

อิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์และขนาดของหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติในร้านคาเฟ่

The effects of overlapping polarized film and size of round window on daylighty performance in café

กรรณิกา สุนิกุล[1] และนวลวรรณ ทวยเจริญ[2]

Kannika Sunikun[1] and Nuanwan Tuaycharoen[2]

Received: 2025-10-18 **Revised:** 2025-12-12 **Accepted:** 2025-12-17

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ สำหรับหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติของคาเฟ่ 2) ศึกษาอิทธิพลของขนาดหน้าต่าง สำหรับหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติของคาเฟ่ การทดสอบโดยใช้แบบจำลองคาเฟ่ Size M ร่วมกับหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร และ 1.20 เมตร ทำการทดสอบในช่วง Summer Equinox เวลา 9.00 น.-17.00 น. โดยหันหน้าต่างไปทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ผลการศึกษาอิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์พบว่า กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศเหนือ คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ ในรูปแบบ 30° กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศใต้ คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 60° กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันออก คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 60° และกรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันตก คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 60° เนื่องจากก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุด

คำสำคัญ: แสง ฟิล์มโพลาไรซ์ คาเฟ่ หน้าต่างทรงกลม การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์

---

[1] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชานวัตกรรมอาคาร
(Building Innovation Department, Faculty of Architecture, Kasetsart University)
ผู้เขียนหลัก (Corresponding Author) E-mail: Kannika.suni@ku.th

[2] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชานวัตกรรมอาคาร
(Building Innovation Department, Faculty of Architecture, Kasetsart University)

Abstract

This research aims to (1) investigate the influence of polarized film overlap on the amount of natural light in a café with circular windows, and (2) examine the effect of window size on the natural lighting performance of the café. The experiment was conducted using a café scale model (Size M) with circular windows of 0.80 meters and 1.20 meters in diameter. Tests were carried out during the summer equinox from 9:00 a.m. to 5:00 p.m., with the windows oriented toward the north, south, east, and west. The results revealed that for the north-facing orientation, a 0.80-meter circular window with a 30° polarized film overlap provided the most suitable lighting conditions. For the south-facing orientation, a 1.20-meter circular window with a 60° polarized film overlap yielded optimal results. Similarly, for the east- and west-facing orientations, a 1.20-meter circular window with a 60° polarized film overlap produced the highest lighting performance. These configurations maintained the average annual illuminance within the standard range of 300–500 lux and provided the highest average illuminance values throughout the year.

Keywords: lighting, polarized film, café, circular window, polarized film overlap

ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ร้านอาหารในปัจจุบันได้มีการนำแสงสว่างมาใช้กันอย่างหลากหลาย โดยมีการใช้แสงสว่างทั้งแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติเพื่อให้เกิดความส่องสว่างที่เหมาะสม โดยในการควบคุมแสงสว่างสำหรับร้านจำหน่ายอาหาร ห้องรับประทานอาหารภายในอาคารและคาเฟ่ ได้มีแนวทางการควบคุมแสงสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) โดยบริเวณห้องอาหาร โรงอาหาร ค่าความส่องสว่างจะอยู่ที่ 300 lux เป็นมาตรฐานความส่องสว่างที่นิยมใช้มากที่สุด และบริเวณครัวมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 500 lux เนื่องจากเป็นมาตรฐานที่นิยมใช้เป็นส่วนใหญ่ (สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, 2561) นอกจากแสงประดิษฐ์แล้วในร้านอาหารโดยเฉพาะคาเฟ่นั้นมีการออกแบบระบบควบคุมแสงสว่างหน้าต่างหรือช่องรับแสงแบบยุคใหม่ (Modern Style) แฝงด้วยความอบอุ่นลักษณะสไตล์มินิมอล (room design tips, 2025) ทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างหน้าต่างหรือช่องแสงกับตัวอาคารและมีอัตลักษณ์เฉพาะโดยหน้าต่างหรือช่องแสงที่ได้รับความนิยมจะเป็นลักษณะทรงกลม (Tripgether, 2563) โดยส่วนใหญ่จากการสำรวจหน้าต่างทรงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร และ 1.20 เมตร หรือมากกว่าและหน้าต่างหรือช่องแสงทรงกลมนี้ไม่นิยมการติดตั้งผ้าม่านเพื่อการกรองแสงหรือการควบคุมแสงสว่าง เนื่องจากเกิดความไม่สวยงามและจำเป็นต้องรักษาทัศนียภาพภายในและนอกของอาคารการออกแบบและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการควบคุมแสงสว่างสำหรับหน้าต่างทรงกลม จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะควบคุมแสงสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และเป็นคลื่นตามขวาง ประกอบด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีการสั่นตั้งฉากกันในระนาบกับทิศการแผ่ของคลื่น ทิศการสั่นของสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ กำหนดให้เป็นทิศของโพลาไรเซชัน (RINA TECHNOLOGY, 2022) โดยแสงธรรมดา (unpolarized light) จะประกอบด้วยเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าที่สั่นในทุกทิศทาง และอยู่บนระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางการแผ่ของคลื่นแสงโพลาไรซ์ (polarized light) ในช่วงเวลาการทำกิจกรรม รักษาความสวยงามและประหยัดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การเลือกใช้วัสดุประเภทฟิล์มโพลาไรซ์สามารถสร้างองค์ประกอบทางแสงในการเลี้ยวเบนแสงตามที่กำหนด รวมถึงสามารถควบคุมแสงบนพื้นฐานของรูปแบบเมทริกได้ (Ignacio Moreno, 2011) หากอาศัยหลักการคลื่นตามขวางและทิศทางการสั่นตั้งฉากกันในแนวระนาบกับทิศของโพลาไรเซชันในรูปแบบของฟิล์มโพลาไรซ์ที่มีการทับซ้อนกันจากการปรับระดับองศาในหน้าต่างทรงกลมจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในงานสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ที่สามารถควบคุมทิศทางและความเข้ม ของแสงที่ผ่านเข้ามาในพื้นที่ได้โดยการปรับองศาทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์

จากหลักการแนวคิดข้างต้นผู้วิจัยมีความสนใจเรื่อง การศึกษาอิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์และอิทธิพลของขนาดหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติในร้านคาเฟ่ โดยการทดสอบด้วยแบบจำลอง(Model) ที่ทำการทดสอบและบันทึกผลทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 09.00 น. - 17.00 น. ในช่วงวัน “ครีษมายัน” หรือที่เรียกว่า Summer Solstice หรือ Summer Equinox ซึ่งตรงกับวันที่ 20-22 มิถุนายน ในซีกโลกเหนือ เป็นวันที่ปรากฏการณ์กลางวันยาวนานที่สุดและกลางคืนสั้นที่สุดของปี เกิดจากการที่ซีกโลกเหนือเอียงเข้าหา ดวงอาทิตย์มากที่สุด ทำให้โลกได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่ (National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization), 2025). แล้วพิจารณาจากค่าการใช้แสงธรรมชาติที่เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐาน 300 lux ถึง 500 lux ผลการวิจัยนี้สามารถนำแสงธรรมชาติมาปรับปรุงการ

ลดปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับแสงประดิษฐ์ และเพื่อการควบคุมการใช้แสงสว่างที่เพียงพอต่อกิจกรรมภายในคาเฟ่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการดังนี้

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ สำหรับหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติของคาเฟ่

2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของขนาดหน้าต่าง สำหรับหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติของคาเฟ่

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แสงสว่างในคาเฟ่

แสงสว่างเป็นส่วนสำคัญต่อการทำกิจกรรมและสร้างบรรยากาศภายในห้องอาหาร โรงอาหาร ร้านอาหารและคาเฟ่ ในการออกแบบแสงและจัดค่าความสว่างให้เหมาะสมกับพื้นที่หรือโซนการใช้งานซึ่งมีความสำคัญที่ต้องอาศัยวิธีการและเทคนิคได้แก่ ความสำคัญของเทคนิคการจัดแสงในร้านอาหารมีความสำคัญต่ออารมณ์ลูกค้า ความอร่อยของอาหาร การเพิ่มยอดขาย และต้องมีมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2561 (Wongshinsri, 2023) ความสว่างที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่การใช้งานที่เหมาะสมต่อสุขภาพตามีความเข้มแสง (Lux) ที่เหมาะในแต่ละพื้นที่มีการวัดค่าความสว่างด้วยเครื่องวัดแสง มาตรฐาน ISO/CIE ติดตั้งหลอดไฟแบบแสงธรรมชาติ Day Light และมีค่าความสว่างในร้านอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2561 (Synes, 2022) ข้อควรคำนึงถึงระบบแสงสว่างภายในร้านกาแฟ โดยคำนึงถึงเลือกใช้โคมไฟ LED การเลือกอุณภูมิของสี ค่าความสว่างเฉลี่ย มีผลต่อการสร้างบรรยากาศและความรู้สึกของลูกค้า (Box Bright Group Co., Ltd., 2020) การออกแบบแสงสว่างในร้านอาหารควรคำนึงถึงทั้งความสวยงามและหน้าที่อย่างสมดุลเพื่อสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับลูกค้าและลดต้นทุนด้านพลังงาน การปรับปรุงเล็กน้อยสามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญต่อบรรยากาศและประสิทธิภาพของร้านอาหารได้ (Farooq & Khan, 2020) การออกแบบแสงสว่างในร้านอาหารควรคำนึงถึงสีแสงที่ใช้เนื่องจากสีแสงไม่เพียงแต่ส่งผลต่อบรรยากาศแต่ยังส่งผลต่อการรับรู้และพฤติกรรมของลูกค้าอีกด้วย การเลือกใช้สีแสงที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการและสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับลูกค้าได้ (Ozkul & Koc, 2023) และการออกแบบสภาพแวดล้อมการทำงานควรคำนึงถึงทั้งสีของผนังและอุณหภูมิสีของแสงเพื่อสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมและส่งผลดีต่ออารมณ์และการรับรู้ทางสายตาของผู้ใช้งาน นอกจากนี้บุคลิกภาพและระดับความวิตกกังวลของแต่ละบุคคลก็มีบทบาทสำคัญต่อการรับรู้สภาพแวดล้อมด้วย (Shahidi & other, 2021)

มาตรฐานแสงสว่าง

การจัดการแสงสว่างอย่างถูกต้องไม่เพียงแต่ช่วยสร้างบรรยากาศที่น่าประทับใจแต่ยังส่งผลต่อประสบการณ์ของลูกค้าและประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานเพื่อให้การออกแบบแสงสว่างเป็นไปตามมาตรฐานและเหมาะสมกับร้านอาหารหรือคาเฟ่ แนวทางและมาตรฐานที่ควรคำนึงสำหรับการจัดการแสงสว่างบริเวณห้องอาหาร โรงอาหาร ห้องครัว 300 lux เนื่องจากมีมาตรฐานความส่องสว่างที่นิยมใช้มากที่สุด (CIBSE, 2025) และ (Zomtobel, 2018) และบริเวณครัวจะอยู่ที่ 500 lux เนื่องจากเป็นมาตรฐานที่นิยมใช้เป็นส่วนใหญ่ (Illuminating Engineering Association Of Thailand (TIEA), 2018), (CIBSE, 2025) และ (Zomtobel, 2018)

ฟิล์มโพลาไรซ์

การใช้ฟิล์มโพลาไรซ์ในการควบคุมแสงและออกแบบหน้าต่างสำหรับร้านคาเฟ่และร้านอาหารเป็นแนวทางที่น่าสนใจในงานสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ ฟิล์มโพลาไรซ์มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถควบคุมทิศทางและความเข้มของแสงที่ผ่านเข้ามาในพื้นที่ได้โดยการปรับมุมของฟิล์มโพลาไรซ์ เราสามารถลดแสงจ้าหรือแสงสะท้อนที่รบกวนการมองเห็น และสร้างบรรยากาศที่สบายตาให้กับลูกค้าได้

การนำฟิล์มโพลาไรซ์มาใช้ในร้านคาเฟ่และร้านอาหารไม่เพียงแต่ช่วยปรับปรุงคุณภาพของแสงธรรมชาติที่เข้ามาในพื้นที่ แต่ยังสามารถสร้างเอฟเฟกต์ทางสายตาที่น่าสนใจ เช่น การเปลี่ยนระดับความโปร่งแสงและ ความทึบของหน้าต่างตามมุมมองของผู้ใช้ ซึ่งช่วยเพิ่มมิติและความลึกให้กับพื้นที่ภายใน นอกจากนี้ฟิล์มโพลาไรซ์ยังสามารถลดความร้อนจากแสงแดดได้ ช่วยให้พื้นที่ภายในร้านเย็นสบายและประหยัดพลังงาน การออกแบบหน้าต่างด้วยฟิล์มโพลาไรซ์ยังสามารถสร้างประสบการณ์ที่แตกต่างให้กับลูกค้า เช่น การเปิดโอกาสให้ลูกค้าได้สัมผัสกับแสงธรรมชาติที่ปรับแต่งได้อย่างลงตัวหรือการสร้างพื้นที่ส่วนตัวโดยการควบคุมระดับความโปร่งแสง ของหน้าต่าง ซึ่งเหมาะสำหรับร้านคาเฟ่และร้านอาหารที่ต้องการสร้างบรรยากาศที่เป็นส่วนตัวและผ่อนคลายโดยการใช้ฟิล์มโพลาไรซ์ในการออกแบบหน้าต่างไม่เพียงแต่ช่วยควบคุมแสงและความร้อน

กรณีศึกษาขนาดคาเฟ่ในปัจจุบัน

มาตรฐานของคาเฟ่ ข้อมูลจาก Neufert Architects' Data จากมาตรฐานสากล แต่ไม่มีข้อมูลคาเฟ่ที่เป็นข้อมูลเฉพาะเจาะจงแต่มีพื้นที่คาเฟ่ที่อยู่ในพื้นที่การใช้งานอื่น ๆ โดยมีขนาดพื้นที่น้อยที่สุดคือ 0.5 ตารางเมตร จนถึง มากที่สุด 100 ตารางเมตรขึ้นไป และผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลคาเฟ่ที่มีในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นอาคารรูปแบบและประเภทใหม่ โดยได้ทำการศึกษาโมเดลของแฟรนไชส์ร้านคาเฟ่ ส่วนใหญ่เริ่มจัดทำขึ้นปี 2559 และบทความในปี ค.ศ. 2020 ถึง 2023 เกี่ยวกับประเด็นขนาด/Size ของคาเฟ่ คือ ขนาดของค่าเฟ่ Size S มีพื้นที่ประมาณ 9-20 ตารางเมตร (Neufert Architects' Data, 2012) และ(Inthanin Coffee, 2019) ขนาดของคาเฟ่ Size M มีพื้นที่ประมาณ 24-40 ตารางเมตร (Baanlaesuan School, 2020) และ (Inthanin Coffee, 2019) และขนาดของคาเฟ่ Size L 40 ตร.ม. ขึ้นไป (Punthai Coffee, 2023) และ (Café Amazon, 2559) โดยคาเฟ่ที่มีในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่จะเป็นแบบ Stand Alone ซึ่งสามารถออกแบบตกแต่งบรรยากาศทั้งภายใน (Indoor) และบรรยากาศภายนอก (Outdoor) ได้แตกต่างกันได้ ทำให้ลูกค้าหรือผู้มาใช้บริการสามารถดื่มด่ำกับบรรยากาศของแต่ละร้านได้อย่างผ่อนคลาย สีของคาเฟ่ส่วนใหญ่เน้นเป็นสีโทนสีขาวซึ่งเป็นสีที่นิยม เนื่องจากช่วยให้พื้นที่ดูกว้างขึ้นและสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย และยังสามารถแต่งร้านได้เกือบทุก Style แสงประดิษฐ์ของคาเฟ่มีการตกแต่งด้วยแสงสว่างตั้งแต่แบบทั่วไปโดยส่วนใหญ่มักใช้ไฟดาวน์ไลท์หรือโคมไฟ ฝังเพดาน เพื่อสร้างบรรยากาศที่อบอุ่น และหน้าต่างของคาเฟ่มีการสร้างจากรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน เช่น สี่เหลี่ยมผืนผ้า วงกลม และสี่เหลี่ยมที่มีการลบมุมให้เกิดความโค้ง ทำให้คาเฟ่ดูแล้วไม่น่าเบื่อและที่แปลกสุด คือการทำหน้าต่างในขนาดความกว้างยาวที่ไม่เท่ากัน เน้นให้เกิดความแปลกใหม่และสะดุดตาแก่ผู้พบเห็น

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาอิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์และขนาดของหน้าต่างต่อปริมาณแสงธรรมชาติในร้านคาเฟ่ แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย
ที่มา: Author

ขั้นตอนที่ 1 ทบทวนวรรณกรรม ข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเกี่ยวกับการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์และขนาดของหน้าต่างต่อปริมาณแสงธรรมชาติในร้านคาเฟ่ มีลำดับการศึกษาได้แก่

1.1 แสงสว่างในคาเฟ่
1.2 มาตรฐานแสงสว่าง
1.3 ฟิล์มโพลาไรซ์ (Polarized Film)
1.4 กรณีศึกษาคาเฟ่ในปัจจุบัน
1) ขนาดของคาเฟ่
2) คุณลักษณะสถาปัตยกรรมของคาเฟ่
1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในปัจจุบัน

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์และขนาดหน้าต่างต่อปริมาณแสงธรรมชาติในคาเฟ่

การศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ดังนี้

ตัวแปรต้น

1) การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ 7 รูปแบบ ได้แก่ 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° และ 90°
2) ขนาดหน้าต่างทรงกลม ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร และ 1.20 เมตร

ตัวแปรตาม

ปริมาณแสงธรรมชาติ (lux)

เครื่องมือในการศึกษา

1) เครื่องวัดแสงลักซ์มิเตอร์ (lux meter) สำหรับการทดสอบความเข้มของแสงสว่างภายในคาเฟ่ หน่วยการวัด ลักซ์ (lux) พื้นที่ภายในร้านคาเฟ่ โดยการใช้เครื่องวัดแสงลักซ์มิเตอร์ มีความสำคัญในการวัดค่าความสว่างที่ถูกต้องแม่นยำมีการส่ง Calibrated สอบเทียบเครื่องวัดแสง

เป็นประจำจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนและให้การวัดค่าสัมบูรณ์ที่แม่นยำยิ่งขึ้น โดยลักซ์มิเตอร์ดังกล่าวประกอบด้วย Photocell Sensor ใช้สำหรับตรวจจับการรับค่าความส่องสว่าง (lux)

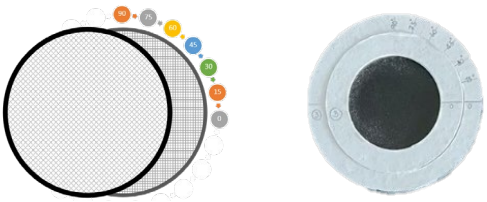


ภาพที่ 2 เครื่องวัดแสงลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter)
ที่มา: Author



ภาพที่ 3 Photocell Sensor
ที่มา: Author

2) ฟิล์มโพลาไรซ์ (Polarizing Film) สำหรับการทดลองการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์โดยใช้การหมุนเอียงองศา จำนวน 7 รูปแบบ ได้แก่ 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° และ 90° เพื่อทดสอบองศาที่แตกต่างมีแสงผ่านเข้ามาในคาเฟ่กี่ลักซ์ (lux)



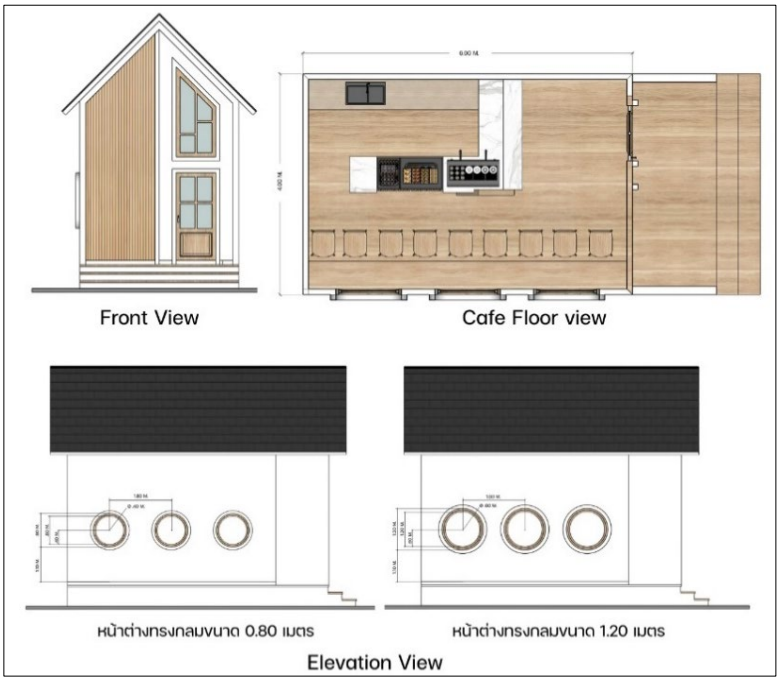
ภาพที่ 4 รูปแบบการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ 7 รูปแบบ (องศา)
ที่มา: Author

3) แบบจำลอง (Model) การออกแบบคาเฟ่ในปัจจุบันนิยมออกแบบในลักษณะแปลนยาวมีขนาด 4 x 6 เมตร (Size M) เนื่องจากเป็นขนาดที่นิยมใช้สูงที่สุดในปัจจุบัน (room design tips, 2025) โดยแบบจำลอง (Model) ใช้ Scale Model 1:20



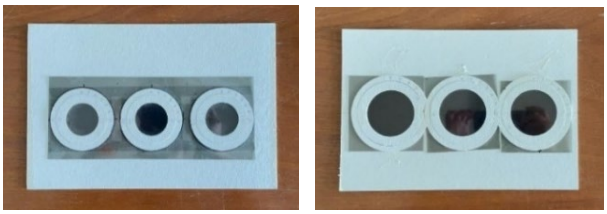
ภาพที่ 5 แบบจำลอง (Model) คาเฟ่ ขนาด 4 x 6 เมตร ขนาดคาเฟ่ Size M (Scale 1 : 20)
ที่มา: Author

การติดตั้งหน้าต่างทรงกลมสูงจากพื้น 1.10 เมตร ติดตั้งห่างกัน 1.80 เมตร โดยวัดระยะจากจุดศูนย์กลางของหน้าต่างทรงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด Ø .80 M. และ Ø 1.20 M.



ภาพที่ 6 รูปด้านและแปลนร้านพื้นที่ภายในร้านคาเฟ่ Size M ขนาด 4x6 เมตร (Café Floor Plan)
ที่มา: Author

4) ออกแบบหน้าต่างทรงกลม จำนวน 3 หน้าต่าง โดยมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร และ 1.20 เมตร การออกแบบนี้ช่วยปรับปรุงคุณภาพของแสงธรรมชาติที่เข้ามาในพื้นที่คาเฟ่ได้อย่างสม่ำเสมอ และยังสามารถสร้างเอฟเฟกต์ทางสายตาที่น่าสนใจ เช่น การเปลี่ยนระดับความโปร่งแสงและความทึบของหน้าต่างตามมุมมองของผู้ใช้ ซึ่งช่วยเพิ่มมิติและบรรยากาศที่แตกต่าง นอกเหนือจากการใช้แสงไฟประดิษฐ์ได้ (Ignacio Moreno, 2011) ผนังสีขาว TOA 7172 Greek Goddess พื้นและเฟอร์นิเจอร์เป็นไม้ เช่น ไม้สน และ ไม้ยางพารา ซึ่งเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน



ภาพที่ 7 แบบจำลอง (Model) หน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร และขนาด 1.20 เมตร
ที่มา: Author



ภาพที่ 8 การจำลองภาพบรรยากาศภายในและภายนอกคาเฟ่
ที่มา: Author

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาปริมาณแสงธรรมชาติในร้านคาเฟ่ที่เกิดขึ้นในทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก และตะวันตก โดยในการหาค่าความส่องสว่าง (lux) ที่ได้จากการวัดด้วย photocell sensor จำนวน 15 ตำแหน่งที่วางในแบบจำลองคาเฟ่ Size M ขนาด 4x6 เมตร โดยใช้ Scale 1:20 Test ในสภาพแวดล้อมจริงในช่วงวัน Summer equinox วันที่ 21 มิถุนายน 68 เวลา 09.00 - 17.00 น. โดยวัดทุกๆ 1 ชั่วโมง สูงจากพื้น 0.75 เมตร ในระดับพื้นที่การใช้งาน (working plane)

การทดลองในครั้งนี้ไม่สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการศึกษาได้ เนื่องจากโปรแกรมไม่ว่าจะเป็น DIALux evo หรือ Climate studio ไม่มีโมเดลฟิล์มโพลาไรซ์ที่สามารถนำมาจำลองผลสภาพแสงธรรมชาติได้ โดยฟิล์มโพลาไรซ์มีคุณสมบัติและลักษณะแตกต่างจากฟิล์มกันแดดทั่วไปที่มีระดับความเข้มให้เลือก ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาในครั้งนี้จากการเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมจริง โดยสถานที่บันทึกผลค่าความส่องสว่าง (lux) พิกัดที่ VH39+8C4 บริเวณดาดฟ้า ชั้น 9 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร บริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่โล่งเป็นวันที่มีแสงแดดจัด



ภาพที่ 9 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลค่าความส่องสว่าง (lux) จากการวัดจริง สถานที่ ชั้น 9 ตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่มา: Author



ภาพที่ 10 การวางตำแหน่งโฟโต้เซลล์จำนวน 15 จุด
ที่มา: Author

ขั้นตอนที่ 3 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

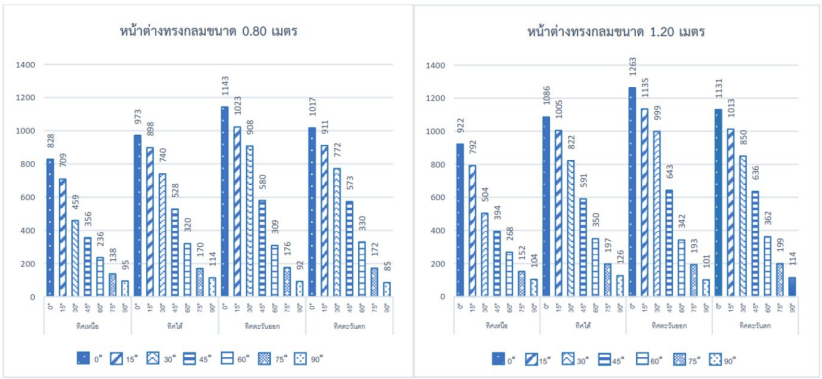
การวิเคราะห์ข้อมูลในทั้งสองการศึกษาจะทำโดยนำผลการบันทึกค่าความส่องสว่าง (lux) นำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาและนำมาเฉลี่ยทั้งวันของแต่ละรูปแบบสำหรับการซ้อนทับของฟิล์มจำนวน 7 รูปแบบของแต่ละขนาดหน้าต่าง โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดังกล่าวจากทั้ง 7 รูปแบบของแต่ละขนาดหน้าต่างในแต่ละทิศจำนวนนทั้ง 4 ทิศ

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าค่ามาตรฐานความส่องสว่างห้องอาหาร โรงอาหาร ห้องครัว ที่มีค่าเฉลี่ย 300-500 lux (CIBSE, 2025; Illuminating Engineering Association Of Thailand (TIEA), 2018) โดยค่าความส่องสว่างในช่วงดังกล่าวเกิดจากร้านคาเฟ่มีพื้นที่จำหน่ายเบเกอรี่ เค้ก ซึ่งต้องใช้ไฟที่มีความส่องสว่างที่สูงเพื่อตกแต่งหน้าเค้กและเบเกอรี่ ส่งผลทำให้การทำงานของพนักงานมีประสิทธิภาพและส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของลูกค้า ซึ่งส่วนใหญ่ร้านคาเฟ่มักจะมีพื้นที่นั่งทานอาหาร และห้องครัว ที่เปิดโล่งและไม่ถูกปิดกั้นจากกัน (Neufert Architects' Data, 2012)

ดังนั้น ในการสรุปผลการศึกษาในครั้งนี้จะมีการวิเคราะห์สรุปรูปแบบที่อยู่ในค่าเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และสรุปเลือกรูปแบบที่ดีที่สุดของแต่ละทิศคือรูปแบบที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวและก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุด

ผลการวิจัย

1. อิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์และขนาดของหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติในคาเฟ่



ภาพที่ 11 ผลการวิเคราะห์ภาพรวมค่าความส่องสว่างเฉลี่ยของทั้งวันของทุกทิศหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตรและขนาด 1.20 เมตร
ที่มา: Author

ก) กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศเหนือ

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าโดยภาพรวมกรณีหน้าต่างหันไปทางทิศเหนือ โดยมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร ผลพบว่าการทับซ้อนในรูปแบบ 30° และ 45° เป็นรูปแบบที่ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และรูปแบบการทับซ้อน 30° เป็นรูปแบบดีที่สุดเนื่องจากมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุด 459 lux (S.D. = 46.03)

นอกจากนี้ในกรณีมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร ผลพบว่าการทับซ้อนในรูปแบบ 45° เป็นรูปแบบที่ดีที่สุด โดยมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 394 lux (S.D. = 54.44) และเป็นรูปแบบเดียวที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux)

โดยภาพรวมรูปแบบการทับซ้อนที่ดีที่สุดเมื่อหน้าต่างหันไปทางทิศเหนือ ได้แก่ รูปแบบการทับซ้อน 30° ทั้งในหน้าต่างขนาด 0.80 เมตร และขนาด 1.20 เมตร

โดยสรุปกรณีหน้าต่างหันไปทางทิศเหนือ คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 30° เนื่องจากก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่เกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุด

ข) กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศใต้

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าโดยภาพรวมกรณีหน้าต่างหันไปทางทิศใต้ โดยมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร ผลพบว่าการทับซ้อนในรูปแบบ 60° มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 320 lux (S.D. = 58.42) เป็นรูปแบบที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบเดียวที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux)

นอกจากนี้ในกรณีมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร ผลพบว่าการทับซ้อนในรูปแบบ 60° มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 350 lux (S.D. = 66.71) เป็นรูปแบบที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบเดียวที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux)

โดยภาพรวมรูปแบบการทับซ้อนที่ดีที่สุดเมื่อหน้าต่างหันไปทางทิศใต้ ได้แก่ รูปแบบการทับซ้อน 60° ในหน้าต่างขนาด 1.20 เมตร เนื่องจากเป็นรูปแบบเดียวที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux)

โดยสรุปกรณีหน้าต่างหันไปทางทิศใต้ คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 60° เนื่องจากก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่เกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุด

ค) กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันออก

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าโดยภาพรวมกรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันออก โดยมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร ผลพบว่าการทับซ้อนในรูปแบบ 60° มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 309 lux (S.D. = 49.19) เป็นรูปแบบที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบเดียวที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux)

นอกจากนี้ในกรณีมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร ผลพบว่าการทับซ้อนในรูปแบบ 60° มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 342 lux (S.D. = 51.86) เป็นรูปแบบที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบเดียวที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) โดยภาพรวมรูปแบบการทับซ้อนที่ดีที่สุดเมื่อหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันออก ได้แก่ รูปแบบการทับซ้อน 60° ในหน้าต่างขนาด 1.20 เมตร เนื่องจากเป็นรูปแบบเดียวที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux)

โดยสรุปกรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันออก คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 60° เนื่องจากก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่เกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุด

ง) กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันตก

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าโดยภาพรวมกรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันตก โดยมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร ผลพบว่าการทับซ้อนในรูปแบบ 60° มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 330 lux (S.D. = 43.90) เป็นรูปแบบที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบเดียวที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux)

นอกจากนี้ในกรณีมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร ผลพบว่าการทับซ้อนในรูปแบบ 60° มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย 362 lux (S.D. =52.86) เป็นรูปแบบที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบเดียวที่มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux)

โดยสรุปกรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันตก คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 60° เนื่องจากก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่เกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุด

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อการศึกษาอิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์และขนาดของหน้าต่างต่อปริมาณแสงธรรมชาติในร้านคาเฟ่ ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปผลการวิจัยและเสนอแนะแนวทางในการออกแบบการซ้อนทับของฟิล์มโพลาไรซ์และขนาดหน้าต่างสำหรับคาเฟ่ได้ดังต่อไปนี้

กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศเหนือ

คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 30° เนื่องจากก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่เกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงสุดที่ 459 lux



ภาพที่ 12 คาเฟ่ต้นแบบหน้าต่างทรงกลมขนาด 0.80 เมตร ประกอบกับการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ 30° เมื่อหน้าต่างหันไปทางทิศเหนือ
ที่มา: Author

กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศใต้

คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 60° เนื่องจากก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่เกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงสุดที่ 350 lux

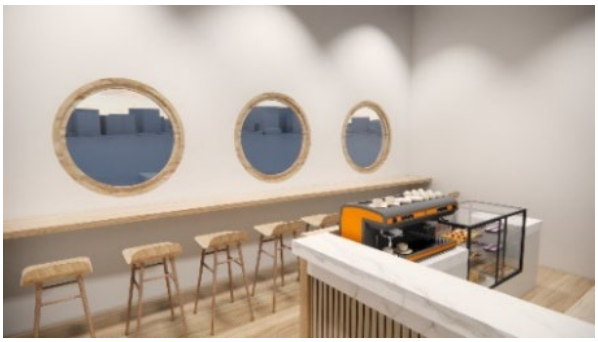


ภาพที่ 13 คาเฟ่ต้นแบบหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร ประกอบกับการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ 60° เมื่อหน้าต่างหันไปทางทิศใต้

ที่มา: Author

กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันออก

คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 60° เนื่องจากก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่เกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงสุดที่ 342 lux



ภาพที่ 14 คาเฟ่ต้นแบบหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร ประกอบกับการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ 60° เมื่อหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันออก

ที่มา: Author

กรณีหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันตก

คาเฟ่ควรมีหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร การทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบ 60° เนื่องจากก่อให้เกิดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่เกณฑ์มาตรฐาน (300-500 lux) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยสูงสุดที่ 362 lux



ภาพที่ 15 คาเฟ่ต้นแบบหน้าต่างทรงกลมขนาด 1.20 เมตร ประกอบกับการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ 60° เมื่อหน้าต่างหันไปทางทิศตะวันตก

ที่มา: Author

การอภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 อิทธิพลของการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์สำหรับหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติของคาเฟ่ ผลการวิจัยพบว่าการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ สามารถควบคุมปริมาณแสงสว่าง ที่ผ่านเข้ามาในคาเฟ่ รวมถึงบริเวณที่นั่งริมหน้าต่างซึ่งจะเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างจากภายนอกมากกว่าพื้นที่อื่นได้ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ฟิล์มโพลาไรซ์ในการควบคุมแสงในหน้าต่างทรงกลมสำหรับร้านคาเฟ่โดยฟิล์มโพลาไรซ์มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถควบคุมทิศทางและความเข้มของแสงที่ผ่านเข้ามาในพื้นที่ได้จากการปรับมุมของฟิล์มโพลาไรซ์สามารถลดแสงจ้าหรือแสงสะท้อนที่รบกวนการมองเห็น อีกทั้งยังสร้างบรรยากาศที่สบายตาให้กับลูกค้าได้ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ting Huang (2019) ที่พบว่าความโปร่งแสงแบบชั้น ความทึบ และการสะท้อนของโพลาไรเซชันในสถาปัตยกรรมสามารถสร้างประสบการณ์ใหม่ๆ ในการรับรู้พื้นที่ ปริมาณแสงสว่างและส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้คนในพื้นที่นั้น ๆ และวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 อิทธิพลของขนาดหน้าต่างสำหรับหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติของคาเฟ่ ผลการวิจัยพบว่า ขนาดหน้าต่างมีผลต่อปริมาณความส่องสว่างที่ผ่านเข้ามาในคาเฟ่ที่วัดในช่วงเวลาเดียวกัน องศาเดียวกัน ขนาดหน้าต่างที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณแสงสว่าง (lux) ที่วัดได้ต่างกัน ทั้งนี้การเลือกใช้ขนาดหน้าต่างทรงกลมร่วมกับฟิล์มโพลาไรซ์ยังส่งผลให้การควบคุมความร้อนจากแสงแดดที่เข้ามาภายในร้านได้ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Machi Zawidzki (2015) ที่พบว่าการปรับแสงโดยระบบฟิล์มโพลาไรซ์ไม่เพียงแต่ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการควบคุมแสงยังสามารถควบคุมความร้อนที่ผ่านเข้ามาในอาคารและยังสร้างความสวยงามทางสถาปัตยกรรมได้ ทั้งนี้เนื่องจากปัจจุบันคาเฟ่นิยมติดตั้งหน้าต่างหรือช่องแสงที่ได้รับความนิยมจะเป็นลักษณะทรงกลม (Tripgether, 2020) ไม่นิยมการติดผ้าม่านหรือแผงกันแดด เนื่องจากต้องรักษาทัศนียภาพทั้งภายในและภายนอกไว้ การเลือกใช้หน้าต่างร่วมกับฟิล์มโพลาไรซ์จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ เพราะนอกจากควบคุมปริมาณแสงแล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าการเลือกใช้ผ้าม่านหรือแผงกันแดด นอกจากนี้ยังทำให้รูปแบบของสถาปัตยกรรมไม่เปลี่ยนไป รวมถึงสภาพแวดล้อมภายนอกที่

สามารถมองเห็นได้เหมือนเดิม ซึ่งถ้าติดตั้งผ้าม่านหรือแผงกันแดดก็จะปิดหรือบังทัศนียภาพทำให้เสียบรรยากาศทั้งภายในและภายนอกร้านได้

การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดในการศึกษาและข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป ดังนี้

- การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ สำหรับหน้าต่างทรงกลมต่อปริมาณแสงธรรมชาติของคาเฟ่ ทั้งหมด 7 รูปแบบ และอิทธิพลของขนาดหน้าต่างเพียง 2 ขนาด คือ 0.80 เมตร และขนาด 1.20 เมตร โดยศึกษาในคาเฟ่ขนาด 4.00 x 6.00 เมตร (Size M) ในการพัฒนาต่อควรมีการศึกษาเทคนิคการทับซ้อนของฟิล์มโพลาไรซ์ในรูปแบบอื่น ๆ และขนาดหน้าต่างอื่น ๆ และศึกษาคาเฟ่ในขนาดอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น
- การศึกษาครั้งนี้เก็บข้อมูลเฉพาะในช่วงวันที่ 21 มิถุนายน 2568 Summer Solstice เท่านั้น เนื่องเป็นช่วงที่มีค่าแสงและปริมาณความร้อนที่มากที่สุด ในการทดลองครั้งต่อไปควรทดลองและเก็บผลในช่วงเวลาอื่น เช่น Autumnal Equinox , Winter Solstice และ Vernal Equinox เพื่อให้ละเอียดและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผลของปริมาณแสงธรรมชาติอาจจะแตกต่างกันจากช่วงเวลาที่ศึกษาในครั้งนี้
- การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาเฉพาะค่าความส่องสว่าง (lux) ในการศึกษาครั้งถัดไปควรศึกษาเรื่องการแผ่ความร้อนภายในคาเฟ่เพิ่มเติม เพื่อให้ผลการศึกษาครอบคลุมมากยิ่งขึ้น
- การศึกษาครั้งนี้ใช้การเฉลี่ยค่าความส่องสว่างในระดับพื้นที่ทำงาน (working plane) (ระยะ 0.75 เมตรจากพื้น) เนื่องจากเป็นพื้นที่ทำงานจริงของคาเฟ่ (ทานอาหาร) และการหาค่าเฉลี่ยดังกล่าวเป็นวิธีการในการคำนวนค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในมาตรฐานการส่องสว่างทั่วไปทั้งในและต่างประเทศ ทั้งมาตรฐาน CIBSE มาตรฐาน IESNA และมาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย แต่หากมีระยะเวลาการศึกษาเพิ่มเติมควรมีการศึกษาวัดค่าความส่องสว่าง 3 ระดับเพื่อจะได้ผลการศึกษาที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Baanlaesuan School. (2020). **Planning and designing a café: Creating an efficient layout with beautiful design and complete functionality**. From https://www.baanlaesuan.com/186432/baanlaesuan-school/planning-design-cafe/

Bangchak Retail Company Limited. (2019). **Thurakit Inthanin Coffee**. (In thai) [**Inthanin Coffee Business**]. Retrieved December 2, 2024, from ttps://www.inthanincoffee.com/th/franchise

Box Bright Group Co., Ltd. (2020). **LED lighting for cafés (Modern loft style).** From https://www.bovigastore.com/blogs/application-restaurant-show-room/led-cafe-modern-loft-style

CIBSE & BSI. (2025). **Brief guide to lighting levels**. From http://www.cibse.org/knowledge and http://www.bsigroup.com/

Department of Alternative Energy Development and Efficiency. (2022). **Khor Kamnot Khong Kotmai Akarn Anurak Phalangngan BEC**. (In Thai) [**Building Energy Code (BEC)].** Retrieved January 1, 2024, from https://bec.dede.go.th/requirements-of-the-law/

Editorial Team of Room Magazine. (2023**). MINIMALIST CAFÉ: Designing a decisively minimalist café through details**. From https://room.baanlaesuan.com/304348/commercial/cafe/minim alist-cafe

Emrah Ozkul and Erdogan Koc. (2023). The Influence of the Color of Light on the Customers' Perception of Service Quality and Satisfaction in the Restaurant. **Color Res Appl**. 2020; 45: 1217–1240. https://doi.org/10.1002/col.22560

Franchise Café Amazon. (2559). **Khu Mue Kan Khao Tham Thurakit Kap PTT Khong Café Amazon**. (In Thai) **[Café Amazon's Guide to Doing Business with PTT**]. Retrieved January 10, 2025, from https://cafe-amazon.pttor.com/Document/Franchise Cafe Amazon

Ignacio Moreno (2011, November 21). Complete polarization control of light from a liquid crystal spatial light modulator. **Optical Society of America** (Vol. 20, pp. 364-376).

Illuminating Engineering Association Of Thailand (TIEA). (2018). **Khumu Naeo Thang Kan Ok Baep Kan Song Sa Wang Phai Nai Akhan**. (In Thai) [**Guideline for Indoor Lighting Design**]. Bangkok: Thailand Lighting Association.

LEDYi Lighting(HK) Co., Ltd. (2566). **Khumu Chabap Somboon Kiaokap Kan Chat Saeng Fai Ran Ahan**. (In Thai) [**The Complete Guide to Restaurant Lighting**]. https://www.ledyilighting.com/the-

Machi Zawidzki. (2015). Implementing Cellular Automata for Dynamically Shading a Building Façade. **Complex Systems**, 18(3), 287.

Ministry of Public Health. (2018). **Prakat Krasuang Satharanasuk Rueang Kamnot Kha Khwam Khem Khong Saeng Sawang Nai Sathani Chamnai Ahan**. (In Thai) [**Prescribing of Illuminance in a Food Selling Place A.D. 2018**]. Nonthaburi: n.p. Ministry of Public Health Announcement.

Moreno I., Davis J. A., Hernandez T. M., Cottrell D. M., and Sand D. (2012). Complete polarization control of light from a liquid crystal spatial light modulator. **Optics Express**, 20(1), 364-376. https://doi.org/10.1364/OE.20.000364

National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization). (2025). Poet Pho Sip Parakotkan Dara Sastr Na Tid Tam Pi 2568. (In Thai) [**10 astronomical phenomena worth watching in 2025**]. Retrieved December 9, 2024, from https://narit.or.th /th/PressRelease/10Astronomical-Phenomena2025

Neufert Architects' Data updated by Professor Johannes Kister on behalf of the Neufert Foundation with support from the **University of Anhalt Dessau Bauhaus**. (2012). Neufert Architects' Data.

Phanthai Coffee. (2023). **Ruup-baep mo-del fran-sai Punthai Coffee**. (In Thai) [**Punthai Coffee Franchise Model**]. Retrieved December 12, 2024, from https://www.punthaicoffee. com/franchise/step

RINA TECHNOLOGY. (2022). **Phaen phim pola-rai-ser khue arai lae tham na thi arai?**. (In Thai) [**What is a polarizer film and what does it do?].** Retrieved January 10, 2025. http://th.rinalgp-ara.com/info/what-is-a-polarizer-film-sheet-and-what-does-i-76627884.html

room design tips. (2025). **Minimalist Style**. Retrieved January 10, 2025. https://room.baan laesuan.com/

Sadia Farooq , Aqib Ahmed , Mohammad Arif Kamal (2020). Assessment of Lighting Design of Restaurants with Reference to its Aesthetics and Function. **Civil Engineering and Architecture**, 8(4), 714 - 720. DOI: 10.13189/cea.2020.080433.

Shahidi, R., Golmohammadi, R., Babamiri, M., Faradmal, J., & Aliabadi, M. (2021). Effect of warm/cool white lights on visual perception and mood in warm/cool color environments. **EXCLI journal**, 20, 1379–1393. https://doi.org/10.17179/excli2021-3974

Synes. (2022). **Appropriate lux (lx) levels for restaurants, offices, and homes**. https://isynes. com/blog/light-for-restaurant-office-room/

Thanapong Wongchinsri. (2023). **Saeng sawang samkhan khae nai, kho khuan ru samrap theknik chat fai nai ran ahaan**. (In Thai) [**How important is lighting? Things you should know about lighting techniques in restaurants**]. Retrieved October 18, 2024, from https://www.torpenguin.com/ Lighting techniques in restaurants/

Ting Huang. (2019). **MYSELF IN YOUR EYES - LAYERED TRANSPARENCY, OPAQUE AND REFLECTION: the Implication of Polarization in Architecture**. From https://digital.lib.washington.edu/researchworks/items/9ad4ed1b-18e5-4d82-8fc7-21781946e189

Tripgether. (2020). **Khafe thi mi nataang wong klom sut ke, design sadut ta, na pha kan ma nang chill**. (In Thai) [**A cafe with a chic circular window, eye-catching design, inviting people to come and chill**]. Retrieved January 10, 2025. https://www.tripgether.com.

Zawidzki M. (2015). Dynamic shading of a building envelope based on rotating polarized film system controlled by one-dimensional cellular automata in regular tessellations (triangular, square and hexagonal). **Advanced Engineering Informatics**, 29(1), 87-100. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aei.2014.09.008

Zumtobel Lighting Gmbh. (2018). Type of interior, task or activity. Traffic zones and general areas inside building. **In The Lighting Handbook**. From https://www.zumtobel.com/PDB/teaser/EN/lichthandbuch.pdf