

แนวทางการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติและ การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในอาคารจอดแล้วจร Optimizing Design Guidelines to Maximize Daylighting and Natural Ventilation in Park-and-Ride Buildings

ธัญวรัตน์ ศิลวัฒน์วรงค์^{1*} และ พิมลศิริ ประจวบสาร²

¹ นักศึกษาปริญญาเอก และ ² ผู้ช่วยศาสตราจารย์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กรุงเทพฯ 10200

Thanwarat Silawatanawongse^{1*} and Pimolsiri Prajongsan²

¹Master degree student and ²Assistant Professor,
Faculty of Architecture, Silpakorn University, Bangkok, 10200

*Email: silawatanawongse@gmail.com

บทคัดย่อ

อาคารจอดรถระบบจอดแล้วจรเป็นองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมให้การเชื่อมต่อการเดินทางด้วยระบบสาธารณะเป็นไปได้สะดวก และเป็นแรงจูงใจให้คนเปลี่ยนพฤติกรรมการเดินทางจากการพึ่งพารถยนต์ส่วนตัวเป็นการใช้บริการขนส่งสาธารณะ ซึ่งเป็นแนวคิดหลักของระบบการคมนาคมที่ยั่งยืน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบอาคารจอดแล้วจรที่มีการใช้แสงธรรมชาติและระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถสร้างสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่มีความปลอดภัยทางการมองเห็นและคุณภาพอากาศให้กับผู้ใช้งาน ผ่านการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของอาคารที่มีใช้ในปัจจุบัน 2 รูปแบบ คือ แบบพื้นเรียบและพื้นเลขนระดับที่มีความกว้าง 2 ขนาด คือ 32 เมตรและ 60 เมตร ภายใต้สภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร จากผลการจำลองประสิทธิภาพอาคารด้วยโปรแกรม DIALux evo 10.0 และ DesignBuilder v.5.5.2.007 ผลการศึกษพบว่ารูปแบบอาคาร ความกว้างของอาคาร และขนาดของช่องเปิดเป็นปัจจัยที่ส่งอิทธิพลต่อค่าความส่องสว่างและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศของอาคาร และอาคารกรณีศึกษาที่สามารถใช้แสงธรรมชาติและระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่มีความปลอดภัยทางการมองเห็นและคุณภาพอากาศตามที่กฎหมายและมาตรฐานกำหนดได้แก่ อาคารจอดรถแบบพื้นเลขนระดับที่มีความกว้าง 32 เมตรและมีความสูงช่องเปิด 1.20-1.40 เมตร

คำสำคัญ: อาคารจอดแล้วจร, ความปลอดภัยทางการมองเห็น, การใช้แสงธรรมชาติ, การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ, การจำลองประสิทธิภาพอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Abstract

Park-and-ride building system is an element that helps promote convenient travel connections with the public system. And it is an incentive for people to change their travel behavior from relying on personal cars to using public transportation. This is the core concept of a sustainable transportation system. The objective of this study is to present guidelines for designing park-and-ride buildings that effectively use natural light and natural ventilation. It can create an indoor environment with visual safety and air quality for users. Through an analysis of the physical characteristics of buildings currently in use in two layouts: flat deck layouts and split-level layouts, there are two sizes: 32 meters wide and 60 meters wide, under the weather conditions of Bangkok. From the results of building efficiency simulation using the programs DIALux evo 10.0 and DesignBuilder v.5.5.2.007, it was found that the building layouts, building width, and the size of the opening are factors that influence the

illuminance and air change rate of the building. And case study buildings that can use natural light and natural ventilation to create an indoor environment that is visually safe and has air quality as required by law and standards include a split-level layout within 32 meters and an opening height of 1.20-1.40 meters.

Keywords: Park-and-Ride, Visual Safety, Daylighting, Natural Ventilation, Building Simulation

Received: June 10, 2024; **Revised:** June 23, 2024; **Accepted:** August 20, 2024

1. บทนำ

อาคารจอดรถระบบจอดแล้วจร (park and ride) เป็นองค์ประกอบสำคัญในการเชื่อมต่อการเดินทาง (intermodal transport facilities, ITF) ที่ทำให้สามารถเพิ่มพื้นที่การให้บริการได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดความสะดวกและแรงจูงใจต่อผู้เดินทางซึ่งสามารถนำรถยนต์ส่วนบุคคลมาจอดและเปลี่ยนมาใช้บริการขนส่งสาธารณะในระบบราง (สนข., 2553: 4-11) ซึ่งจะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเดินทางของคนในกรุงเทพมหานครและพื้นที่โดยรอบจากการลดภาวะการพึ่งพารถยนต์ส่วนตัวไปเป็นการใช้บริการขนส่งสาธารณะซึ่งเป็นแนวคิดที่นำไปสู่การพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนจากระบบการคมนาคมที่ยั่งยืน (sustainable mobility) จากการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และยังเป็น การช่วยลดการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในพื้นที่เมืองได้อีกด้วย นอกจากนี้การจัดการพื้นที่จอดรถในรูปแบบของอาคารจอดรถนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่ารูปแบบลานจอดรถกล่าวคือสามารถรองรับจำนวนช่องจอดได้มากกว่าในพื้นที่เท่ากัน และยังสามารถลดการใช้พื้นที่ลาดเชิงในเมืองของกรุงเทพมหานครลงได้อีกด้วย

ในปัจจุบันพื้นที่จอดรถระบบจอดแล้วจรในกรุงเทพมหานครที่กำลังดูแลโดยการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) มี 2 รูปแบบ คือ ลานจอดแล้วจรซึ่งเปิดใช้งานแล้ว 12 จุด สามารถรองรับช่องจอดได้ 25 - 1,250 คัน ซึ่งมักตั้งอยู่ในเขตเมืองชั้นใน และอาคารจอดแล้วจร 17 อาคาร มีความสูงระหว่าง 3-10 ชั้น สามารถรองรับช่องจอดได้ 205-3,000 คัน โดยเป็นอาคารที่เปิดใช้งานแล้ว 10 อาคาร อยู่ระหว่างการก่อสร้าง 3 อาคาร และมีแผนก่อสร้าง 4 อาคาร ซึ่งมักจะตั้งอยู่ในเขตเมืองชั้นนอก ทั้งนี้ อาคารจอดแล้วจรมี 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ แบบพื้นเรียบ (flat deck) และแบบพื้นเล้นระดับ (split-level) โดยอาคารจอดรถระบบจอดแล้วจรมีการเชื่อมต่อกับสถานีรถไฟฟ้าหรือศูนย์ซ่อมบำรุงจะมีรูปแบบเป็นอาคารพื้นเรียบเป็นหลัก พบว่าอาคารจอดแล้วจรขนาดใหญ่บางแห่งมีข้อจำกัดในการออกแบบทำให้มีขนาดความสูงของแต่ละชั้นอยู่ในขั้นต่ำตามที่กฎหมายกำหนดและทำให้มีความสว่างไม่เพียงพอจึงจำเป็นต้องติดตั้งไฟฟ้าประดิษฐ์จำนวนมากแทนการใช้แสงธรรมชาติ และใช้การระบายอากาศด้วยวิธีกลแทนการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

ในการศึกษาขั้นนี้ผู้ศึกษาจึงมุ่งเน้นการสำรวจอาคารจอดแล้วจรมีที่ใช้ในปัจจุบันและแนวโน้มอาคารในอนาคตและศึกษาประสิทธิภาพในการใช้แสงและการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติโดยอ้างอิงจากมาตรฐานความปลอดภัยทางการมองเห็นและการระบายอากาศสำหรับอาคารจอดรถเพื่อนำไปสู่การนำเสนอแนวทางการออกแบบอาคารจอดรถระบบจอดแล้วจรมีที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานโดยยังสามารถได้รับแสงสว่างธรรมชาติที่เพียงพอต่อความรู้สึกลดภัยและมีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติภายใต้สภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร

2. กฎหมาย มาตรฐานและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544 กำหนดลักษณะของอาคารจอดรถไว้ว่าเป็นอาคารที่มีที่จอดรถจำนวนตั้งแต่ 10 คันขึ้นไป หรือมีพื้นที่จอดรถ ทางวิ่ง และที่กับลรถในอาคารรวมกันตั้งแต่ 300 ตารางเมตร ขึ้นไป อาคารจอดรถที่สูงเกิน 10 ชั้น จากระดับพื้นดินและขึ้นลงด้วยทางลาดได้ทุกชั้นจะต้องมีลิฟต์ยกกรลอีกทางหนึ่งที่สามารถยกกรลขึ้นลงได้ทุกชั้น กำหนดระยะขั้นต่ำของช่องจอดในกรณีจอดตั้งฉากกับแนวทางเดินรถให้มีความกว้างไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร มีทางเข้าออกของรถกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตร (กรณีเดินรถสองทาง) และไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร (ในกรณีเดินรถทางเดียว) ทั้งนี้มีกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างและการระบายอากาศในอาคารจอดรถ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อ้างอิงกฎหมายและมาตรฐานเกี่ยวกับแสงสว่างและการระบายอากาศในอาคารจอดรถ

อ้างอิง	เนื้อหา
ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544	อาคารจอดรถเหนือระดับพื้นดินที่มีบุคคลเข้าไปใช้สอยต้องมีการระบายอากาศอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้ - กรณีใช้ส่วนเปิดโล่งเป็นที่ระบายอากาศ ส่วนเปิดโล่งดังกล่าวต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่อาคารจอดรถชั้นนั้นและต้องมีที่ว่างห่างจากอาคารอื่นไม่น้อยกว่า 3 เมตร - กรณีใช้เครื่องระบายอากาศเพื่อระบายอากาศ ต้องจัดให้มีเครื่องระบายอากาศซึ่งสามารถเปลี่ยนอากาศในชั้นนั้น ๆ ให้หมดในเวลา 15 นาที ทั้งนี้คิดเป็นอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมงเป็น 4 เท่าของปริมาตรอากาศในชั้นนั้น - กำหนดระบบจัดการแสงสว่างในส่วนอาคารจอดรถไว้ว่าต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 100 ลักซ์
มาตรฐาน วสท.	ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ระบุว่าอาคารจอดรถที่ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติต้องมีพื้นที่ช่องเปิดสู่ภายนอกไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่ผนัง ด้านนั้นๆ และพื้นที่ช่องเปิดรวมทั้งหมดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่อาคารที่จอดรถ และความยาววัดตามแนวนอนของช่องเปิดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของความยาวผนังด้านนั้นๆ โดยพื้นที่ที่อยู่ห่างจากช่องเปิดสู่ภายนอกอาคารเกิน 30 เมตร ต้องจัดให้มีการระบายอากาศด้วยวิธีทางกล (วสท.031001-21, 2564: 3-2)
การศึกษาของ Box และ Monahan	การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบที่จอดรถเพื่อความปลอดภัยทางการมองเห็นและลดการเกิดอาชญากรรมพบว่า ค่าความส่องสว่างขั้นต่ำที่จำเป็นสำหรับการมองเห็นสิ่งกีดขวางเพื่อป้องกันโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุจากการสะกดล้มซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75 ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในการใช้งานอาคารจอดรถ (Box, 1981) และ (Monahan, 1995) กำหนดไว้ที่ค่าความส่องสว่างในแนวระนาบไม่ต่ำกว่า 2 ลักซ์ (Fotios & Cheal, 2013) และ (Uttley et al., 2017)
การศึกษาของ John D. Bullough et al.	การศึกษาที่แนะนำค่าความส่องสว่างในแนวระนาบที่สามารถสร้างความรู้สึกปลอดภัยให้กับผู้ใช้อาคารจอดรถว่าควรอยู่ระหว่าง 30-50 ลักซ์ (J.D. et al., 2019)
มาตรฐาน CIE	The International Commission on Illumination ที่กำหนดค่าความส่องสว่างที่มนุษย์สามารถมองเห็นสิ่งกีดขวางและไม่ทำให้เกิดอุบัติเหตุที่ค่าความส่องสว่างอย่างน้อย 2 ลักซ์ โดยต้องมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 10 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างในแนวระนาบที่ทำให้มนุษย์รู้สึกปลอดภัยคือค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 30-50 ลักซ์ (CIE, 2009)
มาตรฐาน IESNA G-1-03	ซึ่งมีเกณฑ์การกำหนดมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยเป็นแนวทางมาตรฐานหนังสือคู่มือ (guideline handbook) เบื้องต้น ดังนี้ ความสว่างแนวระนาบวัดที่แนวระนาบพื้น 0.00 เมตร โดยมีการเสนอแนะว่าลานจอดรถควรมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 30 ลักซ์ และความสว่างแนวตั้งกำหนดที่ระดับ 1.50 เมตร ควรมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 5-8 และควรมีสัดส่วนความสม่ำเสมอของแสง (average to minimum uniformity ratio) ไม่เกิน 4:1 (IESNA G-1-03, 2003)
การศึกษาของ อรุช สวัสดิ์ธรรมภักดิ์	การออกแบบไฟส่องสว่างเพื่อความปลอดภัยบริเวณทางเท้าในบริบทของไทย โดยมีการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแสงสว่างแนวระนาบและโอกาสที่จะรู้สึกปลอดภัย พบว่าปริมาณแสงสว่างเฉลี่ย 30 ลักซ์ ทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกปลอดภัยร้อยละ 100 (สอดคล้องกับมาตรฐาน IESNA) และความสัมพันธ์ของปริมาณแสงสว่างแนวตั้งและโอกาสที่จะรู้สึกปลอดภัย พบว่าปริมาณแสงสว่างเฉลี่ย 5-8 ลักซ์ ส่งผลให้ผู้ใช้งานรู้สึกปลอดภัยเพียงร้อยละ 10 ในขณะที่ปริมาณแสงสว่างเฉลี่ย 30 ลักซ์ จะทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกปลอดภัยร้อยละ 95 (อรุช สวัสดิ์ธรรมภักดิ์, 2555)

และจากการทบทวนการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารจอดรถพบว่า รูปแบบอาคารและการจัดเส้นทางการเดินรถเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการจราจรโดยอาคารแบบพื้นลานระดับมีประสิทธิภาพในการจัดการจราจรมากกว่าอาคารแบบพื้นเรียบเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการหาที่จอดรถสั้นกว่าและสามารถจัดช่องจอดรถได้ในปริมาณมากกว่า (เจตน์ ชุนถนอม, 2559: 18) และ (J. D. Hill et al., 1989) และพบว่าการจัดรูปแบบเส้นทางการเดินรถแบบสองทาง (two-way flow) มีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดรูปแบบการเดินรถทางเดียว (one-way flow) เนื่องจากการเดินรถสองทางทำให้การเข้าที่จอดรถเป็นไปอย่างรวดเร็วและช่วยลดการวนรถในการหาที่จอด (IStructE, 2002) ซึ่งการจัดการจราจรที่มีประสิทธิภาพจะสามารถลดระยะเวลาและการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศภายในอาคารลงได้ในเบื้องต้น

จากการทบทวนข้อมูลกฎหมาย มาตรฐาน และการศึกษาที่เกี่ยวข้องข้างต้นพบว่ามีการกำหนดลักษณะทางกายภาพรวมถึงสัดส่วนของช่องเปิดของอาคารจอดรถไว้อย่างชัดเจน ในขณะเดียวกันก็มีการระบุถึงคุณลักษณะของแสงสว่างและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศขั้นต่ำเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้อาคารไว้เช่นกัน แต่ยังไม่มีการศึกษาที่ประเมินประสิทธิภาพของการออกแบบตามข้อกำหนดดังกล่าวเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของสภาพแวดล้อมในการมองเห็นและคุณภาพอากาศภายใต้ลักษณะของสภาพอากาศกรุงเทพมหานคร การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเสนอแนะแนวทางในการออกแบบอาคารจอด แล้วจึงที่มีประสิทธิภาพสามารถรองรับจำนวนช่องจอดได้มากในขณะที่ยังสามารถใช้แสงธรรมชาติและการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่มีความปลอดภัยทางการมองเห็นและมีคุณภาพอากาศที่ยอมรับได้ภายใต้สภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร และนำไปสู่แนวทางการออกแบบอาคารที่ใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ ลดการใช้พลังงาน และมีความปลอดภัยในการใช้งานอาคารจอดรถต่อไป

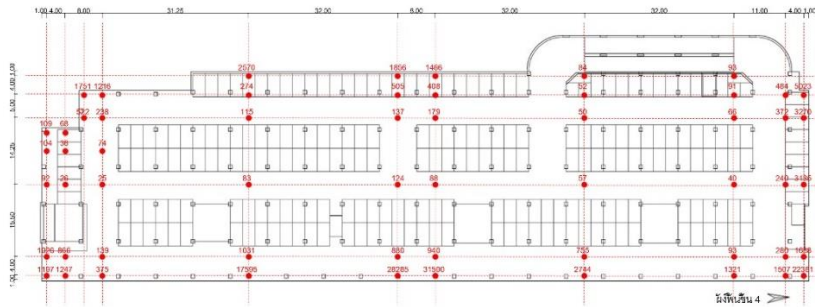
3. วิธีการศึกษา (Research methods)

การศึกษาชิ้นนี้มีจุดมุ่งหมายในการศึกษาประสิทธิภาพของอาคารจอดรถระบบจอดแล้วจรที่มีใช้ในปัจจุบันโดยอ้างอิงคุณภาพของแสงสว่างและการระบายอากาศตามกฎหมายและมาตรฐานกำหนด กล่าวคือ อาคารจอดรถต้องจัดให้มีการเข้าถึงแสงสว่างไม่น้อยกว่า 100 ลักซ์ โดยควรมีค่าความส่องสว่างทางระนาบอย่างน้อย 30 ลักซ์ และควรมีสัดส่วนความสม่ำเสมอของแสงไม่เกิน 4:1 และต้องจัดให้มีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมงอย่างน้อย 4 เท่า ของปริมาตรอากาศของพื้นที่เป็นปัจจัยหลักในการอ้างอิง โดยการศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

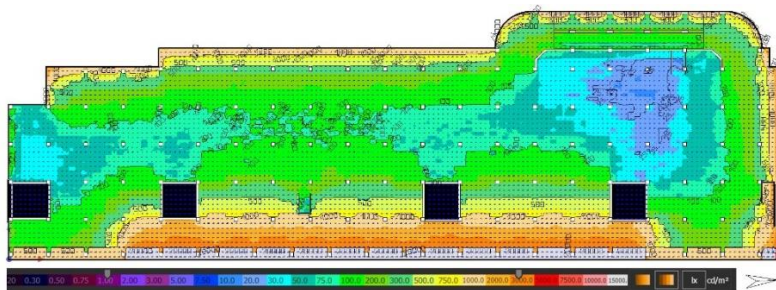
3.1 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม DIALux evo เนื่องจากโปรแกรมสามารถจำลองผลค่าความส่องสว่างภายในอาคารได้ และใช้โปรแกรม DesignBuilder ซึ่งสามารถจำลองผลอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศในอาคารได้ ทั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องในการจำลองผลของโปรแกรม DIALux evo 10.0 และ DesignBuilder v.5.5.2.007 โดยในการตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำลองของโปรแกรม DIALux evo 10.0 ผู้ศึกษาได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลค่าความส่องสว่างภายในอาคารจอดแล้วจรสถานีลาดพร้าวโดยทำการตรวจวัดค่าความสว่างในแนวระนาบบริเวณอาคารชั้น 4 ในช่วงเวลาระหว่าง 7:00-9:00 น. ของวันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2563 กรณีไม่เปิดใช้งานแสงประดิษฐ์ โดยทำการตรวจวัดค่าด้วยเครื่องวัดแสงแบบพกพา (lux meter) รุ่น TESTO 545 รวม 58 จุด เนื่องจากอาคารมีพื้นที่ขนาดใหญ่ (กว้าง 44 เมตร และยาว 164 เมตร) จึงเลือกเก็บค่าความส่องสว่างบริเวณรอบอาคารที่ได้รับแสงสว่างมากและบริเวณกลางอาคารที่ได้รับแสงสว่างน้อยเป็นหลัก โดยเป็นตำแหน่งใช้งานที่จอดรถ ทางสัญจร และทางเดิน ที่ระดับความสูง 1.50 เมตรจากระดับพื้น (ภาพที่ 1) เพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับผลการจำลองด้วยโปรแกรม DIALux evo 10.0 (ภาพที่ 2)

ผลการเปรียบเทียบผ่านการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พบว่าทั้งสองชุดมีความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.9691 ซึ่งแสดงถึงความน่าเชื่อถือของผลการจำลองด้วยโปรแกรม DIALux evo 10.0 (ภาพที่ 3)

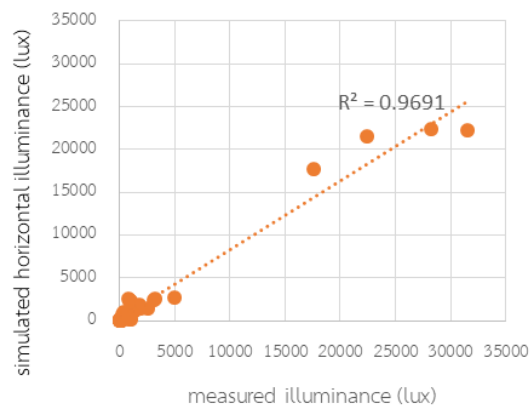


ภาพที่ 1 ตำแหน่งการตรวจวัดค่าความสว่างบริเวณพื้นที่ชั้น 4 อาคารจอดแล้วจรสถานีลาดพร้าว



ภาพที่ 2 ผลการจำลองค่าความสว่างบริเวณพื้นที่ชั้น 4 ด้วยโปรแกรม DIALux evo 10.0

ส่วนการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการจำลองการไหลของอากาศด้วยโปรแกรม DesignBuilder ผู้ศึกษาได้ทำการทบทวนการศึกษาของ Leng, Pau., et al., (2014) ซึ่งมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการจำลองการไหลของอากาศภายในอาคารกับผลการสำรวจอาคารจริงพบว่า โปรแกรมสามารถให้ผลการจำลองที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลจากการสำรวจในพื้นที่จริงอยู่ในระดับที่เชื่อถือได้ การศึกษาชิ้นนี้จึงเลือก DIALux evo 10.0 และ DesignBuilder v.5.5.2.007 เป็นเครื่องมือหลักในการศึกษาต่อไป



ภาพที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความส่องสว่างในแนวระนาบจากการสำรวจ (measured illuminance) และการจำลองด้วยโปรแกรม (simulated illuminance)

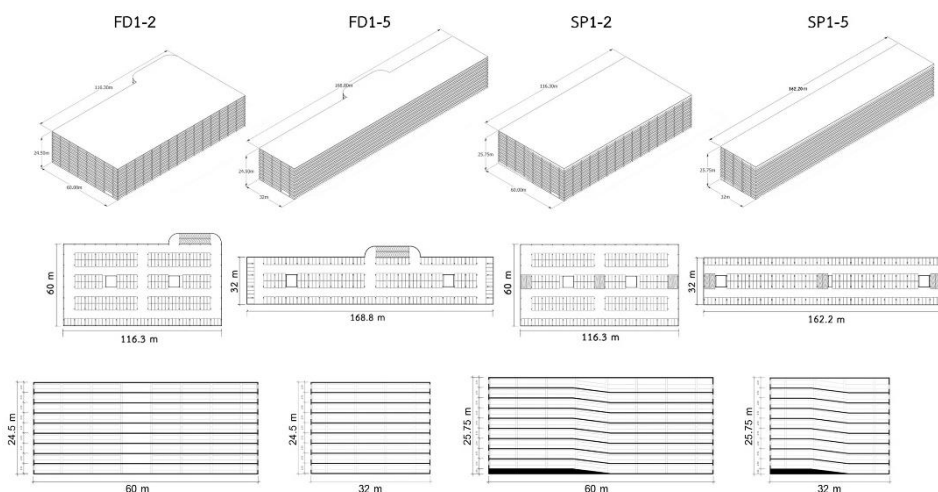
3.2 การกำหนดลักษณะอาคารกรณีศึกษา

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดลักษณะของอาคารกรณีศึกษาที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาจากลักษณะทางกายภาพของอาคารจวดแล้วจวที่มีในปัจจุบัน

จากการสำรวจจุดจวดแล้วจวที่กำกับดูแลโดย รพม. พบว่า อาคารจวดแล้วจวที่มีในปัจจุบันมี 2 รูปแบบ ได้แก่ อาคารแบบพื้นเรียบและอาคารแบบพื้นเล่นระดับ ซึ่งมีลักษณะเป็นอาคารสูง 3 ชั้น ที่มีลักษณะเป็นอาคารแผ่ทางราบเต็มพื้นที่ หรืออาคารทางตั้งสูง 8-10 ชั้น ซึ่งจากจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ต้องการเสนอแนวทางในการออกแบบอาคารจวดแล้วจวได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาขั้นนี้จึงเลือกพิจารณาอาคารจวดแล้วจวที่ตั้งที่สามารถรองรับช่องจวดรถในแต่ละชั้นได้มากเมื่อเทียบกับอาคารทางราบที่มีจำนวนชั้นน้อยแต่ใช้พื้นที่เยอะเมื่อต้องการช่องจวดรถในปริมาณที่เท่ากัน โดยที่ไม่กระทบต่อความปลอดภัยทางการมองเห็นและคุณภาพอากาศของผู้ใช้อาคาร โดยกำหนดให้อาคารในการศึกษามีลักษณะดังนี้

- 1) เป็นอาคารสูง 9 ชั้น ที่มีความสูงจากพื้นถึงพื้นชั้นต่อไป (floor-to-floor height) 2.70 เมตร (อ้างอิงจากระยะความสูงสุทธิตามกฎหมายไม่ต่ำกว่า 2.10 เมตร รวมระยะของโครงสร้างและงานระบบที่พบจากการสำรวจอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบัน)
- 2) เป็นอาคารที่สามารถรองรับช่องจวดอย่างต่ำ 2,100 ช่องจวดหรือ 234 ช่องจวดต่อชั้น (อ้างอิงจากอาคารจวดแล้วจวรถสถานีลาดพร้าว) โดยมีความกว้างไม่เกิน 60 เมตร (อ้างอิงจากมาตรฐาน วสท.031001-21 เรื่องระยะความกว้างของอาคารมากที่สุดที่สามารถใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ)
- 3) เป็นอาคารจวดรถที่มีการจัดการเดินรถแบบ 2 ทาง และมีลักษณะช่องจวดแบบตั้งฉากกับทางวิ่งรถเพื่อลดอัตราการสัญจรหรือลดระยะเวลาในการหาช่องจวดและลดระยะเวลาการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการติดเครื่องยนต์ และกำหนดให้มีความกว้างของช่องจวดไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร และความยาวไม่ต่ำกว่า 5.00 เมตร โดยมีขนาดทางวิ่งรถไม่ต่ำกว่า 6.00 เมตร ตามกฎหมาย

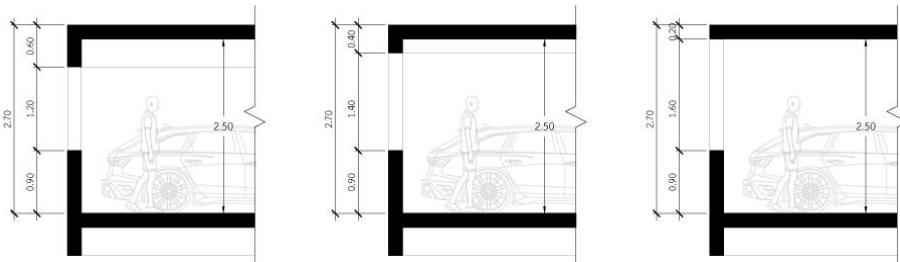
ทั้งนี้ สามารถสรุปกรณีศึกษาได้เป็น 2 รูปแบบ คือ แบบพื้นเรียบและพื้นเล่นระดับที่มีความกว้าง 2 ระยะ คือ 60 เมตร และ 32 เมตร (หรือมีสัดส่วนความกว้างต่อความยาวของอาคารเป็น 1:2 และ 1:5 ตามลำดับ) และมีความสูงช่องเปิด 1.20 เมตร 1.40 เมตร และ 1.60 เมตร มีความสูงของผนังกันตกด้านข้างอาคาร 0.90 เมตร เป็นกรณีหลักในการศึกษา ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีเพียงอาคารกรณีศึกษาที่มีความกว้าง 32 เมตร และช่องเปิดความสูง 1.40 เมตร เท่านั้น ที่ผ่านมาตรฐาน วสท. ที่กำหนดให้อาคารจวดรถที่ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติมีสัดส่วนของช่องเปิดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่อาคาร (ตารางที่ 2 และภาพที่ 4-5)



ภาพที่ 4 รูปแบบอาคารกรณีศึกษา (บน) ภาพไอโซเมตริก (กลาง)
ผังพื้นและ (ล่าง) รูปตัดด้านสกัด

ตารางที่ 2 รายละเอียดของอาคารกรณีศึกษาทั้ง 12 กรณี

กรณีศึกษา	รูปแบบอาคาร	สัดส่วนความกว้างต่อความยาว (ความกว้าง x ความยาว, เมตร)	ความสูงของช่องเปิด (เมตร)	ร้อยละของพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่พื้นที่อาคารชั้นนั้น	ร้อยละของพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคารชั้นนั้น
FD1-2	อาคารแบบพื้นเรียบ	1:2 (60 x 116.3 ม.)	1.20	6.06	44.44
			1.40	7.07	51.85
			1.60	8.08	59.26
FD1-5	อาคารแบบพื้นเรียบ	1:5 (32 x 168.8 ม.)	1.20	8.92	44.44
			1.40	10.41	51.85
			1.60	11.89	59.26
SP1-2	อาคารแบบพื้นเล่นระดับ	1:2 (60 x 116.3 ม.)	1.20	6.06	44.44
			1.40	7.07	51.85
			1.60	8.08	59.26
SP1-5	อาคารแบบพื้นเล่นระดับ	1:5 (32 x 162.2 ม.)	1.20	8.98	44.44
			1.40	10.48	51.85
			1.60	11.97	59.26



ภาพที่ 5 ภาพตัดบอกระยะและความสูงช่องเปิดของอาคารกรณีศึกษา

3.3 การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติของอาคารจอดแล้วจร

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพ 3 ปัจจัย ได้แก่ รูปแบบอาคาร ขนาดความกว้างของอาคารและทิศทางของอาคารที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติ เพื่อตรวจสอบรูปแบบอาคารที่มีโอกาสในการใช้แสงธรรมชาติต่ำ และนำไปพิจารณาต่อในข้อ 3.4 เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยในการมองเห็นของผู้ใช้อาคารจากการจำลองด้วยโปรแกรม DIALux evo 10.0 โดยทำการศึกษาทั้งหมด 72 กรณีตามรายละเอียดดังนี้

1) ตัวแปรต้น: รูปแบบอาคาร 2 รูปแบบ ได้แก่ อาคารแบบพื้นเรียบและแบบพื้นเล่นระดับที่มีความกว้างอาคาร 2 ขนาด คือ กว้าง 32 เมตร (สัดส่วน 1:5) และกว้าง 60 เมตร (สัดส่วน 1:2) โดยกำหนดให้อาคารมีด้านสกัดหันทางทิศเหนือ-ใต้ และด้านสกัดหันทางทิศตะวันออก-ตะวันตก รวมตัวแปรต้นทั้งหมด 8 กรณี ได้แก่ FD1-2 (N-S), FD1-5 (N-S), FD1-2 (E-W), FD1-5 (E-W), SP1-2 (N-S), SP1-5 (N-S), SP1-2 (E-W) และ SP1-5 (E-W) โดยช่องเปิดทั้ง 4 ด้านมีความสูง 1.20 เมตร ศึกษากรณีที่มีความสูงช่องเปิดน้อยสุด

2) ตัวแปรตาม: ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยทางแนวระนาบที่ระดับ 1.50 เมตร เหนือระดับพื้นชั้น 1 กรณีอาคารแบบพื้นเรียบ และเหนือระดับพื้นชั้น 1 กับ 1 ½ กรณีอาคารแบบพื้นเล่นระดับ เนื่องจากต้องการจำลองบริเวณชั้นที่มีความเป็นไปได้ที่อาจได้รับแสงสว่างธรรมชาติต่ำสุดเมื่อเทียบกับชั้นอื่น ๆ โดยทำการจำลองผลในช่วงเวลา 08:00 น. 12:00 น. และ 17:00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาเร่งด่วนในการใช้งานและเป็นช่วงที่ตำแหน่งดวงอาทิตย์มีความแตกต่างกัน ของวันที่ 21 มี.ค. วันที่ 21 มิ.ย. และ 21 ธ.ค. ซึ่งเป็นวันวสันตวิษุวัต วันครีษมายันและวันเหมายัน รวมมีตัวแปรตามทั้งหมด 9 กรณี

โดยกำหนดให้สภาพท้องฟ้าเป็นแบบ Clear sky และเป็น Direct sunlight โดยเป็นอาคารจำลองแบบ standalone เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์แบบไม่มีที่ติดอาคาร จึงไม่มีการสะท้อนจากอาคารข้างเคียง

3.4 การศึกษาประสิทธิภาพในการใช้แสงธรรมชาติเพื่อความปลอดภัยทางการมองเห็นของอาคารกรณีศึกษา

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการใช้แสงธรรมชาติเพื่อความปลอดภัยทางการมองเห็นอ้างอิงจากกฎหมายและมาตรฐาน และนำเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้แสงธรรมชาติของอาคารกรณีศึกษาที่มีการใช้แสงธรรมชาติต่ำ (worst-case scenario) จากผลการจำลองในขั้นตอนก่อนหน้า โดยทำการศึกษาทั้งหมด 12 กรณีตามรายละเอียด ดังนี้

1) ตัวแปรต้น: รูปแบบอาคาร 2 รูปแบบ ได้แก่ อาคารพื้นเรียบและอาคารพื้นเล่นระดับที่มีสัดส่วนความกว้างต่อความยาว 1:2 (FD1-2 และ SP1-2) ที่มีด้านสกัดทางทิศเหนือ-ใต้ และด้านสกัดทางทิศตะวันออก-ตะวันตก โดยกำหนดระยะความสูงของช่องเปิดด้านข้างอาคาร 3 ระยะ ได้แก่ 1.20 เมตร 1.40 เมตร และ 1.60 เมตร

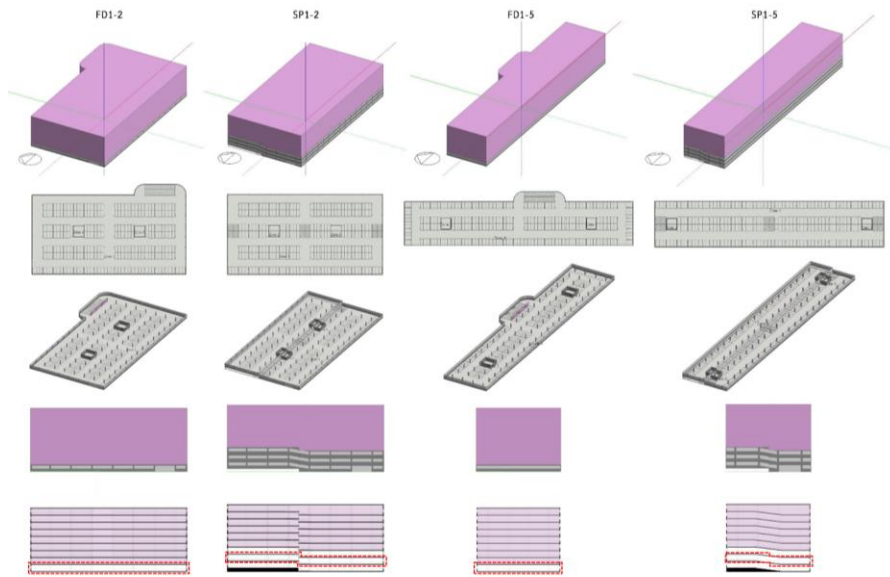
2) ตัวแปรตาม: ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยทางแนวระนาบที่ระดับ 0.00 เมตร (อ้างอิงจากมาตรฐาน IESNA รหัส G-1-03) ของพื้นชั้น 1 กรณีอาคารแบบพื้นเรียบ และพื้นชั้น 1 กับ 1 ½ กรณีอาคารแบบพื้นเล่นระดับ โดยทำการจำลองผลในช่วงเวลาที่อ้างอิงจากผลการจำลองในข้อ 3.3

3.5 การศึกษาประสิทธิภาพในการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติของอาคารกรณีศึกษา

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของอาคารกรณีศึกษาในการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติด้วยโปรแกรม DesignBuilder โดยทำการศึกษาทั้งหมด 16 กรณี ดังนี้

1) ตัวแปรต้น: รูปแบบอาคาร 2 รูปแบบ ได้แก่ อาคารพื้นเรียบและอาคารพื้นเล่นระดับที่มีสัดส่วนความกว้างต่อความยาว 1:2 และ 1:5 (FD1-2, FD1-5, SP1-2 และ SP1-5) ที่มีด้านสกัดทางทิศเหนือ-ใต้ และด้านสกัดทางทิศตะวันออก-ตะวันตก ที่มีความสูงของช่องเปิดด้านข้างอาคารทั้ง 4 ด้าน 1.20 เมตร และ 1.40 เมตร เนื่องจากพบว่ากรณีช่องเปิด 1.40 เมตร สามารถทำให้ผลการจำลองผ่านเกณฑ์ จึงสรุปได้ว่าหากออกแบบช่องเปิดสูง 1.60 เมตร ผลการจำลองที่ได้จะยิ่งดีขึ้น

2) ตัวแปรตาม: อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมงของพื้นที่ชั้น 1 กรณีอาคารแบบพื้นเรียบ และที่ระดับชั้น 2 และ 2 ½ กรณีอาคารแบบพื้นเล่นระดับ เนื่องจากในการจำลองอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศของกรณีอาคารแบบพื้นเล่นระดับไม่สามารถใช้ผลที่ระดับชั้น 1 เป็นตัวแทนของชั้นอื่น ๆ ได้ เพราะที่ระดับชั้น 1 ไม่มีการระบายอากาศจากระดับพื้นที่ที่สูงขึ้น



ภาพที่ 6 อาคารกรณีศึกษาในการจำลองด้วยโปรแกรม DesignBuilder

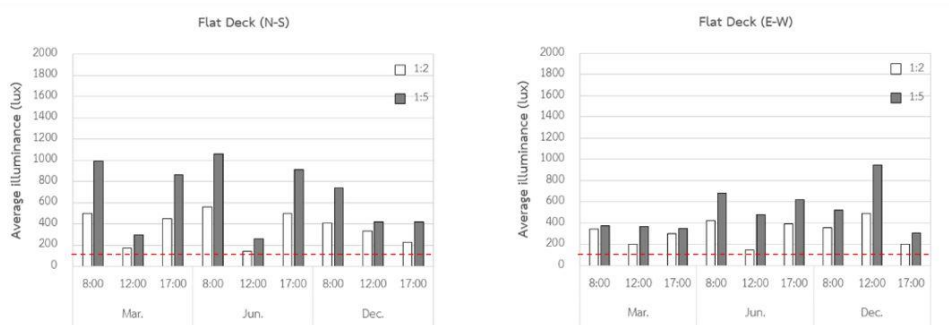
โดยทำการจำลองอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศรายชั่วโมงตลอดทั้งปีในช่วงเวลาใช้งานจริงของอาคารจอดแล้วจร คือช่วงเวลาระหว่าง 05:00-01:00 น. โดยใช้ weather data ของกรุงเทพมหานครเป็นค่าตั้งต้นในการจำลองผล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับกฎหมายอาคารจอดรถที่กำหนดให้ที่จอดรถกรณีใช้เครื่องระบายอากาศจะต้องจัดให้มีการนำอากาศภายนอกเข้ามาในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของปริมาตรห้องใน 1 ชั่วโมง ทั้งนี้ในการสร้างหุ่นจำลองผลได้กำหนดให้ช่องเปิดในการจำลองเป็น 'hole' หรือช่องโหล่งที่เปิดอยู่ตลอดเวลาในชั้นที่เกี่ยวข้องเพื่อลดระยะเวลาในการจำลองผลโดยยังให้ผลการศึกษาที่น่าเชื่อถือ โดยทำการเปิดช่องโหล่งที่ระดับชั้น 1 ของอาคารแบบพื้นเรียบและที่ระดับชั้น 1 ถึงชั้น 3 ½ กรณีอาคารแบบพื้นเล่นระดับ เนื่องจากในกรณีพื้นเล่นระดับมีการไหลของอากาศที่เชื่อมโยงกันระหว่างชั้น (ภาพที่ 6) และทำการจำลองผลอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศโดยใช้ simulation function และอ้างอิงข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมงของกรุงเทพมหานครจากโปรแกรม

4. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

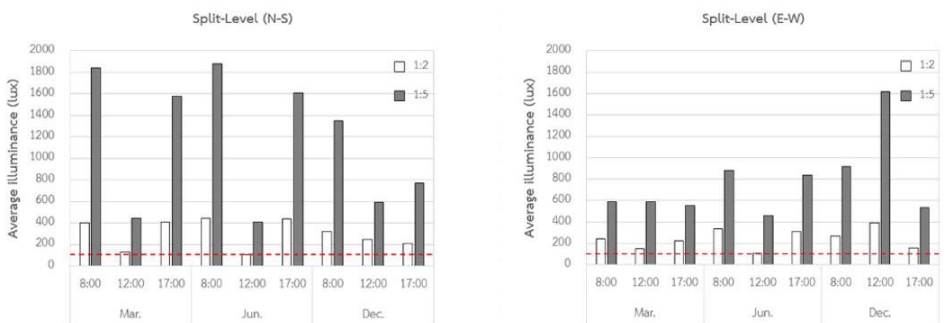
จากวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทางในการออกแบบอาคารจอดแล้วจรที่มีประสิทธิภาพมีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติของอาคารจอดแล้วจร

จากการศึกษาพบว่าตัวแปรต้นทั้ง 3 ตัว ได้แก่ รูปแบบอาคาร ความกว้างของอาคาร และทิศทางของอาคารกรณีศึกษาต่างส่งอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติของอาคารโดยผลการศึกษาพบว่าอาคารกรณีศึกษาทุกกรณีมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงกว่า 100 ลักซ์ (ภาพที่ 7-8)



ภาพที่ 7 ผลการจำลองค่าความส่องสว่างแนวระนาบเฉลี่ย (ลักซ์) ที่ระดับ 1.50 เมตร จากพื้นชั้น 1 ของอาคารกรณีศึกษาแบบพื้นเรียบ

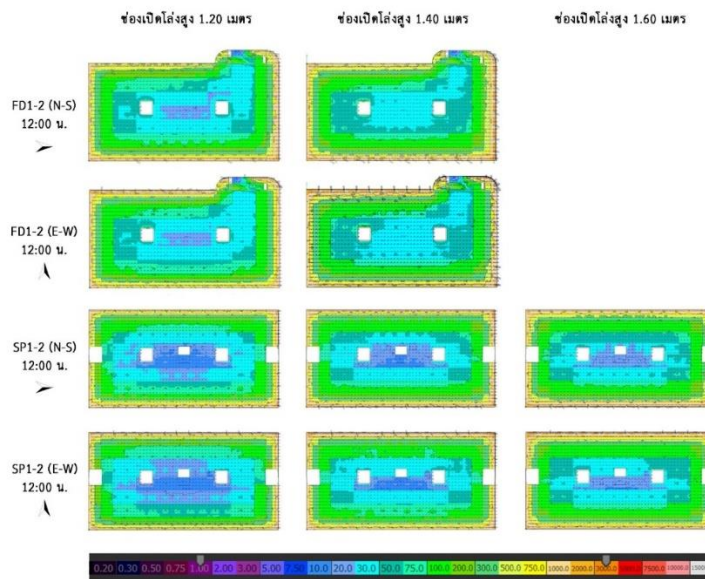


ภาพที่ 8 ผลการจำลองค่าความส่องสว่างแนวระนาบเฉลี่ย (ลักซ์) ที่ระดับ 1.50 เมตร จากพื้นชั้น 1 และ 1 ½ ของอาคารกรณีศึกษาแบบพื้นเล่นระดับ

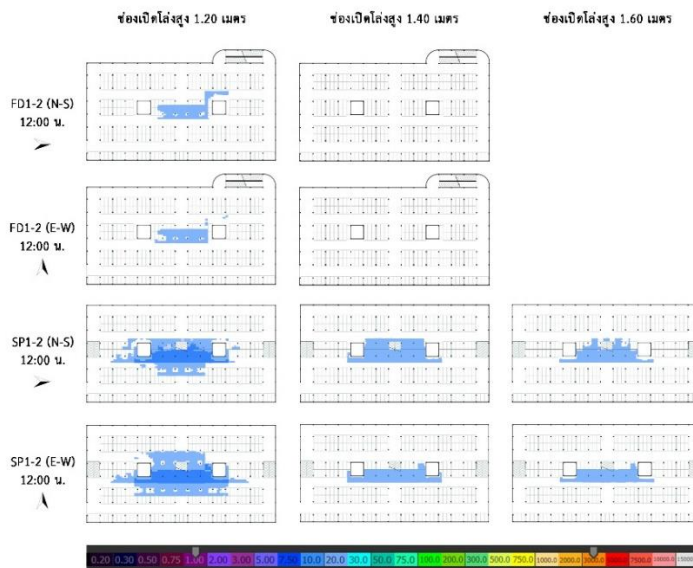
จากผลการศึกษาทั้ง 72 กรณี พบว่าในช่วงเวลา 12:00 น. ของวันที่ 21 มิ.ย. มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยต่ำสุด ดังนั้นจึงนำกรณีนี้ไปใช้ในการศึกษาในขั้นต่อไป

4.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการใช้แสงธรรมชาติเพื่อความปลอดภัยทางการมองเห็นของอาคารกรณีศึกษา

จากการศึกษาในขั้นตอนก่อนหน้าพบว่าอาคารกรณีศึกษาทั้งแบบพื้นเรียบและแบบพื้นเล่นระดับที่มีความกว้าง 60 เมตร ทุกกรณี มีค่าความส่องสว่างแนวระนาบเฉลี่ยสูงกว่า 100 ลักซ์ แต่ผลการจำลองในขั้นนี้แสดงให้เห็นว่าพื้นที่บริเวณกลางอาคารที่ลึกเข้ามาจากกรอบอาคารในกรณีอาคารที่มีความสูงของช่องเปิด 1.20 เมตร นั้น มีค่าความส่องสว่างทางระนาบต่ำกว่า 30 ลักซ์ (ดูภาพที่ 9-10 ประกอบ) ทั้งนี้เมื่อเพิ่มความสูงช่องเปิดจาก 1.20 เมตร เป็น 1.40 เมตร กรณีอาคารแบบพื้นเรียบจะสามารถทำให้อาคารมีค่าความส่องสว่างทางระนาบเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย ในขณะที่อาคารแบบพื้นเล่นระดับจะยังคงมีพื้นที่ที่ค่าความส่องสว่างทางระนาบต่ำแม้จะเพิ่มความสูงช่องเปิดเป็น 1.60 เมตร แล้วก็ตาม ซึ่งผลการจำลองแสดงให้เห็นถึงการบดบังเงาของกรณีดังกล่าวอย่างชัดเจน นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าสัดส่วนความสม่ำเสมอของแสงในกรณีศึกษากลุ่มนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 19:1 และ 28:1 ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งในกรณีนี้จำเป็นต้องติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ดังกล่าวเพื่อเพิ่มค่าความส่องสว่างในพื้นที่ส่วนกลางอาคารเพื่อลดสัดส่วนความสม่ำเสมอของแสงลง



ภาพที่ 9 ผลการจำลองความส่องสว่างแนวระนาบของอาคารกรณีศึกษาในช่วง 12:00 น. ของวันที่ 21 มิถุนายน

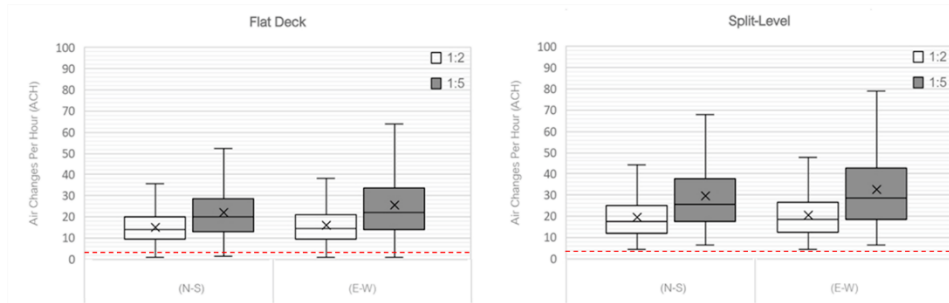


ภาพที่ 10 พื้นที่ของอาคารกรณีศึกษาที่มีความส่องสว่างแนวระนาบต่ำกว่า 20 ลักซ์ (สีน้ำเงิน) และอยู่ระหว่าง 20-30 ลักซ์ (สีฟ้า) ในช่วง 12:00 น. ของวันที่ 21 มิถุนายน

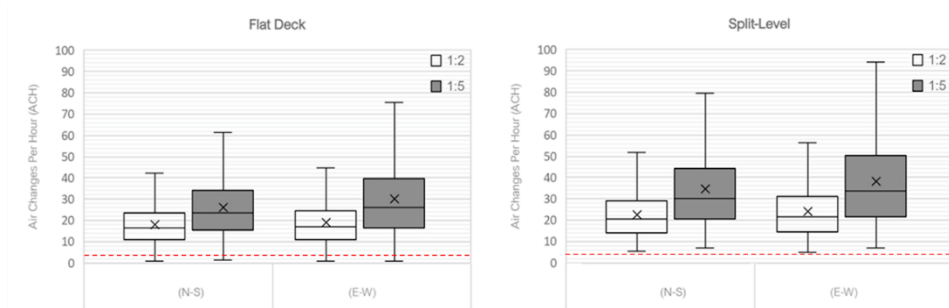
4.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติของอาคารกรณีศึกษา

จากการศึกษาพบว่ารูปแบบของอาคาร ความกว้างของอาคารและความสูงของช่องเปิดเป็นปัจจัยที่ส่งอิทธิพลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนอากาศของอาคารโดยอาคารที่มีความกว้างต่ำกว่ามีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงกว่า (เปรียบเทียบกรณี 1:2 และ 1:5 ในภาพที่ 11-12) และอาคารแบบพื้นเล่นระดับมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงกว่าอาคารแบบพื้นเรียบในสถานการณ์เดียวกัน และกรณีความสูงช่องเปิด 1.40 เมตร มีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงกว่ากรณีความสูงช่องเปิด 1.20 เมตร ทั้งนี้ หากพิจารณาจาก

อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศตามที่กฎหมายกำหนดไว้ที่ไม่ต่ำกว่า 4 เท่า ผลการศึกษาพบว่า มีเพียงกรณีอาคารพื้นที่เล่นระดับที่มีความกว้างไม่เกิน 60 เมตร และมีความสูงไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร มีอัตราการแลกเปลี่ยนตามที่กำหนดในช่วงเวลาการใช้อาคารตลอดทั้งปี



ภาพที่ 11 ผลการจำลองอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมงในช่วงระหว่าง 05:00-01:00 น.
 ตลอดทั้งปีของอาคารกรณีศึกษา (กรณีช่องเปิดสูง 1.20 เมตร)

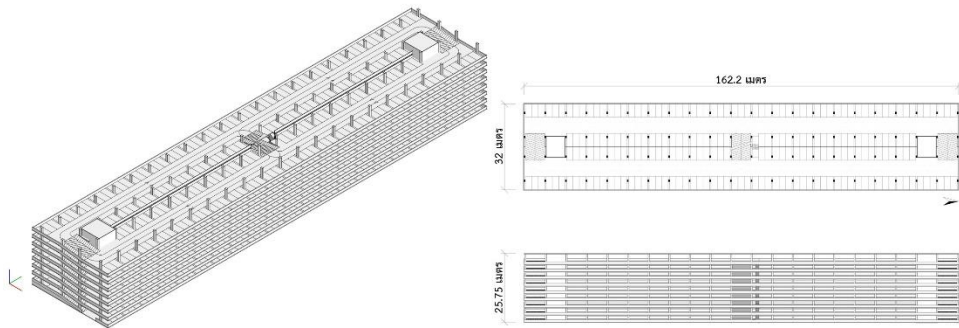


ภาพที่ 12 ผลการจำลองอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมงในช่วงระหว่าง 05:00-01:00 น.
 ตลอดทั้งปีของอาคารกรณีศึกษา (กรณีช่องเปิดสูง 1.40 เมตร)

5. สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีจุดประสงค์ในการเสนอแนวทางการออกแบบอาคารจอตแล้วจึงที่สามารถรองรับช่องจอตได้มากในขณะที่ยังสามารถใช้แสงธรรมชาติและการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ปลอดภัยในการมองเห็นและคุณภาพอากาศตามที่กฎหมายและมาตรฐานกำหนดได้ภายใต้สภาพอากาศของกรุงเทพมหานครโดยใช้โปรแกรม DIALux evo 10.0 และ DesignBuilder v.5.5.2.007 ในการจำลองผล

ผลการศึกษา พบว่า รูปแบบอาคาร ความกว้างอาคาร และความสูงของช่องเปิดเป็นปัจจัยที่ส่งอิทธิพลต่อค่าความส่องสว่างและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศของอาคาร ยิ่งอาคารมีความกว้างด้านสกัดน้อยและพื้นที่ช่องเปิดมากยิ่งดี ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับรูปแบบของอาคารที่ส่งผลกับความสูงของชั้นจอตรถ โดยลักษณะของอาคารจอตแล้วจึงที่มีระดับพื้นถึงพื้น (floor to floor) สูง 2.70 เมตร และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงกว่า 100 ลักซ์ มีค่าความส่องสว่างทุกพื้นที่อย่างน้อย 30 ลักซ์ และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงไม่สูงกว่า 4:1 ตามที่กำหนดในกฎหมายและมาตรฐานความปลอดภัยทางการมองเห็น และมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศในช่วงเวลาใช้งานตลอดทั้งปีสูงกว่า 4 เท่า ตามคุณลักษณะของอาคารจอตตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร ได้แก่ อาคารแบบพื้นที่เล่นระดับที่มีความกว้าง 32 เมตร และมีความสูงช่องเปิดอย่างน้อย 1.20 เมตร และจากผลการเปรียบเทียบกรณีศึกษาทั้งหมดพบว่ากรณีศึกษาที่มีประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติและการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในสภาพอากาศของกรุงเทพมหานครที่ดีที่สุด คือ อาคารแบบพื้นที่เล่นระดับที่มีความกว้าง 32 เมตร โดยวางแนวอาคารด้านสกัดหันไปทางทิศเหนือได้



ภาพที่ 13 อาคารจอดรถแล้วจรรณิศศึกษารูปแบบ FD1-5 มีประสิทธิภาพในการใช้แสงสว่างและการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ
ดีที่สุด (ซ้าย) ภาพไอโซเมตริก (ขวาบน) ผังพื้น (ขวาล่าง) รูปด้าน

นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตว่าลักษณะอาคารเสนอแนวดังกล่าวมีส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่อาคารต่ำกว่าร้อยละ 20 ตามที่
ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครกำหนดไว้ จึงยังจำเป็นต้องติดตั้งเครื่องระบายอากาศตามที่กฎหมายกำหนด ทั้งนี้จากการศึกษาข้อสังเกต
ว่าหากอ้างอิงลักษณะอาคารจอดรถที่ใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติโดยไม่ต้องติดตั้งเครื่องระบายอากาศตามกฎหมายโดยยัง
สามารถรองรับช่องจอดได้ในระดับเดียวกันนี้ อาคารจำเป็นต้องมีความสูงจากพื้นถึงพื้นชั้นต่อไปมากกว่า 2.70 เมตร แม้ว่าจะมีช่อง
เปิดทั้ง 4 ด้าน และใช้ราวกันตกแบบโปร่งก็ตาม ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะส่งผลให้ต้องเพิ่มระยะของทางลาดและอาจส่งผลต่อความกว้าง
ของอาคารโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารแบบพื้นเล่ระดับที่มีการออกแบบวางตำแหน่งทางลาดไว้ในช่วงเสาบริเวณกลางอาคาร
ดังกล่าวและส่งผลต่อประสิทธิภาพในการใช้แสงธรรมชาติและการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติของอาคารได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) ที่ให้การสนับสนุนและให้ความอนุเคราะห์ในการ
จัดทำและเก็บข้อมูลเพื่อนำมาศึกษาและพัฒนาอาคารจอดรถ

7. เอกสารอ้างอิง

- ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544. (3 สิงหาคม 2544). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 118 ตอนพิเศษ 75 ง.
เจตนีย์ ชุนถนอม. (2559). แนวทางการพัฒนาพื้นที่จอดรถแล้วจรรเพื่อรองรับการเดินทาง ด้วยระบบขนส่งมวลชนระบบรางใน
กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. (2564). มาตรฐานระบบปรับ
อากาศและระบายอากาศ. (พิมพ์ครั้งที่ 1). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2553). โครงการศึกษาปรับปรุงแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขต
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. (ม.ป.ท.). <https://www.otp.go.th/post/view/1657>
- อรุช สวัสดิ์ธรรมภักดิ์. (2555). การออกแบบไฟส่องสว่างเพื่อความปลอดภัย กรณีศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bullough, J. D., Rea, M. S., Narendran, N., Freyssonier, J. P., Snyder, J. S., Brons, J. A., Leslie, R. P., & Boyce, P. R.
(2019). Integrating research on safety perceptions under parking lot illumination. Commission
Internationale de l'Eclairage 29th Session. <https://doi.org/10.25039/x46.2019.OP60>
- Hill, J. D., Shenton, D. C., & Jarrold, A. J. (1989). Multi-storey Car Parks. British Steel General Steels.

- Illuminating Engineering Society of North America. (2003). *IESNA G-1-03 Guideline for Security Lighting for People, Property, and Public Spaces*. IESNA Security Lighting Committee.
- Leng, Pau., Ahmad, Mohd., Ossen, Dilshan., & Hamid, Malsiah. (2014). *Application of CFD in prediction of indoor building thermal performance as an effective pre-design tool towards sustainability*. World Applied Sciences Journal. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.30.icmrp.35>
- The Institute of Structural Engineers. (2002). *Design recommendations for multi-storey and underground car parks (3rd edition)*. (n.p.).