



# แนวทางการปรับปรุงการส่องสว่างและสถาปัตยกรรมของห้องปฏิบัติงานช่างเพื่อเพิ่มคุณภาพการมองเห็นและประสิทธิภาพการใช้งาน: กรณีศึกษาห้องเรียนปฏิบัติงานแผนกช่างเชื่อมวิทยาลัยเทคนิคแพร่

## Workshop lighting and building retrofit for visual quality and usability efficiency: case study of welding and sheet metal workshop, Phrae Technical College

กนกกานต์ วังมณี<sup>1</sup> และ ธาณี รามสุต<sup>2</sup>  
Kanokkarn Vungmanee<sup>1</sup> and Tharinee Ramasoot<sup>2</sup>

Received: 2020-03-05

Revised: 2020-03-19

Accepted: 2020-04-27

### บทคัดย่อ

แสงสว่างมีความสำคัญในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ทั้งแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ หากไม่เหมาะสมกับกิจกรรมก็อาจจะทำให้ผลเสียหลายอย่างตามมา จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการใช้งานแสงให้เหมาะสม ยิ่งในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการใช้งาน เช่น ห้องเรียนปฏิบัติงานระดับอาชีวศึกษาที่ต้องมีปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมเพื่อการมองเห็นได้อย่างชัดเจน อาคารเรียนและห้องฝึกปฏิบัติงานของวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ใช้รูปแบบมาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งพบปัญหาห้องเรียนปฏิบัติงานช่างเชื่อมชั้น 1 และห้องเรียนฝึกฝีมือชั้น 3 มีแสงสว่างไม่เพียงพอ ไม่ได้ตามค่ามาตรฐาน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงสถาปัตยกรรมเพื่อเพิ่มปริมาณแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในห้องเรียนปฏิบัติงานให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานและมีคุณภาพ การศึกษานี้ใช้วิธีการจำลองสถานะแสงในโปรแกรม DiaLux evo ใน 4 วันสำคัญ 4 เวลา ในกรณีของการใช้แสงธรรมชาติ จากการศึกษาการเปลี่ยนกันสาดเป็นไฟเบอร์กลาส เปลี่ยนเกล็ดอลูมิเนียมเป็นกระจกใส ปรับปรุงฝ้าเพดานเป็นฝ้าชนิดเรียบ ติดตั้งหิ้ง

<sup>1</sup> คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร  
(Faculty of Architecture, Silpakorn University)

ผู้เขียนหลัก (corresponding author) E-mail: kanokkarn\_vungmanee@hotmail.com

<sup>2</sup> คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร  
(Faculty of Architecture, Silpakorn University)

สะท้อนแสงภายนอก สามารถเพิ่มความส่องสว่างในห้องเรียนปฏิบัติงานชั้น 1 จากก่อนการปรับปรุงเป็น 172 Lux คิดเป็นร้อยละ 283 และชั้น 3 สามารถเพิ่มความส่องสว่างจากก่อนการปรับปรุงเป็น 447 คิดเป็นร้อยละ 103 ในกรณีของแสงประดิษฐ์ การปรับปรุงแสงประดิษฐ์ของห้องเรียนปฏิบัติงานชั้น 1 โดยใช้หลอด LED สามารถเพิ่มความส่องสว่างจากก่อนการปรับปรุงเป็น 419 Lux คิดเป็นร้อยละ 157 และชั้น 3 สามารถเพิ่มความส่องสว่างจากก่อนการปรับปรุงเป็น 503 Lux คิดเป็นร้อยละ 190 แต่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการแสงสว่างชั้น 1 ที่ 300 Lux และชั้น 3 500 Lux ทั้งนี้การใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์จากหลอดไฟที่มีกำลังสูงส่งผลให้ห้องเรียนปฏิบัติงานชั้น 1 ใช้พลังงานเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 13 และชั้น 3 เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 19 ซึ่งผลการศึกษพบว่า การปรับปรุงแสงธรรมชาติเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ ต้องมีการปรับปรุงแสงประดิษฐ์ร่วมด้วย ผลการปรับปรุงที่ดีที่สุดคือการติดตั้งกันสาดไฟเบอร์กลาสที่ระยะ 1.10 เมตร ขนาด 0.85 เมตร เปลี่ยนเกล็ดอลูมิเนียมเป็นกระจกใส ติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกขนาด 1.10 เมตร ติดตั้งฝ้าเพดานชนิดเรียบ และเปลี่ยนแสงประดิษฐ์เป็นหลอด LED 27W จำนวน 104 ดวง แม้ว่าค่าการใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้นแต่จะได้รับแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมต่อการใช้งานห้องเรียนปฏิบัติงาน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้แก่อาคารอื่นๆ ที่มีลักษณะเหมือนกัน

**คำสำคัญ:** แสงธรรมชาติ ความส่องสว่าง แสงจําระคายตา ห้องเรียนปฏิบัติงาน ความสม่ำเสมอของแสง

## Abstract

Good lighting is essential to perform activities successfully and safely. Inadequate artificial or natural lighting level may lead to errors or injuries. Lighting, therefore, plays an important part in the design of high risk areas such as metal workshops in technical colleges where vision is very demanding. At Phrae technical college, the workshops on floor 1 and 3, which are designed in accordance with the vocational education commission's standard, were found to have problems with insufficient illuminance levels. The amount of natural light and artificial light in the workshops are far below the recommended levels in standards. This study aims to explore the natural lighting and artificial lighting strategies to increase the amount of light in the workshops to meet the standards. DiaLux Evo, a lighting simulation software, was used as a tool to simulate lighting in the workshops throughout the operation times on 4 key dates. The study found that the maximum amount of natural lighting is achieved by the combined design of the light shelf, the fiberglass shading, the change from aluminum to glass louvers and the flat ceiling. In the workshop on floor 1, the amount of light is increased by 172 Lux or 283%. In the workshops on floor 3, the amount of light is increased by 447 Lux or 103%. For artificial lighting, refitting the lighting with the arrays of 104 LED lamps results the amount of light is increased by 419 Lux or 157% increase in illuminance with only 13% increase of energy consumption on floor 1 and the amount

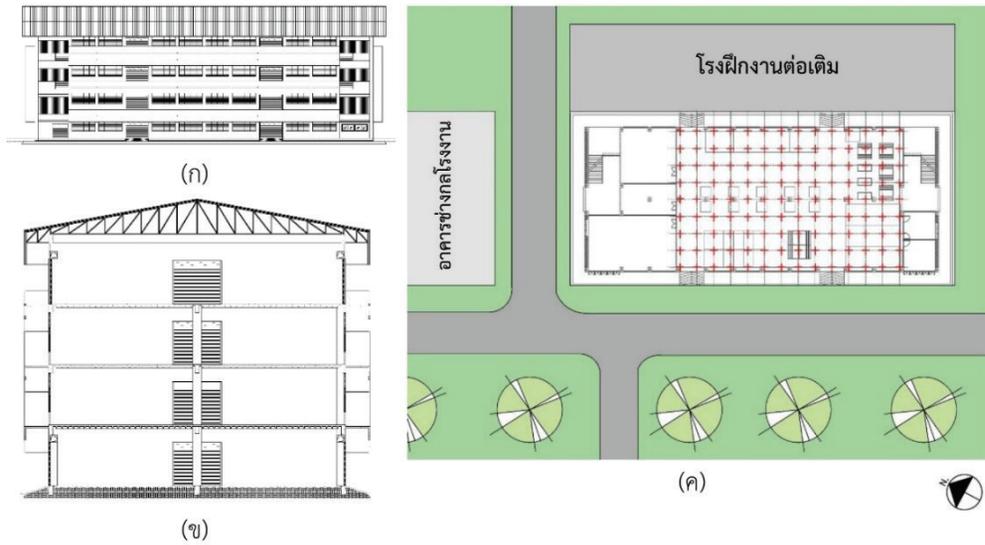
of light is increased by 503 Lux or 190% increase in illuminance with only 19% increase of energy consumption on floor 3. But not enough for requirements lighting , floor 1 at 300 Lux and floor 3 at 500 Lux. In summary, despite the building retrofit, the quantify of natural lighting alone is not adequate to accommodate workshop activities, efficient artificial lighting is needed. The best result of the improvement is the installation of fiberglass awning at a distance of 1.10 meters, 0.85 meters in size, changing the aluminum sheet to clear glass. Install an external light shelf size 1.10 meters. Install a flat type ceiling. And changing the artificial lighting system into a 27 27-watt LED lamp. This new artificial lighting system results in a slight increase in energy consumption but the quantity and quality of lighting is very much improved. The results from this study can be applied in other metal workshops to improve lighting conditions.

**Keywords:** natural light, illumination, glare, workshop, light uniformity

## บทนำ

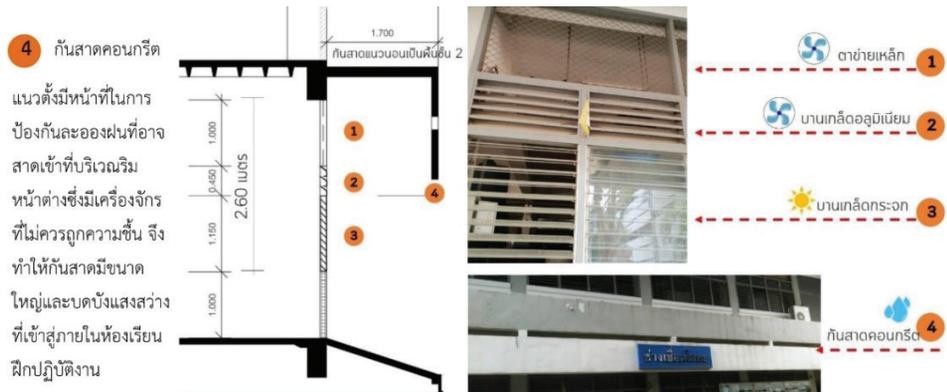
ห้องเรียนปฏิบัติงานต้องมีปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและเหมาะสมสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน สร้างความปลอดภัยในขณะที่ปฏิบัติงาน หากแสงสว่างไม่เพียงพอและเหมาะสมจะทำให้เกิดผลเสียต่อการปฏิบัติงาน จากงานวิจัยการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงแนวตั้ง (Upapong & Chaiyakul, 2013) พบว่าแสงธรรมชาติ เป็นพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนและไม่สิ้นเปลือง อีกทั้งยังเพิ่มบรรยากาศให้พื้นที่น่าใช้งาน ดูสะอาด ปลอดภัย อาคารปฏิบัติงานที่มีเครื่องมือเครื่องจักรส่วนใหญ่จึงมักนิยมสร้างเป็นโรงฝึกงานชั้นเดียวตามแบบมาตรฐานโรงงานเพื่อให้มีพื้นที่โปร่งโล่งกว้าง สูง และเปิดช่องแสงด้านบนและด้านข้างเพื่อรับแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานในเวลากลางวัน

อาคารเรียนและห้องฝึกปฏิบัติงานของวิทยาลัยเทคนิคแพร่ เป็นสถาบันในเครือสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ซึ่งมีรูปแบบมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ โดยเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (ภาพที่ 1ก,1ข) ทิศทางอาคารหันหน้าในแนวตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ มีอาคารข้างเคียงขนาดใหญ่และกลุ่มต้นไม้สูงด้านหน้า ลักษณะการใช้งานอาคาร ชั้น 1 เป็นห้องเรียนฝึกปฏิบัติงานโลหะ ชั้น 2 เป็นห้องเรียน ชั้น 3 เป็นห้องเรียนฝึกปฏิบัติงานตะไบ ชั้น 4 เป็นห้องเรียนเขียนแบบ พื้นที่อาคารรวม 4,000 ตารางเมตร โดยมีพื้นที่ฝึกปฏิบัติงานชั้น 1, 3 ที่เลือกศึกษามีพื้นที่ 640 ตารางเมตร บริเวณห้องเรียนฝึกปฏิบัติงานชั้น 1 มีการต่อเติมโรงฝึกงานชั้นเดียว 500 ตารางเมตร ทางด้านหลังอาคาร (ภาพที่ 1ค) โดยห้องเรียนฝึกปฏิบัติงานจะใช้งานตั้งแต่เวลา 9.00-15.00 น. ช่องเปิดของอาคารมีลักษณะเป็นชุดหน้าต่างบานเกล็ดกระจกใส่เปิดปิดได้เพื่อใช้รับแสง ด้านบนเป็นเกล็ดต่อลมมีเนียมทึบแสงสำหรับระบายอากาศ และช่องดาข่ายเหล็กเพื่อใช้ในการระบายอากาศ 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 แสดงรูปด้าน (ก) รูปตัด (ข) อาคารปฏิบัติงานที่มีแบบก่อสร้างเดียวกันทั่วประเทศ และผังบริเวณที่แสดงจุดวัดในการเก็บข้อมูลชั้น 1 และชั้น 3 (ค)

ตามมาตรฐานความปลอดภัยอาชีวอนามัย พ.ศ.2559 กำหนดให้การทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรและชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น ห้องเรียนฝึกปฏิบัติงานชั้น 1 ควรมีค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง 200-300 Lux และงานละเอียดเช่นห้องเรียนฝึกปฏิบัติงานชั้น 3 ควรมีค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง 400-500 Lux (Office of the National Economic and Social Development Council, 2017) และความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Illuminance Uniformity) ควรมีค่าเฉลี่ยความสม่ำเสมอของแสงมากกว่า 0.5 (Illuminating Engineering Association of Thailand, 2016) จากการสำรวจพบว่ามีการต่อเติมโรงฝึกงานชั้นเดียวบริเวณด้านหลังอาคารและการที่อาคารทุกชั้นมีกันสาดคอนกรีตแนวตั้งระยะยื่น 1.80 เมตร คลุมด้านหน้าและหลังอาคาร ทำให้ห้องเรียนฝึกปฏิบัติงาน ชั้น 1 และชั้น 3 ถูกบดบังแสงสว่างเข้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยเครื่อง Lux meter จำนวน 126 จุดของโรงฝึกปฏิบัติงานช่างเชื่อมชั้น 1 มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างแสงธรรมชาติเพียง 45 Lux ค่าความสม่ำเสมอของแสง 0.23 ชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างแสงธรรมชาติ 220 Lux ค่าความสม่ำเสมอของแสง 0.19 ซึ่งไม่เพียงพอและไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบชุดหน้าต่างของอาคารช่างเชื่อมโลหะที่มีรูปแบบมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ

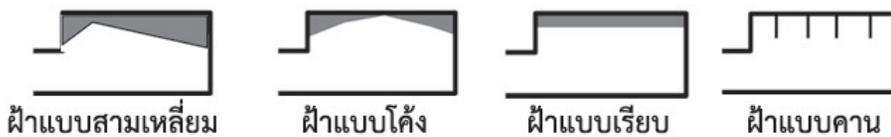
การศึกษานี้ต้องการทดสอบแนวคิดในการเพิ่มปริมาณแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ให้มีปริมาณมากขึ้น มีความสม่ำเสมอของแสง โดยการปรับปรุงสถาปัตยกรรมที่ไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างหลักของอาคารและศึกษาผลเฉพาะภายในห้องปฏิบัติงานชั้น 1 และชั้น 3 ทั้งนี้ การปรับปรุงจะต้องคงความสามารถในการป้องกันน้ำฝนไม่ให้สาดเข้าบริเวณหน้าต่าง เปิดช่องทางเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้โดยไม่เกิดแสงจ้าหรือแสงแดดรบกวนโดยตรง โดยบทความนี้จะกล่าวเน้นถึงการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนต่อเนื่องเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารให้มากที่สุดและเสริมด้วยแสงประดิษฐ์

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงสถาปัตยกรรมที่เพิ่มปริมาณแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในห้องเรียนปฏิบัติงานสามารถให้ความส่องสว่างได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลในการปรับปรุง
2. เพื่อศึกษาแนวทางการให้แสงสว่างที่มีคุณภาพ มีความสม่ำเสมอ
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในเวลากลางวัน

## แนวทางการปรับปรุงแสงสว่างจากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาพบว่าบริเวณชั้น 1 มีการต่อเติมอาคารทำให้แสงสว่างธรรมชาติบริเวณด้านหลังอาคารถูกบดบัง และบริเวณช่องเปิดมีกันสาดคอนกรีตที่บดบังซึ่งเป็นสาเหตุให้แสงธรรมชาติเข้ามาได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีแนวทางการปรับปรุงการให้แสงสว่างจากธรรมชาติหลายรูปแบบ เช่น 1) การปรับเปลี่ยนวัสดุกันสาด ห้องที่มีความลึกมากไม่ควรมีกันสาดที่หน้าต่างหรือควรเป็นแบบโปร่งแสง (Tangpoonsupisiri, 2001) 2) หิ้งสะท้อนแสง ที่เหมาะสมกับภูมิอากาศแบบเขตร้อนชื้นควรเป็นหิ้งสะท้อนแสงแบบผสมผสานทั้งภายนอกและภายใน (Robbins, 1986) โดยที่หิ้งสะท้อนแสงที่จะดึงแสงสว่างเข้าสู่อาคารได้มากที่สุดในภูมิประเทศของไทย มีลักษณะเว้าโค้งหรือเอียง มีระยะยื่น 1.20 เมตร (Angsanawattana, 2006; Saihong, 2007) 3) ฝ้าเพดานกับการกระจายแสง โดยฝ้าเพดานชนิดโค้งและสามเหลี่ยมจะกระจายแสงได้ดีที่สุด ชนิดเรียบกระจายแสงได้ปานกลางถึงดี และชนิดคานกระจายแสงได้น้อยที่สุด (Lam, 1986) นอกจากนี้จากการทบทวนวรรณกรรม ยังพบว่า การปรับปรุงการให้แสงสว่างจากแสงประดิษฐ์โดยการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟจากฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอด LED สามารถลดพลังงานจากเดิมถึงร้อยละ 58 (Kuaprom, 2019) ซึ่งน่าจะนำมาประยุกต์ใช้กับห้องปฏิบัติงานข้างได้



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะฝ้าเพดานชนิดต่างๆ

สำหรับห้องปฏิบัติงานข้างมีการนำเสนอวิธีการปรับปรุงการให้แสงสว่างจากแสงธรรมชาติจากงานวิจัยในประเทศไทย ที่ทำให้มีแสงสว่างที่เหมาะสม รูปทรงอาคารปฏิบัติงานควรออกแบบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง : ความยาว = 1:1.5 หรือ 1:2 หน้าต่างควรอยู่สูงจากพื้นของอาคาร 1 เมตร เป็นชนิดบานเปิดหรือบานเกล็ด เพื่อต้องการแสงสว่างและระบายอากาศ พื้นที่ของหน้าต่างควรเป็น  $\frac{1}{4}$  ของพื้นที่อาคาร ฝ้าเพดานควรสูงอย่างน้อย 3.60–4.20 เมตร (Sirithatsanakun, 2001) ส่วนงานวิจัยนี้ไม่สามารถยึดตามลักษณะนี้ได้เนื่องจากการต่อเติมอาคารด้านหลังและการออกแบบกันสาดเพื่อบังฝนจนเกิดปัญหาเรื่องแสงสว่าง

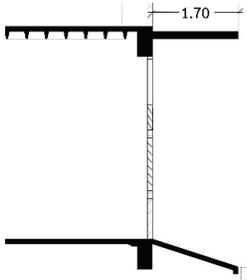
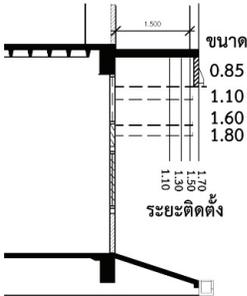
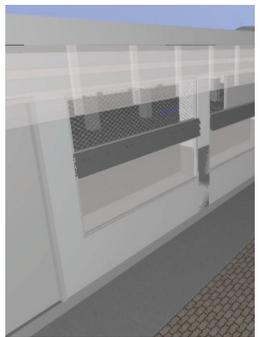
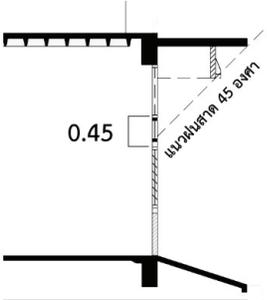
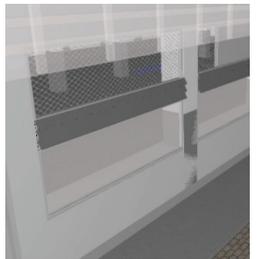
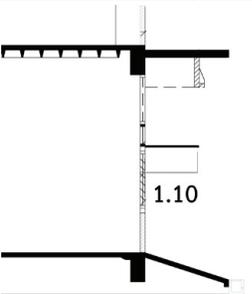
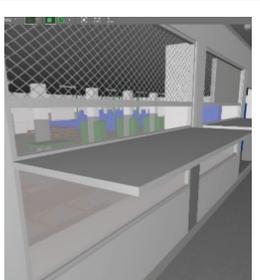
## วิธีการศึกษา

สถานที่ทำการศึกษาคืออาคารปฏิบัติงานแผนกช่างเชื่อมโลหะของวิทยาลัยเทคนิคแพร่ เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น รูปทรงอาคารเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีช่องเปิดอาคารสองด้านในแนวยาว งานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะชั้น 1 และ 3 ที่เป็นห้องเรียนปฏิบัติงาน มีพื้นที่ 640 ตารางเมตร โดยใช้โปรแกรม DiaLux Evo ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์แสง มีความนิยมอย่างแพร่หลายในงานวิจัยก่อนหน้า เช่น งานวิจัยการออกแบบ

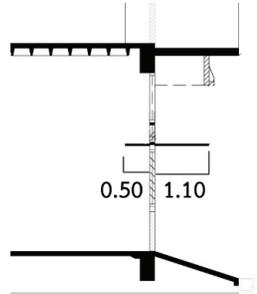
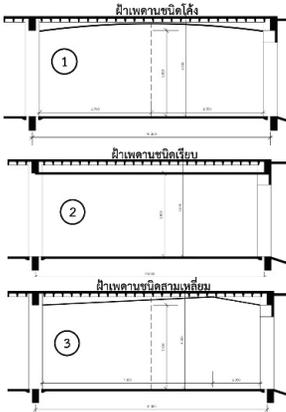
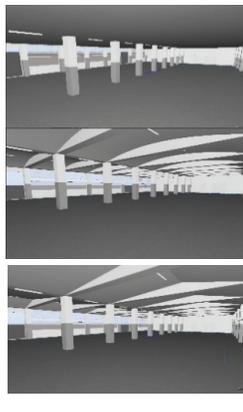
หึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเพื่อการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ สำหรับอาคารสำนักงานในการตั้งค่าของโปรแกรมกำหนดให้ท้องฟ้ามีเมฆปานกลาง (average sky) ตามลักษณะท้องฟ้าของจังหวัดแพร่ กำหนดเวลาในการศึกษาทุก 2 ชั่วโมง 9.00 น. 11.00 น. 13.00 น. 15.00 น. ในวันสำคัญ 4 วันของปี ที่ดวงอาทิตย์เกิดปรากฏการณ์สำคัญ คือ Vernal Equinox 21 มี.ค. Summer Solstice 21 มิ.ย. Winter Solstice 22 ธ.ค. ซึ่งวัน Autumnal Equinox 23 ก.ย. ให้ผลใกล้เคียงกับวัน Vernal Equinox จึงใช้ค่าของเดือน มี.ค. โดยกำหนดตัวแปรต้นที่มุ่งเน้นการดึงแสงธรรมชาติจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้องให้มากที่สุดเป็นหลักและปรับปรุงแสงประดิษฐ์เป็นส่วนเสริม โดยมีข้อจำกัดในวิธีการเลือกแนวทางในการปรับปรุงคือ 1) ต้องป้องกันฝนที่จะสาดเข้าบริเวณริมหน้าต่างซึ่งมีเครื่องจักรติดตั้ง 2) ต้องสามารถทำให้แสงส่องผ่านและสามารถระบายอากาศได้ตามวัตถุประสงค์เดิมของรูปแบบอาคารปฏิบัติงานช่าง ข้อจำกัดนี้นำมาสู่การสร้างแนวทางในการปรับปรุง คือ การรื้อกันสาดแนวตั้งเพื่อเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างที่ไม่มีสิ่งใดบดบังแสง การติดตั้งแผงกันสาดไฟเบอร์กลาสโปร่งใสทดแทนกันสาดเดิมเพื่อป้องกันฝนสาดเครื่องจักรบริเวณหน้าต่างและช่วยการระบายอากาศ การเปลี่ยนเกล็ดคอลลูมิเนียมทึบเป็นกระจกเพื่อให้แสงสว่างเข้ามาได้โดยไม่มีส่วนทึบแสงบดบัง การติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงภายนอกและภายในเพื่อช่วยดึงแสงเข้ามาให้ลึกมากขึ้น การติดตั้งฝ้าเพดานเพื่อช่วยในการสะท้อนแสง ตัวแปรควบคุมคือการตั้งค่าวัสดุ สี ค่าการสะท้อน สภาพแวดล้อมภายนอกและภายใน ทิศทางอาคาร วันเวลาที่จำลองและสภาพท้องฟ้า ตัวแปรตามคือ ค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง ค่าเฉลี่ยความสม่ำเสมอของแสง โดยใช้วิธีการศึกษาเดียวกันทั้งชั้น 1 และ 3 นำผลการที่ดีที่สุดในการปรับปรุงแสงธรรมชาติมาศึกษาการปรับปรุงแสงประดิษฐ์เพื่อให้ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนดทั้งเวลาในสภาพไร้แสงและการใช้ร่วมกับแสงธรรมชาติในเวลากลางวัน

แนวทางในการปรับปรุงสถาปัตยกรรมห้องเรียนปฏิบัติงาน ให้ได้ปริมาณแสงธรรมชาติตามเกณฑ์มาตรฐานของกฎกระทรวงฯ พื้นที่ปฏิบัติงานช่างชั้น 1 ต้องมีค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง 300 Lux ขึ้นไปและชั้น 3 ต้องมีค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง 500 Lux ขึ้นไป โดยการศึกษาการปรับปรุงวิธีการต่างๆ ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างหลักของอาคาร ได้แก่ การรื้อกันสาด การติดตั้งกันสาดไฟเบอร์กลาส การเปลี่ยนเกล็ดคอลลูมิเนียมเป็นกระจกใส การติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงภายนอกและภายใน การติดตั้งฝ้าเพดาน โดยการวัดจุดคำนวณ 126 จุด ที่ระนาบทำงานชั้น 1 1.00 เมตร ซึ่งเป็นระดับความสูงที่ทำงานกับเครื่องจักร และชั้น 3 0.80 เมตร เป็นระดับทำงานกับโต๊ะตะไ่ ห้องเรียนปฏิบัติงานทั้งสองชั้นใช้ขั้นตอนการศึกษาเหมือนกัน

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดแนวทางการศึกษาปรับปรุงแสงธรรมชาติ

วิธีการปรับปรุง	รายละเอียด	รูปตัด	ภาพจำลองในโปรแกรม Dialux Evo
การรื้อกันสาดแนวตั้ง	รื้อกันสาดคอนกรีตในแนวตั้งออกเพื่อศึกษาสภาพแสงสว่างที่เกิดขึ้นเมื่อไม่มีส่วนใดบดบังแสงที่เข้าสู่หน้าต่าง		
การติดตั้งกันสาดไฟเบอร์กลาส	กันสาดไฟเบอร์กลาสมีอัตราแสงส่องผ่านร้อยละ 70 โดยการติดตั้งที่ระยะ 1.70, 1.50, 1.30, 1.10 เมตร จากระยะติดตั้งเดิม ลดระยะลงมาทุกๆ 20 เซนติเมตร และขนาดของแผงกันสาดที่ 1.80, 1.60, 1.10, 0.85 เมตร		
การเปลี่ยนเกล็ดอลูมิเนียมทึบเป็นช่องกระจกใส	เปลี่ยนเกล็ดอลูมิเนียมทึบที่บริเวณกลางหน้าต่างเป็นกระจกใสความหนา 3 มิลลิเมตร ที่มีค่าความโปร่งใสที่ร้อยละ 80		
การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก	ระยະຍັນหิ้งสะท้อนแสงภายนอก 1.10 เมตร ติดบริเวณใต้ช่องแสงกระจกภายนอก ใช้วัสดุเป็นคอมโพสิทสีขาวยุที่มีค่าการสะท้อนแสงร้อยละ 80		

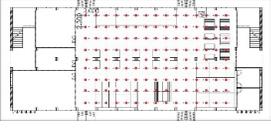
ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดแนวทางการศึกษาปรับปรุงแสงธรรมชาติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุง	รายละเอียด	รูปตัด	ภาพจำลองในโปรแกรม Dialux Evo
การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกพร้อมกับหิ้งสะท้อนแสงภายใน	ระยะยื่นหิ้งสะท้อนแสงภายใน 0.50 เมตร ติดบริเวณใต้ช่องแสงกระจกภายใน ใช้วัสดุเป็นคอมโพสิทสีขาวที่มีค่าการสะท้อนแสงร้อยละ 80		
การติดตั้งชนิดฝ้าเพดาน	ศึกษาการติดตั้งฝ้าเพดานชนิดต่างๆ ได้แก่ 1. ฝ้าชนิดโค้ง 2. ฝ้าชนิดเรียบ 3. ฝ้าชนิดสามเหลี่ยม ที่มีค่าการสะท้อนแสงร้อยละ 80 ความหนาใยขั้มบอร์ด 5 มิลลิเมตร		

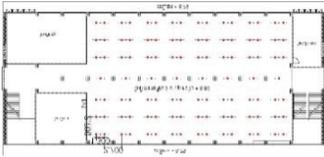
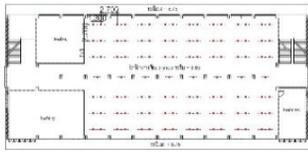
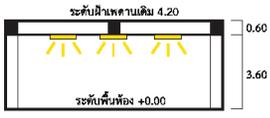
สำหรับแนวทางในการปรับปรุงแสงประดิษฐ์ของห้องเรียนปฏิบัติงานให้ได้ปริมาณแสงตามมาตรฐานที่กำหนดโดยไม่พึ่งแสงธรรมชาติ เพื่อให้แสงมีความเพียงพอต่อการใช้งานทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน คือ ชั้น 1 300 Lux และชั้น 3 500 Lux โดยทำการศึกษานิตหลอดฟลูออเรสเซนต์และ LED แบ่งเป็น 3 รูปแบบ ในชั้น 1 ได้แก่ รูปแบบที่ 1 ศึกษาการจัดตำแหน่งและจำนวนหลอดในการติดตั้ง 56 หลอด (ตำแหน่งเดิม จำนวนหลอดเท่าเดิม) กำลังส่องสว่างของหลอด 2,100–3,500 lm กำลังไฟ 20-30 W (กำลังส่องสว่างน้อยถึงมาก) รูปแบบที่ 2 จำนวนหลอด 104 หลอด (ตำแหน่งแถวเดิม เพิ่มจำนวนหลอด) กำลังส่องสว่างของหลอด 2,100–2,700 lm กำลังไฟ 20-27 W (กำลังส่องสว่างน้อยถึงปานกลาง) รูปแบบที่ 3 (จัดตำแหน่งกระจาย เพิ่มจำนวนหลอด) จำนวนหลอด 114 หลอด กำลังส่องสว่างของหลอด 2,700–3,500 lm กำลังไฟ 27-30 W (กำลังส่องสว่างปานกลางถึงสูง) โดยการวัดจุดคำนวณ 126 จุด ที่ระนาบทำงาน 1.00 เมตร ซึ่งเป็นระดับความสูงที่ทำงานกับเครื่องจักร และชั้น 3 ศึกษาการติดตั้งหลอดไฟ 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 (จัดตำแหน่งกระจาย เพิ่มจำนวนหลอด) ศึกษาการจัดตำแหน่งและจำนวนหลอดในการติดตั้ง 104 หลอด กำลังส่องสว่างของหลอด 2,100–2,700 lm กำลังไฟ 20-27 W (กำลังส่องสว่างปานกลางถึงสูง) รูปแบบที่

2 (จัดตำแหน่งกระจาย เพิ่มจำนวนหลอด) จำนวนหลอด 114 หลอด กำลังส่องสว่างของหลอด 2,700 – 3,500 lm กำลังไฟ 27-30 W (กำลังส่องสว่างปานกลางถึงสูง) ที่ระนาบทำงาน 0.80 เมตร ซึ่งเป็นระดับความสูงที่ทำงานกับโต๊ะโต๊ะ (อ้างอิงจากผลการศึกษาระดับชั้น 1 ที่การปรับปรุงรูปแบบที่ 1 ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และพิสูจน์แล้วว่าไม่เป็นผลจึงลดรูปแบบการศึกษาในชั้น 3)

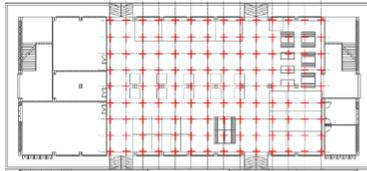
ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดแนวทางการศึกษาปรับปรุงแสงประดิษฐ์ ชั้น 1

หัวข้อ	จำนวนหลอด 56 หลอด			จำนวนหลอด 104 หลอด		จำนวนหลอด 114 หลอด	
รูปแบบในการจัดตำแหน่งหลอดไฟ							
รูปตัด							
กำลังไฟ (W)	20	27	30	20	27	27	30
ความส่องสว่าง (lm)	2,100	2,700	3,500	2,100	2,700	2,700	3,500
ลักษณะการจัดตำแหน่ง	ตำแหน่งเดิม จำนวนเท่าเดิม ใช้หลอดที่มีกำลังส่องสว่างน้อยถึงมาก			ตำแหน่งเดิม เพิ่มจำนวนหลอดในแถว ใช้หลอดที่มีกำลังส่องสว่างปานกลางถึงมาก		จัดตำแหน่งกระจายเท่ากัน เพิ่มจำนวนหลอด ใช้หลอดที่มีกำลังส่องสว่างน้อยถึงปานกลาง	

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดแนวทางการศึกษาปรับปรุงแสงประดิษฐ์ ชั้น 3

หัวข้อ	จำนวนหลอด 104 หลอด		จำนวนหลอด 114 หลอด	
รูปแบบในการจัดตำแหน่งหลอดไฟ				
รูปตัด				
กำลังไฟ (W)	20	27	27	30
ความส่องสว่าง (lm)	2,100	2,700	2,700	3,500
ลักษณะการจัดตำแหน่ง	ตำแหน่งเดิม เพิ่มจำนวนหลอดในแถว ใช้หลอดที่มีกำลังส่องสว่างปานกลางถึงมาก		จัดตำแหน่งกระจายเท่ากัน เพิ่มจำนวนหลอด ใช้หลอดที่มีกำลังส่องสว่างน้อยถึงปานกลาง	

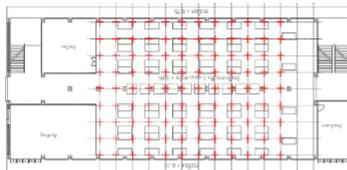
ในการคำนวณค่าเฉลี่ยแสงธรรมชาติโดยเก็บผลเฉลี่ยแสงในวันสำคัญ 4 วัน คือ 21 มี.ค. 21 มี.ย. 23 ก.ย. 22 ธ.ค. โดยที่เดือนกันยายนใช้ค่าเฉลี่ยของเดือนมีนาคมเนื่องจากแสงให้ผลใกล้เคียงกัน โดยเก็บผลวันละ 4 เวลา ได้แก่ 9.00 น. 11.00 น. 13.00 น. 15.00 น. เพื่อหาค่าเฉลี่ยต่อวันและนำมาเฉลี่ยเป็นต่อปีในแต่ละรูปแบบการปรับปรุง



**ชั้น 1 จุดคำนวณ  
126 จุด**

วัน	เวลา					Uniformity (min/mean)
	9:00 (Lux)	11:00 (Lux)	13:00 (Lux)	15:00 (Lux)	เฉลี่ย (Lux)	
21 มีนาคม 2562	469	113	59	87	182	0.24
21 มิถุนายน 2562	657	92	42	85	219	0.21
23 กันยายน 2562	469	113	59	87	182	0.24
22 ธันวาคม 2562	128	122	97	76	106	0.27
เฉลี่ย	430	110	64	83	172	0.24

**เก็บผล 4 วัน 4 เวลา  
เป็นค่าเฉลี่ยใน 1 ปี  
ต่อการพัฒนารูปแบบ  
การปรับปรุง**



**ชั้น 3 จุดคำนวณ  
126 จุด**

วัน	เวลา					Uniformity (min/mean)
	9:00 (Lux)	11:00 (Lux)	13:00 (Lux)	15:00 (Lux)	เฉลี่ย (Lux)	
21 มีนาคม 2562	358	303	215	640	434	0.16
21 มิถุนายน 2562	732	228	149	425	383	0.17
23 กันยายน 2562	558	303	215	640	434	0.16
22 ธันวาคม 2562	266	390	458	1042	539	0.17
เฉลี่ย	528	306	269	686	481	0.17

**เก็บผล 4 วัน 4 เวลา  
เป็นค่าเฉลี่ยใน 1 ปี  
ต่อการพัฒนารูปแบบ  
การปรับปรุง**

ภาพที่ 4 แสดงผลการเก็บข้อมูลและการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละรูปแบบการปรับปรุงแสงธรรมชาติห้องปฏิบัติงานทั้ง 2 ชั้น

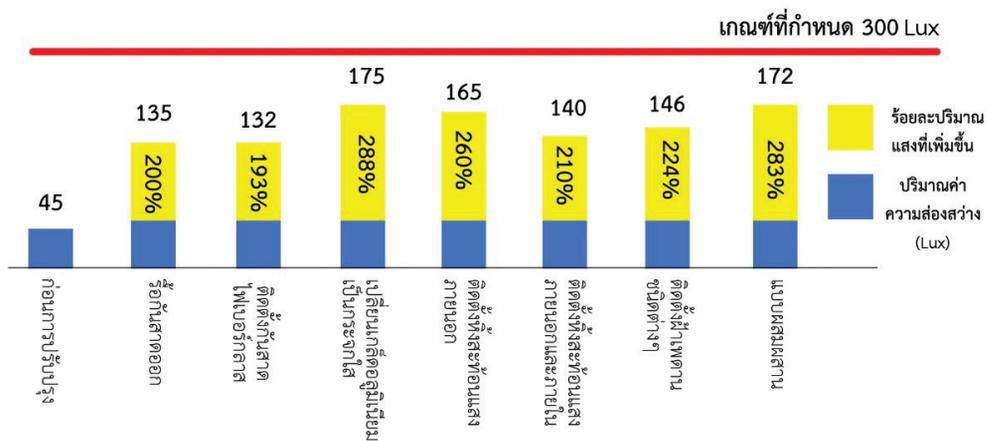
## การอภิปรายผล

### 1. ผลการปรับปรุงโดยแสงธรรมชาติบริเวณห้องเรียนปฏิบัติงานช่างเชื่อมชั้น 1

จากการศึกษาพบว่าก่อนการปรับปรุงห้องเรียนปฏิบัติงาน โดยเก็บผลจากการจำลองผล 126 จุด ในช่วงเวลา 9.00 น. 11.00 น. 13.00 น. 15.00 น. จาก 4 วันสำคัญ เฉลี่ยเพื่อหาปริมาณแสงเฉลี่ยต่อปี เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของกฎกระทรวงฯ ชั้น 1 300 Lux เกณฑ์ DF ที่เหมาะสมกับงานวิจัยอยู่ที่ร้อยละ 2-5 ต้องการแสงธรรมชาติและใช้แสงประดิษฐ์เข้ามาช่วยเป็นบางส่วน จากการตรวจสอบแสงของชั้น 1 มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง 45 Lux ค่า DF อยู่ที่ร้อยละ 1 ซึ่งยังไม่ถึงเกณฑ์ต้องทำการปรับปรุง เมื่อทำการรื้อกันสาดคอนกรีตออก ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 135 Lux (เพิ่มขึ้นจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 200) ทำให้เห็นว่ากันสาดคอนกรีตเป็นอุปสรรคหลักของการให้แสงสว่างจากธรรมชาติในห้องเรียนปฏิบัติงาน แต่การรื้อ

กันสาดจะเกิดปัญหาฝนสาดและแสงแดดโดยตรงส่องเข้าบริเวณริมหน้าต่าง จึงต้องมีการติดตั้งกันสาดไฟเบอร์กลาส โดยศึกษาการติดตั้งที่ระยะ 1.70, 1.50, 1.30, 1.10 เมตร และขนาด 1.80, 1.60, 1.10, 0.85 เมตร ผลการศึกษาพบว่าที่ระยะติดตั้ง 1.10 เมตร ขนาด 0.85 เมตร มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างลดลงเหลือ 132 Lux (แต่เพิ่มจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 193) จึงศึกษาหาวิธีเพื่อเพิ่มความส่องสว่างมากขึ้นโดยการเปลี่ยนเกล็ดอลูมิเนียมทึบที่เป็นส่วนบังแสงในพื้นที่หน้าต่างเป็นกระจกใสเพื่อเปิดให้แสงสว่างเข้ามาได้เต็มที่ ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 175 Lux (เพิ่มขึ้นจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 288) เป็นรูปแบบที่ให้ความส่องสว่างมากที่สุด แต่ปริมาณแสงยังเข้ามาได้ลึกจึงต้องมีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ระยะยื่น 1.10 เมตร เพื่อป้องกันแสงแดดส่องเครื่องจักรที่อยู่ริมหน้าต่างโดยตรง และช่วยดึงแสงสว่างจากภายนอกเข้าสู่ห้อง ทำให้แนวแสงเข้ามาได้ลึกขึ้นแต่ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างลดลงเหลือ 165 Lux (แต่เพิ่มจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 260) จึงศึกษาการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายในเพื่อดึงแสงสว่างเข้ามา ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างลดลงเป็น 140 Lux (เพิ่มขึ้นจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 210) การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงจะมีประสิทธิภาพเมื่อทำงานร่วมกับฝ้าเพดาน เมื่อศึกษาการติดตั้งฝ้าเพดานชนิดเรียบ ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 146 Lux (เพิ่มจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 224)

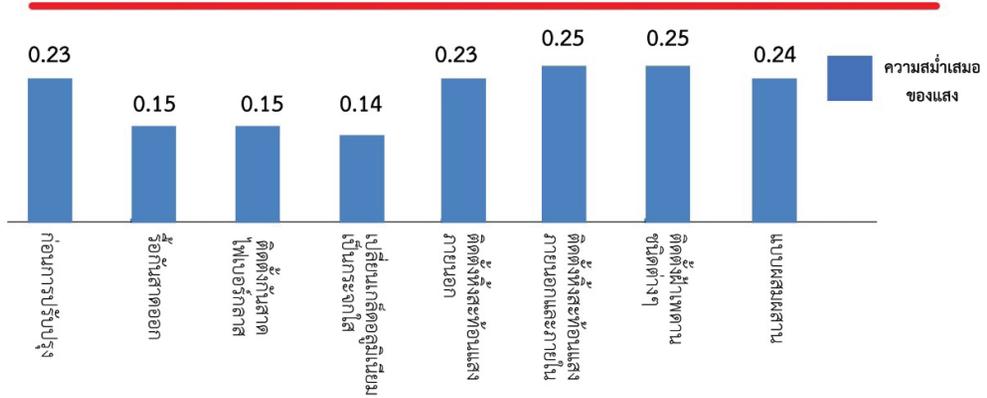
จากค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ดีที่สุดแต่ละรูปแบบนำมาสู่การปรับปรุงแบบผสมผสาน โดยรวมการปรับปรุงทั้งหมดยกเว้นการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายใน ที่ไม่ได้ช่วยในการกระจายแสงแต่เป็นตัวบังแสงออก พบว่าค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 172 Lux เพิ่มขึ้นจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 283



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างในการปรับปรุงแสงธรรมชาติรูปแบบต่างๆ ห้องเรียนปฏิบัติงานชั้น 1

จากการเปรียบเทียบแผนภูมิพบว่าเมื่อปริมาณแสงมากขึ้นในรูปแบบการปรับปรุงที่ทำให้แสงสว่างเข้าสู่ห้องได้เต็มที่ ความสม่ำเสมอของแสงจะลดลงจากความแตกต่างกันมากของความส่องสว่างภายในห้อง รูปแบบการปรับปรุงแบบผสมผสานให้ค่าความสม่ำเสมอของแสง 0.24 ซึ่งถือว่ายังไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ต้องมีการใช้แสงประดิษฐ์เสริมเป็นบางส่วนจึงจะทำให้แสงมีความสม่ำเสมอมากขึ้น

เกณฑ์ที่เหมาะสม 0.5

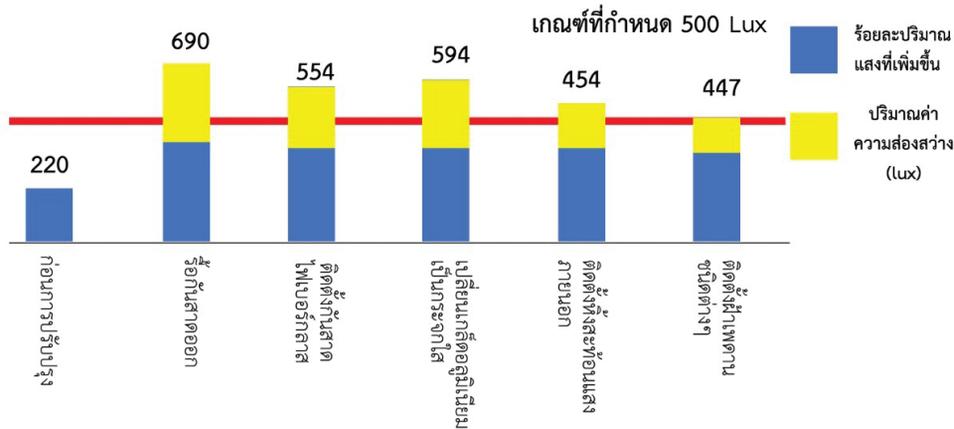


ภาพที่ 6 เปรียบเทียบความสม่ำเสมอของความส่องสว่างแสงธรรมชาติในรูปแบบการปรับปรุงต่างๆ ของชั้น 1

## 2. ผลการปรับปรุงโดยแสงธรรมชาติบริเวณห้องเรียนปฏิบัติงานฝึกฝีมือชั้น 3

จากการศึกษาพบว่าก่อนการปรับปรุงห้องเรียนปฏิบัติงาน โดยเก็บผลจากการจำลองผล 126 จุด ในช่วงเวลา 9.00 น. 11.00 น. 13.00 น. 15.00 น. จากสี่วันสำคัญ เฉลี่ยเพื่อหาปริมาณแสงเฉลี่ยต่อปี เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของกฎกระทรวงฯ ชั้น 5 500 Lux เกณฑ์ DF ที่เหมาะสมกับงานวิจัยอยู่ที่ร้อยละ 2-5 ต้องการแสงธรรมชาติและใช้แสงประดิษฐ์เข้ามาช่วยเป็นบางส่วน จากการตรวจสอบแสงของชั้น 1 มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง 220 Lux ค่า DF อยู่ที่ร้อยละ 4.8 เมื่อทำการรื้อกันสาดคอนกรีตออก ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 690 Lux เพิ่มขึ้นจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 213 เป็นรูปแบบที่ให้ความส่องสว่างมากที่สุด เมื่อติดตั้งกันสาดไฟเบอร์กลาสที่ระยะติดตั้ง 1.10 เมตร ขนาด 0.85 เมตร ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างลดลงเป็น 554 Lux แต่เพิ่มจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 151 เมื่อเปลี่ยนเกล็ดอลูมิเนียมทึบเป็นกระจกใส ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 594 Lux เพิ่มขึ้นจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 170 เมื่อติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ระยะยื่น 1.10 เมตร ทำให้ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างลดลงเป็น 454 Lux แต่เพิ่มจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 106 เมื่อศึกษาการติดตั้งฝ้าเพดานชนิดเรียบ ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างลดลงเป็น 447 Lux แต่เพิ่มจากก่อนปรับปรุงร้อยละ 103 แตกต่างจากผลการศึกษาของชั้น 1 ที่การรื้อกันสาดออกมีผลทำให้ค่าความส่องสว่างมากที่สุด การติดตั้งส่วนประกอบอื่นๆ จะทำให้แสงสว่างที่เข้าลดปริมาณลง แต่ในบริเวณชั้น 3 การเปลี่ยนกันสาดเป็นไฟเบอร์กลาสและเปลี่ยนช่องเกล็ดอลูมิเนียมทึบเป็นกระจกใสในชุดหน้าต่างกลับทำให้ได้ปริมาณแสงมากที่สุด เนื่องจากผลของความสูงอาคารและแสงขนานจากรังสีดวงอาทิตย์ทำให้ชั้นล่างแสงเข้ามาได้ไม่ลึกเท่าชั้นบน

จากรูปแบบรวมการปรับปรุงพบว่าค่าความส่องสว่างของชั้น 3 มีความเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าชั้น 1 เนื่องจากระดับความสูงของห้องมีผลกับแสงขนานทำให้ได้รับปริมาณแสงมาก สภาพแวดล้อมที่ไม่มีการต่อเติม เครื่องมือเครื่องจักรที่ส่วนใหญ่เป็นโต๊ะปฏิบัติงานมากกว่าเครื่องจักรขนาดใหญ่ ห้องเรียนปฏิบัติงานชั้น 3 จึงมีปัญหาและอุปสรรคน้อยกว่าชั้น 1 การติดตั้งฝ้าเพดานชนิดเรียบของชั้น 3 ทำให้ปริมาณแสงธรรมชาติลดลงแต่จะมีผลดีต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายแสงของแสงประดิษฐ์และความสม่ำเสมอของแสง



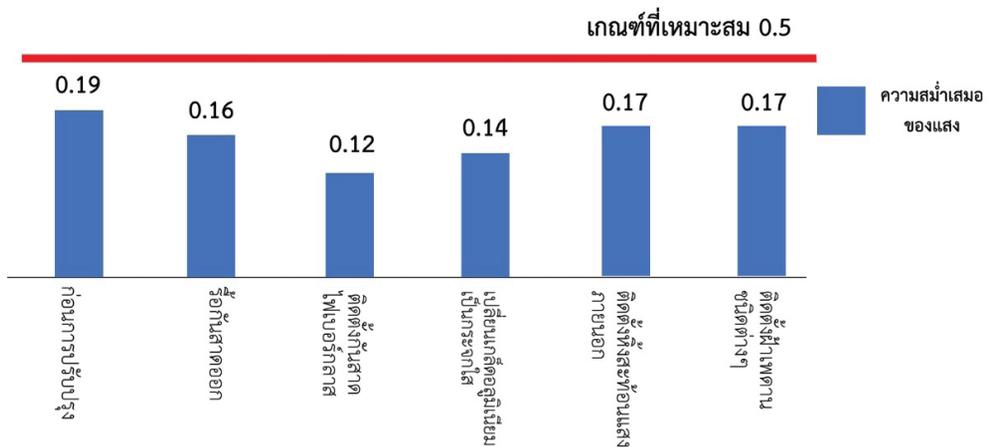
ภาพที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างในการพัฒนารูปแบบต่าง ๆ ที่มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างมากที่สุด

จากการเปรียบเทียบแผนภูมิพบว่าให้ผลเช่นเดียวกับชั้น 1 เมื่อปริมาณแสงมากขึ้น ความสม่ำเสมอของแสงจะลดลงจากความแตกต่างกันมากของความส่องสว่างกลางห้อง รูปแบบการปรับปรุงที่ดีที่สุดให้ค่าความสม่ำเสมอของแสง 0.17 ซึ่งถือว่ายังไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ต้องมีการใช้แสงประดิษฐ์เสริมเป็นบางส่วนจึงจะทำให้แสงมีความสม่ำเสมอมากขึ้น

หากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงแต่ละชั้นตอนจะพบว่าการปรับปรุงเรื่องการรื้อกันสาด ทำให้ค่าความส่องสว่างเพิ่มขึ้นมากที่สุด อย่างไรก็ตามต้องมีการปรับปรุงในส่วนอื่นๆ ไปด้วยเนื่องจากการป้องกันฝนสาดบริเวณหน้าต่างเป็นสิ่งสำคัญ จึงต้องมีการติดตั้งกันสาดไฟเบอร์กลาสที่มีคุณสมบัติให้แสงสามารถส่องผ่านและยังสามารถระบายอากาศได้ แต่การติดตั้งกันสาดในแนวตั้งแม้จะเป็นชนิดโปร่งใสก็มีผลให้แสงสว่างลดลงจากเดิมแต่ได้ความสม่ำเสมอของแสงเพิ่มขึ้น ทำให้ผู้วิจัยต้องหาแนวทางเพิ่มแสงสว่างด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การเปลี่ยนเกล็ดอลูมิเนียม การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกและภายใน การติดตั้งฝ้าเพดาน

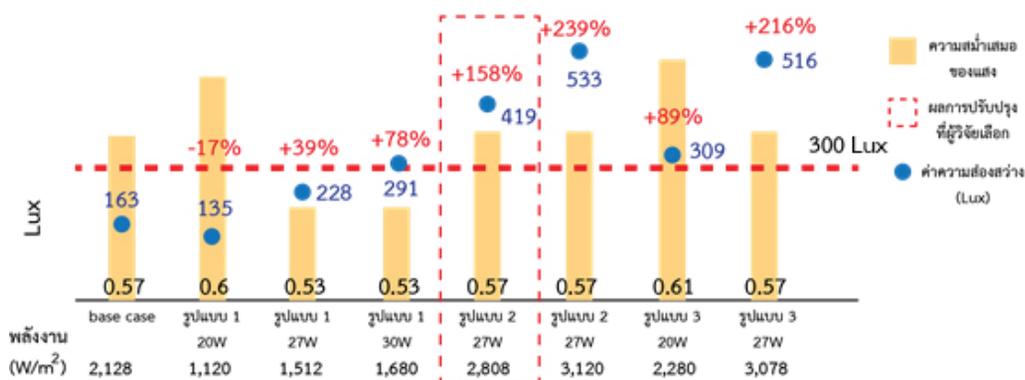
จากการศึกษาพบว่าแนวทางในการปรับปรุงแสงธรรมชาติของห้องเรียนปฏิบัติงานทั้งสองชั้น ให้ได้ค่าความส่องสว่างมากที่สุด คือ การนำกันสาดคอนกรีตออก ติดตั้งแทนด้วยกันสาดไฟเบอร์กลาสที่มีขนาดและระยะติดตั้งสั้น ที่ระยะ 1.10 เมตร ขนาด 0.85 เมตร เปิดให้แสงเข้าช่องเปิดเติมที่โดยการเปลี่ยนเกล็ดอลูมิเนียมเป็นกระจกใส ดึงแสงจากภายนอกเข้าสู่ห้อง ลดแสงแดดโดยตรงส่อง ป้องกันฝนสาด ด้วยหิ้งสะท้อน

แสงภายนอกกระยะยื่น 1.10 เมตร และการปรับปรุงฝ้าเพดานเป็นฝ้าชนิดเรียบเพื่อช่วยปรับให้แสงกระจายทั่วถึงมีความสม่ำเสมอมากขึ้น โดยห้องเรียนปฏิบัติงานชั้น 1 สามารถเพิ่มค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากการปรับปรุง 172 Lux เพิ่มขึ้นร้อยละ 283 และชั้น 3 สามารถเพิ่มค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากการปรับปรุง 447 Lux เพิ่มขึ้นร้อยละ 103 โดยทั้งสองชั้นมีความสม่ำเสมอของแสงน้อย ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่ยังไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดต้องใช้แสงประดิษฐ์เพิ่มเติม จากผลการศึกษาพบว่าชั้น 3 มีความเปลี่ยนแปลงหลังการปรับปรุงแสงธรรมชาติน้อยกว่าชั้น 1 เนื่องจากชั้น 3 มีปัญหาด้านแสงสว่างน้อยกว่าและผลจากระดับความสูงของห้อง จึงมีผลกับมุมของดวงอาทิตย์ที่ทำให้แสงเข้ามามีปริมาณมากกว่า การศึกษานี้ทำให้เห็นได้ว่าการปรับปรุงองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมหลายรูปแบบประกอบกัน ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณแสงธรรมชาติได้มากขึ้น ซึ่งน่าจะส่งเสริมการใช้พื้นที่และสุขภาพของเรียนปฏิบัติงาน แต่แต่การใช้แสงธรรมชาติเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอถึงเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด จึงจำเป็นต้องใช้แสงประดิษฐ์เพิ่มเติม



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบความสม่ำเสมอของความส่องสว่างแสงธรรมชาติในรูปแบบการปรับปรุงต่างๆ ของชั้น 3

### 3. ผลการปรับปรุงโดยแสงประดิษฐ์บริเวณห้องเรียนปฏิบัติงานช่างเชื่อมชั้น 1

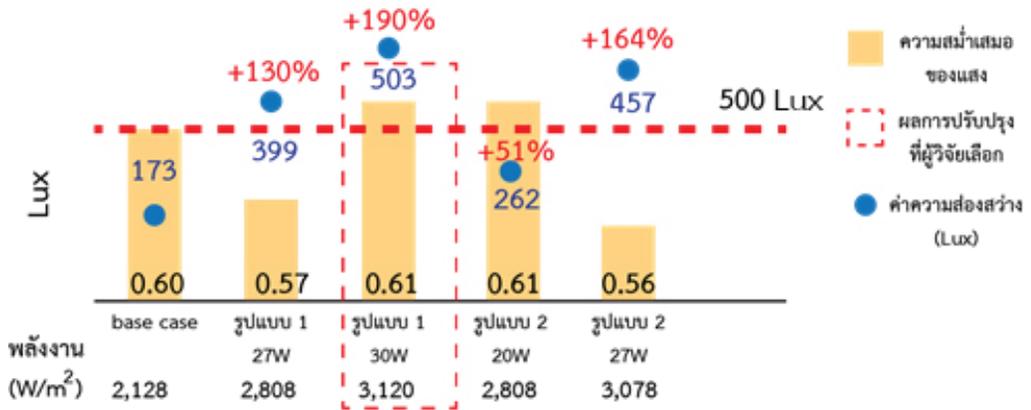


ภาพที่ 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างและความสม่ำเสมอของการพัฒนารูปแบบต่าง ๆ ในการปรับปรุงแสงประดิษฐ์ชั้น 1

จากการศึกษาพบว่า การปรับปรุงรูปแบบที่ 2 ด้วยหลอด 27W จำนวน 104 หลอด มีค่าความสม่ำเสมอของแสง 0.57 เป็นรูปแบบที่ได้ค่าความส่องสว่างผ่านเกณฑ์และความสม่ำเสมอสูงโดยที่ใช้พลังงานต่ำ และได้ข้อสังเกตว่าการติดตั้งไฟในรูปแบบนี้ใช้หลอดจำนวนมาก ใช้หลอดกำลังต่ำ-ปานกลาง จะให้ค่าความสม่ำเสมอของแสงมาก เนื่องจากการกระจายของหลอดไฟทำให้มีความแตกต่างของแสงน้อย แต่การจัดตำแหน่งรูปแบบนี้สิ้นเปลืองพลังงานมากกว่าก่อนการปรับปรุง

ดังนั้นการจัดวางตำแหน่งของหลอดไฟและการเลือกใช้หลอดของห้องเรียนปฏิบัติงานควรคำนึงถึงภาพรวมของความส่องสว่างเป็นหลัก ให้พื้นที่ทำงานมีค่าความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 300 Lux และพื้นที่ทางเดินไม่น้อยกว่า 100 Lux ตามมาตรฐาน การจัดไฟในรูปแบบไฟที่กระจายตัวของหลอดเป็นแนวยาวและใช้หลอดที่มีกำลังปานกลาง-สูง จะช่วยให้ค่าความส่องสว่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 4. ผลการปรับปรุงโดยแสงประดิษฐ์บริเวณห้องเรียนปฏิบัติงานช่างเชื่อมชั้น 3



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างและความสม่ำเสมอของการพัฒนารูปแบบต่างๆ ในการปรับปรุงแสงประดิษฐ์ชั้น 3

จากการศึกษาพบว่า การปรับปรุงรูปแบบที่ 1 ด้วยหลอด 30W จำนวน 104 หลอด มีค่าความสม่ำเสมอของแสง 0.61 รูปแบบที่ได้ค่าความส่องสว่างผ่านเกณฑ์และความสม่ำเสมอสูงโดยที่ใช้พลังงานต่ำ และได้ข้อสังเกตว่าการจัดตำแหน่งหลอดไฟยังคงได้ผลการศึกษาเช่นเดียวกับห้องเรียนปฏิบัติงานชั้น 1 จึงได้ข้อสรุปว่า การจัดตำแหน่งของหลอดไฟในห้องเรียนปฏิบัติงานบริเวณชั้นกลางอาคารที่มีปริมาณแสงน้อยและบริเวณชั้นบนที่มีปริมาณแสงมากสามารถใช้การจัดวางดวงโคมในรูปแบบเดียวกันและเพิ่มจำนวนหลอดในแนวยาว จะช่วยให้ได้ค่าความส่องสว่างที่มากขึ้นและได้ค่าความสม่ำเสมอของแสงมากขึ้น

จากการศึกษาพบว่ารูปแบบที่ใช้ในการปรับปรุงของทั้งสองชั้นเหมือนกันคือจำนวนหลอด 104 หลอด แต่แตกต่างกันที่ชนิดหลอดและกำลังไฟ เนื่องด้วยห้องเรียนปฏิบัติงานชั้น 1 มีความต้องการปริมาณแสงน้อยกว่าบริเวณชั้น 3 ซึ่งเป็นผลมาจากชนิดความละเอียดของชิ้นงาน สังเกตได้ว่าแสงธรรมชาติมีค่าความสม่ำเสมอต่ำกว่าแสงประดิษฐ์เพียงอย่างเดียว เนื่องจากบริเวณชั้น 1 เหลือช่องเปิดที่แสงเข้ามาได้เพียงด้านเดียว ส่วนบริเวณชั้น 3 มีช่องเปิดหน้าต่าง 2 ด้านคือทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือกับทิศตะวันตกเฉียงใต้ทำให้สภาพแสงที่เกิดขึ้นของชั้นนี้มีความสว่างมากบริเวณริมหน้าต่างแต่มีดับบริเวณกลางห้องที่เป็นแนวเสา สัดส่วนที่แตกต่างกันทำให้ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงธรรมชาติน้อย ดังนั้นอาคารเรียนฝึกปฏิบัติงานโลหะของวิทยาลัยเทคนิคแพร่จึงควรใช้วิธีการปรับปรุงแสงธรรมชาติให้เข้าสู่อาคาร และใช้ประโยชน์ให้เต็มที่เพื่อส่งเสริมสุขภาพที่ดีในการใช้งาน จึงใช้การปรับปรุงแสงประดิษฐ์ช่วยเสริมโดยการแบ่งแนวในการปิด-เปิดดวงไฟเป็นแถวแนวยาวเพื่อควบคุมตามความต้องการแสงสว่างในแต่ละการใช้งาน

## ข้อเสนอแนะ

การออกแบบเพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้ในห้องเรียนปฏิบัติงานให้ได้มากที่สุด ต้องคำนึงถึงการเลือกสถานที่ตั้งและอุปสรรคที่ส่งผลต่อแสงธรรมชาติ ทิศทางในการวางอาคารเพื่อรับแสงได้ดีที่สุดคือแนวทิศเหนือและทิศตะวันออก หากมีแผงบังแดดหรือกันสาดไม่ควรใช้คอนกรีตทึบ ควรใช้วัสดุโปร่งแสงเพื่อให้แสงธรรมชาติเข้า เช่น ไฟเบอร์กลาส กระฉก เป็นต้น การใช้หิ้งสะท้อนแสงภายนอกต้องให้ได้รับแสงโดยตรงและมีประสิทธิภาพเมื่อทำงานร่วมกับฝ้าเพดานชนิดเรียบที่ความสูง 3.60 เมตร แต่ไม่เกิน 4.20 เมตร เนื่องจากห้องเรียนปฏิบัติงานมีความกว้างมากทำให้ไม่สามารถใช้แสงธรรมชาติได้ตลอดทั้งวันต้องมีการใช้แสงประดิษฐ์เข้ามาช่วยเสริม ในอนาคตหากมีการแก้ไขปรับปรุงแสงสว่างห้องเรียนปฏิบัติงานของอาคารปฏิบัติงานในสถานศึกษาเครื่องสำนักงานคณะกรรมการอาชีวอนามัย (สอศ.) ที่มีรูปแบบก่อสร้างเดียวกัน สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง แสงธรรมชาติ แสงประดิษฐ์ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์

## เอกสารอ้างอิง

- Angsanawattana, W. (2006). Karn oakbab hing sathon saeng lae fa phedan phuea karn chai prayot chak saeng thammachat yang mee prasitthiphap samrab arkhan samnakngan. (In Thai) [Light shelves and ceiling design for efficient daylighting in office buildings] (Master's thesis). Bangkok: Thammasat University.
- Illuminating Engineering Association of Thailand. (2016). Khumue neawtang karn oakbab karn song sawang phainai arkhan. (In Thai) [Guidelines for indoor lighting design]. Bangkok: Author.
- Kuaprom, S. (2019). Karn sueksa phuea prayat kha phalangngan faifa khong Mahawitthayalai muban Chombueng. (In Thai) [Study of electrical energy saving for muban Chombueng Rajabhat University, Ratchaburi Province] (Master's thesis). Bangkok: Siam University.
- Lam, W. (1986). Sunlighting as formgiver for architecture. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2017). **The Twelfth National Economic and Social Development Plan (2017-2021)**. Retrieved March 9, 2019, from [https://data.opendevelopmentmekong.net/library\\_record/12](https://data.opendevelopmentmekong.net/library_record/12)
- Robbins, C.L. (1986). Daylighting: design and analysis. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Saihong, N. (2007). Neawtang karn oakbab saengsawang nai hong rian sue phasom. (In Thai) [Guidelines for lighting design in multimedia classroom] (Master's thesis). Bangkok: Thammasat University.
- Sirithatsanakun, P. (2001). Karn chat lae wangphaen rong fuek ngan. (In Thai) [Organization and planning of internships]. *Encyclopedia of Education*, 23, 23-40.
- Tangpoonsupsiri, T. (2001). Neawtang karn prubprung khunnaphab khong saeng phainai hong rian phuea kwam sabai ta lae pen neawtang karn oakbab hong rian nai chonnabot. (In Thai) [An approach to improve visual comfort in classroom for rural areas] (Master's thesis). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Upapong, S. & Chaiyakul, Y. (2013). Karn chai saeng thammachat nai arkhan phan tho nam saeng neaw ding. (In Thai) [Daylighting in building through a vertical light pipe]. *Built Environment Inquiry Journal Faculty of Architecture Khon Kaen University*, 1 (1), 78-85.