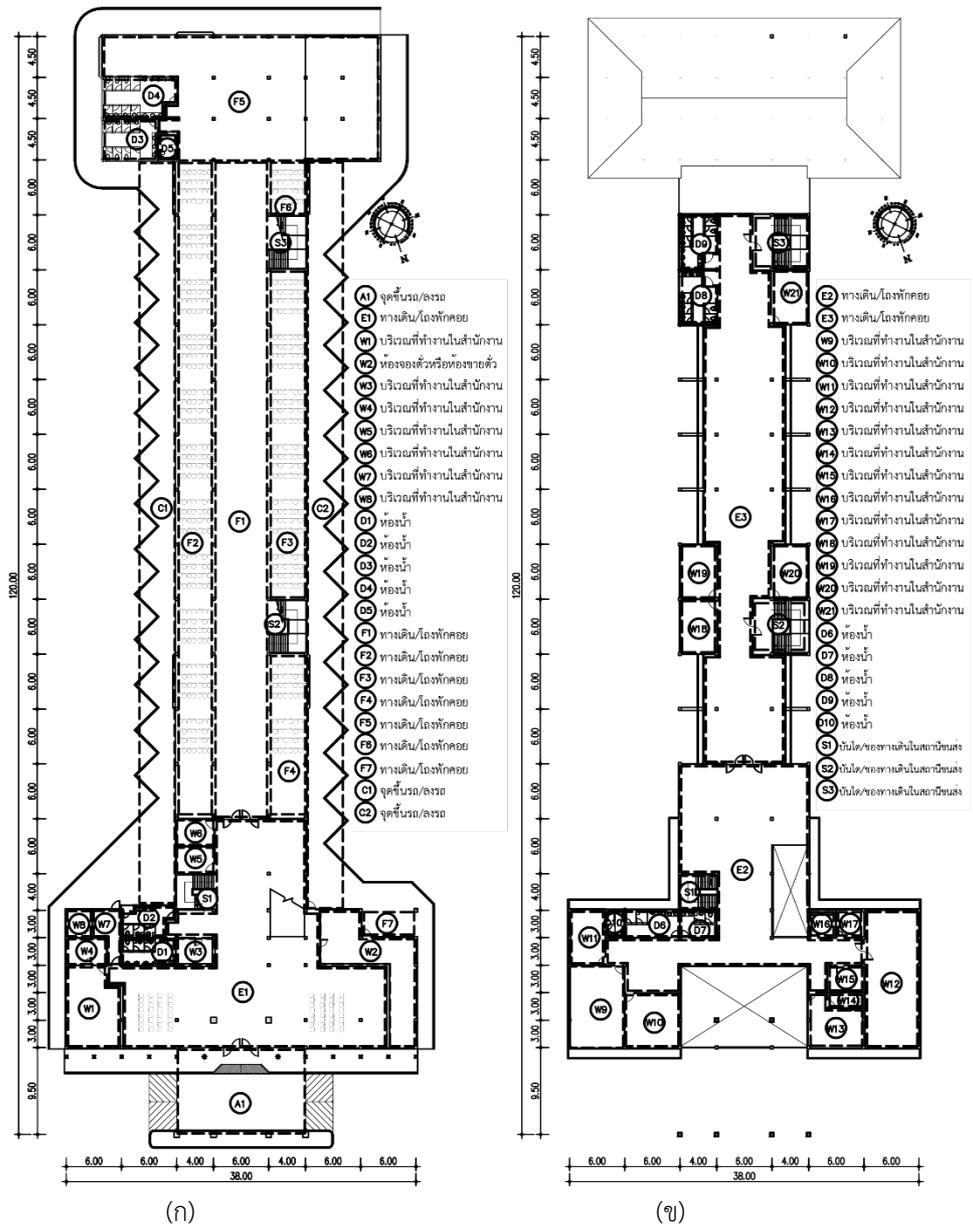


(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 การใช้งานพื้นที่ชั้น 2: (ก) พื้นที่ทางเดิน โถงพักคอยและ (ข) พื้นที่โถงภายใน



ภาพที่ 5 แลนพื้นอาคารผู้โดยสาร 1 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่นแห่งที่ 3:
 (ก) การแบ่งโซน ชั้นที่ 1 และ (ข) การแบ่งโซน ชั้นที่ 2

5.2 การสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อการจำลองสภาพแสงสว่างในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การวัดแสงทำการวัดแสงตามการใช้งานทางสายตาในแต่ละพื้นที่ (ดังภาพที่ 6) โดยกำหนดความสูงในการวัด 2 ระดับ ได้แก่ สูงจากพื้น 0.10 ม. สำหรับทางสัญจรภายใน เช่น ทางเดิน ทางสัญจร บนดาด สูงจากพื้น 0.40 ม. สำหรับห้องน้ำ โถงพักคอย และวัดค่าความสว่างที่ระดับ 0.75 ม. ที่พื้นที่การนั่งทำงานในสำนักงาน ห้องขายตั๋ว เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณแสงสว่าง คือ Protros LX-91 และกล้องถ่ายภาพ Nikon DSLR D3100 ช่วงเวลาที่ดำเนินการวัดแสงสว่าง แบ่งออกเป็นช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืน เพื่อเก็บข้อมูลแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ ระยะห่างในการวัดแต่ละจุดคือทุกระยะ 2 เมตร โดยความสูงของการบันทึกปริมาณแสง

สว่างจะขึ้นกับการใช้งานในจุดที่ทำกรวัด และปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมตามข้อกำหนดด้านกฎหมาย ที่ต้องมีปริมาณแสงสว่างผ่านในขั้นต่ำ (ตารางที่ 2) และจำลองข้อมูลในโปรแกรม Dialux4.13



ภาพที่ 6 การสำรวจเก็บข้อมูล: (ก) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสว่าง Protos LX-91 และ (ข) แคตตาล็อกสีจากผู้ผลิตและการเทียบค่าสีกับวัสดุเพื่อกำหนดสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

ตารางที่ 2 ระดับของการวัดค่าความสว่าง (Illuminance) ในการสำรวจ

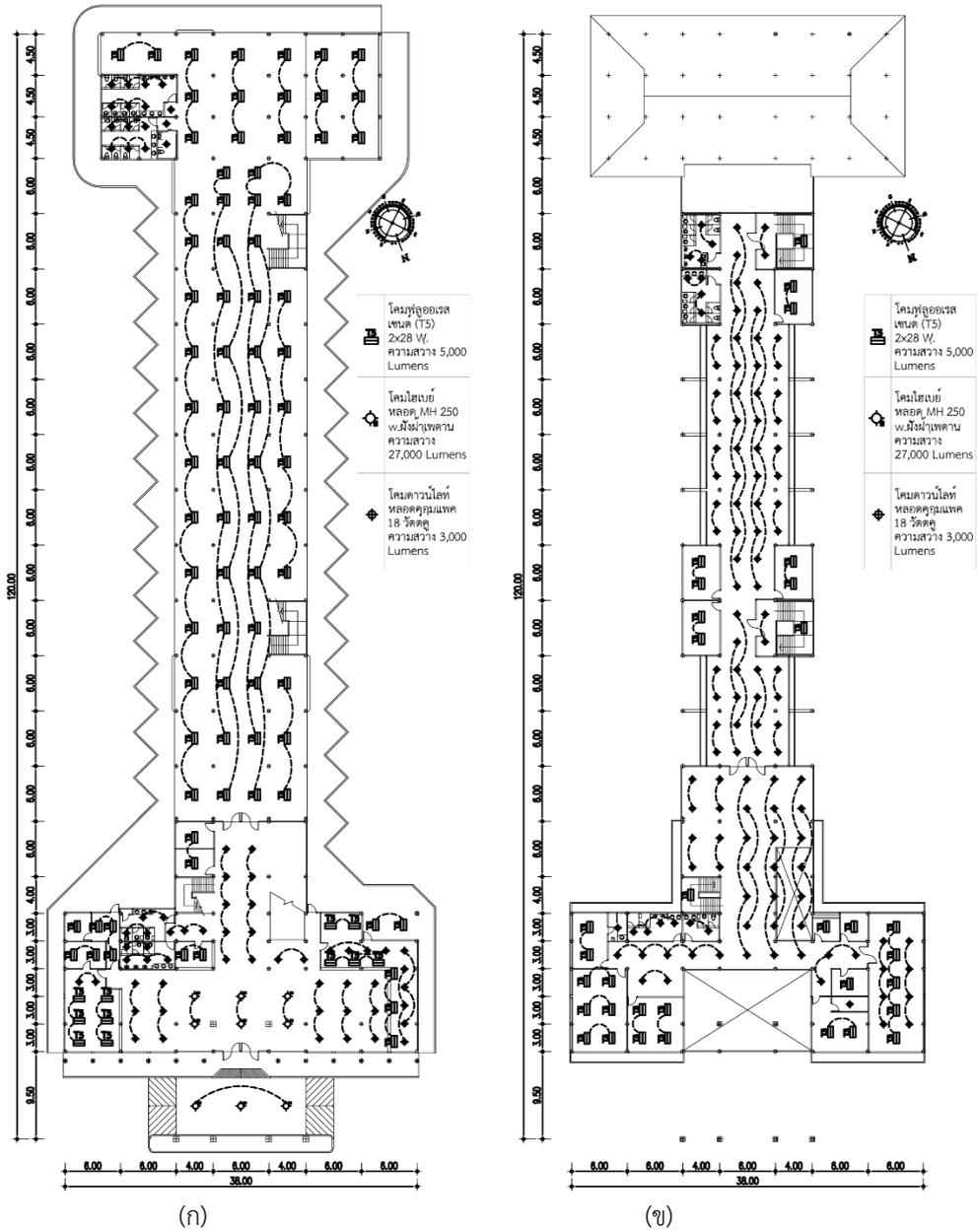
กิจกรรม/ พื้นที่ในการวัดค่าความสว่าง (Illuminance)	ระดับความสูงจากพื้น (เมตร)	ความสว่างขั้นต่ำ (Minimum illuminance) - lx
จุดขึ้นรถ/ตรวจตัว	0.1	300 (+,*)
ห้องจอดตัวหรือห้องขายตัว	0.75	400 (++)
บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	0.75	300 (+)
ห้องน้ำ	0.4	200 (+)
โถงพักคอย	0.4	200 (+,++)
บันได/ช่องทางเดินในสถานีขนส่ง	0.1	200 (+,*)

* อ้างอิงระดับความสว่างที่เสนอแนะสำหรับงานทางสายตาที่มีลักษณะของขนาดงานและความปลอดภัยที่ใกล้เคียงกัน

+ กฎกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 39 (กฎกระทรวงมหาดไทย 2537)

++ กฎกระทรวงแรงงาน พ.ศ. 2549 (กระทรวงแรงงาน 2549)

อุปกรณ์และชนิดดวงโคมมีหลายชนิดที่กำหนดในแบบมาตรฐาน และที่ติดตั้งจริงได้ติดตั้งตรงตามรูปแบบแปลน จากการสำรวจที่พบคือ (1) ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 2x28 W. ขนาด 0.60 x 1.20 ม. ฝ้าฝ้าเพดานสำหรับติดตั้งห้องที่มีฝ้าเพดาน และเป็นกล่องโคมไฟ ขนาด 0.60 x 1.20 ม. สำหรับติดตั้งห้องที่ไม่ติดตั้งฝ้าเพดาน รวมจำนวน 122 ชุด (2) โคมดาวน์ไลท์ หลอดคอมแพค 18 วัตต์คู่ รวมจำนวน 202 ชุด (3) โคมไฟฟ้า HIGH BAY 250 w. รวมจำนวน 9 ชุด



ภาพที่ 7 ผังระบบวงจรแสงสว่างดวงโคม: (ก) ชั้นที่ 1; (ข) ชั้นที่ 2

5.3 การเสนอผลและแนะนำแนวทางการปรับปรุงระบบแสงสว่าง

เมื่อได้มีการพิจารณาปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำกำหนด โดยกฎหมายด้านแสงสว่าง มาเปรียบเทียบแสงสว่างในอาคาร สภาพแสงสว่างอาคารในปัจจุบันต้องมีการปรับเปลี่ยนและเพิ่มจำนวนดวงโคมหรือหลอดไฟ ให้ได้ปริมาณความสว่างเฉลี่ยที่เหมาะสมต่อการใช้งานเพิ่มขึ้น

แนวทางการปรับปรุงสภาพแสงสว่างของอาคารพิจารณาโดยการศึกษาปรับปรุงแบบระบบวงจรแสงสว่างอาคารทั้งสองชั้นเปรียบเทียบกับค่าความสว่างเฉลี่ยของพื้นที่ตามเกณฑ์ความสว่างมาตรฐานและช่วงเวลาใช้งานจริง โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้ (ดังภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการศึกษาและการทดลองในคอมพิวเตอร์

5.3.1 การทดลองเปรียบเทียบปริมาณแสงสว่าง การจำลองพื้นที่อาคารในโปรแกรม Dialux 4.13 ปริมาณและคุณภาพแสงสว่างที่เกิดขึ้นในเวลากลางวัน มีการเปลี่ยนแปลง ตามช่วงเวลาของวันและปี และสภาพท้องฟ้า และการวัดแสงในอาคารจริงมีข้อจำกัดในการวัดแสงสว่างในบางตำแหน่ง และการวัดแสงจากการสำรวจอาจมีข้อจำกัดในการวัดให้เสร็จ ทุกจุดวัดของแต่ละชั้นได้ในระยะเวลานั้น ดังนั้นอาจมีการคลาดเคลื่อนของปริมาณแสงสว่างที่วัดได้ดังนั้นการตรวจสอบโมเดลที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ช่วงเวลากลางวัน กำหนดรูปแบบการใช้ระบบแสงสว่าง แล้วทำการจำลองเทียบกับข้อมูลที่สำรวจมาเปรียบเทียบสภาพแสงสว่างที่วัดได้จากการสำรวจในวันที่ 5 มกราคม 2563 และ 21-22 มีนาคม 2563 ในช่วงเวลา 09.00 น. 12.00 น. 15.00 น. การเปรียบเทียบค่าความสว่างจากการสำรวจชุดข้อมูลที่ 1 (Survey Illuminance) และ ค่าความสว่างจากการจำลอง ชุดข้อมูลที่ 2 (Simulated Illuminance) ในช่วงเวลากลางวันผ่านเกณฑ์มาตรฐานในทุกพื้นที่ที่ใช้งาน ทั้งจากการสำรวจในพื้นที่จริงและค่าความสว่างจากการจำลอง

ช่วงเวลากลางคืน กำหนดเปรียบเทียบในกรณีใช้แสงประดิษฐ์โดยทำการเปิดดวงโคมและจำลองดวงโคมตามลักษณะที่เกิดขึ้นจริงในอาคาร จำนวนหลอดที่บันทึกได้จากการสำรวจ ได้จำลองลงในอาคารส่วนนี้เพื่อตรวจสอบ ปริมาณและลักษณะการกระจายแสงประดิษฐ์เทียบกับค่าที่ได้จากการสำรวจเปรียบเทียบกับแบบมาตรฐานที่กำหนดการใช้อุปกรณ์แสงสว่างกับการใช้งานแต่ละ

พื้นที่ใช้งาน ดังการเปรียบเทียบชุดข้อมูลที่ 1 (Survey Illuminance) และ ข้อมูลที่ 2 (Simulated Illuminance) (ดังภาพที่ 9 ตารางที่ 3 และตารางที่ 4)

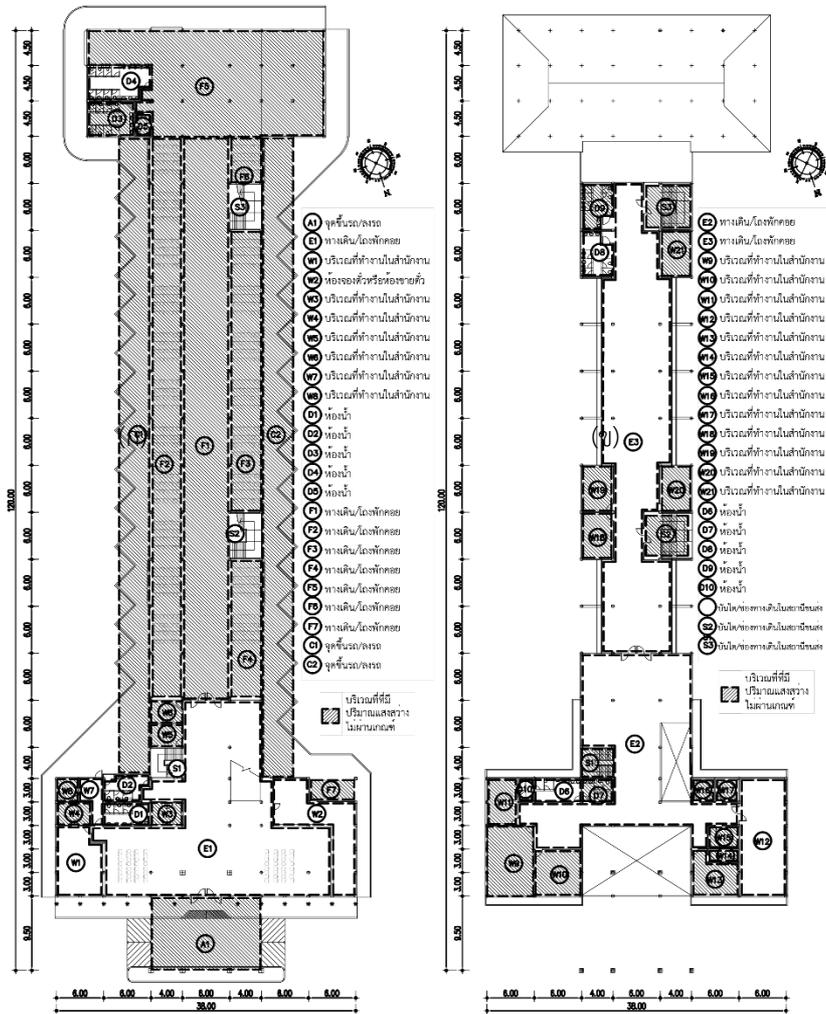
สาเหตุปัจจัยในช่วงเวลากลางวันมีสภาพแสงสว่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานในทุกพื้นที่ใช้งาน

1. แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยช่องแสงด้านข้าง
2. การให้แสงประดิษฐ์พื้นที่ทั่วไป ซึ่งมีการใช้ภายในอาคารอยู่ตลอดเวลา

สาเหตุปัจจัยในช่วงเวลากลางคืนมีสภาพแสงสว่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

1. การให้แสงประดิษฐ์พื้นที่ทั่วไป แต่ไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน

เปรียบเทียบค่าความสว่างจากการสำรวจและค่าความสว่างจากการจำลองในเวลากลางคืน มีค่าความสว่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ค่าเฉลี่ยความสว่างแต่ละโซนมีทิศทางกระจายแสงคล้ายกันระหว่างค่าที่ได้จากการจำลองและค่าที่วัดจากการสำรวจ ซึ่งนำไปสู่การศึกษาปรับปรุงเทียบกับแนวคิดและทฤษฎีการให้แสงสว่างแบบทั่วไป (general lighting) และการให้แสงสว่างบริเวณพื้นที่ (localised lighting) ในลำดับต่อไป



ภาพที่ 9 ผังพื้นที่การใช้งานที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างในช่วงเวลากลางคืน : (ก) ผังชั้นที่ 1 และ (ข) ผังชั้นที่ 2

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าความสว่างจากการสำรวจจุดข้อมูลที่ 1 (Survey Illuminance) และ ค่าความสว่างจากการจำลอง จุดข้อมูล
 ที่ 2 (Simulated Illuminance) ชั้นที่ 1 ในเวลากลางคืน

Task Lighting in the area			Artificial Illuminance เวลากลางคืน		Artificial Illuminance เวลากลางคืน	
Zone	Task	Standard (lx)	Eav (lx)		Eav (lx)	
ชั้น 1			Survey Illuminance		Simulated Illuminance	
A1	จุดขึ้นรถ/ลงรถ	300	250	Nbt pass	275	Nbt pass
E1	ทางเดินโถงพักคอย	200	260	Pass	333	pass
W1	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	325	Pass	319	pass
V2	ห้องจดตัวหรือห้องขายตัว	400	422	Pass	482	pass
V8	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	303	Pass	375	pass
W4	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	250	Nbt pass	241	Nbt pass
V5	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	180	Nbt pass	134	Nbt pass
V6	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	180	Nbt pass	134	Nbt pass
W7	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	370	Pass	332	pass
V8	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	280	Nbt pass	156	Nbt pass
D1	ห้องน้ำ	200	225	Pass	285	pass
D2	ห้องน้ำ	200	222	Pass	202	pass
D8	ห้องน้ำ	200	115	Nbt pass	172	Nbt pass
D4	ห้องน้ำ	200	212	Pass	226	pass
D5	ห้องน้ำ	200	108	Nbt pass	173	Nbt pass
F1	ทางเดินโถงพักคอย	200	180	Nbt pass	158	Nbt pass
F2	ทางเดินโถงพักคอย	200	175	Nbt pass	92	Nbt pass
F3	ทางเดินโถงพักคอย	200	175	Nbt pass	81	Nbt pass
F4	ทางเดินโถงพักคอย	200	170	Nbt pass	88	Nbt pass
F5	ทางเดินโถงพักคอย	200	115	Nbt pass	139	Nbt pass
F6	ทางเดินโถงพักคอย	200	150	Nbt pass	95	Nbt pass
F7	ทางเดินโถงพักคอย	200	170	Nbt pass	138	Nbt pass
C1	จุดขึ้นรถ/ลงรถ	300	20	Nbt pass	27	Nbt pass
C2	จุดขึ้นรถ/ลงรถ	300	20	Nbt pass	20	Nbt pass

Eav (lx) คือ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ย

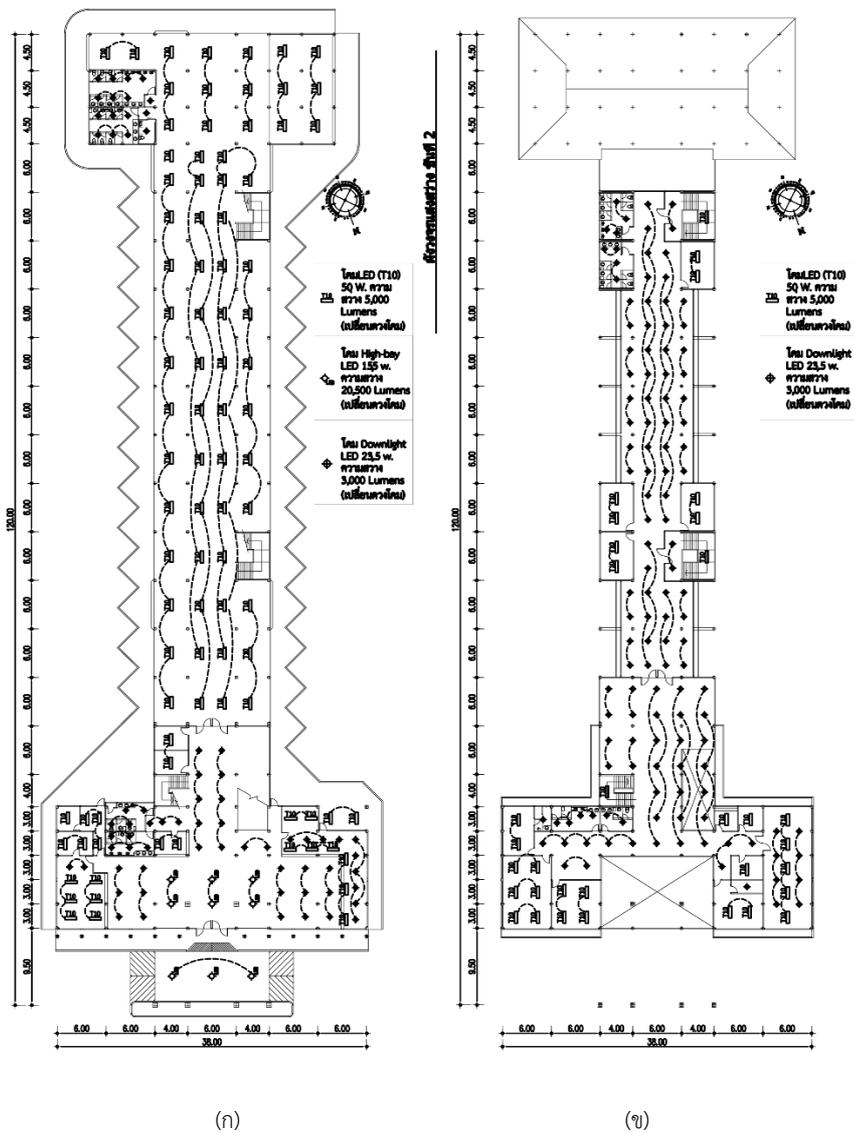
ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าความสว่างจากการสำรวจจุดข้อมูลที่ 1 (Survey Illuminance) และ ค่าความสว่างจากการจำลอง จุดข้อมูล
 ที่ 2 (Simulated Illuminance) ชั้นที่ 2 ในเวลากลางคืน

Task Lighting in the area			Artificial Illuminance เวลากลางคืน		Artificial Illuminance เวลากลางคืน	
Zone	Task	Standard (lx)	Eav (lx)		Eav (lx)	
ชั้น 2			Survey Illuminance		Simulated Illuminance	
E2	ทางเดินโถงพักคอย	200	280	pass	245	pass
E3	ทางเดินโถงพักคอย	200	310	pass	303	pass
W9	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	223	Nt pass	237	Nt pass
W10	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	235	Nt pass	239	Nt pass
W11	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	180	Nt pass	163	Nt pass
W12	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	350	pass	328	pass
W13	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	150	Nt pass	144	Nt pass
W14	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	190	Nt pass	198	Nt pass
W15	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	165	Nt pass	159	Nt pass
W16	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	160	Nt pass	159	Nt pass
W17	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	150	Nt pass	148	Nt pass
W18	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	160	Nt pass	173	Nt pass
W19	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	160	Nt pass	177	Nt pass
W20	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	165	Nt pass	170	Nt pass
W21	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	180	Nt pass	174	Nt pass
D6	ห้องน้ำ	200	265	pass	293	pass
D7	ห้องน้ำ	200	180	Nt pass	194	Nt pass
D8	ห้องน้ำ	200	221	pass	227	pass
D9	ห้องน้ำ	200	180	Nt pass	197	Nt pass
D10	ห้องน้ำ	200	205	pass	210	pass
S1	บันได/ช่องทางเดินในสถานีขนส่ง	200	170	Nt pass	120	Nt pass
S2	บันได/ช่องทางเดินในสถานีขนส่ง	200	170	Nt pass	128	Nt pass
S3	บันได/ช่องทางเดินในสถานีขนส่ง	200	170	Nt pass	153	Nt pass

Eav (lx) คือ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ย

5.3.2 การทดลองลำดับที่หนึ่ง ปรับการใช้อุปกรณ์แสงสว่างให้เป็นชนิดประหยัดพลังงานทั้งหมดที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน
 ในโปรแกรม Dialux 4.13 คือ

- (1) โคม LED (T10) 50 W. ที่มีค่าความสว่าง 5,000 Lumens ติดตั้งแทนดวงโคมหลอดฟลูออโรสเซนส์ชนิด 2-T5 28 W.
- (2) โคม Downlight LED 23.5 w. ความสว่าง 3,000 Lumens ติดตั้งแทนโคม Downlight หลอดคอมแพค 18 วัตต์คู่
- (3) โคม High-bay LED 155 w. ความสว่าง 20,500 Lumens ติดตั้งแทนโคม High-bay หลอด Metal Halide (MH) 250 w. (ดังภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 แนวทางปรับการใช้อุปกรณ์แสงสว่างให้เป็นชนิดประหยัดพลังงาน:

(ก) ผังระบบแสงสว่างชั้นที่ 1 และ (ข) ผังระบบแสงสว่างชั้นที่ 2

5.3.3 การทดลองลำดับที่สอง เวลากลางวันปรับความสม่ำเสมอในการให้แสงสว่างที่เหมาะสมในส่วนพื้นที่ที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ในโปรแกรม Dialux 4.13 โดยการเพิ่มดวงโคม คือ

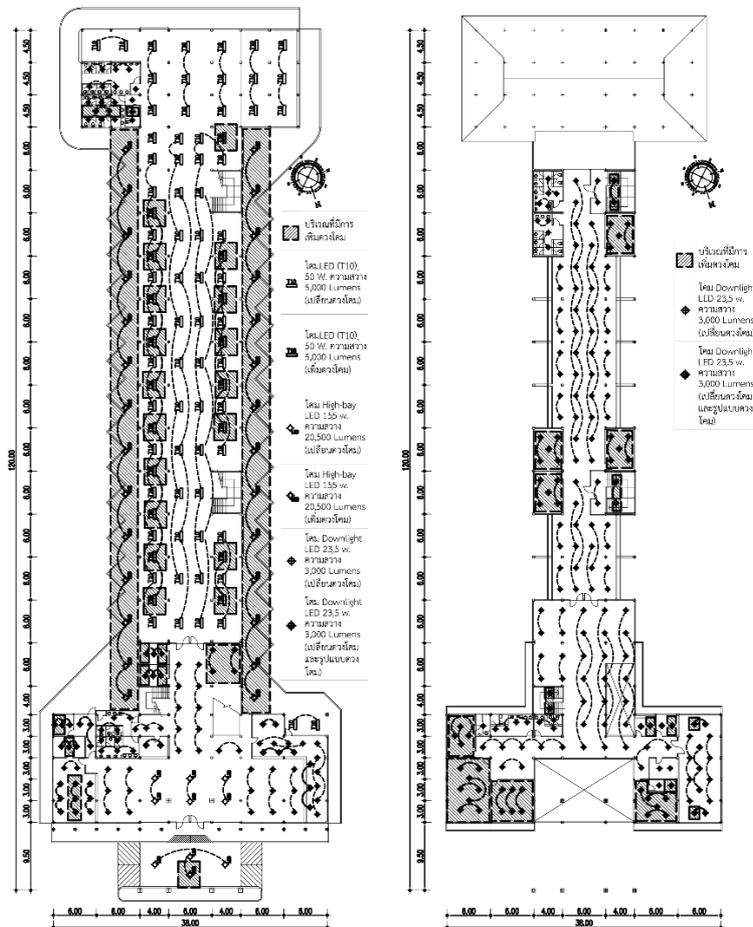
ชั้นที่ 1 จุดขึ้นรถ/ลงรถ (A1) บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน (W4, W5, W6, W8) ห้องน้ำ (D3, D5) ทางเดิน/โถงพักคอย (F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7) และจุดรอขึ้นรถ(C1, C2)

ชั้นที่ 2 บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน (W9, W10, W11, W13, W14, W15, W16, W17, W18, W19, W20, W21) ห้องน้ำ (D7, D9) และบันได/ช่องทางเดินในสถานีขนส่ง (S1, S2, S3)

ส่วนพื้นที่ที่มีแสงเกินเกณฑ์มาตรฐาน

ชั้นที่ 1 บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน (W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8)

ชั้นที่ 2 บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน (W9, W10, W11, W12, W13, W15, W16, W17, W18, W19, W20, W21) และบันได/ช่องทางเดินในสถานีขนส่ง (S1, S2, S3) (ดังภาพที่ 12)

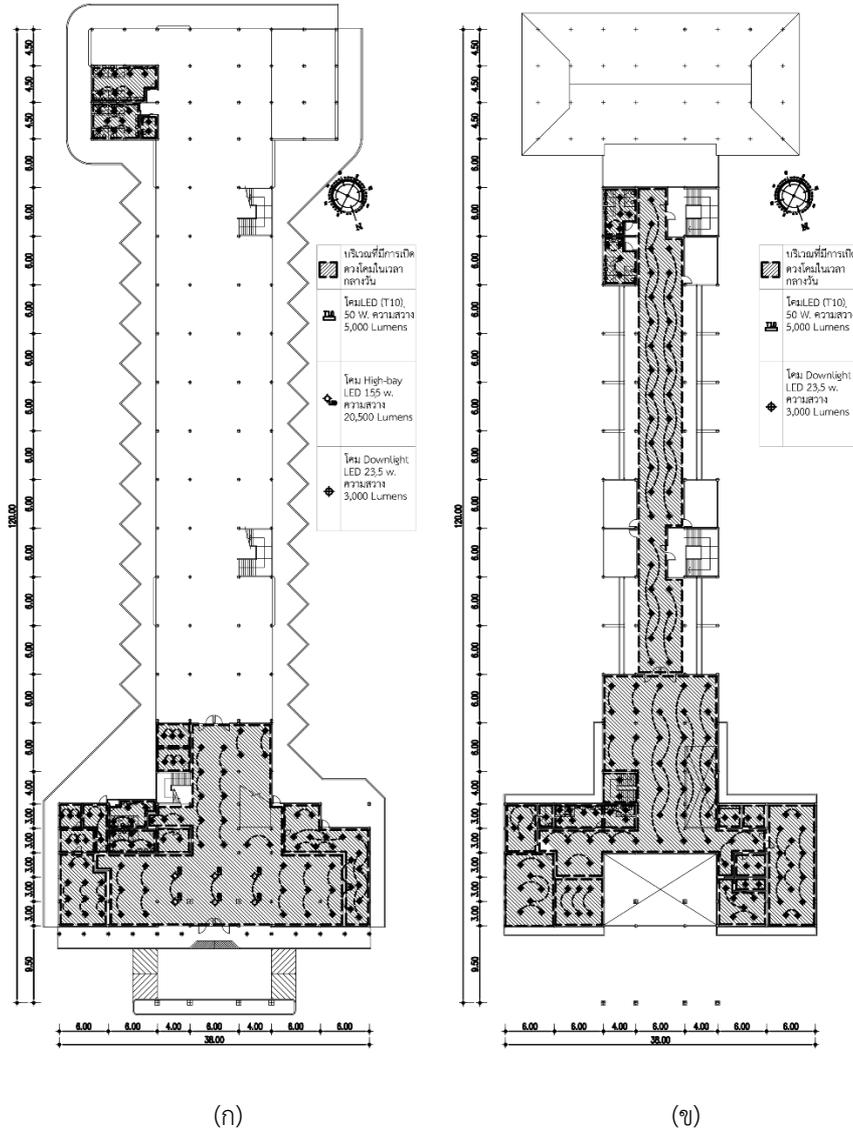


ภาพที่ 10 ผังระบอบจรรยาแสงสว่าง เวลากลางวันปรับความสม่ำเสมอในการให้แสงสว่างที่เหมาะสมในส่วนพื้นที่ที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด : (ก) ชั้นที่ 1; (ข) ชั้นที่ 2

5.3.4 การทดลองลำดับที่สาม ปรับความสม่ำเสมอในการให้แสงสว่างที่เหมาะสมในช่วงเวลา 09.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น. ของวันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม ในโปรแกรม Dialux 4.13 ภายใต้ท้องฟ้าแบบ Partly cloudy sky

ชั้นที่ 1 โดยกำหนดการเปิดระบบแสงสว่างเฉพาะพื้นที่ทางเดิน/โถงพักคอย (E1) บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน (W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8) และห้องน้ำ (D1, D2, D3, D4, D5)

ชั้นที่ 2 พื้นที่ทางเดิน/โถงพักคอย (E2, E3) บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน (W9, W10, W11, W12, W13, W15, W16, W17, W18, W19, W20, W21) และบันได/ช่องทางเดินในสถานีขนส่ง (S1) และห้องน้ำ (D6, D7, D8, D9) (ดังภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 ผังระบบวงจรแสงสว่าง ปรับความสม่ำเสมอในการให้แสงสว่างที่เหมาะสมในช่วงเวลา กลางวัน โดยกำหนดการเปิดระบบแสงสว่างเฉพาะพื้นที่: (ก) ชั้นที่ 1; (ข) ชั้นที่ 2

ตารางที่ 5 ความสว่างของชั้นที่ 1 ในเวลากลางคืน ภายใต้แสงประดิษฐ์ก่อนและหลังการปรับระบบแสงสว่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ และความสว่างในเวลากลางวันภายใต้แสงประดิษฐ์และปรับวงจรใช้งานภายใต้ท้องฟ้าแบบ Partly cloudy sky

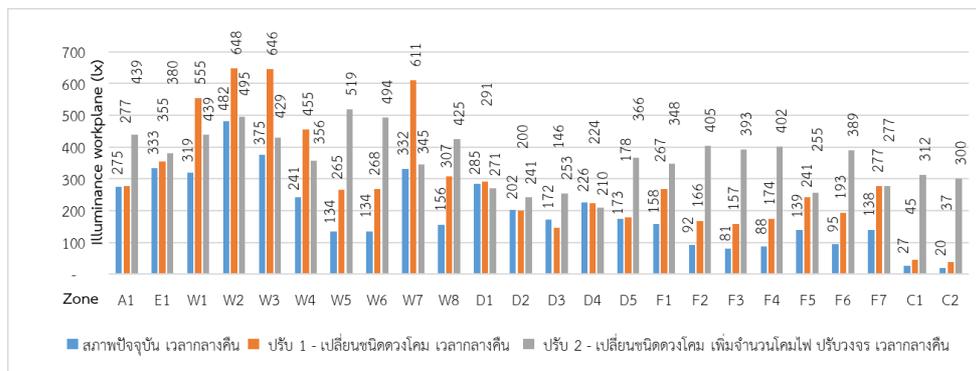
มาตรฐานแสงสว่าง			สภาพปัจจุบัน		ปรับ 1 - เปลี่ยนชนิดดวงโคม เวลา		ปรับ 2 - เปลี่ยนชนิดดวงโคม เพิ่มจำนวนโคม ปรับวงจร		ปรับ 3 - ปรับวงจรตามแสงธรรมชาติ	
Zon	Visual Task	Eav (lx)	Eav (lx)	มาตรฐาน	Eav (lx)	มาตรฐาน	Eav (lx)	มาตรฐาน	Eav (lx)	มาตรฐาน
					Artificial light		Artificial light		Mixed Illuminance	
A1	จุดขึ้นรถ/ลงรถ	300	275	Not pass	277	Not pass	439	pass	3,521	pass
E1	ทางเดิน/โถงพักคอย	200	333	Pass	355	pass	380	pass	421	pass
W1	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	319	Pass	555	pass	439	pass	2,641	pass
W2	ห้องจองตัวหรือห้องขายตัว	400	482	Pass	648	pass	495	pass	1,524	pass
W3	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	375	Pass	646	pass	429	pass	566	pass
W4	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	241	Not pass	455	pass	356	pass	2,284	pass
W5	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	134	Not pass	265	Not pass	519	pass	1,074	pass
W6	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	134	Not pass	268	Not pass	494	pass	1,118	pass
W7	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	332	Pass	611	pass	345	pass	680	pass
W8	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	156	Not pass	307	pass	425	pass	2,064	pass
D1	ห้องน้ำ	200	285	Pass	291	pass	271	pass	244	pass
D2	ห้องน้ำ	200	202	Pass	200	pass	241	pass	314	pass
D3	ห้องน้ำ	200	172	Not pass	146	Not pass	253	pass	559	pass
D4	ห้องน้ำ	200	226	Pass	224	pass	210	pass	449	pass
D5	ห้องน้ำ	200	173	Not pass	178	Not pass	366	pass	379	pass
F1	ทางเดิน/โถงพักคอย	200	158	Not pass	267	pass	348	pass	1,183	pass
F2	ทางเดิน/โถงพักคอย	200	92	Not pass	166	Not pass	405	pass	1,342	pass
F3	ทางเดิน/โถงพักคอย	200	81	Not pass	157	Not pass	393	pass	1,103	pass
F4	ทางเดิน/โถงพักคอย	200	88	Not pass	174	Not pass	402	pass	1,220	pass
F5	ทางเดิน/โถงพักคอย	200	139	Not pass	241	pass	255	pass	2,541	pass
F6	ทางเดิน/โถงพักคอย	200	95	Not pass	193	Not pass	389	pass	931	pass
F7	ทางเดิน/โถงพักคอย	200	138	Not pass	277	pass	277	pass	8,365	pass
C1	จุดขึ้นรถ/ลงรถ	300	27	Not pass	45	Not pass	312	pass	5,869	pass
C2	จุดขึ้นรถ/ลงรถ	300	20	Not pass	37	Not pass	300	pass	3,794	pass

Eav (lx) คือ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ย

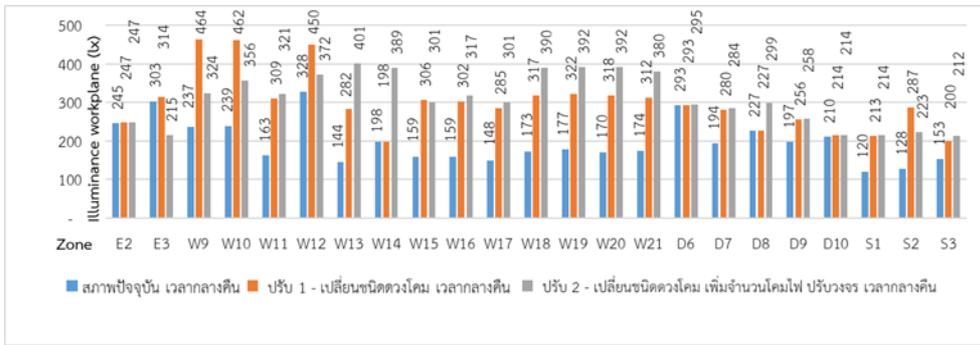
ตารางที่ 6 ความสว่างของชั้นที่ 2 ในเวลากลางคืน ภายใต้แสงประดิษฐ์ก่อนและหลังการปรับระบบแสงสว่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ และความสว่างในเวลากลางวันภายใต้แสงประดิษฐ์และปรับจรรยาใช้งานภายใต้ท้องฟ้าแบบ Partly cloudy sky

มาตรฐานแสงสว่าง			สภาพปัจจุบัน			ปรับ 1 - เปลี่ยนชนิดดวงโคม เวลากลางคืน		ปรับ 2 - เปลี่ยนชนิดดวงโคม เพิ่มจำนวนโคมไฟ ปรับจรรยา เวลากลางคืน		ปรับ 3 - ปรับจรรยาตามแสงธรรมชาติ เวลากลางวัน	
Zone	Visual Task	Eav (lx)	Eav (lx)	มาตรฐานแสงสว่าง	Eav (lx)	มาตรฐานแสงสว่าง	Eav (lx)	มาตรฐานแสงสว่าง	Eav (lx)	มาตรฐานแสงสว่าง	
					Artificial light		Artificial light		Mixed Illuminance 2020/03/21 12.00		
E2	ทางเดิน/โรงพักคอย	200	245	Pass	247	pass	247	pass	755	pass	
E3	ทางเดิน/โรงพักคอย	200	303	Pass	314	pass	215	pass	1,884	pass	
W9	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	237	Not pass	464	pass	324	pass	2,280	pass	
W10	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	239	Not pass	462	pass	356	pass	780	pass	
W11	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	163	Not pass	309	pass	321	pass	2,262	pass	
W12	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	328	Pass	450	pass	372	pass	1,601	pass	
W13	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	144	Not pass	282	pass	401	pass	870	pass	
W14	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	198	Not pass	198	Not pass	389	pass	380	Pass	
W15	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	159	Not pass	306	Pass	301	pass	301	Pass	
W16	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	159	Not pass	302	Pass	317	pass	1,129	Pass	
W17	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	148	Not pass	285	Not pass	301	pass	1,236	Pass	
W18	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	173	Not pass	317	Pass	390	pass	2,533	Pass	
W19	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	177	Not pass	322	Pass	392	pass	2,523	Pass	
W20	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	170	Not pass	318	Pass	392	pass	1,734	Pass	
W21	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300	174	Not pass	312	Pass	380	pass	1,585	Pass	
D6	ห้องน้ำ	200	293	Pass	293	Pass	295	Pass	981	Pass	
D7	ห้องน้ำ	200	194	Not pass	280	Pass	284	Pass	268	Pass	
D8	ห้องน้ำ	200	227	Pass	227	Pass	299	Pass	796	Pass	
D9	ห้องน้ำ	200	197	Not pass	256	Pass	258	Pass	804	Pass	
D10	ห้องน้ำ	200	210	Pass	214	Pass	214	Pass	285	Pass	
S1	บันได/ช่องทางเดินในสถานี	200	120	Not pass	213	Pass	214	Pass	272	Pass	
S2	บันได/ช่องทางเดินในสถานี	200	128	Not pass	287	Pass	223	Pass	2,757	Pass	
S3	บันได/ช่องทางเดินในสถานี	200	153	Not pass	200	Pass	212	Pass	2,492	Pass	

Eav (lx) คือ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ย



ภาพที่ 14 เปรียบเทียบค่าความสว่างของชั้นที่ 1 ในเวลากลางคืน ภายใต้แสงประดิษฐ์ก่อนและหลังการปรับระบบแสงสว่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้



ภาพที่ 15 เปรียบเทียบค่าความสว่างของชั้นที่ 2 ในเวลากลางคืน
 ภายใต้แสงประดิษฐ์ก่อนและหลังการปรับระบบแสงสว่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) ระหว่างสภาพปัจจุบัน และการปรับปรุง โดยเทียบเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าส่องสว่างเพียงอย่างเดียวพิจารณาจากการใช้งานดังนี้

- โคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 2x28 W. จำนวน 122 ชุด 44,886.27 kWh/ปี
- โคมดาวน์ไลท์ หลอดคอมแพค 2x18 W. จำนวน 202 ชุด 53,611.20 kWh/ปี
- โคมไฟฟ้า HI BAY 250 W. จำนวน 9 ชุด 16,425.00 kWh/ปี

ปริมาณไฟฟ้าส่องสว่างเพียงอย่างเดียวรวมทั้งสิ้น 114,922.44 kWh/ปี

เมื่อปรับปรุงระบบแล้วใช้แสงประดิษฐ์เพิ่มดังนี้

- โคมLED (T10) 50 W. จำนวน 86 ชุด 37,668.00 kWh/ปี
- โคม Downlight LED 23.5 w. จำนวน 300 ชุด 81,726.42 kWh/ปี
- โคม High-bay LED 155 w. จำนวน 38 ชุด 33,945.00 kWh/ปี

ปริมาณไฟฟ้าส่องสว่างเพียงอย่างเดียวรวมทั้งสิ้น 153,339.42 kWh/ปี

6. อภิปรายผลการศึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวทางการปรับปรุงระบบแสงสว่างที่นำไปใช้กับโครงการอื่นในอนาคต

6.1 อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาเรื่อง “การปรับปรุงระบบแสงสว่างอาคารผู้โดยสารหลังที่ 1 สถานีขนส่งจังหวัดขอนแก่นแห่งที่ 3” เป้าหมายอันเป็นวัตถุประสงค์ หลักของการวิจัยนี้คือการเพื่อศึกษาระบบแสงสว่างในปัจจุบันในอาคารพักผู้โดยสารฯ และเพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุงระบบแสงสว่างในแบบมาตรฐานให้สอดคล้องกับการใช้งานในอาคารพักผู้โดยสารฯ สามารถเสนอแนวทางในการปรับปรุงต่อหน่วยงานที่ดูแลได้

จากการศึกษาสามารถอภิปรายผลการศึกษาจากวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาระบบแสงสว่างปัจจุบันในอาคารพักผู้โดยสารฯ

จากการศึกษาจากแบบมาตรฐานอาคารผู้โดยสารมีการจัดวางระบบแสงสว่างที่ยังไม่เพียงพอต่อการใช้งานในพื้นที่ และไม่ผ่านมาตรฐานตามกฎกระทรวงมหาดไทย (2537) และกระทรวงแรงงาน (2549) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่ปริมาณแสงสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้คือพื้นที่ทางเดิน จุดออกตัว โถงพักคอยและจุดขึ้นรถ ในช่วงเวลากลางคืน ทั้งการเก็บข้อมูลจากอาคารปัจจุบันและการจำลองแสงสว่างในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นปัญหาด้านการใช้งานแสงสว่างไม่ผ่านเกณฑ์กฎหมาย และรูปแบบการควบคุมระบบแสงสว่างตามช่วงเวลาใช้งานและพื้นที่เข้าถึงการใช้งานไม่ได้กำหนดการใช้งานที่ชัดเจน การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ ควรได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม โดยวิธีนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยช่องแสงด้านข้าง

เพื่อลดภาระการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในเวลากลางวัน ซึ่งในพื้นที่อาคารยังมีการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างอยู่ตลอดเวลา รูปแบบการวางอุปกรณ์แสงสว่างมีการวางระบบที่ไม่พอเพียงและเหมาะสมกับตำแหน่งติดตั้งทั้งในจุดที่เป็นพื้นที่สำนักงานทำงาน และพื้นที่พักคอย

2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์กำหนดแนวทางในการปรับปรุงระบบแสงสว่างในแบบมาตรฐานให้สอดคล้องกับการใช้งานในอาคารพักผู้โดยสารฯ

จากการกำหนดแนวทางในการปรับปรุงระบบแสงสว่าง ในแบบมาตรฐานอาคารพักผู้โดยสาร ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานที่ใช้รองรับการใช้งานสถานีขนส่งต่าง ๆ การปรับปรุงแบบระบบแสงสว่างที่เหมาะสมเพียงพอต่อการใช้งานเป็นแนวทางเพื่อปรับปรุงระบบแสงสว่าง เทียบกับการใช้งานที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและทราบถึงงบประมาณที่ต้องนำมาปรับปรุง เพื่อแก้ไขปัญหาระบบแสงสว่าง

การศึกษาผังระบบวงจรแสงสว่างในปัจจุบันวิเคราะห์จากแบบมาตรฐานเป็นหลักเทียบกับพื้นที่จริง จำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีพื้นที่ที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์กฎหมายสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

การทดลองปรับเปลี่ยนชนิดดวงโคมให้เป็นชุดรูปแบบที่มีความทนทาน ประหยัดพลังงาน และเป็นปัจจุบันเพื่อศึกษาค่าความสว่างที่เกิดขึ้น ถึงผลความแตกต่างว่าผ่านเกณฑ์กฎหมายตามรูปแบบที่ปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งในการทดลองยังมีพื้นที่ที่ไม่ผ่านเกณฑ์กฎหมายในพื้นที่สำนักงาน พื้นที่โรงพักคอย พื้นที่ห้องน้ำ และพื้นที่ชั้นลงรถ

การทดลองปรับตำแหน่งดวงโคม เพิ่มจำนวนดวงโคมให้เป็นไปตามรูปแบบที่ศึกษาการโดยการให้แสงสว่างแบบทั่วไป (general lighting) การให้แสงสว่างบริเวณพื้นที่ (localised lighting) การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ (local lighting) ทดลองเพื่อให้เพียงพอต่อการผ่านเกณฑ์กฎหมาย

การทดลองการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์เทียบกับรูปแบบการควบคุมการเปิด-ปิดระบบแสงสว่าง โดยคำนวณจากช่วงเวลา 09.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น. ของวันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม ภายใต้ท้องฟ้าแบบ Partly cloudy sky โดยศึกษาวิธีนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยช่องแสงด้านข้าง (Side Lighting) กำหนดเป็นแนวทางการวางรูปแบบการควบคุมระบบแสงสว่าง

6.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษามาตรฐานตามกฎกระทรวงมหาดไทย (2537) และกระทรวงแรงงาน (2549) ด้านแสงสว่างในอาคารผู้โดยสารตามแบบมาตรฐาน ที่นำมาก่อสร้างจริงเทียบกับการจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้จัดทำขึ้นนี้ หากจะนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อการใช้งานและถูกต้องตามเกณฑ์ การวิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. แนวทางการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

นำข้อมูลเพื่อเสนอรูปแบบการปรับปรุงระบบแสงสว่างตามงบประมาณที่เพิ่มขึ้น พร้อมทั้งเลือกด้านพลังงาน ความคุ้มค่าเมื่อเทียบการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การจัดการพื้นที่ใช้งานที่เหมาะสมกับการใช้งานปัจจุบัน ซึ่งอาคารเป็นอาคารเฉพาะรูปแบบรองรับการเข้าถึงของรถประจำทางขนาดใหญ่ และการเข้าใช้พื้นที่อยู่ตลอด 24 ชั่วโมง ต่อหน่วยงานที่ดูแลอาคาร ซึ่งมีการศึกษาการออกแบบแสงธรรมชาติในอาคาร วิธีนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยช่องแสงด้านข้าง (side lighting) แสงประดิษฐ์ การออกแบบการให้แสงประดิษฐ์และลักษณะการให้แสงสว่างจากโคมไฟ ประเภทของหลอดไฟ ระบบเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ และมาตรฐานความสว่าง เป็นส่วนศึกษาใช้ประโยชน์ต่อไป

2. ข้อเสนอแนะด้านกฎหมาย

การวิจัยนี้ได้นำเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างจากหน่วยงานของรัฐ และองค์กรแสงสว่างของไทยและต่างประเทศ ได้แก่ กฎกระทรวงมหาดไทย (2537), กระทรวงแรงงาน (2549), TIEA (TIEA, 2003) IESNA (Harrold and Mennis, 2003) และ CIBSE (CIBSE, 1994) ซึ่งทางหน่วยงานที่ดูแลอาคารผู้โดยสารเป็นหน่วยงานราชการที่ต้องดูแลและควบคุมอาคารซึ่งเป็นอาคารสาธารณะให้เหมาะสมกับการใช้งานถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างที่กฎหมายกำหนด

3. ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย

การวิจัยนี้เป็นกรนำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบแสงสว่างในอาคารผู้โดยสารเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและเหมาะสมกับการใช้งาน ผู้ที่มีหน้าที่ดูแลควบคุมการใช้งานอาคารย่อมเล็งเห็นถึงความพร้อมให้บริการในอาคารลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นด้าน

ความปลอดภัยในอาคาร อาจกำหนดเป็นแผนการปรับปรุงระบบแสงสว่างในอาคาร ตามลำดับความเหมาะสมทางงบประมาณ ซึ่งสามารถลำดับความจำเป็นในส่วนต่างๆตามความเหมาะสมได้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

4. ข้อเสนอแนะด้านการบริหารจัดการ

งานวิจัยได้นำเสนอรูปแบบการใช้งานอาคารตามการใช้งานจริงในแต่ละพื้นที่ตามช่วงเวลาตลอด 24 ชั่วโมง การควบคุมดูแลด้านระบบแสงสว่างสามารถควบคุมได้และเหมาะสมต่อการใช้งาน หน่วยงานที่ควบคุมดูแลอาคารยังสามารถบริหารจัดการงบประมาณเพื่อรองรับ ตามระบบปรับปรุงที่เพิ่มขึ้นได้

6.3 แนวทางการปรับปรุงระบบแสงสว่างที่นำไปใช้กับโครงการอื่นในอนาคต

แนวทางการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างจำเป็นต้องใช้แสงสว่างให้เต็มประสิทธิภาพ ของอุปกรณ์แสงสว่างให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานระดับแสงสว่างตามกฎหมาย แต่เมื่อค่าความสว่างในอาคารไม่ผ่านเกณฑ์ในส่วนที่สำคัญ จะต้องมาศึกษาวิธีแก้ปัญหาในระบบแสงสว่างให้เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานในอาคารให้เพียงพอสำหรับการใช้งาน

1. การเข้าตรวจสอบปรับปรุงระบบแสงสว่างอาคาร ปริมาณแสงสว่างที่วัดได้จะถูกนำคำนวณหาค่าเฉลี่ยความสว่าง (Averaged illuminance- Eav) และใช้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่สามารถใช้อ้างอิงได้ แสดงให้เห็นว่าการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมต่อการใช้งานในอาคารตามที่กฎหมายกำหนด สามารถทำให้เข้าใจถึงความต้องการในการใช้อาคารในด้านคุณภาพแสงสว่างเกิดความปลอดภัยในการเข้าถึงพื้นที่อาคาร การติดตั้งหลอดที่มีประสิทธิภาพในการให้แสงสว่าง ที่สูงขึ้นหรือ การปรับเปลี่ยนวงจรการเปิดปิดดวงโคมเพื่อให้สัมพันธ์กับแสงธรรมชาติ เป็นผลทำให้การควบคุมระบบแสงสว่างมีประสิทธิภาพแม้จะเป็นการเพิ่มการติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างและควบคุมวงจรใหม่ เป็นไปตามลักษณะการใช้งานจริงที่เกิดขึ้นตามช่วงเวลาการใช้งาน ซึ่งอุปกรณ์แสงสว่างใช้รูปแบบจากอุปกรณ์ชนิดเดิมเพื่อสะดวกต่อการรักษาดูแล การปรับใช้ระบบแสงสว่างการจักระบบที่เหมาะสมหรือการปรับเปลี่ยนที่ง่ายไม่ยุ่งยากในการปรับเปลี่ยน

2. มาตรการการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะต้องประกอบด้วยบุคลากรที่รับผิดชอบด้านการดูแลรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบแสงสว่าง การใช้งานอย่างเหมาะสมโดยการคิดร่วมกับ การประยุกต์ใช้แสงอาทิตย์ที่เข้าสู่อาคาร การปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน การใช้สวิตช์ควบคุมการปิด-เปิดเฉพาะจุด การใช้เครื่องตั้งเวลาควบคุมการปิด-เปิด การใช้ตัวตรวจจับแสง (photo sensor) ควบคุมการปิด-เปิด การใช้ตรวจจับคน (occupancy sensor) ควบคุมการปิด - เปิด การใช้ระบบการจัดการแสงสว่าง (lighting management system) การใช้เครื่องหรี่แสง (dimming) การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ช่วยอนุรักษ์พลังงานเช่น การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ รุ่น Super TLD แทนหลอดธรรมดา ลดจำนวนวัตต์ของหลอดไฟฟ้า ลดจำนวนหลอดไฟฟ้า การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูงที่โคมไฟฟ้าเดิม การใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง เป็นต้น

7. สรุปผลการศึกษา

การปรับปรุงระบบแสงสว่างอาคารผู้โดยสารฯ ศึกษาจากแบบมาตรฐานเทียบกับอาคารผู้โดยสารที่มีการใช้งานและก่อสร้างจริง ระบบแสงสว่างที่ทำการจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นถึงปัญหาแสงสว่างในอาคาร และทำการแก้ปัญหาโดยปรับการปรับเพิ่มจำนวนดวงโคมซึ่งเป็นชนิดประหยัดพลังงาน มีจำหน่ายในท้องตลาด สามารถดูแลรักษาได้ง่าย การปรับวงจรการควบคุม เวลาการเปิดใช้งาน และเวลาที่ต้องควบคุมการใช้งานที่เหมาะสม เพราะในพื้นที่สาธารณะในอาคารไม่สามารถปิดกันได้ แต่ควบคุมการใช้แสงเพื่อมองเห็นทางสายตาได้ เกิดความปลอดภัยในการใช้งานในอาคาร ด้านงบประมาณและวิธีการจัดการระบบแสงสว่าง ทางหน่วยงานที่ดูแลควบคุมการใช้งานอาคารสามารถประเมินค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงได้ และมีทางเลือกที่จะเพิ่มการใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาช่วยลดค่าใช้จ่ายตามจุดคู้ค่าที่ต้องเพิ่มขึ้นจากการปรับเพิ่มจำนวนดวงโคมได้

ความสม่ำเสมอของแสงสว่างในส่วนที่เพิ่มขึ้นจากการศึกษาทดลอง ในพื้นที่ที่มีแสงสว่างเกินกว่ากำหนดของเกณฑ์ด้านแสงสว่าง ต้องเปรียบเทียบกับการใช้งานในพื้นที่ซึ่งอาจมีรูปแบบของแสงธรรมชาติเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ค่าเฉลี่ยที่ทดลองในบางพื้นที่สูงเกินความต้องการ แต่ในพื้นที่โดยรวมในแต่ละพื้นที่ใช้งานยังผ่านเกณฑ์แสงสว่างได้

8. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงแรงงาน. (2549). *กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549*. กรุงเทพฯ: กระทรวงแรงงาน.
- กระทรวงมหาดไทย. (2522). *กฎกระทรวง ฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522*. กรุงเทพฯ: กระทรวงมหาดไทย.
- ชำนาญ ท่อเกียรติ. (2540). *เทคนิคการส่องสว่าง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยิ่งสวัสดิ์ ไชยกุล. (2559). *การปรับปรุงระบบแสงสว่างอาคารศูนย์อาหารและบริการ 1 มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- _____. (2563). *แสงสว่างในสถาปัตยกรรม*. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. (2559). *คู่มือแนวทางการออกแบบ การส่องสว่างภายในอาคาร (Guidelines for Indoor Lighting Design)*. กรุงเทพฯ: สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย.
- องค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น. (2553). *แบบมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก (เลขที่1985/2553)*.
- อินันท์ โสภางค์. (2543). *แนวทางการนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารสถานี่ขนส่งเพื่อลดการใช้แสงประดิษฐ์: กรณีศึกษา สถานีขนส่งผู้โดยสารหมอชิต 2. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรม วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสถาปัตยกรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- Boyce, P.R. and Gutkowski, J.M. (1995). The if, why and what of street lighting and street crime: A review. *Lighting Research and Technology*, 27(2), 103-112.
- CIBSE. (2002). *Code for Lighting*. London, Butterworth Heinemann.
- Philips Lighting (1993). *Lighting Manual Eindhoven*, Lighting Design and Application Centre.
- Tregenza, P.R. and D. Loe (1998). *The Design of Lighting*. London, E and FN Spon.
- IESNA, Ed. (2003). *IESNA Lighting Ready Reference. (RR-03)*. New York: IESNA.
- Illuminating Engineering Association of Thailand (TIEA). (2016). *Illuminating Engineering Association of Thailand (TIEA)*. Retrieved 12 October, 2016, from www.tiea.net.
- Commission of the European Communities Directorate-General for Energy (DGXVII). (1992). [n.p.].
- Chaiyakul, Y. and Boonyaputthipong, C. (2006). *Effect of solar radiation on roof forms*. Khon Kaen, Thailand: Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD2006).
- DIALux. (2016). *DIALux Version 4.13*. Retrieved October 15, 2021, from <http://www.diai.de>.
- Led high bay. (2017). *LED High Bay Iwachi 100w (Daylight)*. Bangkok, Led high bay. Lighting & Equipment Public Company Limited. (2017). *LED-T8-1800LM (16W) Specification*. [n.p.].

ออนไลน์

- ลิขรินทร์ อยู่คง. (2563). *คณิตศาสตร์ที่ซ่อนอยู่ในการปูพื้นกระเบื้อง (Tessellation)*. <http://www.sikarinyookong.com>