รายงานฉบับสมบูรณ์

แสงสว่างสำหรับห้องเรียนในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Lighting for the classroom in the Faculty of Architecture Rajamangala University of Technology Srivijaya

ทัชชญา สังขะกูล TACHAYA SANGKAKOOL

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

แสงสว่างสำหรับห้องเรียนในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ทัชชญา สังขะกูล[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาแนวทางการหาค่าปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสม และเพียงพอต่อการใช้งานในห้องบรรยาย ห้องเรียน และห้องปฏิบัติการเขียนแบบ โดยเน้นการศึกษาปริมาณแสงสว่างในอาคาร และห้องเรียนรูปแบบต่าง ๆ ภายใต้การศึกษารูปแบบแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างในห้องต่าง ๆ ให้สอดคล้องตามมาตรฐานเพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยเลือกห้องเรียนในบริเวณชั้น 2 ของอาคาร 31 เพื่อใช้เป็นตัวอย่างการปรับปรุงการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งาน โดยทำการเสนอแนะแนวทาง 3 โซน เพื่อออกแบบการใช้งานแสงสว่างได้อย่างมีประสิทธิภาพตามประเภทห้องเรียนและทิศทางของช่องเปิดโซน A เลือกห้อง 31207 เป็นตัวอย่างห้องเรียนทิศเหนือ พบว่าได้รับแสงไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องค่อนข้างน้อย วัดจากปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาให้มากกว่าเดิม โซน B เลือกห้อง 31205 เป็นตัวอย่างห้องเรียนทิศตะวันออก พบว่าได้รับสว่างสว่างตลอดทั้งวันแต่ปริมาณแสงและความสว่างไม่เพียงพอต่อการใช้งาน เพราะมีการยื่นชายคาป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่วนหนึ่งและมีการติดตั้งม่านกรองแสงที่ป้องกันแสงช่วงเช้าอีกทั้งการติดตั้งแสงประดิษฐ์ค่อนข้างจะมีผลน้อยเมื่อเปิดใช้งาน ดูได้จากการประเมินความสว่างก่อนหน้านี้ และโซน C เลือกห้อง 31203 เป็นตัวอย่างห้องเรียนทิศใต้ พบว่ามีปริมาณหน้าต่างที่น้อยกว่าห้องอื่น ๆ และไม่มีช่องแสงเหนือหน้าต่างอีกทั้งยังติดตั้งม่านเพื่อบังแสงอาทิตย์เมื่อมีการใช้ห้องในการบรรยาย หรือฉายโปรเจคเตอร์ ดังนั้นเมื่อปิดไฟแสงสว่างภายในห้องจะมีไม่เพียงพอต่อการใช้งานตามปกติได้

คำสำคัญ: แสงธรรมชาติ แสงประดิษฐ์

---

[1]อาจารย์ สาขาสถาปัตยกรรมและผังเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา

Lighting for the classroom in the Faculty of Architecture Rajamangala University of Technology Srivijaya

Tachaya Sangkakool[1]

Abstract

This research focuses on the study of the quality and quantity of light which suitable and sufficient for utilization in lecture rooms, classrooms and drawing laboratories in the faculty of architecture, Rajamangala university of technology srivijaya. The study researches on the amount of artificial and natural lighting with different types of classrooms. The guidelines for solving lighting design problems are useful and increasing the lighting efficiency in according the standards and reducing the amount of electricity consumption. The study of the amount of classroom lighting in the 2nd floor of Building 31 is a sample group to improve the utilization of natural light which divided into three zones. Studies in Zone A were selected room 31207 as an example of the north classroom. It is found that the amount of light is not enough for use, with the amount of natural light entering the room is quite small when comparing with standard lighting, a window must be designed and improved to bring more natural lighting. Zone B, Room 31205 is an eastern classroom. The study found that the light is bright throughout all day, but the amount of light and brightness is not enough according to standards, due to the submission of the sun protection and the installation of light curtains and Zone C, Room 31203 as a sample group in the south classroom which found that the window is less and smaller than other rooms as well. Therefore, natural light is not enough according to standards and operate normally.

Keywords: natural light, artificial light

[1]Department of Architecture, Faculty of Architecture. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhal.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณรายได้ประจำปีงบประมาณประจำปี 2562 ถือเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่การเผยแพร่และสนับสนุนให้เกิดการนำไปใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้นในหน่วยงาน องค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในการวิจัยในอนาคตเรื่องรูปแบบการวางอาคาร การใช้แสงธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ภายในอาคารและห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มศักยภาพและประสิทธิภาพที่ดีแก่นักศึกษาในด้านการเรียนการสอน

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณ ขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาตร์ ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ และการจัดเก็บข้อมูลด้วยดีตลอดมา

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวของผู้วิจัย ที่เป็นแรงผลักดัน สนับสนุนดูแลในทุกๆด้าน และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยตลอดมาจนทำให้รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ทัชชญา สังขะกูล

ธันวาคม 2562

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย 3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 3
1.6 กรอบแนวความคิดของการวิจัย 3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 โรงเรียน/มหาวิทยาลัย 4
2.2 รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าของสถานศึกษา 4
2.3 มาตรฐานแสงสว่างในสถานศึกษา และสภาวะน่าสบายด้านแสงสว่าง 5
2.4 การส่องสว่างภายในสถานศึกษา 7
2.5 ความเข้มแสงและปริมาณแสง 10
2.6 เครื่องวัดแสง (Lux Meter) 11
2.7 ความสบายด้านการมองเห็น (Visual Quality) 13
2.8 เกณฑ์การประเมินความสบายด้านการมองเห็น (Evaluation Criteria) 14
2.9 ตำแหน่งในการพิจารณาค่าความสว่าง 14
2.10 ความสม่ำเสมอของแสง (Light Distribution on the Task Plane or Uniformity) 16
2.11 เกณฑ์การศึกษาค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 16
2.12 การควบคุมไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ (Lighting Control) 17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 18
3.1 ระยะเวลาดำเนินการ 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 สถานที่ทำการทดลอง 19
บทที่ 4 ผลการศึกษา 20
4.1 ภาพแบบทางกายภาพของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา 20
4.2 การออกแบบแสงธรรมชาติเชิงบูรณาการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการมองเห็น 26
4.3 ผลค่าการวัดค่าแสงสว่างธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ 26
4.3.1 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31203 27
4.3.2 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31205 34
4.3.3 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31206 40
4.3.4 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31207 46
4.3.5 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31301 52
4.3.6 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31302 58
4.3.7 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31303 64
4.3.8 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31304 70
4.3.9 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31401 76
4.3.10 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31403 83
4.3.11 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31404 89
4.3.12 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31406 96
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล 101
5.1 สรุปผล 101
5.2 อภิปรายผล 114
5.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางในการปรับปรุง 115
เอกสารอ้างอิง 116
ประวัตินักวิจัย 117

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานความสว่างของพื้นที่ใช้งาน 15
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31203 30
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31203 31
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31205 36
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31205 37
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31206 42
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31206 43
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31207 48
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31207 49
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31301 53
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31301 54
ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31302 59
ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความสว่างแสงปรระดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31302 60
ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31303 65
ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31303 66
ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31304 71
ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31304 72
ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31401 77
ตารางที่ 4.18 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31401 78
ตารางที่ 4.19 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31403 84
ตารางที่ 4.20 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31403 85
ตารางที่ 4.21 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31404 90
ตารางที่ 4.22 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31404 91
ตารางที่ 4.23 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31406 96
ตารางที่ 4.24 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31406 97

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในสถานศึกษา 5
ภาพที่ 2.2 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง 7
ภาพที่ 2.3 การให้แสงสว่างในห้องบรรยายที่เน้นการส่องสว่างสม่ำเสมอในห้องและที่หน้ากระดาน .. 8
ภาพที่ 2.4 เครื่องวัดแสง Digital Lux/Light Meter Light 11
ภาพที่ 2.5 แสงในห้องเรียน 13
ภาพที่ 2.6 เกณฑ์การประเมินความสบายด้านการมองเห็น 14
ภาพที่ 2.7 ตำแหน่งในการพิจารณาค่าความสว่าง 15
ภาพที่ 2.8 ระดับพื้นที่ใช้งาน 15
ภาพที่ 2.9 ความสม่ำเสมอของแสง 16
ภาพที่ 4.1 อาคาร 31-1 20
ภาพที่ 4.3 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 1 22
ภาพที่ 4.4 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 2 22
ภาพที่ 4.5 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 3 23
ภาพที่ 4.6 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 4 23
ภาพที่ 4.7 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 5 24
ภาพที่ 4.8 รูปตัดอาคาร A-A 24
ภาพที่ 4.9 รูปตัดอาคาร B-B 24
ภาพที่ 4.10 รูปตัดอาคาร C-C 25
ภาพที่ 4.11 รูปตัดอาคาร D-D 25
ภาพที่ 4.12 รูปตัดอาคาร F-F 25
ภาพที่ 4.13 รูปตัดอาคาร E-E 26
ภาพที่ 4.14 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31203 27
ภาพที่ 4.15 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31203 27
ภาพที่ 4.16 ผังห้องเรียน 31203 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ 28
ภาพที่ 4.17 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31203 32
ภาพที่ 4.18 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31203 32
ภาพที่ 4.19 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียนบรรยาย 31203 33

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 4.20 บรรยากาศห้องเรียน 31203 33
ภาพที่ 4.21 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31205 34
ภาพที่ 4.22 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31205 35
ภาพที่ 4.23 ผังห้องเรียน 31205 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ 35
ภาพที่ 4.24 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31205 38
ภาพที่ 4.25 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31205 38
ภาพที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31205 39
ภาพที่ 4.27 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31206 40
ภาพที่ 4.28 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31206 41
ภาพที่ 4.29 ผังห้องเรียน 31206 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ 41
ภาพที่ 4.30 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31206 44
ภาพที่ 4.31 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31206 44
ภาพที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31206 45
ภาพที่ 4.33 บรรยากาศห้องเรียน 31206 45
ภาพที่ 4.34 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31207 47
ภาพที่ 4.35 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31207 47
ภาพที่ 4.36 ผังห้องเรียน 31207 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ 48
ภาพที่ 4.37 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31207 50
ภาพที่ 4.38 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31207 50
ภาพที่ 4.39 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31207 51
ภาพที่ 4.40 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31301 52
ภาพที่ 4.41 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31301 52
ภาพที่ 4.42 ผังห้องเรียน 31301 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ 53
ภาพที่ 4.43 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31301 55
ภาพที่ 4.44 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31301 56
ภาพที่ 4.45 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31301 56
ภาพที่ 4.46 บรรยากาศห้องเรียน 31301 57
ภาพที่ 4.47 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31302 58

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.48 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31302 58
ภาพที่ 4.49 ผังห้องเรียน 31302 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ 59
ภาพที่ 4.50 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31302 61
ภาพที่ 4.51 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31302 61
ภาพที่ 4.52 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31302 62
ภาพที่ 4.53 บรรยากาศห้องเรียน 31302 62
ภาพที่ 4.54 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31303 63
ภาพที่ 4.55 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31303 64
ภาพที่ 4.56 ผังห้องเรียน 31303 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้ 64
ภาพที่ 4.57 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31303 67
ภาพที่ 4.58 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31303 67
ภาพที่ 4.59 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31303 68
ภาพที่ 4.60 บรรยากาศห้องเรียน 31303 68
ภาพที่ 4.61 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31304 69
ภาพที่ 4.62 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31304 70
ภาพที่ 4.63 ผังห้องเรียน 31304 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้ 70
ภาพที่ 4.64 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ 73
ภาพที่ 4.65 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31304 73
ภาพที่ 4.66 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31304 74
ภาพที่ 4.67 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31304 74
ภาพที่ 4.68 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31401 76
ภาพที่ 4.69 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31401 76
ภาพที่ 4.70 ผังห้องเรียน 31401 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้ 77
ภาพที่ 4.71 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31401 79
ภาพที่ 4.72 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31401 80
ภาพที่ 4.73 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31401 80
ภาพที่ 4.74 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31401 81
ภาพที่ 4.75 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31403 82

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.76 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31403 83
ภาพที่ 4.77 ผังห้องเรียน 31403 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้ 83
ภาพที่ 4.78 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31403 86
ภาพที่ 4.79 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31403 86
ภาพที่ 4.80 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31403 87
ภาพที่ 4.81 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31403 87
ภาพที่ 4.82 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31404 88
ภาพที่ 4.83 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31404 89
ภาพที่ 4.84 ผังห้องเรียน 31404 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้ 89
ภาพที่ 4.85 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31404 92
ภาพที่ 4.86 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31404 92
ภาพที่ 4.87 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31404 93
ภาพที่ 4.88 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31404 93
ภาพที่ 4.89 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31406 94
ภาพที่ 4.90 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31406 95
ภาพที่ 4.91 ผังห้องเรียน 31406 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้ 95
ภาพที่ 4.92 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31406 98
ภาพที่ 4.93 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31406 98
ภาพที่ 4.94 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31406 99
ภาพที่ 4.95 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31406 99

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การออกแบบระบบแสงสว่างประกอบด้วยการออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร และการออกแบบระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร สำหรับอาคารเรียนปัญหาแสงสว่างในห้องเรียนไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ถือเป็นประเด็นปัญหาสำคัญของการออกแบบอาคารเรียนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องเรียนในยุคปัจจุบันที่มีสื่อการสอน รูปแบบและอุปกรณ์การสอนในหลากหลายรูปแบบซึ่งมีลักษณะการใช้สอยพื้นที่แต่ละรูปแบบแตกต่างกันออกไป เช่น การบรรยาย หรือการฉายสไลด์ผ่านโปรเจคเตอร์ การปฏิบัติการเขียนแบบสถาปัตยกรรม เป็นต้น ลักษณะการใช้งานของสื่อการสอนบางรูปแบบ จำเป็นต้องมีการจำกัดแสงสว่างในห้องเรียน เช่น การฉายค่าแสงสว่าง จึงจำเป็นต้องพิจารณาด้านแสงสว่างให้มีความเหมาะสมในการใช้งาน ให้ผู้เรียนมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจนสอดคล้องตามมาตรฐาน รวมถึงการพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์สื่อการสอน และการออกแบบแสงสว่างให้เหมาะสมกับการฝึกทักษะปฏิบัติการโดยการใช้เครื่องมือที่ต้องใช้ความละเอียดและเม่นยำ มาตรฐานการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนมีเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA CIBES กฎกระทรวงเรื่องการกำหนดมาตรฐาน การจัดการด้านชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน เกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) เกณฑ์มาตรฐานห้องเรียนทั่วไปที่ 300-500 lux อย่างไรก็ตามควรพิจารณาปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนสมัยใหม่ที่มีสื่อลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอนในหลากหลายรูปแบบอย่างเหมาะสม

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการวัดค่าความสว่างตามมาตรฐานเพื่อทราบถึงคุณภาพการมองเห็นและเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาเรื่องระดับการส่องสว่างที่ไม่เหมาะสมในการเรียนการสอนของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย รวมถึงพัฒนาแนวทางการปรับปรุงคุณภาพของแสงธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ในระนาบทำงาน (Work Plane) โดยอ้างอิงตามข้อแนะนำของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย นอกจากนี้องค์ความรู้ที่ได้สามารถพัฒนาต่อยอดงานวิจัยในอนาคตเพื่อพัฒนาต่อยอด และประยุกต์ใช้เป็นแนวทางอ้างอิงในการนำไปพัฒนาเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานของอาคารเรียน อาคารสำนักงาน หรืออาคารอื่นๆ ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ด้วยการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานในช่วงเวลากลางวัน ร่วมกับการใช้แสงประดิษฐ์

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาแนวทางในหาค่าปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสม และเพียงพอต่อการใช้งานในห้องบรรยาย และห้องปฏิบัติการ อาคาร 31 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

ห้องบรรยายรวม ห้องเรียน และห้องปฏิบัติการเขียนแบบ โดยเน้นการศึกษาปริมาณแสงสว่างในอาคาร และห้องเรียนรูปแบบต่าง ๆ ภายใต้การศึกษารูปแบบแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างในห้องต่าง ๆ ให้สอดคล้องตามมาตรฐานเพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนซึ่งส่งผลต่อสมาธิ และความเมื่อยล้าของสายตาอันเป็นสาเหตุจากปริมาณแสงสว่างที่ไม่เพียงพอ หรือแสงสว่างซึ่งอยู่ในตำแหน่งไม่เหมาะสม งานวิจัยนี้ถือเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาการออกแบบแสงสว่างในอาคารเรียน และปฏิบัติการโดยการบูรณาการแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ตามเกณฑ์มาตรฐานถือเป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือแนวทางการออกแบบแสงสว่างอาคารได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของห้องเรียนของแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในระนาบทำงาน (Work Plane)

1.2.2 การเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาเรื่องระดับการส่องสว่างที่ไม่เหมาะสมในการเรียนการสอนของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1.2.3 แนวทางอ้างอิงในการนำไปพัฒนาเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานของอาคารเรียน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้องค์ความรู้และแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในอาคาร เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารให้สามารถพึ่งพาพลังงานธรรมชาติ หรือพลังงานทางเลือกต่างๆ มากกว่าการนำพลังงานไฟฟ้ามาแก้ปัญหา

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การสำรวจและการศึกษาของการวิจัยนี้เน้นการศึกษาค่ามาตรฐานแสงสว่างภายในห้องเรียนของอาคารเรียนในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาวิจัยดังนี้ การสำรวจค่าแสงสว่างในห้องเรียน (Lighting Survey) เพื่อทำการวัดสำรวจค่าแสงสว่างภายในห้องเรียน โดยจะแบ่งขนาดห้องเรียนที่สำรวจออกเป็น 3 ขนาด คือ

1.4.1 ห้องเรียนบรรยายขนาดเล็ก ขนาดความจุ 25-30 คน

1.4.2 ห้องเรียนบรรยายขนาดกลาง ขนาดความจุ 30-60 คน

1.4.3 ห้องเรียนบรรยายขนาดใหญ่ ขนาดความจุ 60-120 คน

1.4.4 พื้นที่ปฏิบัติการอื่น ๆ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 แสงธรรมชาติ หมายถึง แสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์และท้องฟ้า

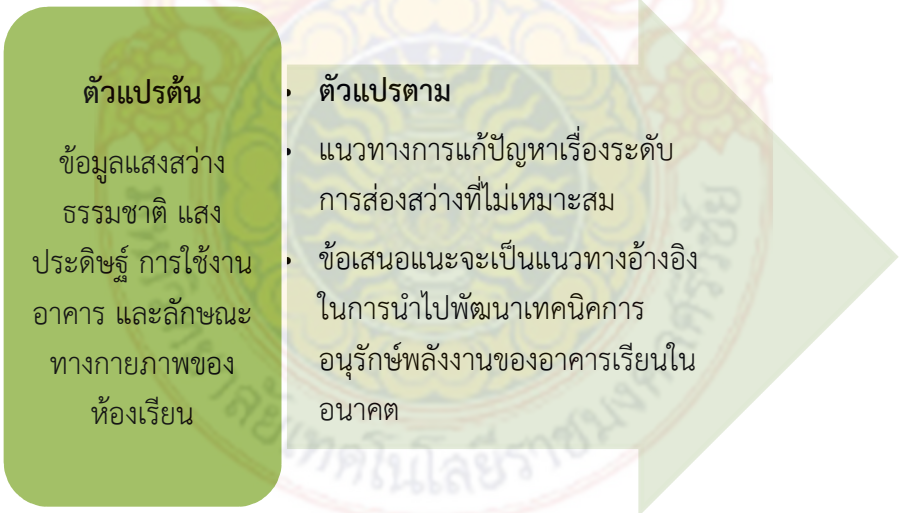
1.5.2 แสงประดิษฐ์ หมายถึง แสงที่เกิดขึ้นมาด้วยมีมือของมนุษย์จากการผลิต หรือจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น แสงไฟฟ้า แสงจากเทียน แสงจากตะเกียง และแสงไฟแฟลช เป็นต้น

1.6 กรอบแนวความคิดของการวิจัย

1.6.1 การเก็บข้อมูลแสงสว่างธรรมชาติ แสงประดิษฐ์ การใช้งานอาคาร และลักษณะทางกายภาพของห้องเรียน สามารถนำมาวิเคราะห์ค่าความสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน ถือเป็นประโยชน์ทั้งต่อตัวผู้เรียนและผู้สอน

1.6.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาเรื่องระดับการส่องสว่างที่ไม่เหมาะสมในการเรียนการสอนมีประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาหรือปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของห้องเรียนในอนาคต

1.6.3 ข้อเสนอแนะจะเป็นแนวทางอ้างอิงในการนำไปพัฒนาเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานของอาคารเรียนในอนาคต



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

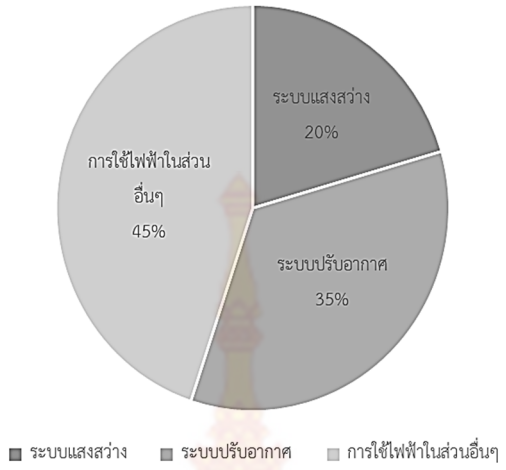
บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรงเรียน/มหาวิทยาลัย

ในมหาวิทยาลัยสภาพแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ รวมถึงแสงธรรมชาติที่จะช่วยให้นักศึกษามีพัฒนาการทางด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ รับรู้ ทางด้านรูปทรง รูปร่าง อักษร และภาพบนสื่อการเรียนรู้ทั้งที่เป็นกระดาษ ภาพฉาย คอมพิวเตอร์ แสงจึงเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดพัฒนาการทางด้นสังคม การเข้าในสถาณการณ์ รวมทั้งการจดจำเข้าใจสภาพแวดล้อม และเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ให้สูงขึ้น การนำแสงจากธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารไม่เพียงแต่จะช่วยนำความสว่างภายในอาคารแต่ยังช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ในขณะเดียวกันแสงสว่างยังเป็นการนำพาความร้อนเข้ามาภายในด้วยเช่นกัน หากการออกแบบอาคารไม่คำนึงถึงการป้องกันรังสีหรือความร้อนที่มาจากแสงอาทิตย์ ก็จะเกิดผลกระทบที่ตามมา เช่น การพึ่งพาเครื่องปรับอากาศที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าที่จะสูงขึ้นจนกลายเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าผิดจากจุดมุ่งหมายที่ต้องการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นการออกแบบอาคารเพื่อนำพาแสงสว่างเข้ามาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุดต้องพิจารณาให้เกิดการคำนึงถึงสภาวะน่าสบายภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

2.2 รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าของสถานศึกษา

การใช้พลังงานจากแสงธรรมชาติที่ดี จะต้องทำความเข้าใจการออกแบบอย่างบูรณาการ โดยคำนึงถึงการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของอาคาร แต่ในปัจจุบันปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่างภายในอาคารอยู่มีปริมาณ 1 ใน 5 ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ภายในสถานศึกษา ส่วนหนึ่งเกิดจากความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้แสงธรรมชาติที่ไม่ถูกต้อง ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างอย่างไม่จำเป็น ดังนั้นการออกแบบที่ดีจะต้องเน้นไปที่การลดการใช้พลังงานโดยรวมอย่างที่กล่าวเอาไว้ข้างต้น รวมถึงความสบายของผู้ใช้อาคารเพื่อเน้นให้เกิดการปรับตัวสำหรับรองรับสภาพภูมิอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต จะส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นลดลงเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศในระยะยาว



ภาพที่ 2.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในสถานศึกษา
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน

2.3 มาตรฐานแสงสว่างในสถานศึกษา และสภาวะน่าสบายด้านแสงสว่าง

การส่องสว่างภายในอาคารสำนักงาน บ้านอยู่อาศัย โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน สามารถประหยัดพลังงานแสงสว่างได้มากเมื่อเทียบกับการส่องสว่างภายในอย่างอื่น การส่องสว่างภายในอาคารมีความสำคัญสองประการ คือการให้แสงสว่างเพื่อใช้งานได้สะดวกสบาย และการให้แสงเพื่อให้เกิดความสวยงาม ไม่ว่าจะเป็นการส่องสว่างแบบใดก็ตามก็ต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงานแสงสว่างด้วยสำหรับในยุคปัจจุบันที่พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นและหายากยิ่ง

แสงสว่างเพื่อการใช้งานแต่ละสถานที่ว่าประกอบด้วยแสงสว่างเพื่อการใช้งานแต่ละประเภทเพื่อจะได้นำไปประยุกต์ใช้หรือเลือกใช้เพื่อการประหยัดพลังงานอย่างถูกต้อง เพราะการประหยัดพลังงานแสงสว่างที่ถูกต้อง ต้องไม่ให้เกิดความสูญเสียทางด้านอื่นด้วย เช่น ประหยัดพลังงานแล้วทำให้ธุรกิจสูญเสียรายได้จำนวนมาก หรือประหยัดพลังงานแล้วทำให้เกิดความเสี่ยงสูงในการทำงานที่ทำให้เกิดอันตรายสูง เป็นต้น ดังนั้นเนื้อหาการประยุกต์ใช้งาน เปรียบเสมือนการกล่าวถึงการให้แสงสว่างที่มีทั้งการให้ความส่องสว่างมากพอสำหรับการทำงาน การให้แสงสว่างเพื่อความสวยงามด้วย ดังนั้นผู้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความประหยัดพลังงานก็ต้องพิจารณาเลือกใช้เพื่อให้เข้ากับการงานของตนเอง

การส่องสว่างภายในเพื่อให้ใช้งานได้นั้น หมายถึง ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์ที่ทำงานได้โดยไม่ต้องทำให้เพ่งสายตามากเกินไป ส่วนการส่องสว่างให้เกิดความสวยงามนั้นก็ต้องอาศัยความมีศิลป์ในตัวเพื่อพิจารณาในแง่การให้แสงแบบเอฟเฟค (Effect Lighting) หรือการให้แสงแบบส่องเน้น (Accent Lighting)

ระบบการให้แสงสว่างขึ้นอยู่กับการใช้งานของห้อง ผู้อยู่ในห้อง การมองเห็น และการออกแบบการตกแต่งระบบการให้แสงสว่างโดยพื้นฐานประกอบด้วย ระบบการให้แสงหลัก (Primary Lighting System) และระบบการให้แสงรอง (Secondary Lighting System)

2.3.1 ระบบการให้แสงหลัก ซึ่งหมายถึงแสงสว่างพื้นฐานที่ต้องใช้เพื่อการใช้งานซึ่งแยกออกได้เป็นระบบต่าง ๆ ดังนี้

1) แสงสว่างทั่วไป (General Lighting) คือ การให้แสงกระจายทั่วไปเท่ากันทั้งบริเวณพื้นที่ใช้งาน ซึ่งใช้กับการให้แสงสว่างไม่มากเกินไป แสงสว่างดังกล่าวไม่ได้เน้นเรื่องความสวยงามเน้นการใช้งานตามมาตรฐานและเพียงพอ

2) แสงสว่างเฉพาะที่ (Localized Lighting) คือ การให้แสงสว่างเป็นบางบริเวณเฉพาะที่ทำงานเท่านั้น เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ต้องให้สม่ำเสมอเหมือนแบบแรก เช่น การให้แสงสว่างจากฝ้าเพดานโดยติดตั้งเฉพาะเหนือโต๊ะหรือบริเวณใช้งานให้ได้ความส่องสว่างตามต้องการ และงานแต่ละประเภท

3) แสงสว่างเฉพาะที่และทั่วไป (Local Lighting + General Lighting) คือ การให้แสงสว่างทั้งแบบทั่วไปทั้งบริเวณ และเฉพาะที่ที่ทำงาน ซึ่งมักใช้กับงานที่ต้องการความส่องสว่างสูงซึ่งไม่สามารถให้แสงแบบแสงสว่างทั่วไปได้เพราะเปลืองค่าไฟฟ้ามาก เช่น การให้แสงสว่างจากฝ้าเพดานเพื่อส่องบริเวณทั่วไป และที่โต๊ะทำงานติดโคมตั้งโต๊ะส่องเฉพาะต่างหากเพื่อให้ได้ความส่องสว่างสูงมากตามความต้องการของงาน

2.3.2 ระบบการให้แสงรอง หมายถึงการให้แสงนอกเหนือจากการให้แสงหลักเพื่อให้เกิดความสวยงามเพื่อความสบายตา ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

1) แสงสว่างแบบส่องเน้น (Accent Lighting) เป็นการให้แสงแบบส่องเน้นที่วัตถุใดวัตถุหนึ่งเพื่อให้เกิดความสนใจ โดยทั่วไปแสงประเภทนี้ได้มาจากแสงสปอต

2) แสงสว่างแบบเอฟเฟค (Effect Lighting) หมายถึงแสงเพื่อสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจ แต่ไม่ได้ส่องเน้นวัตถุเพื่อเรียกร้องความสนใจ เช่น โคมที่ติดตั้งที่เพดานเพื่อสร้างรูปแบบของแสงที่กำแพง เป็นต้น

3) แสงสว่างตกแต่ง (Decorative Lighting) เป็นแสงที่ได้จากโคมหรือหลอดที่สวยงามเพื่อสร้างจุดสนใจในการตกแต่งภายใน

4) แสงสว่างงานสถาปัตย์ (Architectural Lighting) บางทีก็เรียก Structural Lighting ให้แสงสว่างเพื่อให้สัมพันธ์กับงานทางด้านสถาปัตยกรรม เช่น การให้แสงไฟจากหลืบ การให้แสงจากบังตา หรือการให้แสงจากที่ซ่อนหลอด

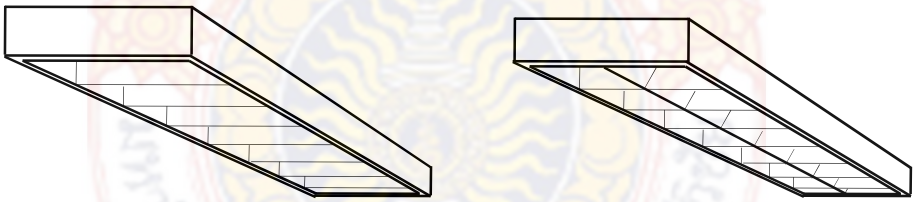
5) แสงสว่างตามอารมณ์ (Mood Lighting) แสงสว่างประเภทนี้ไม่ใช่เทคนิคการให้แสงพิเศษแต่อย่างใด แต่อาศัยการใช้สวิตช์หรือตัวหรี่ไฟเพื่อสร้างบรรยากาศของแสงให้ได้ระดับความส่องสว่างตามการใช้งานที่ต้องการ

2.4 การส่องสว่างภายในสถานศึกษา

การส่องสว่างภายในสถานศึกษาต่างจากการให้แสงสว่างในสำนักงานตรงที่ว่าการใช้สายตาในสถานศึกษามีทั้งการมองที่โต๊ะเรียนและการมองในแนวระดับเพื่อดูกระดานหรือผู้สอน ดังนั้นการให้แสงสว่างภายในสถานศึกษาจึงต้องระวังเรื่องแสงบาดตามากกว่าการให้แสงสว่างในสำนักงาน

โคมไฟที่ใช้ในสถานศึกษาโดยทั่วไปเป็นโคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงคือ มีตะแกรงเพื่อไม่ให้เกิดแสงบาดตาเมื่อต้องใช้สายตาในแนวระดับมาก โคมมีตะแกรงหรือเซลล์ประมาณ 11-14 เซลล์ต่อหลอดเพื่อลดแสงบาดตา และใช้แขวนจากเพดานในกรณีที่เพดานสูงโดยมีแสงออกทางด้านบนของโคมด้วยทั้งนี้เพื่อทำให้เพดานสว่างดูไม่อึดอัด โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ควรติดตั้งแนวยาวของโคมตามทิศทางการมอง เพื่อไม่ให้เกิดเงาระหว่างโคมที่โต๊ะเรียน โคมที่ใช้ตัวสะท้อนแสงอาจใช้อะลูมิเนียมที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ดีเพื่อการประหยัดพลังงาน

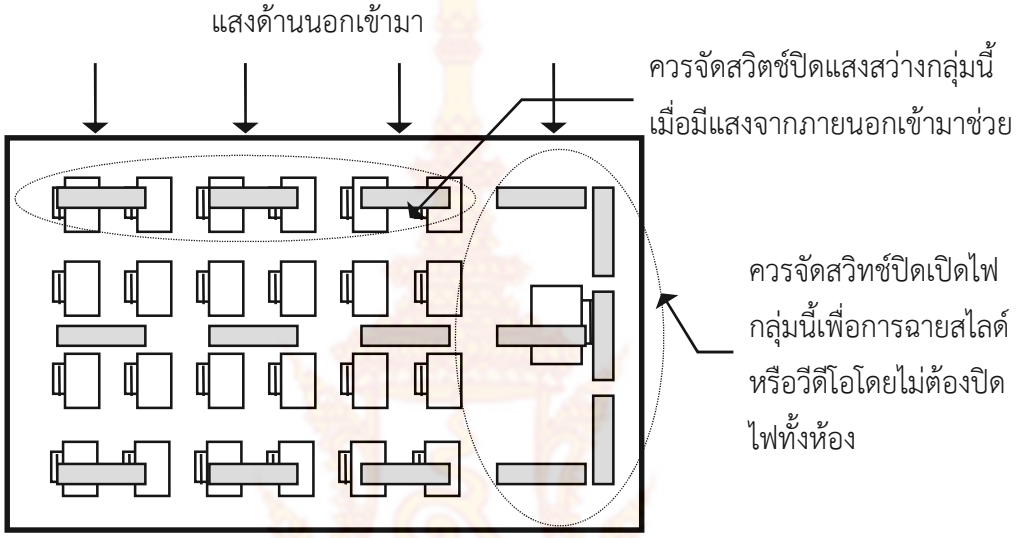
สถานศึกษามีพื้นที่การใช้งานหลายอย่างตั้งแต่ห้องบรรยาย ห้องปฏิบัติการ ห้องทดลอง ห้องประชุมใหญ่ ห้องสัมมนา อาคารเอนกประสงค์ และห้องสมุด เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง

ที่มา : ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

2.4.1 ห้องบรรยาย ห้องบรรยายควรมีแสงสว่างให้เพียงพอทั่วทั้งห้องเพื่อการใช้สายตาของผู้ที่ฟังการบรรยาย ความส่องสว่างในห้องบรรยายประมาณ 500 ลักซ์ และให้แสงสว่างที่หน้ากระดานมากพอสมควรเพื่อให้การมองเห็นได้ชัดจากผู้ฟัง ความส่องสว่างที่หน้ากระดานประมาณ 700 ลักซ์ และแสงสว่างที่กระดานต้องไม่ให้เกิดแสงบาดตากับผู้ฟังการบรรยาย ดังนั้นการติดตั้งโคมที่ด้านหน้ากระดานต้องพิจารณาแสงสะท้อนจากโคมเข้ากระดานและสะท้อนมาหาผู้ฟัง



ภาพที่ 2.3 การให้แสงสว่างในห้องบรรยายที่เน้นการส่องสว่างสม่ำเสมอในห้องและที่หน้ากระดาน โคมวางในทิศทางการมอง
ที่มา : ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

นอกจากความส่องสว่างดังกล่าวแล้วการปิดเปิดสวิตช์ไฟค่อนข้างสำคัญสำหรับงานให้แสงสว่างในโรงเรียนเพราะการใช้งานในห้องเรียนมีหลายรูปแบบ และมักใช้งานในเวลากลางวัน คือมีทั้งการบรรยาย การฉายสไลด์ เป็นต้น ดังนั้นควรมีสวิตช์แยกปิดเปิดไฟด้านหน้าห้องเรียนโดยเฉพาะเมื่อต้องการฉายสไลด์และมีสวิตช์ไฟเพื่อปิดโคมที่อยู่ใกล้หน้าต่างเพื่อประหยัดพลังงานเพราะมีแสงจากภายนอกมาช่วยเมื่อตอนกลางวัน และเปิดสวิตช์เฉพาะบริเวณด้านในที่ไม่อยู่ใกล้หน้าต่างเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า

2.4.2 ห้องปฏิบัติการ การให้แสงในห้องปฏิบัติการควรให้แสงสว่างสม่ำเสมอทั้งห้อง ความส่องสว่างในห้องปฏิบัติการประมาณ 500 ลักซ์ สำหรับบริเวณที่ต้องการแสงสว่างมากเพราะชิ้นส่วนมีขนาดเล็กต้องมีการให้แสงเพิ่มมากขึ้น การให้แสงมากขึ้นกว่า 500 ลักซ์ ควรเป็นการให้แสงที่มาจากโคมที่ติดตั้งตามโต๊ะปฏิบัติการ ในกรณีที่ต้องการความส่องสว่างมาก เพื่อใช้ในการเรียนการสอนที่ต้องใช้สายตามาก เพื่อการมองเห็นวัตถุขนาดเล็กก็ควรติดตั้งโคมไฟใกล้ๆ กับชิ้นงาน เพื่อไม่ให้เกิดความสิ้นเปลืองมากเกินไป นอกจากนี้การวางโคมก็ใช้หลักการเหมือนในห้องเรียน คือวางโคมขนานกับ

หน้าต่างเพื่อสามารถแบ่งการปิดเปิดสวิตช์ได้เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพราะบริเวณที่อยู่ใกล้หน้าต่างอาจไม่จำเป็นต้องเปิดไฟในเวลากลางวัน ยกเว้นวันที่ฟ้ามืดครึ้มหรือมีการเรียนการสอนในเวลากลางคืน

2.4.3 ห้องประชุมใหญ่ การให้แสงในห้องประชุมใหญ่ของโรงเรียนมีด้วยการหลายวัตถุประสงค์ นอกจากใช้ในการประชุมแล้วก็ยังอาจใช้ห้องประชุมสำหรับการแสดงที่ต้องมีการให้แสงหน้าเวทีด้วยความส่องสว่างโดยทั่วไปในห้องประชุมประมาณ 200 ลักซ์ ส่วนความส่องสว่างที่หน้าเวทีก็เหมือนกับการให้แสงสว่างเพื่อใช้ในการแสดงทั่วไปที่อาจใช้ความส่องสว่างขนาด 1000 - 2000 ลักซ์ แต่ทั้งนี้ก็ต้องระวังเรื่องแสงบาดตาที่อาจเกิดแก่เด็กด้วย นอกจากนี้ควรมีระบบการหรี่ไฟด้วยเพื่อให้มีระดับการส่องสว่างได้หลายระดับ

ห้องประชุมใหญ่ดังกล่าวถ้าใช้เพื่อการบรรยายและการเรียนด้วยความส่องสว่างก็ต้องมากถึง 500 ลักซ์โดยใช้โคมฟลูออเรสเซนต์ ส่วนโคมไฟส่องลงหลอดอินแคนเดสเซนต์ก็ควรมีเพื่อการหรี่ไฟด้วยเมื่อต้องการฉายสไลด์หรือวีดีโอ

2.4.4 ห้องสมุด การให้แสงห้องสมุดมีที่ต้องการแสงสว่างเพื่อการมอง การอ่าน หรือการเขียนประมาณ 3 ที่ คือ หิ้งหนังสือ โต๊ะอ่านหนังสือ และบริเวณตู้ค้นดัชนีหนังสือ ความส่องสว่างในห้องสมุดประมาณ 300 ลักซ์ และตำแหน่งของดวงโคมต้องให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมด้วย เช่น หิ้งวางหนังสือต้องวางดวงโคมให้แสงส่องให้เห็นตัวหนังสือที่ชั้นวางหนังสือทุกชั้น ดังนั้นการติดตั้งโคมควรให้อยู่ระหว่างชั้นหนังสือ ส่วนบริเวณโต๊ะอ่านหนังสือก็ต้องติดตั้งโคมให้มีความส่องสว่างมากพอประมาณ 300 ลักซ์

บางครั้งบริเวณห้องสมุดบางพื้นที่อาจมีการติดตั้งคอมพิวเตอร์เป็นบริเวณใหญ่เพื่อการค้นข้อมูลหรือการติดต่ออินเตอร์เนตหรือการค้นหาดัชนีหนังสือผ่านคอมพิวเตอร์ ก็ต้องพิถีพิถันในเรื่องโคมที่เลือกใช้ด้วยเพื่อไม่ให้มีแสงสะท้อนตัวโคมไปปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โคมที่จะใช้ในกรณีนี้ก็เหมือนโคมที่ติดตั้งในสำนักงานที่มีการใช้คอมพิวเตอร์กันมาก กรณีที่มีการพิถีพิถันมากในเรื่องของแสงในห้องสมุดก็ต้องพิจารณาในเรื่องของการกระพริบของแสงเนื่องจากความถี่หรือที่เรียกว่า สโตรโบสโคปิกเอฟเฟค (Stroboscopic Effect) ก็อาจแก้ไขในเรื่องการจ่ายไฟสามเฟสเข้าโคมเดียวที่มีสามหลอดโดยจ่ายหลอดละหนึ่งเฟส แต่แบบนี้ค่อนข้างยุ่งยาก ปัญหาดังกล่าวอาจทำให้ลดลงได้ด้วยการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งให้ผลทางด้านสโตรโบสโคปิกเอฟเฟคน้อยกว่าการใช้บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ให้ความถี่สูงประมาณ 23-30 Khz เข้าหลอดทำให้ปัญหาดังกล่าวไม่เกิดกับการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

2.4.5 พื้นที่เอนกประสงค์ หมายถึงอาคารที่สามารถใช้งานได้หลายอย่างซึ่งมักมีในเกือบทุกสถานศึกษา การใช้งานของอาคารเอนกประสงค์มีตั้งแต่การจัดงานเลี้ยง การเล่นกีฬา การประชุม

ดังนั้นการให้แสงสว่างในอาคารดังกล่าวจึงต้องสามารถรองรับการใช้งานแบบต่าง ๆ ได้ ซึ่งอาจต้องประกอบด้วยระบบไฟฟ้าแสงสว่างตัวอย่างดังต่อไปนี้

1) แสงสว่างทั่วไปทั้งจากไฟฟ้าธรรมดาหรือไฟฟ้าสำรอง
2) แสงสว่างหรี่ได้เพื่อการฉายวีดีโอ สไลด์
3) แสงสว่างฉุกเฉิน
4) แสงสว่างหน้าเวทีสำหรับการบรรยาย
5) แสงสว่างหน้าเวทีสำหรับการจัดงานเลี้ยง
6) แสงสว่างสำหรับการเล่นกีฬา

อาคารเอนกประสงค์โดยทั่วไปมีเพดานสูง ดังนั้นจึงควรใช้โคมที่ใส่หลอดดีสชาร์จประเภทปรอทความดันสูง หรือเมทัลฮาไลด์ เพื่อเป็นการให้แสงทั่วไป นอกจากนี้ควรมีโคมหลอดฮาโลเจน เพื่อสามารถหรี่แสงได้ตามต้องการเมื่อต้องการใช้งานบางอย่าง เช่นการฉายวีดีโอ หรือ สไลด์ นอกจากนั้นเมื่อไฟจากการไฟฟ้าดับและมีไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาจ่ายให้ หรือเมื่อไฟจากการไฟฟ้ากลับมาหลอดฮาโลเจนจะสว่างเพื่อให้มองเห็นก่อนเพราะหลอดดีสชาร์จยังไม่สามารถติดได้ ซึ่งต้องใช้เวลาหลายนาที นอกจากนี้ควรมีไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่จ่ายไฟมาจากแบตเตอรี่เพื่อให้สามารถมองเห็นได้เมื่อไฟฟ้าดับ เพราะอาคารดังกล่าวมีคนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นไม่ควรให้มีไฟดับสนิทเป็นเวลานานสำหรับอาคารดังกล่าว

ไฟฟ้าแสงสว่างที่เวทีควรประกอบด้วยโคมไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างที่เวทีเพื่อการบรรยายสัมมนา และกลุ่มโคมไฟแสงสว่างสำหรับการจัดงานเลี้ยงซึ่งอาจเตรียมในรูปของรางไฟแสงสว่าง (Light Track) การจัดเตรียมไฟแสงสว่างที่เวทีอาจต้องเตรียมไว้หลายวงจรเพื่อสามารถควบคุมการปิดเปิดไฟบางกลุ่มในระหว่างการแสดงด้วย

2.5 ความเข้มแสงและปริมาณแสง

2.5.1 ความเข้มของแสง (Light Intensity) สามารถวัดได้หลายค่า เช่น แรงเทียน (lumen lux) หรือ Candle Power มีหน่วยเป็น cd หรือ Candle 1 cd หมายถึง เมื่อเราเอาแหล่งกำเนิดแสงมาวางไว้ที่กลางวัตถุทรงกลม มีรัศมี 1 ฟุต ในพื้นที่ 1 ตารางฟุตนั้น จะวัดความสว่างได้เท่ากับ 1 ฟุต-แคนเดิล (1 fc or หรือเท่ากับ 1 Lumen/ ft2) อาจเรียกย่อว่า 1 Lumen (lm) นั่นคือ ในพื้นที่ทรงกลม 1 ตารางฟุต จะมีเส้นแสงมาตก 1 เส้น หรือ 1 Lumen

Lumen เป็นการวัด Flux หรือ ว่ามีพลังงานแสงออกมาจากแหล่งกำเนิดนั้นๆ เท่าไหร่ ในเวลาหนึ่งๆ (วัดเฉพาะแสงช่วงสายตามองเห็น ไม่ใช่พลังงานทั้งหมด)

Lux เป็นการวัด Illumination หรือ ความส่องสว่าง (Flux คือ พลังงานแสงที่ออกจากจุดกำเนิด แต่ Illumination เป็นพลังงานแสงที่ตกกระทบตัวพื้นผิว)

2.5.2 ปริมาณแสง หน่วยการวัดปริมาณแสงที่นิยมใช้ในงานวิศวกรรม คือ การวัดในรูปของเส้นแรงของแสง ซึ่งมีหน่วยเป็น ลูเมน (Lumen) และหน่วยที่แสดงการส่องสว่าง หรือความสว่างจะใช้หน่วย ลักซ์ (Lux) ซึ่งเป็นค่าเส้นแรงของแสงที่ตกบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร นั่นคือ

$$Lux = Lumen/m^2 = lm/m^2$$

โดยการบอกค่าปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดใดๆ ก็จะบอกเป็นค่าลูเมน เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์สี Cool White 36 W 1 หลอด มีค่า Lumen Output ประมาณ 3,000 ลูเมน หลอดฟลูออเรสเซนต์สี Day Light 36 W 1 หลอด มีค่า Lumen Output ประมาณ 2,700 ลูเมน ฯลฯ ประสิทธิภาพของหลอดไฟ จะพิจารณาจากเส้นแรงของแสงที่ออกมาจากหลอดต่อกำลังวัตต์ของหลอดไฟ บางครั้งเรียกว่า Efficacy มีหน่วยเป็น Lumen/Watt เช่น หลอดไส้ มีประสิทธิภาพทางแสงประมาณ 15 Lumen/W หลอดฟลูออเรสเซนต์ Cool White มีประสิทธิภาพทางแสงประมาณ 80 Lumen/W

2.6 เครื่องวัดแสง (Lux Meter)

ภาพที่ 2.4 เครื่องวัดแสง Digital Lux/Light Meter Light
ที่มา : https://www.ponpe.com

เครื่องวัดแสง หรือเครื่องวัดความเข้มแสง (Lux Meter) คือเครื่องมือวัดระดับความสว่างของแสงในบริเวณนั้น ๆ เพื่อตรวจสอบแสงสว่างภายในอาคาร บริเวณที่ปฏิบัติงาน เช่น สายงานการผลิตในโรงงาน หรือ ห้องผ่าตัดในโรงพยาบาล ซึ่งต้องให้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดความปลอดภัยให้เป็นไปตามบทบัญญัติของกฎหมาย เครื่องวัดแสงของแสงที่มองเห็น (ความสว่าง) ในพื้นที่ที่กำหนดทดสอบ แสงสว่างจะแสดงในหน่วยของ LUX (SI) และ Foot candles (อังกฤษ) เครื่องวัดแสงหรือ

(Light Meter/Lux Meter) เป็นอุปกรณ์สำหรับการวัดความสว่างโดยเฉพาะความรุนแรงที่สว่างปรากฏในสายตาของคน นี้แตกต่างจากการตรวจวัดพลังงานแสงที่เกิดขึ้นจริงหรือที่ผลิตโดยสะท้อนจากวัตถุหรือแหล่งกำเนิดแสง ลักซ์เป็นหน่วยของการวัดความสว่างหรือถูกต้องมากขึ้น ความสว่างท้ายที่สุดมันก็มาจากแคนเดลา หน่วยมาตรฐานของการวัดการใช้พลังงานของแสง แคนเดลาเป็นจำนวนเงินที่คงที่ซึ่งใกล้เคียงกับความสว่างของหนึ่งเทียน ในขณะที่แคนเดลาเป็นหน่วยของพลังงานก็มีหน่วยเทียบเท่าที่รู้จักกันเป็นลูเมนซึ่งมาตรการเบาเหมือนกันในแง่ของการรับรู้ของตนโดยที่สายตาของมนุษย์ หนึ่งลูเมนเทียบเท่ากับแสงที่ผลิตในทิศทางเดียวจากแหล่งกำเนิดแสงอันดับที่หนึ่งแคนเดลา ลักซ์คำนึงถึงพื้นที่ผิวมากกว่าที่แสงนี้จะถูกกระจายไปซึ่งมีผลต่อวิธีการที่สดใสก็จะปรากฏขึ้นหนึ่งลักซ์เท่ากับหนึ่งลูเมนของการแพร่กระจายทั่วพื้นผิวแสงหนึ่งตารางเมตร

เครื่องวัดแสงทำงานโดยใช้มือถือภาพเพื่อจับแสง เมตรแล้วแปลงแสงนี้กระแสไฟฟ้าและการวัดในปัจจุบันนี้จะช่วยให้อุปกรณ์ในการคำนวณค่าลักซ์ของแสง การใช้งานที่พบมากที่สุดชนิดของเครื่องวัดนี้ในการถ่ายภาพและวิดีโอที่ถ่ายทำ โดยการวัดแสงใน luxes ช่างภาพสามารถปรับความเร็วชัตเตอร์และความลึกของเขตที่จะได้รับคุณภาพของภาพที่ดีที่สุด อุปกรณ์ยังสามารถเป็นประโยชน์มากสำหรับการถ่ายทำฉากกลางแจ้งรายการโทรทัศน์หรือภาพยนตร์ที่จะช่วยให้การปรับเปลี่ยนเพื่อให้แน่ใจว่าฉากที่ถ่ายทำในระดับแสงที่แตกต่างกันมีความสว่างบนหน้าจอ ในระดับที่จำกัดมากก็เป็นไปได้ที่จะใช้กล้องเป็นเครื่องวัดแสงชั่วคราว งานนี้เพราะบางวัดแสงกล้องโดยอัตโนมัติและปรับเวลาการเปิดรับแสงที่เหมาะสม ใช้สูตรช่างภาพแล้วสามารถย้อนกลับการคำนวณและแปลงเวลารับแสงที่ระบุไว้เป็นระดับแสง วิธีนี้มีข้อจำกัดหลายประการรวมถึงความจริงที่ว่าแสงบางส่วนจะถูกดูดซึมขณะที่มันผ่านเลนส์กล้องดังนั้น การคำนวณจะต้องมีการปรับเปลี่ยนตาม วิธีการจะมีประโยชน์ในสถานการณ์ที่แยกต่างหากเมตรจะทำไม่ได้อย่างไรเช่นเดียวกับวัตถุในพิพิธภัณฑ์ที่ละเอียดอ่อนที่ไม่สามารถเข้าถึงได้โดยไม่ต้องหยุดชะงัก

2.6.1 การประยุกต์ใช้เครื่องวัดแสง

1) ตรวจวัดแสงสว่างหรือสภาพแวดล้อมการทำงาน
2) ตรวจวัดแสงสว่างในโรงเรียนและอื่นๆ ที่สอบ/พื้นที่ทดสอบ
3) ตรวจวัดแสงสว่างในพิพิธภัณฑ์จัดแสดงนิทรรศการงานศิลปะอื่น ๆ
4) ตรวจวัดแสงสว่างและการรักษาความปลอดภัยพื้นที่กลางคืนเอทีเอ็ม
5) ตรวจวัดแสงสว่างการถ่ายภาพและการใช้งานวิดีโอ

การออกแบบอาคารเรียนในปัจจุบันนี้ ไม่สามารถนำแสงจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่และได้ประโยชน์สูงสุด ไม่ว่าจะเป็นลักษณะการวางผังในแนวลึกเพื่อเพิ่มพื้นที่ใช้สอยให้มากขึ้น ส่งผลให้สัดส่วนและปริมาณช่องเปิดไม่สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ การวางอาคารในทิศทางที่ไม่เหมาะสม ไม่มีการบังแสงอาทิตย์ที่ส่งผ่านรังสีความร้อนเข้ามาโดยตรงที่แม้จะ

ได้รับแสงสว่างเพียงพอต่อการใช้งาน แต่ก็ส่งผลให้กระทบต่อความสบายในอาคารในเรื่องของอุณหภูมิที่อาจจะสูงจนสูญเสียสภาวะน่าสบายไป ดังนั้นผู้ใช้อาคารจึงต้องปรับใช้อุปกรณ์สำหรับบดบังแสงอาทิตย์เพื่อแสงจ้าและความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร ทำให้ต้องพึ่งพาแสงประดิษฐ์ในการให้แสงสว่างภายในอาคาร หรือแม้แต่การใช้งานเครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นในอาคาร ทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น

อาคารในปัจจุบันถูกออกแบบตามวัตถุประสงค์และความต้องการใช้งานแสงจากธรรมชาติที่แตกต่างกัน เพื่อตอบสนองกิจกรรมภายในอาคารในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง และให้เกิดผลกระทบกับระบบอื่น ๆ ในอาคารให้น้อยที่สุด เพื่อให้เกิดแสงสว่างที่เหมาะสมต่อการมองเห็น

2.7 ความสบายด้านการมองเห็น (Visual Quality)

สำหรับสถานศึกษาความสบายทางด้านการมองเห็นที่ดีจะช่วยในเรื่องการส่งเสริมประสิทธิภาพทางการทำงานการสื่อสารรวมถึงการพัฒนาศักยภาพของผู้ใช้อาคาร ส่งผลโดยตรงอย่างยิ่งโดยเฉพาะสภาพแวดล้อมอาคาร ความสบายในการมองเห็นต้องมีความสัมพันธ์กับระดับของความสว่างของแสง เพราะเมื่อดวงตาได้รับแสงในระดับต่าง ๆ ที่มีความต่างมากหรือน้อยเกินไป จะส่งผลให้กล้ามเนื้อดวงตาและม่านตามีการปรับตัวเพื่อสร้างความเหมาะสมของปริมาณแสงที่จะผ่านเข้ามา ด้วยเหตุนี้สภาพแวดล้อมดังกล่าวทำให้เกิดการปรับตัวของดวงตามากขึ้นส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าและไม่สบายตา ทำให้ความชัดเจนในการมองเห็นน้อยลง ดังนั้นการออกแบบการใช้งานแสงจากธรรมชาติภายในอาคารสามารถสร้างความสบายสำหรับการมองเห็น รวมไปถึงการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ได้

ภาพที่ 2.5 แสงในห้องเรียน

ที่มา : Photo by Priscilla Du Preez on Unsplash

2.8 เกณฑ์การประเมินความสบายด้านการมองเห็น (Evaluation Criteria)

เกณฑ์การประเมินความสบายด้านการมองเห็นที่ควรคำนึงถึงในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารสถานศึกษาตามแนวทางการบูรณาการกับแนวทางพึ่งพาธรรมชาติต้องคำนึงถึงความสามารถในการมองเห็น (Visibility) ของผู้เรียนเป็นหลัก ประกอบกับประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency) และประสิทธิภาพในการเรียนรู้ (Task Performance) การประยุกต์ใช้เกณฑ์การประเมิณดังกล่าวนำไปสู่การเลือกใช้ตัวชี้วัดดังต่อไปนี้

2.8.1 ความสามารถในการมองเห็น จากค่าความสว่าง (Illuminance)

2.8.2 ประสิทธิภาพพลังงาน จากความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity)

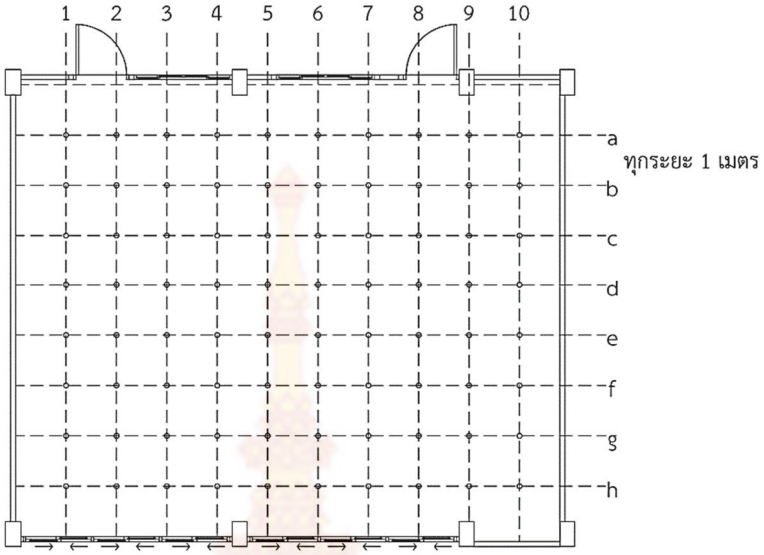
2.8.3 ประสิทธิภาพในการทำงาน จากค่าอัตราส่วนความเปรียบต่างของความสว่าง (Luminance Ratio)

ภาพที่ 2.6 เกณฑ์การประเมินความสบายด้านการมองเห็น

ที่มา : ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

2.9 ตำแหน่งในการพิจารณาค่าความสว่าง

การเก็บข้อมูลค่าความสว่างในระดับพื้นที่ใช้งานที่ความสูง 0.80 เมตร เก็บข้อมูลทุกๆ ระยะห่าง 1 เมตร โดยค่าที่ได้เป็นได้ทั้งค่าจากการวัดจริงด้วยเครื่องมือวัดค่าความสว่างหรือลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter) ซึ่งใช้ในการวัดแสงในช่วงระหว่าง 5-50,000 Lux หรือจากการทดสอบในโปรแกรมจำลองสภาพแสงธรรมชาติเช่น DIALux ในตำแหน่งต่าง ๆ



ภาพที่ 2.7 ตำแหน่งในการพิจารณาค่าความสว่าง

ที่มา : ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานความสว่างของพื้นที่ใช้งาน

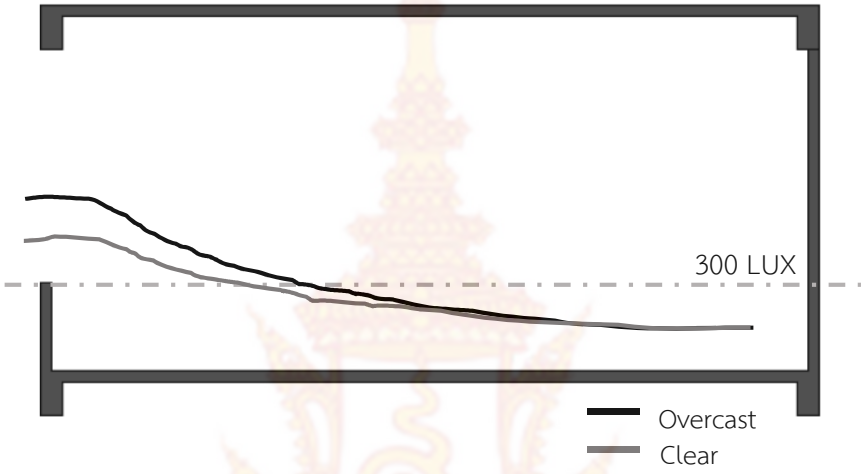
พื้นที่การใช้งาน	ความสว่างในแนวนอน (Horizontal Illuminance)
ห้องเรียนทั่วไป (ใช้กระดาน) สำหรับนักเรียนที่มีอายุต่ำกว่าเกณฑ์ เน้น การอ่าน การเขียน	300-375 Lux

ภาพที่ 2.8 ระดับพื้นที่ใช้งาน

ที่มา : ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

2.10 ความสม่ำเสมอของแสง (Light Distribution on the Task Plane or Uniformity)

ความสม่ำเสมอของแสงที่คนเราใช้มองเห็นเป็นค่าที่มีผลต่อการปรับสายตาตามความสว่างที่เกิดขึ้น ยิ่งความแตกต่างของค่าความสว่างยิ่งมาก หรือแสงไม่มีความสม่ำเสมอ จะยิ่งส่งผลให้เกิดรูปแบบของแสง (Pattern of Light) บนพื้นผิวหรือพื้นที่ที่ใช้งานต่าง ๆ ทำให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อดวงตารวมถึงความรู้สึกไม่สบายทางการมองเห็น



ภาพที่ 2.9 ความสม่ำเสมอของแสง
ที่มา : ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

อาคารสถานศึกษาหรืออาคารเรียนส่วนใหญ่โดยทั่วไปจะมีการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ประโยชน์ผ่านทางช่องเปิดด้านข้าง ทำให้แสงลอดผ่านเข้ามาได้ไม่สม่ำเสมอ อาคารเรียนมักจะประกอบไปด้วย ส่วนพื้นที่โต๊ะสำหรับเรียนหนังสือ กระดาน ผนังห้องที่จัดไว้สำหรับการจัดนิทรรศการทางเดิน และพื้นห้องเรียน ค่าความสว่างบริเวณพื้นที่ใช้งานควรจะมีมากกว่าค่าความสว่างบริเวณพื้นที่โดยรอบของพื้นที่ใช้งานประมาณ 1.5 ถึง 3 เท่า เพื่อประสิทธิภาพสำหรับการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้ใช้มีสมาธิอยู่กับเนื้อหาที่เรียน หรือกิจกรรมที่ทำ ดังนั้นควรพิจารณาในเรื่องค่าอัตราความสว่างสะท้อนจากผิววัสดุ (Luminance Ratios) ซึ่งประกอบด้วย IESNA แนะนำในส่วนค่าความสม่ำเสมอของแสงสำหรับห้องเรียนปกติทั่วไปมีค่าความสว่างเฉลี่ย (E_{AVG}) ต่อค่าความสว่างต่ำสุด (E_{MIN}) อยู่ในช่วง 3:1

2.11 เกณฑ์การศึกษาค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การใช้พลังงานในระบบแสงสว่างประกอบด้วยการใช้พลังงานจากหลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็น บัลลาสต์ เพื่อให้พื้นที่ใช้สอยในอาคารมีค่าความสว่างที่คงที่ เพียงพอ

และเหมาะสมในช่วงเวลาที่เกิดการใช้งานพื้นที่ใช้สอยนั้น ๆ รูปแบบการเลือกใช้ดวงโคม ชนิดของหลอดไฟฟ้า วัสดุที่ใช้ทั้งหมดช่วยส่งเสริมการใช้แสงธรรมชาติ ดังนั้นระบบควบคุมการปรับแสงไฟและความสว่างจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการประยุกต์ใช้แสงจากธรรมชาติและแสงประดิษฐ์เป็นอย่างยิ่ง รวมทั้งยังส่งผลต่อการประหยัดและลดใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้อีกด้วย

2.12 การควบคุมไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ (Lighting Control)

การใช้งานแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์นั้นจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมความสว่างจากแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลาที่สามารถใช้งานแสงจากธรรมชาติได้เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณแสงประดิษฐ์จากไฟฟ้าโดยการติดตั้งอุปกรณ์หรือระบบตรวจจับปริมาณแสงจากธรรมชาติเอาไว้ เพื่อที่จะหรี่หรือปรับความสว่างจากหลอดไฟฟ้า หรือแม้กระทั่งปิดการใช้งาน ในกรณีที่ตรวจจับได้ว่าแสงสว่างที่ได้รับมีมากเกินกว่าความต้องการ หรือเพียงพอต่อพื้นที่ใช้งานนั้น ๆ แล้ว โดยพื้นที่ขนาดเล็กสามารถติดตั้งระบบตรวจจับและควบคุมปริมาณแสงธรรมชาติเพียงแค่จุดเดียวได้ เพราะโดยทั่วไปการแบ่งพื้นที่ติดตั้งระบบตรวจจับและควบคุมปริมาณแสงมีสองลักษณะคือ การแบ่งพื้นที่ตามทิศทางของพื้นที่ที่สามารถใช้แสงธรรมชาติได้ และการแบ่งโซนพื้นที่ที่แตกต่างกัน ลักษณะของการควบคุมปริมาณแสง ซึ่งทำหน้าที่ลดปริมาณแสงสว่างจากหลอดไฟในขณะที่มีปริมาณแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอนั้น มี 3 รูปแบบคือ

2.12.1 การควบคุมแบบต่อเนื่อง (Contnuous Control)

2.12.2 การควบคุมแบบต่อเนื่องและปิด (Continuous/off Control)

2.12.3 การควบคุมแบบระดับขั้น (Stepped Control)

อย่างไรก็ตามเราจำเป็นต้องเข้าใจถึงประสิทธิภาพในการมองเห็นอย่างชัดเจนถูกต้องนั้นจะต้องเกิดความสบายในขณะที่ประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันไม่ให้มีแสงสว่างมาก หรือน้อยจนเกิดผลกระทบ เพราะในพื้นที่ใช้งานมีแสงสว่างที่น้อยเกินไป จะมีผลเสียต่อสายตาทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไปจากการเพ่งมองทำให้เกิดการเมื่อยล้าปวดตา มึนศีรษะ รวมถึงประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ในทางกลับกันหากมีแสงสว่างที่มากเกินไปจะทำให้ผู้ทำงานเกิดความไม่สบายสายตาปวดแสบตา มึนศีรษะ วิงเวียน และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ รวมถึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเราลดลงหรืออาจเป็นสาเหตุของโรคทางสายตาได้เช่นเดียวกัน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ระยะเวลาดำเนินการ

การสำรวจและการศึกษาของการวิจัยนี้เน้นการศึกษาค่ามาตรฐานแสงสว่างภายในห้องเรียน เพื่อทำการวัดค่าปริมาณแสงสว่างภายในห้องเรียนตามตำแหน่งที่กำหนดเพื่อ ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) กฎกระทรวงมหาดไทยฉบับที่ 39 (กฎกระทรวงมหาดไทย 2537) และข้อบัญญัติที่ที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงสว่างในอาคาร กฎกระทรวงแรงงาน พ.ศ. 2549 (กระทรวงแรงงาน 2549) เป็นต้น

3.1.1 ช่วงวันและเวลาทำการสำรวจ

ช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอน ในวันจันทร์-ศุกร์ เวลา 8.00-16.00 น. ภายใต้สภาพท้องฟ้าแจ่มใส (Clear Sky) โดยเริ่มทำการสำรวจตั้งแต่เดือน กรกฎาคม ถึงกันยายน 2561 เป็นระยะเวลา 3 เดือน เก็บข้อมูล 3 ครั้ง ทุกห้องที่สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ จากนั้นจะดำเนินการศึกษาเก็บข้อมูล มีรายละเอียดในการเก็บข้อมูล ดังนี้

1) ลักษณะทางกายภาพของห้องเรียน ได้แก่ ขนาดห้องเรียน (กว้าง x ยาว x สูง)

2) วัสดุที่ใช้ในการตกแต่งห้องเรียน เช่น ชนิดฝ้าเพดาน วัสดุปูพื้น ชนิดผนังห้องเรียน และสีทาผนัง

3) ลักษณะของช่องเปิด (หน้าต่าง, ประตู) และผ้าม่าน

4) ลักษณะชนิดของหลอดไฟตำแหน่งดวงโคม ได้แก่ จำนวนหลอดไฟ ชนิดของหลอดไฟ ขนาดวัตต์

5) ลักษณะการใช้งานห้องเรียน ได้แก่ ช่วงเวลาการใช้งาน ใช้งานในช่วงกลางวันหรือกลางคืน รูปแบบการสอน มีการฉายสไลด์หรือยืนบรรยายและเขียนกระดาน มีการเปิดหรือปิดม่านระหว่างการบรรยาย

3.1.2 ขั้นตอนในการวัดปริมาณแสงสว่าง

โดยขั้นตอนในการวัดปริมาณแสงสว่างจะใช้แท่นวัดปริมาณแสงสว่าง ที่สามารถปรับระดับความสูงให้อยู่ในระนาบเดียวกับการทำงาน คือ 0.75 เมตร โดยนำไปวางตามจุดที่กำหนด

ซึ่งกำหนดให้ผู้สำรวจยืนห่างจากแท่นวางอุปกรณ์วัดแสง เพื่อไม่ให้ลำหรือเงาของผู้สำรวจบังแสงสว่างที่จะเข้ามายังเซนเซอร์ของเครื่องวัดแสง

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากสำรวจมาทำการวิเคราะห์ เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาเรื่องระดับการส่องสว่างที่ไม่เหมาะสมในการเรียนการสอน และทำการเสนอแนะแนวทางอ้างอิงในการนำไปพัฒนาเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานของอาคารเรียน

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

อาคารเรียนในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา โดยการสำรวจค่าแสงสว่างในห้องเรียน (Lighting Survey) เพื่อทำการวัดสำรวจค่าแสง สว่างภายในห้องเรียน โดยจะแบ่งขนาดห้องเรียนที่สำรวจออกเป็น 3 ขนาด คือ

3.2.1 ห้องเรียนบรรยายขนาดเล็ก ขนาดความจุ 25-30 คน

3.2.2 ห้องเรียนบรรยายขนาดกลาง ขนาดความจุ 30-60 คน

3.2.3 ห้องเรียนบรรยายขนาดใหญ่ ขนาดความจุ 60-120 คน

3.2.4 พื้นที่ปฏิบัติการอื่น ๆ

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 ภาพแบบทางกายภาพของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

ปัจจัยทางกายภาพประกอบไปด้วย 5 หัวข้อหลักดังนี้

4.1.1 รูปทรงอาคาร

จากแบบอาคารมีลักษณะอาคารโอบล้อมรอบรูปตัว U มีใต้ถุนโล่งเพื่อใช้ทำกิจกรรมของนักศึกษา พร้อมคอร์พื้นที่ว่างตรงกลางจัดสวนย่อมปลูกพรรณไม้ต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นที่พักผ่อนหย่อยใจ รวมถึงช่วยในการสร้างบรรยากาศที่ดี สนับสนุกการเรียนรู้รวมถึงลดแสงบาดตาจากแสงดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผ่านใบไม้

ภาพที่ 4.1 อาคาร 31-1
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.2 อาคาร 31-2
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภายในอาคารมีทั้งห้องเรียน ห้องบรรยาย ห้องพักอาจารย์ รวมถึงห้องน้ำและห้องเก็บของ ความสูงของห้องมีตั้งแต่ 2.60 เมตร ถึง 3.00 เมตร รวมทั้งหมด 5 ชั้น

4.1.2 การจัดวางพื้นที่และระบบสัญจรภายใน

ภายในอาคารเรียนเป็นทางสัญจรแบบทางเดี่ยว (Single-loaded Corridor) ขนาด 2.00 เมตร ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเพื่อป้องกันความความร้อนเข้าสู่ห้องเรียน โดยห้องเรียนหันไปทางทิศตะวันออก เพื่อให้เห็นทิวทัศน์ของทะเลแต่ในขณะเดียวกันก็ยังมีแผงกันแดดเพื่อป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่ห้องเรียนหรือภายในอาคารใต้ถุน พื้นที่ใต้ถุนอาคารใช้ในการประกอบกิจกรรมอเนกประสงค์และใช้เป็นพื้นที่ในการจัดนิทรรศการภายในและภายนอกอาคาร นอกจากนี้ห้องนิทรรศการ ยังใช้ในการทำกิจกรรมสอบวิทยานิพนธ์ จากศักยภาพของพื้นที่ซึ่งติดทะเล ส่งผลต่อความน่าสบายด้านการมองเห็น การออกแบบและจัดสวนส่งผลต่อสภาวะน่าสบายด้านการมองเห็นของนักศึกษาและผู้ใช้อาคาร นอกจากนี้พื้นที่ใต้ถุนโล่งประกอบด้วยพื้นที่เอนกประสงค์ ซึ่งจัดสวนย่อม และมีศาลาทำให้เกิดสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพ และน่าสบายด้านสายตา

4.1.3 ระบบเปลือกอาคารและวัสดุก่อสร้าง

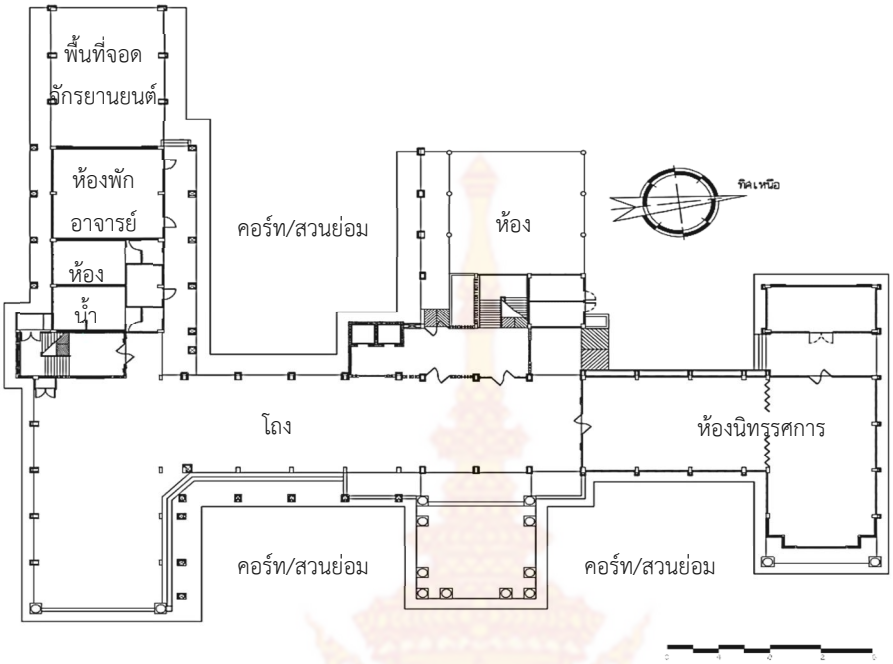
ระบบเปลือกอาคารประกอบไปด้วย หลังคา ผนัง ช่องเปิด และอุปกรณ์กันแดด โดยห้องเรียนจะมีการยื่นชายคาออกไปด้านนอกเพื่อช่วยป้องกันแสงอาทิตย์ที่จะส่องเข้ามาทำให้เกิดความร้อนและติดตั้งแผงกันแดด ทางเดินด้านตะวันตกถูกออกแบบให้เป็นส่วนป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่ห้องเรียนที่มีการใช้งานมากกว่า และปัจจุบันมีการต่อเติมอาคารเรียนหลักสูตรสาขาวิชาศิลปกรรมและออกแบบ อาคารสูง 4 ชั้น โดยมีระยะห่างระหว่างอาคาร 6.00 ม. ส่งผลต่อความสบายเชิงคุณภาพ และการลดค่าถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร

หลังคาทรงปั้นหยา มีช่องระบายอากาศตรงหน้าจั่วมีชายคายื่นยาว 2.50 เมตร โครงหลังคาเป็นโครงสร้างไม่ตะเคียนหรือไม้หลุมพอ มุงหลังคากระเบื้องคอนกรีตซีแพคโมเนีย สีแดง/สีอิฐ พร้อมช่องระบายอากาศใต้ฝ้าเพดาน

การทาสี ส่วนที่เป็นไม้ทาด้วยสีน้ำมัน งานสีที่เป็นผนังและฝ้าเพดานใช้สีพลาสติกสีครีม

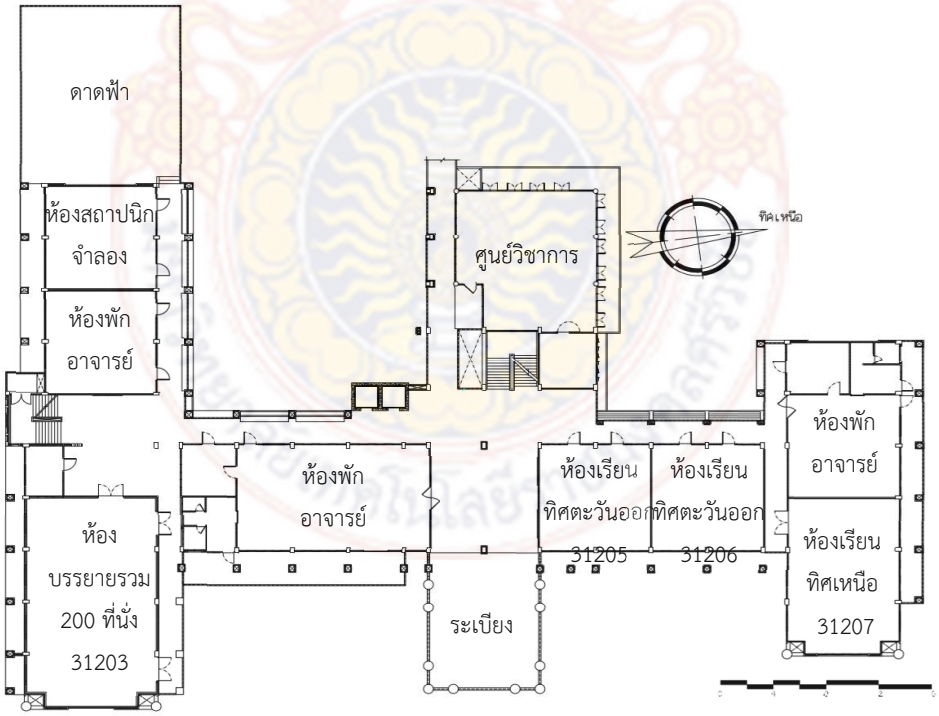
4.1.4 วิศวกรรมงานระบบ

ระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ช่วงกว้างของเสา 4.50 เมตร ขนาดห้องเรียน 10-13 เมตร ระบบไฟฟ้าและแสงสว่างใช้หลอด ฟลูออเรสเซน 36 วัตต์ จำนวน 2 ดวง สีแบบเดย์ไลท์ และวอมไวท์ ผสมกัน ใช้การควบคุมการเปิดปิดด้วยสวิช์แบบ 1 วงจร ระบบลิฟต์ 2 ตัว ขนาด 1.80 เมตร ระบบระบายอากาศและทำความเย็น ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ทุกห้อง เนื่องจากได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของความชื้นจากทะเล ใช้ระบบระบายด้วยลมธรรมชาติในบริเวณโถงชั้นแรก



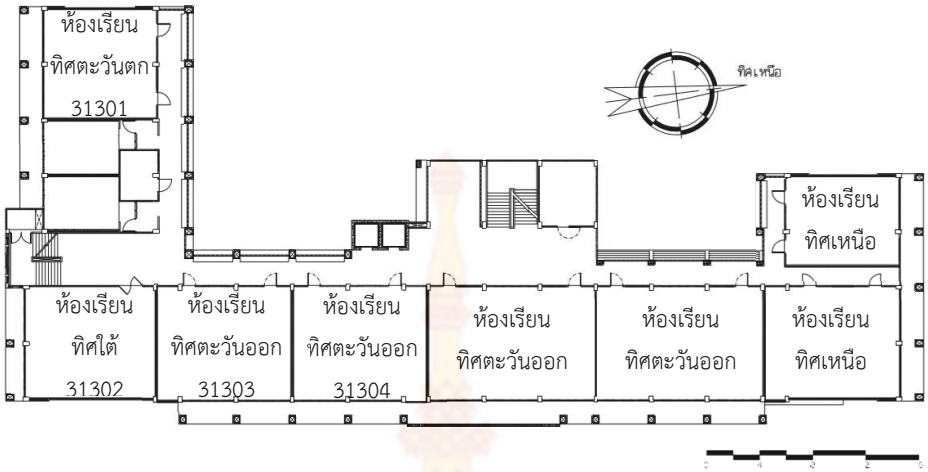
ภาพที่ 4.3 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 1

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)



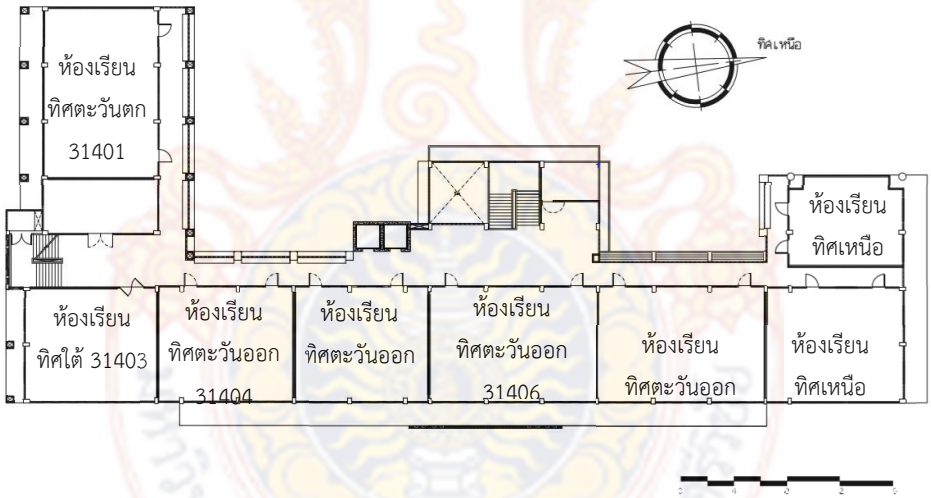
ภาพที่ 4.4 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 2

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)



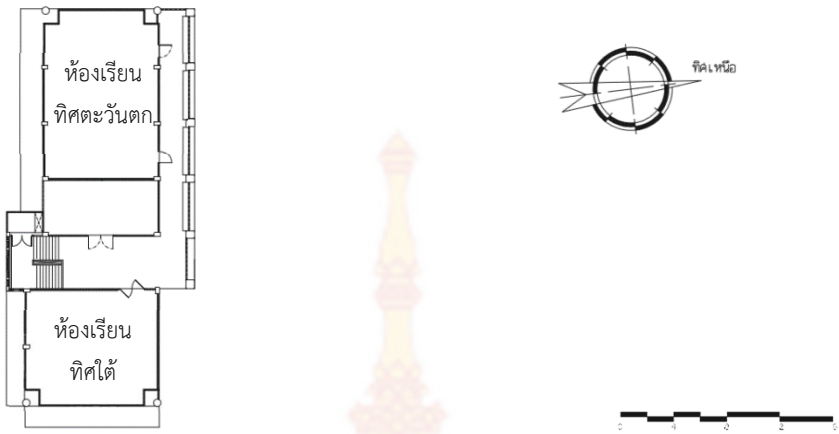
ภาพที่ 4.5 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 3

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)



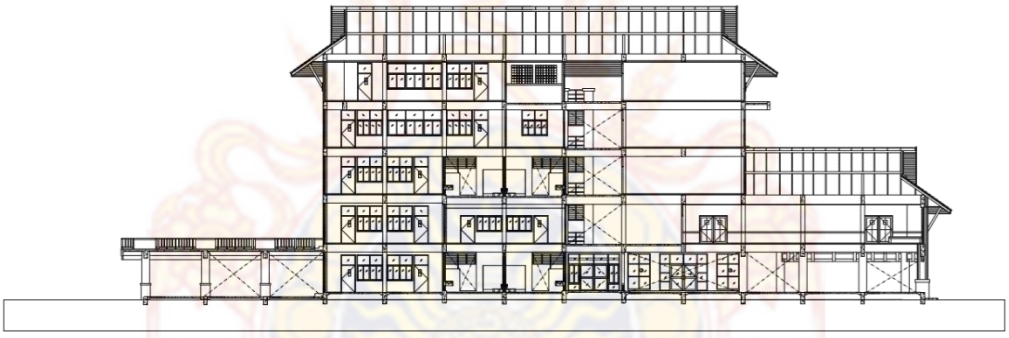
ภาพที่ 4.6 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 4

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)



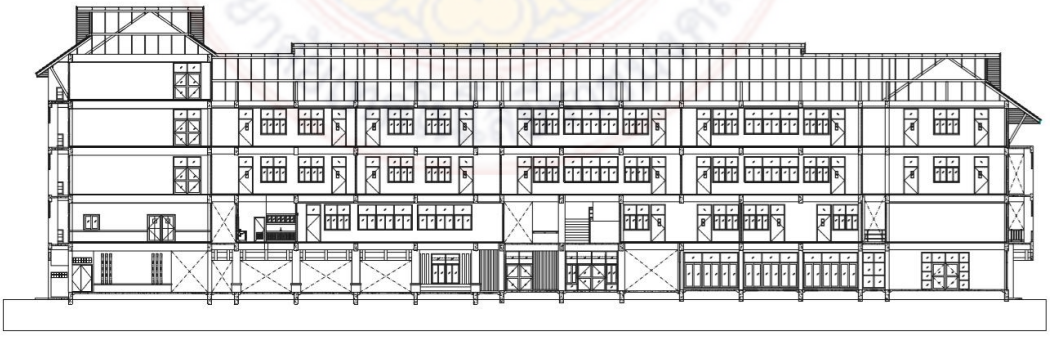
ภาพที่ 4.7 การจัดวางผังอาคารเรียนชั้น 5

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.8 รูปตัดอาคาร A-A

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)

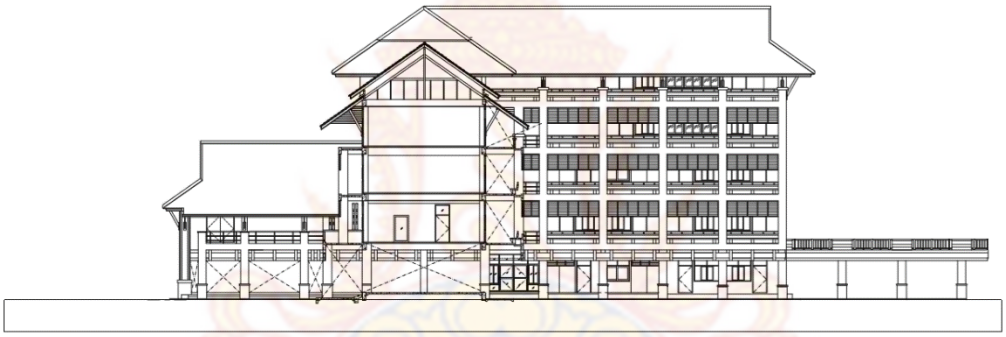


ภาพที่ 4.9 รูปตัดอาคาร B-B

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)

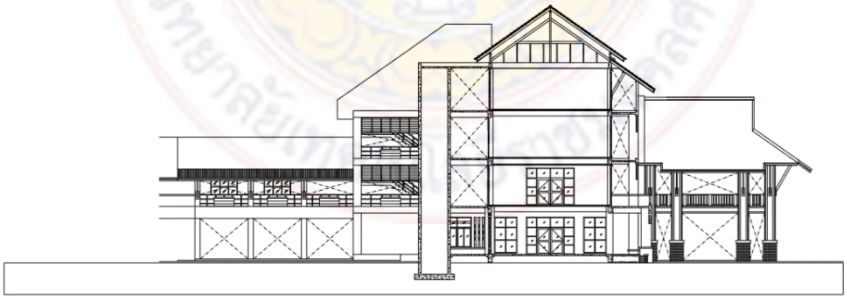
ภาพที่ 4.10 รูปตัดอาคาร C-C

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.11 รูปตัดอาคาร D-D

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.12 รูปตัดอาคาร F-F

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.13 รูปตัดอาคาร E-E
ที่มา: ดัดแปลงจาก เสริมศักดิ์ สัญญาโณ (ทัชชญา, 2562)

4.2 การออกแบบแสงธรรมชาติเชิงบูรณาการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการมองเห็น

การออกแบบและปรับปรุงอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยสงขลา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพแสงสว่างในอาคาร การศึกษาแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร และการศึกษาคุณภาพแสงประดิษฐ์ ตามแนวทางการบูรณาการกับแนวทางธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นไปที่การใช้แสงสว่างธรรมชาติให้มากที่สุด เพื่อการลดภาระการใช้งานพลังงาน และการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพด้านการมองเห็นและความสบายเชิงอุณหภาพ รายละเอียดดังนี้

4.2.1 การป้องกันรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารด้วยระบบการกันแดด โดยใช้อุปกรณ์บังแดดในการป้องกันรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ของช่องแสงและบริเวณหน้าต่าง

4.2.2 การพิจารณาเลือกค่าสะท้อนแสงของผิววัสดุอาคาร

4.2.3 การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารอย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านช่องแสงและหน้าต่าง

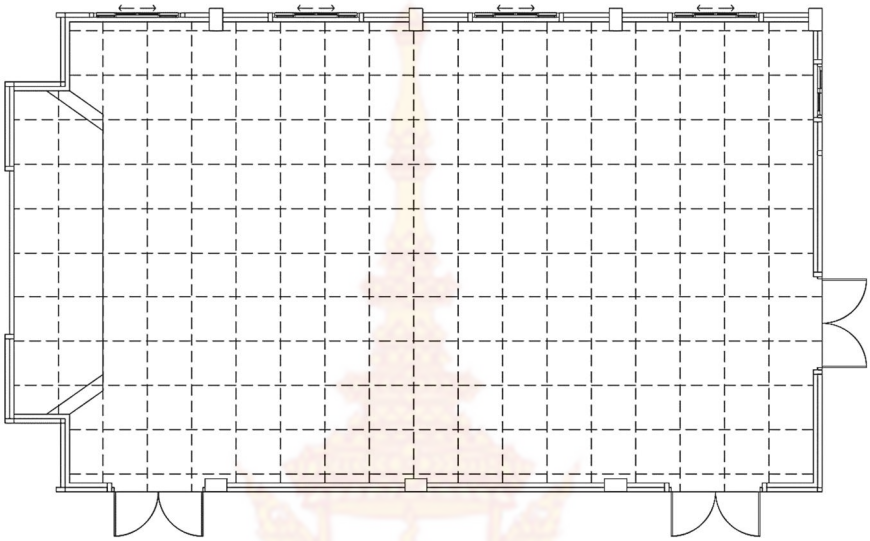
4.2.4 การใช้แสงประดิษฐ์ในบริเวณที่แสงธรรมชาติเข้าถึงได้ยากและความสว่างไม่เพียงพอ

4.3 ผลค่าการวัดค่าแสงสว่างธรรมชาติและแสงประดิษฐ์

ผลจากการวัดค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ห้องบรรยาย ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการเขียนแบบ จำนวน 12 ห้อง ซึ่งประกอบด้วย ห้องบรรยายรวม 31203 ห้องเรียน 31205 ห้องเรียน 31206 ห้องเรียน 31207 ห้องปฏิบัติการเขียนแบบ 31301 ห้องปฏิบัติการเขียนแบบ 31302 ห้องบรรยาย 31303 ห้องปฏิบัติการเขียนแบบ 31304 ห้องปฏิบัติการเขียนแบบ 31401 ห้องปฏิบัติการเขียนแบบ 31403 ห้องปฏิบัติการเขียนแบบ 31404 และห้องปฏิบัติการเขียนแบบ 31406 ข้อมูลจากการสำรวจค่าความสว่างจากห้องเรียนกรณีศึกษา แสดงผลดังต่อไปนี้

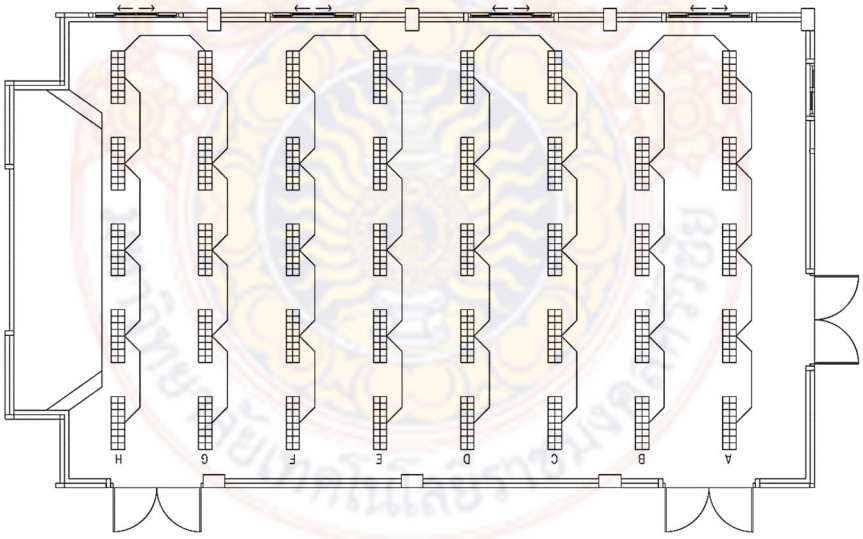
4.3.1 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31203

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องบรรยายรวม 31203 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในการจัดบรรยายรวม และจัดกิจกรรมสัมมนาประกอบด้วย



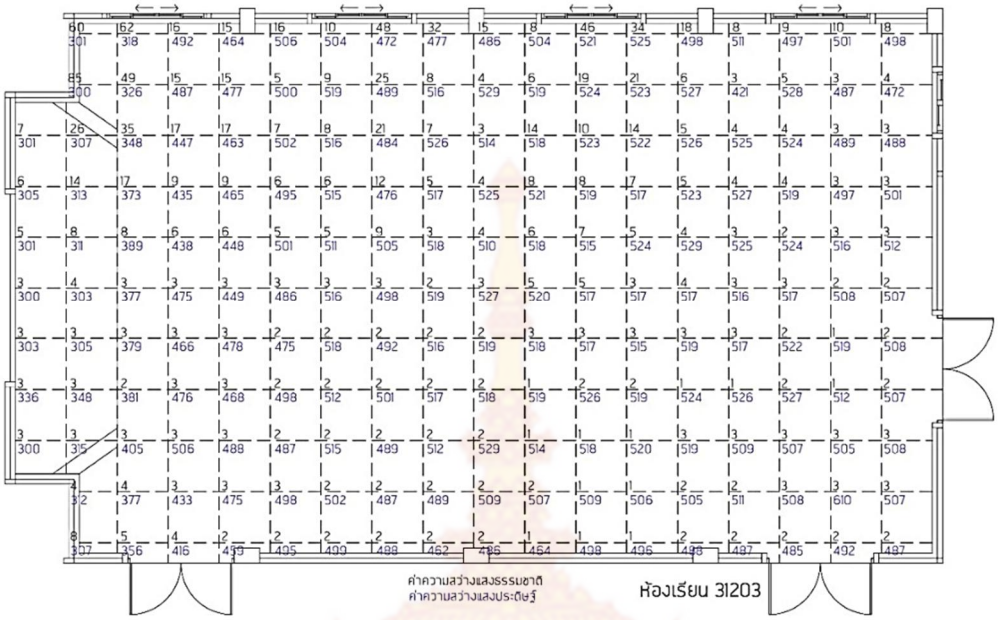
ภาพที่ 4.14 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.15 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.16 ผังห้องเรียน 31203 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องบรรยายรวม 31203 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตาม ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 18 ชุดข้อมูล 180 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯ ปรากฏว่า ค่าแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานและอยู่ในระดับที่ต่ำมากหากไม่ใช้ความสว่างแสงประดิษฐ์จะไม่สามารถใช้สำหรับการเรียนการสอนได้

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในห้องบรรยาย 31203 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 1 และชุดข้อมที่ 18 มีค่าความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด คือ 1.40 และ 1.77 ที่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงธรรมชาติที่ 4.20 และ 3.30 Lux ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.2 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องบรรยายรวม 31203 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตาม ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 18 ชุดข้อมูล 180 จุด ที่ความเข้มแสงสว่างเกินค่ามาตรฐานมีจำนวน 18 ชุดข้อมูล ห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยความเข้มแสง ชุดข้อมูลที่ 12

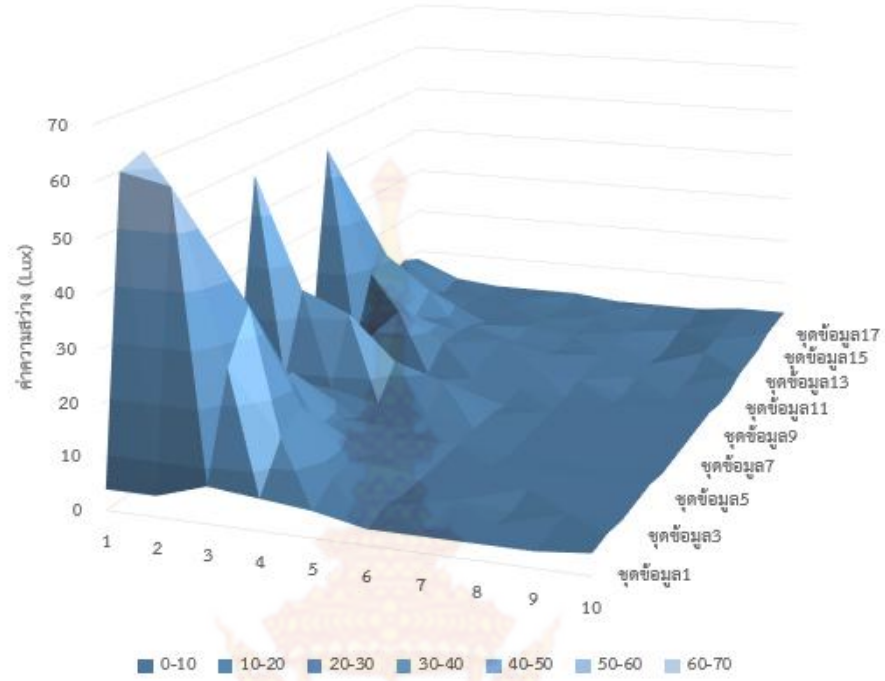
สูงที่สุดเท่ากับ 517.00 Lux เมื่อดูค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ชุดข้อมูลที่ 7 มีค่า SD น้อยที่สุด เท่ากับ 7.20 ที่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสง 511.60 Lux ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสม่ำเสมอที่สุด

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31203

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	4	60	62	16	15	16	10	48	32	15	8	46	34	18	8	9	10	8
	4	58	49	15	15	5	9	25	8	4	6	19	21	6	3	5	3	4
	7	26	35	17	17	7	8	21	7	3	14	10	14	5	4	4	3	3
	6	14	17	9	9	6	6	12	5	4	8	8	7	5	4	4	3	3
	5	8	8	6	6	5	5	9	3	4	6	7	4	5	4	3	2	3
	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	5	5	3	4	3	3	2	2
	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	1	2
	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2
	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	3
	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	3	3	3
$\bar{X}$	4.20	18.30	18.52	7.80	7.70	5.00	4.90	12.60	6.50	4.10	5.30	10.20	9.10	5.20	3.50	3.80	3.10	3.30
SD	1.40	22.63	22.21	6.00	5.85	4.29	3.18	15.03	9.24	3.93	4.11	13.70	10.84	4.76	1.84	2.04	2.56	1.77

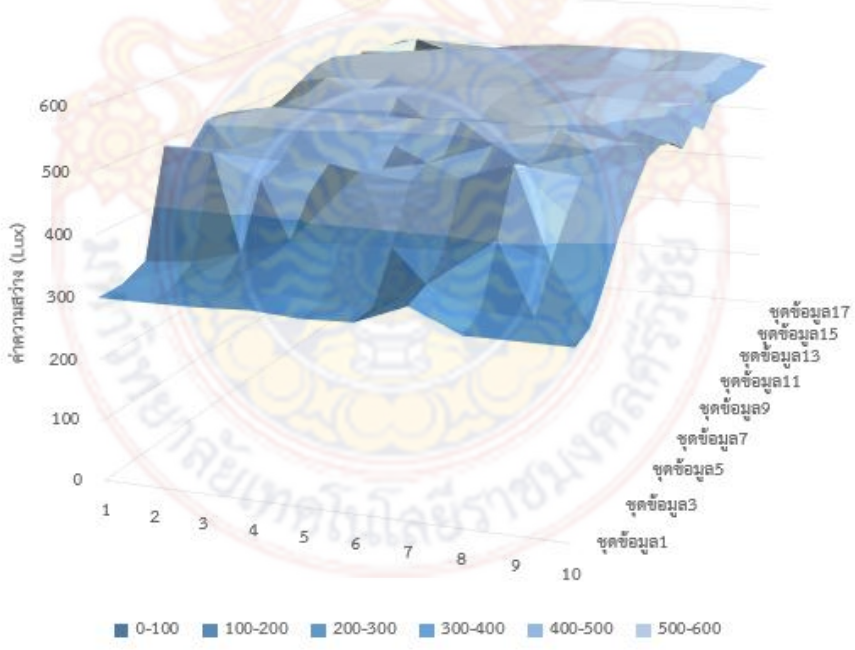
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31203

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	300	301	318	492	464	506	504	472	477	486	504	521	525	498	511	497	501	498
	300	300	326	487	477	500	519	489	516	529	519	524	523	527	421	528	487	472
	301	307	348	447	463	502	516	484	526	514	518	523	522	526	525	524	489	488
	305	313	373	435	465	495	515	476	517	525	521	519	517	523	527	519	497	501
	300	303	377	475	449	486	516	498	519	527	520	517	517	517	516	517	508	507
	303	305	379	466	478	475	518	492	516	519	518	517	515	519	517	522	519	508
	336	348	381	476	468	498	512	501	517	518	519	526	519	524	526	527	512	507
	300	315	405	506	488	487	515	489	512	529	514	518	520	519	509	507	505	508
	300	312	377	433	475	498	502	487	489	509	507	509	506	505	511	508	510	507
	300	307	356	416	459	495	499	488	462	486	464	498	496	488	487	485	492	487
$\overline{X}$	304.50	311.10	364.00	463.30	468.60	494.20	511.60	487.60	505.10	514.20	510.40	517.20	516.00	514.60	505.00	513.40	502.00	498.30
SD	11.20	13.92	26.86	29.32	11.15	9.14	7.20	8.83	21.36	16.24	17.28	8.24	8.78	13.18	31.72	14.04	10.64	12.24



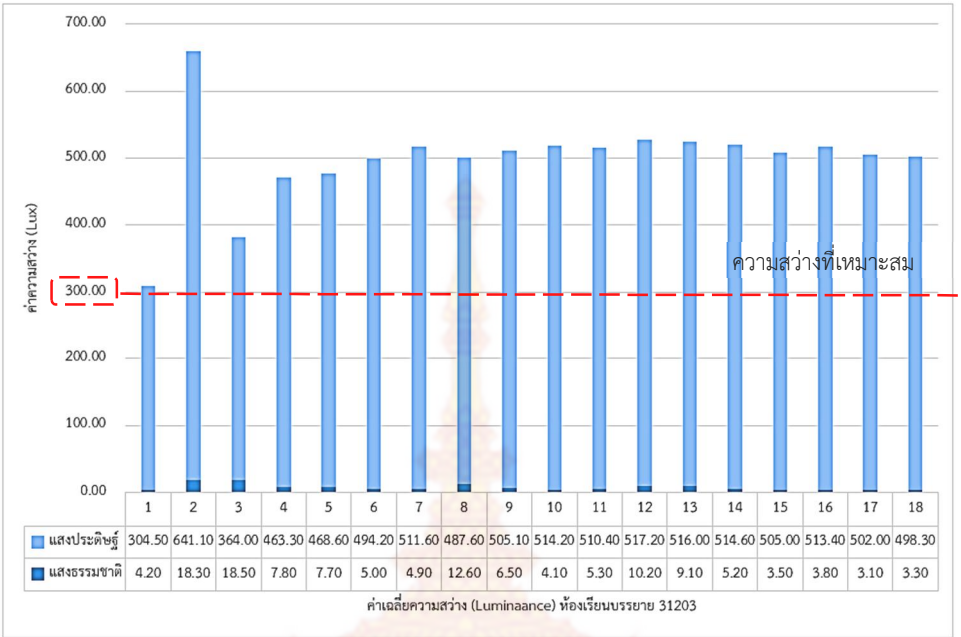
ภาพที่ 4.17 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.18 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.19 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียนบรรยาย 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.20 บรรยากาศห้องเรียน 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

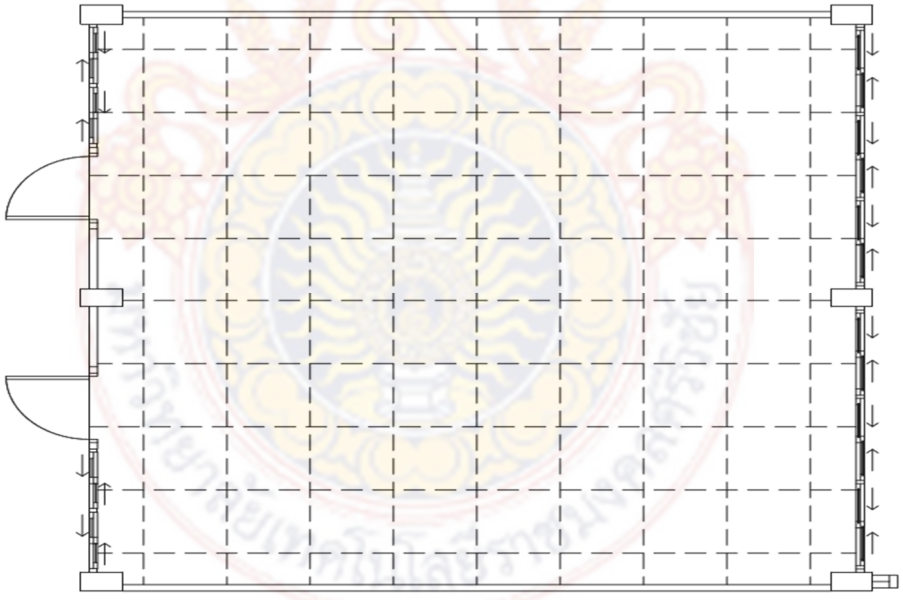
ผลจากการสำรวจพบว่าห้องบรรยายรวม 31203 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องค่อนข้างน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสง

เพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

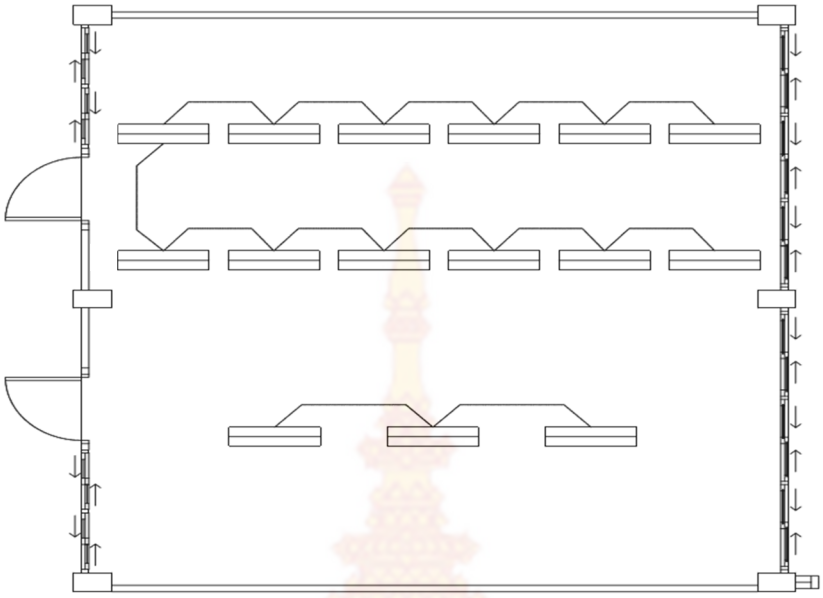
ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์ และแสงธรรมชาติห้องบรรยายรวม 31203 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอ และผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux และเนื่องจากห้องบรรยายรวมมีการใช้งานจริงในหลากหลายกิจกรรม เช่น การนำเสนอผลงานนักศึกษา การสอบ การเรียนการสอน และการสัมมนา จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.2 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31205

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31205 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในการเรียนการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

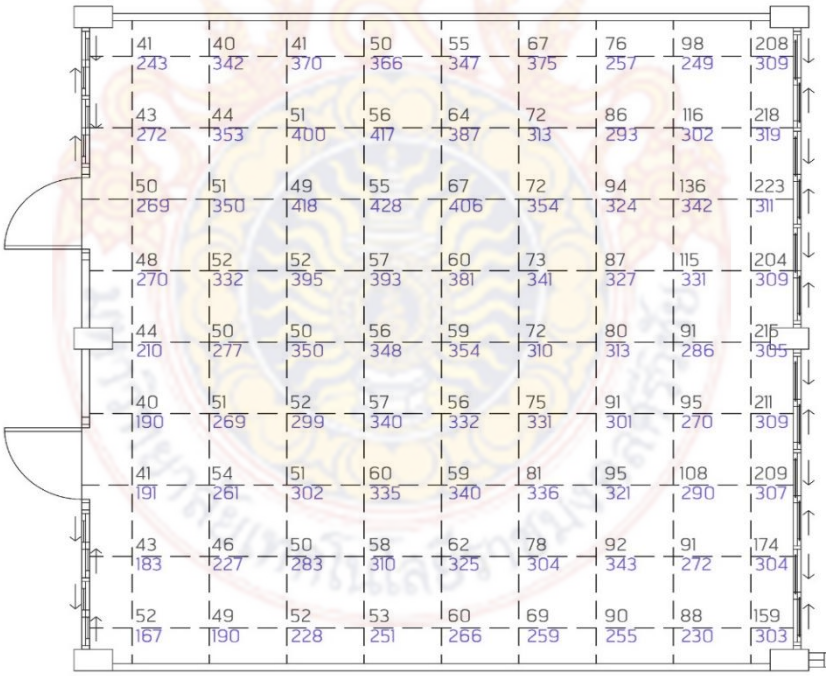


ภาพที่ 4.21 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31205
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.22 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.23 ผังห้องเรียน 31205 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31205

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	41	40	41	50	55	67	76	98	208
	43	44	51	56	64	72	86	116	218
	50	51	49	55	67	72	94	136	223
	48	52	52	57	60	73	87	115	204
	44	50	50	56	59	72	80	91	215
	40	51	52	57	56	75	91	95	211
	41	54	51	60	59	81	95	108	209
	43	46	50	58	62	78	92	91	174
	52	49	52	53	60	69	90	88	159
$\bar{X}$	44.67	48.56	49.78	55.78	60.22	73.22	87.89	104.22	202.33
SD	4.30	4.42	3.64	2.91	3.37	4.29	6.39	15.87	21.41

จากตารางที่ 4.3 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31205 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับห้องบรรยาย เท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 81 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯปรากฏว่า ค่าแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานหากไม่ใช้ความสว่างแสงประดิษฐ์จะไม่สามารถใช้สำหรับการเรียนการสอน

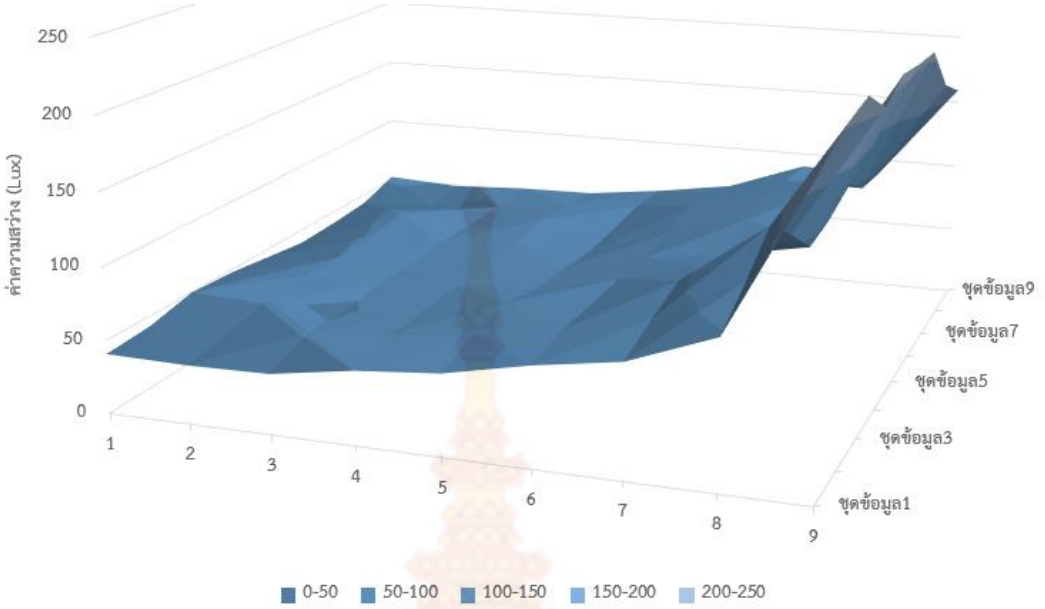
สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียน 31205 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 4 มีค่าความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด คือ 2.90 และ ที่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงธรรมชาติที่ 55.70 Lux และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 9 เท่ากับ 21.41 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงเท่ากับ 202.33 Lux

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31205

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	243	342	370	366	347	375	257	249	309
	272	353	400	417	387	313	293	302	319
	269	350	418	428	406	354	324	342	311
	270	332	395	393	381	341	327	331	309
	210	277	350	348	354	310	313	286	305
	190	269	299	340	332	331	301	270	309
	191	261	302	335	340	336	321	290	307
	183	227	283	310	325	304	343	272	304
	167	190	228	251	266	259	255	230	303
$\overline{X}$	221.67	289.00	338.33	354.22	348.67	324.78	303.78	285.78	308.44
SD	42.02	58.57	63.84	55.05	41.20	33.39	30.74	36.04	4.77

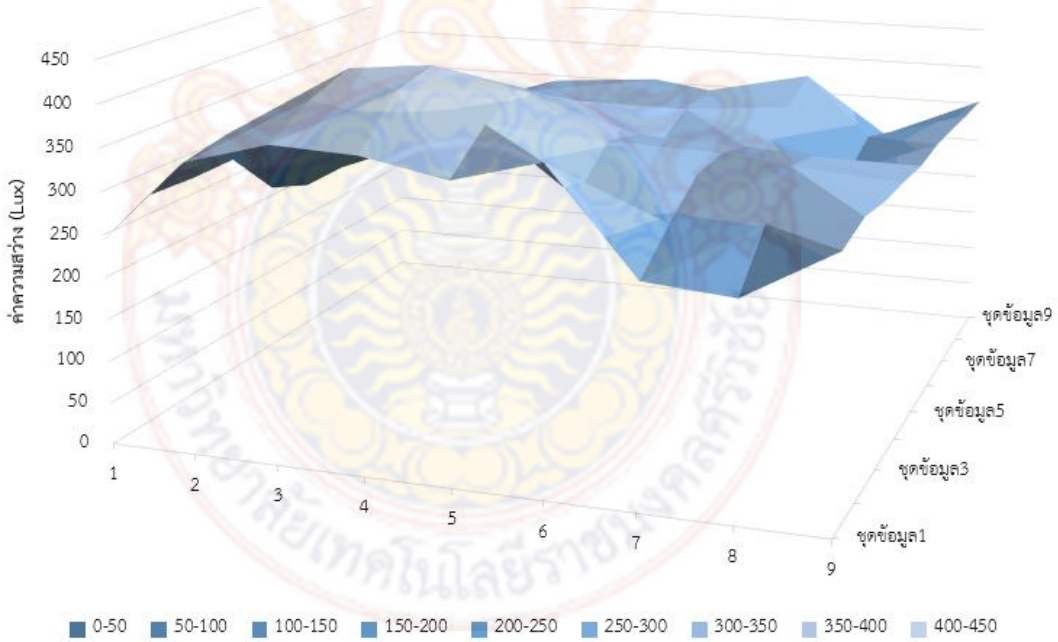
จากตารางที่ 4.4 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องเรียน 31205 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย เท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 81 จุด ที่เฉลี่ยความเข้มแสงสว่างไม่ผ่านค่ามาตรฐานมีจำนวน 3 ชุดข้อมูล ได้แก่ ชุดข้อมูลที่ 1, 2 และ 8 และจุดที่ค่าความเข้มแสงสว่างผ่านค่ามาตรฐานมีจำนวน 6 ชุดข้อมูล ได้แก่ ชุดข้อมูลที่ 3, 4, 5, 6, 7 และ 9

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์ในห้องเรียน 31205 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 9 มีค่าความสม่ำเสมอของความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด คือ 4.77 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงเท่ากับที่ค่าเฉลี่ยความสว่างแสงประดิษฐ์ที่ 308.44 Lux จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นควรปรับปรุงแหล่งกำเนิดแสง และปรับปรุงการนำแสงสว่างให้เข้าถึงอาคารให้เกิดแสงสว่างสม่ำเสมอ มีค่าสภาวะน่าสบายด้านสายตา และผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกจุด



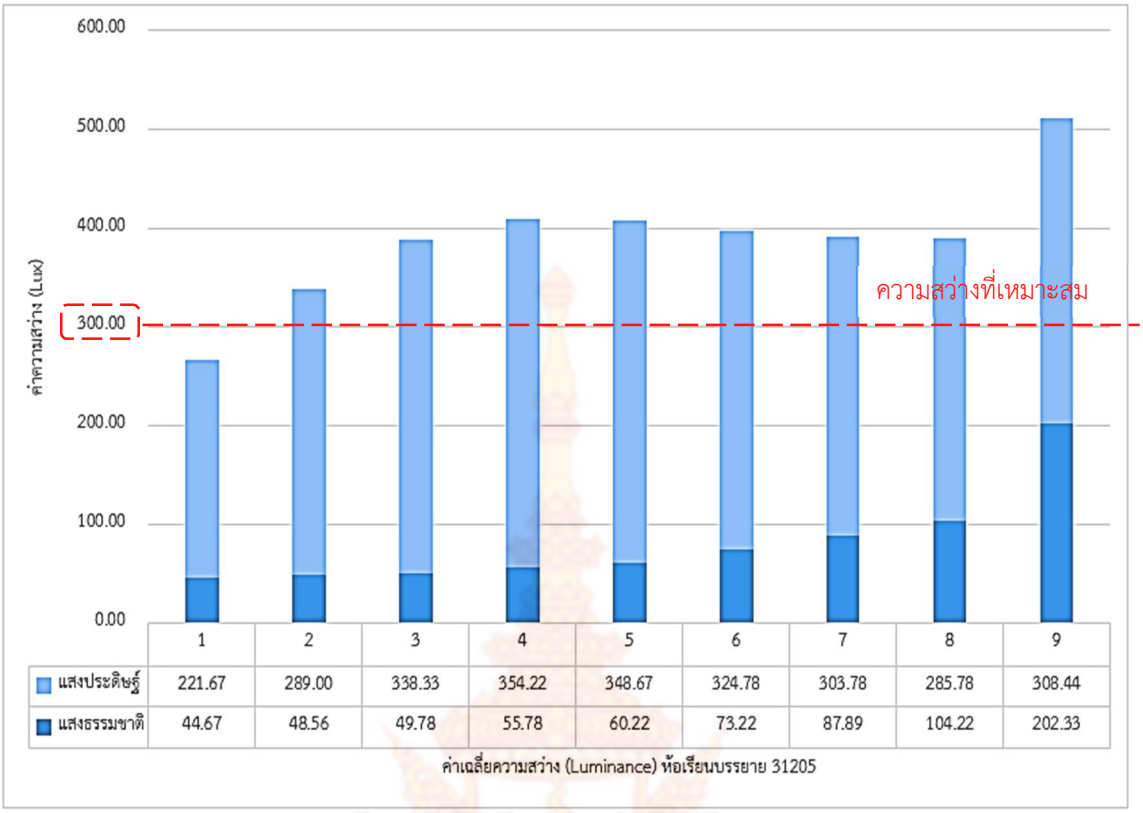
ภาพที่ 4.24 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.25 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.26 ค่าเฉลียความสว่างห้องเรียน 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31205 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

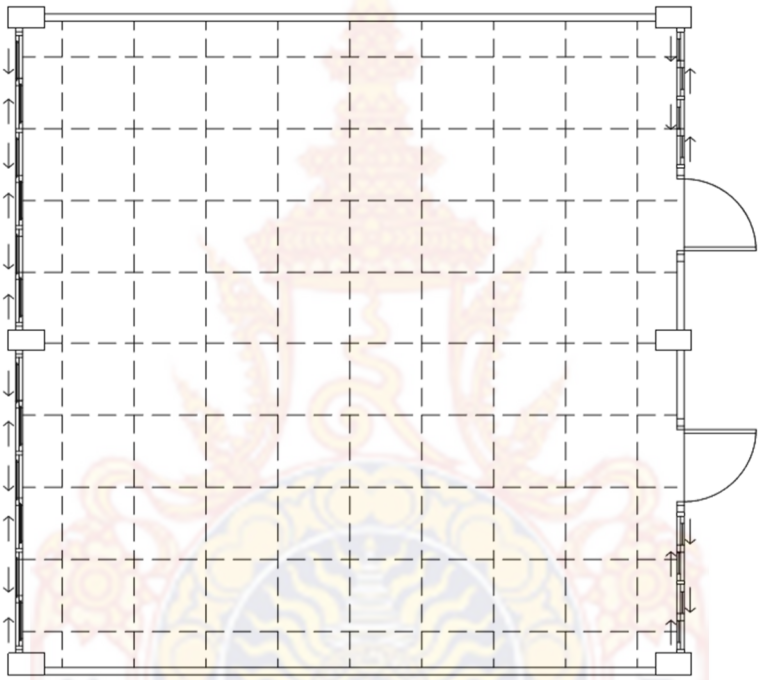
ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31205 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31205 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux และเนื่องจากห้องบรรยายรวมมีการใช้งานจริงในหลากหลายกิจกรรม เช่น การนำเสนอผลงานนักศึกษา การสอบ การเรียนการสอน และการสัมมนา จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณ

แสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

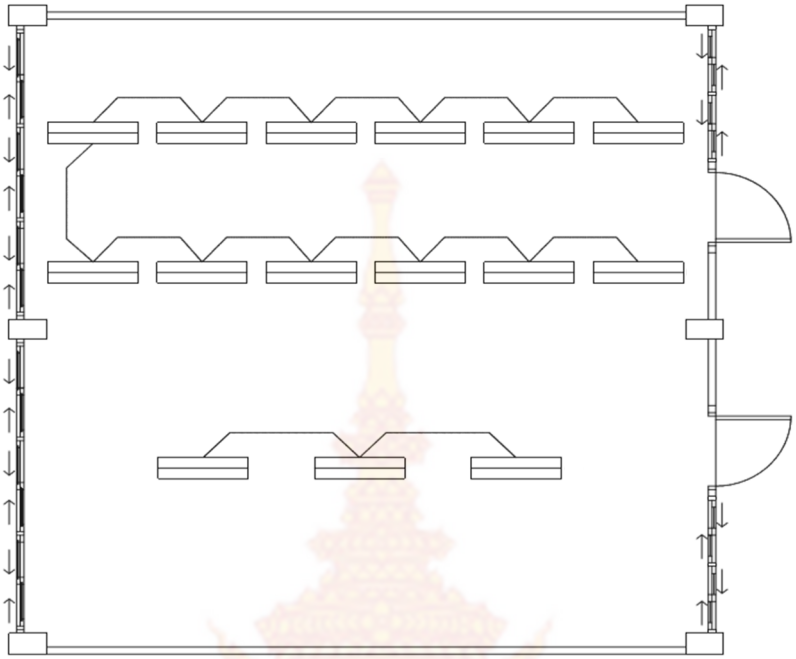
4.3.3 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31206

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31206 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในการในการจัดการเรียนการสอนประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้



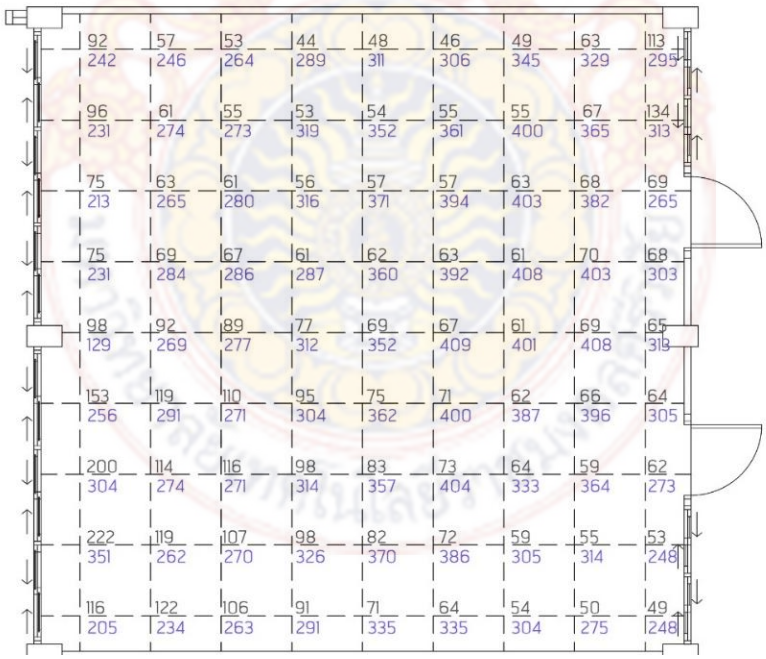
ภาพที่ 4.27 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31206

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.28 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31206

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.29 ผังห้องเรียน 31206 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31206

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	92	57	53	44	48	46	49	63	113
	96	61	55	53	54	55	55	67	134
	75	63	61	56	57	57	63	68	69
	75	69	67	61	62	63	61	70	68
	98	92	89	77	69	67	61	69	65
	153	119	110	95	75	71	62	66	64
	200	114	116	98	83	73	64	59	62
	222	119	107	98	82	72	59	55	53
	116	122	106	91	71	64	54	50	49
$\bar{X}$	125.22	90.67	84.89	74.78	66.78	63.11	58.67	63.00	75.22
SD	54.27	28.24	25.86	21.56	12.35	9.02	4.97	6.93	28.63

จากตารางที่ 4.5 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31206 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยายเพื่อใช้ในการเรียนการสอน เท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 81 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯปรากฏว่า ค่าแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานหากไม่ใช้ความสว่างแสงประดิษฐ์จะไม่สามารถใช้สำหรับการเรียนการสอนได้

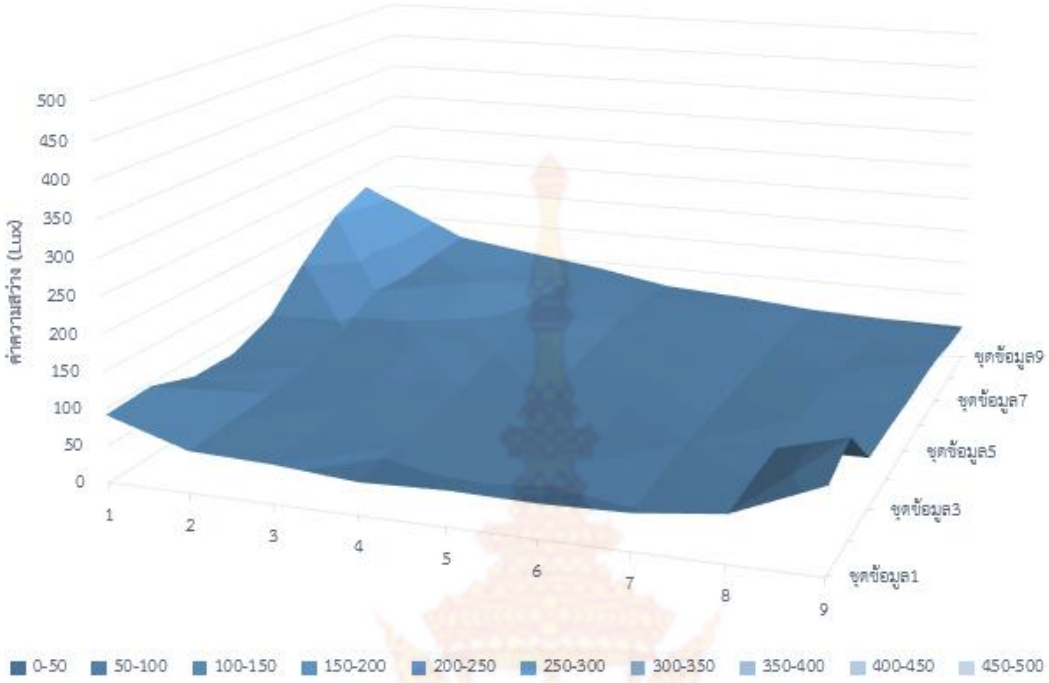
สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียน 31206 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 7 มีค่าความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด คือ 4.97 ที่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงธรรมชาติที่ 58.67 Lux และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 1 เท่ากับ 54.27 แสดงถึงการกระจายของค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงเท่ากับ 125.22 Lux

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31206

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	242	246	264	289	311	306	345	329	295
	231	274	273	319	352	361	400	365	313
	213	265	280	316	371	394	403	382	265
	231	284	286	287	360	392	408	403	303
	129	269	277	312	352	409	401	408	313
	256	291	271	304	362	400	387	396	305
	304	274	271	314	357	404	333	364	273
	351	262	270	326	370	386	305	314	248
	205	234	263	291	335	335	304	275	248
$\bar{X}$	240.22	266.56	272.78	306.44	352.22	376.33	365.11	359.56	284.78
SD	62.36	17.76	7.34	14.34	18.85	35.24	43.36	45.10	26.63

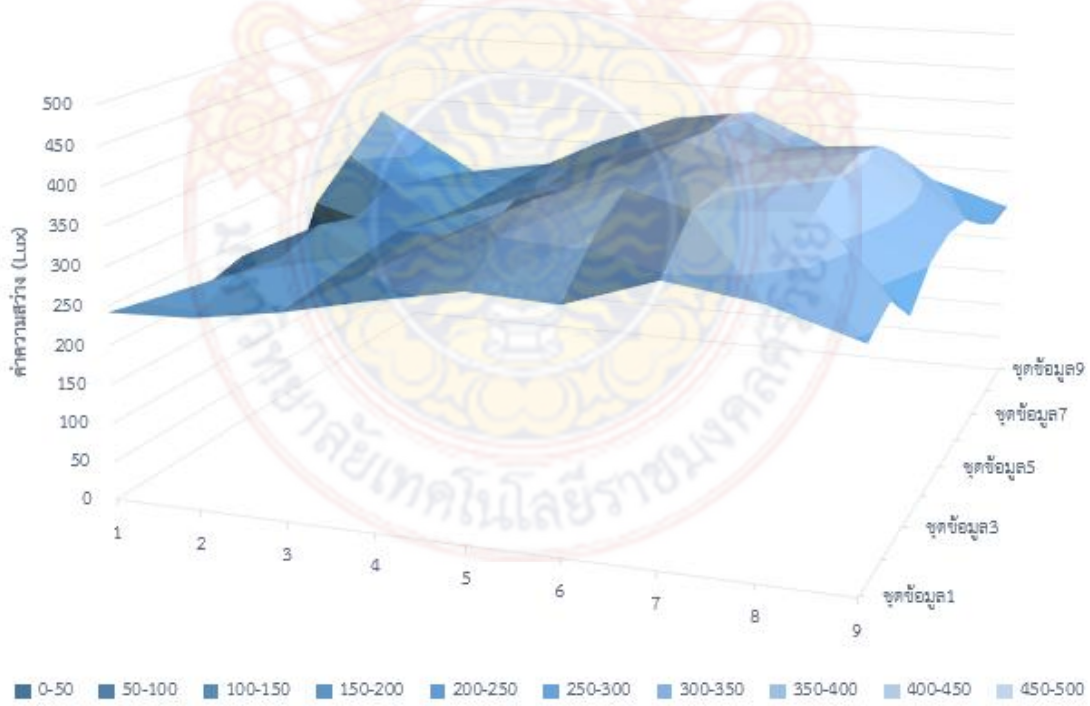
จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องเรียน 31206 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย และห้องเรียน เท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 81 จุด ที่เฉลี่ยความเข้มแสงสว่างไม่ผ่านค่ามาตรฐานมีจำนวน 4 ชุดข้อมูล ได้แก่ ชุดข้อมูลที่ 1, 2, 3 และ 9 และจุดที่ค่าความเข้มแสงสว่างผ่านค่ามาตรฐานมีจำนวน 5 ชุดข้อมูล ได้แก่ ชุดข้อมูลที่ 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์ในห้องเรียน 31206 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 3 มีค่าความสม่ำเสมอของความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด และข้อมูลชุดที่ 1 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด



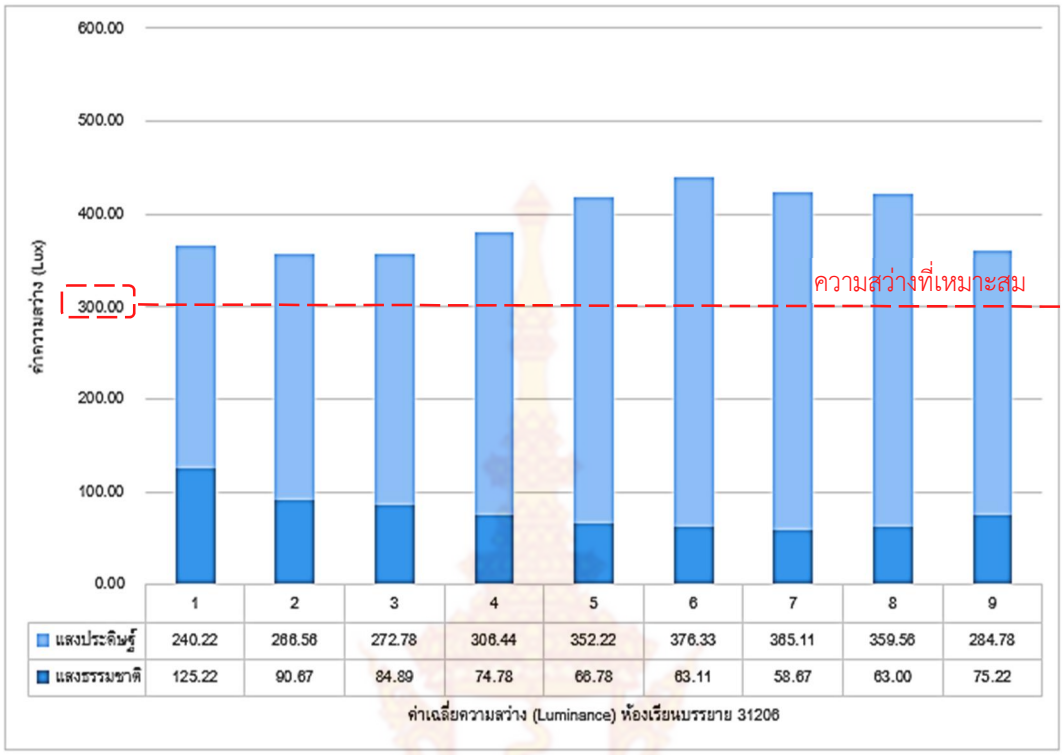
ภาพที่ 4.30 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31206

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.31 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31206

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31206

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.33 บรรยากาศห้องเรียน 31206

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

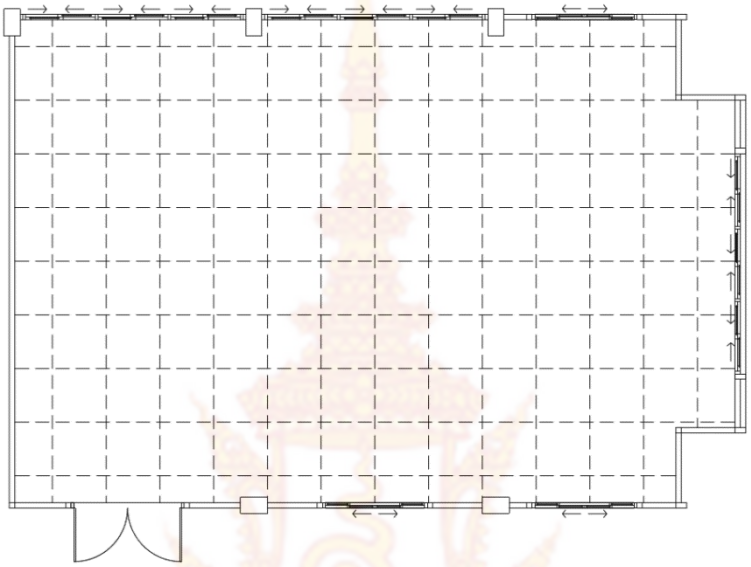
ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31206 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

การใช้แสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียนในกรณีที่แสงธรรมชาติส่องผ่านเข้ามาน้อย ควรมีการปรับปรุงช่องเปิดแสงร่วมกับการใช้หิ้งสะท้อนแสงเพื่อช่วยดึงแสงธรรมชาติเข้ามาในห้องเรียนได้มากขึ้น ทั้งวัสดุช่องเปิดขนาดของช่องแสงที่เหมาะสม รูปแบบอุปกรณ์บังแดด และค่าการสะท้อนแสงของวัสดุทั้งภายในและภายนอกที่เหมาะสมก็มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแสงภายในด้วย

ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31206 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux เพื่อเพียงพอกับกิจกรรม เช่น การนำเสนอผลงานนักศึกษา การสอบ และการเรียนการสอน จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ

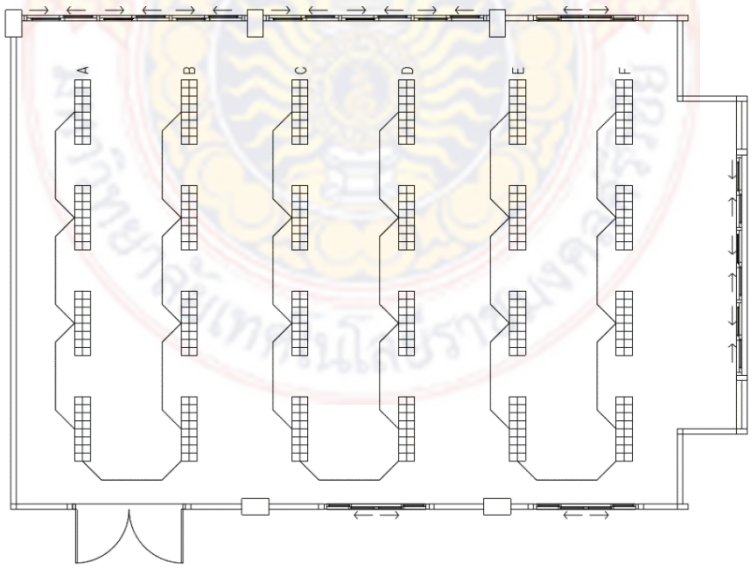
4.3.4 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31207

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31207 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้



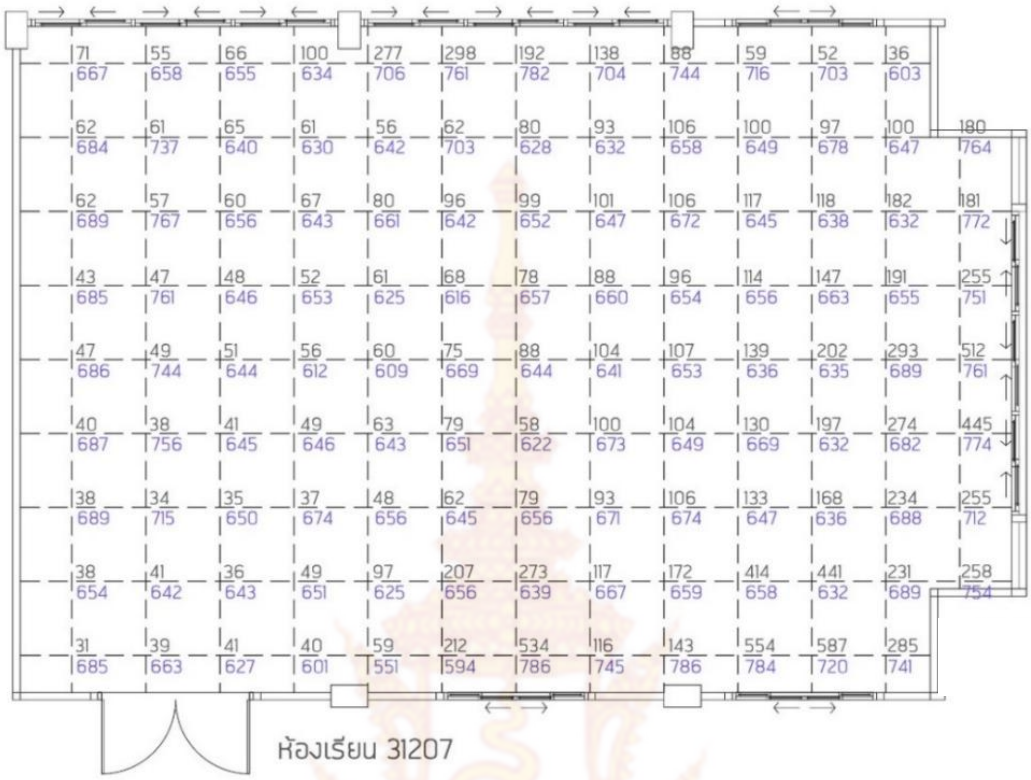
ภาพที่ 4.34 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.35 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.36 ผังห้องเรียน 31207 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31207

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	71	55	66	100	277	298	192	138	88	59	52	36	177
	62	61	65	61	56	62	80	93	106	100	97	100	180
	62	57	60	67	80	96	99	101	106	117	118	182	181
	43	47	48	52	61	68	78	88	96	114	147	191	255
	47	49	51	56	60	75	88	104	107	139	202	293	512
	40	38	41	49	63	79	58	100	104	130	197	274	445
	38	34	35	37	48	62	79	93	106	133	168	234	255
	38	41	36	49	97	207	273	117	172	414	441	231	258
	31	39	41	40	59	212	534	116	143	554	587	285	251
$\bar{X}$	48.00	46.78	49.22	56.78	89.00	128.78	164.56	105.56	114.22	195.56	223.22	202.89	279.33
SD	13.69	9.44	12.06	18.73	71.99	87.13	155.11	15.69	26.33	168.90	175.35	87.10	119.39

จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31207 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 13 ชุดข้อมูล 117 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯปรากฏว่า ค่าแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานหากไม่ใช้ความสว่างแสงประดิษฐ์จะไม่สามารถใช้สำหรับการเรียนการสอนได้

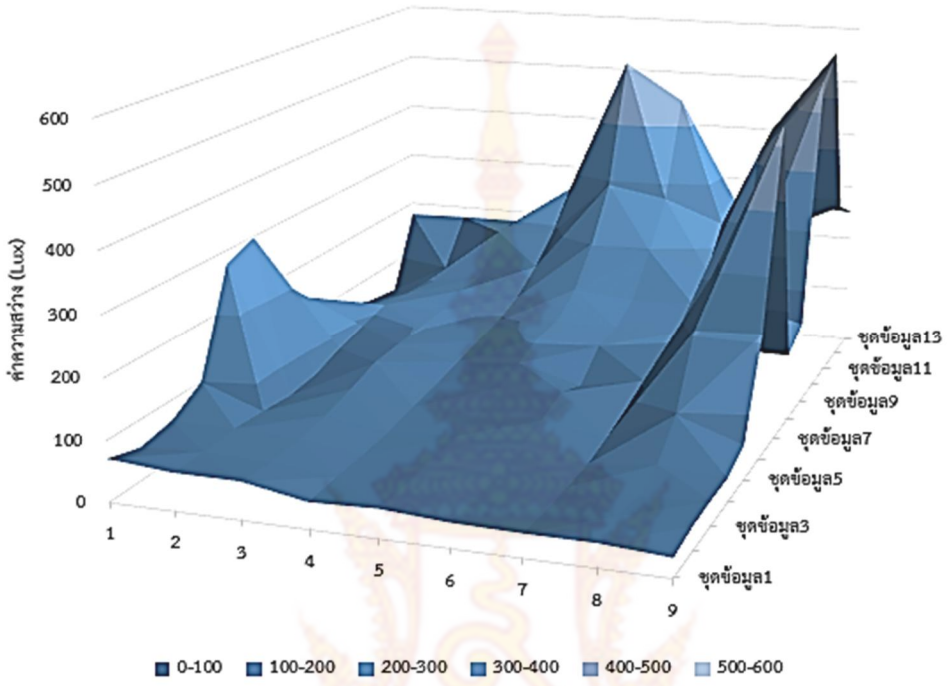
สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียน 31207 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 2 มีค่าความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด คือ 9.44 ที่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงธรรมชาติที่ 46.78 Lux แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด และข้อมุลชุดที่ 13 มีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงธรรมชาติสูงสุด เท่ากับ 279.33 Lux

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31207

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	667	658	655	634	706	761	782	704	744	716	703	603	679
	684	737	640	630	642	703	628	632	658	649	678	647	764
	689	767	656	643	661	642	652	647	672	645	638	632	772
	685	761	646	653	625	616	657	660	654	656	663	655	751
	686	744	644	612	609	669	644	641	653	636	635	689	761
	687	756	645	646	643	651	622	673	649	669	632	682	774
	689	715	650	674	656	645	656	671	674	647	636	688	712
	654	642	643	651	625	656	639	667	659	658	632	689	754
	685	663	627	601	551	594	786	745	786	784	720	741	801
$\bar{X}$	680.67	715.89	645.11	638.22	635.33	659.67	674.00	671.11	683.22	673.33	659.67	669.56	752.00
SD	12.01	48.86	8.67	22.09	42.13	48.82	63.49	34.83	48.26	47.57	33.60	40.18	36.13

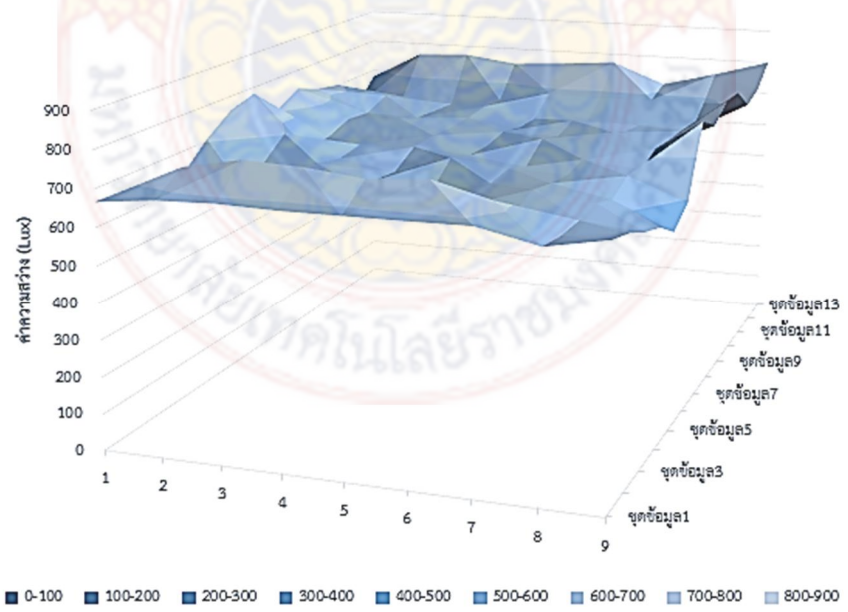
จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องเรียน 31207 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย เท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 13 ชุดข้อมูล 117 จุด ที่เฉลี่ยความเข้มแสงสว่างประดิษฐ์ทั้ง 13 ชุดข้อมูลเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 3 มีค่าความสม่ำเสมอของความ

เข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด ที่ 8.67 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด



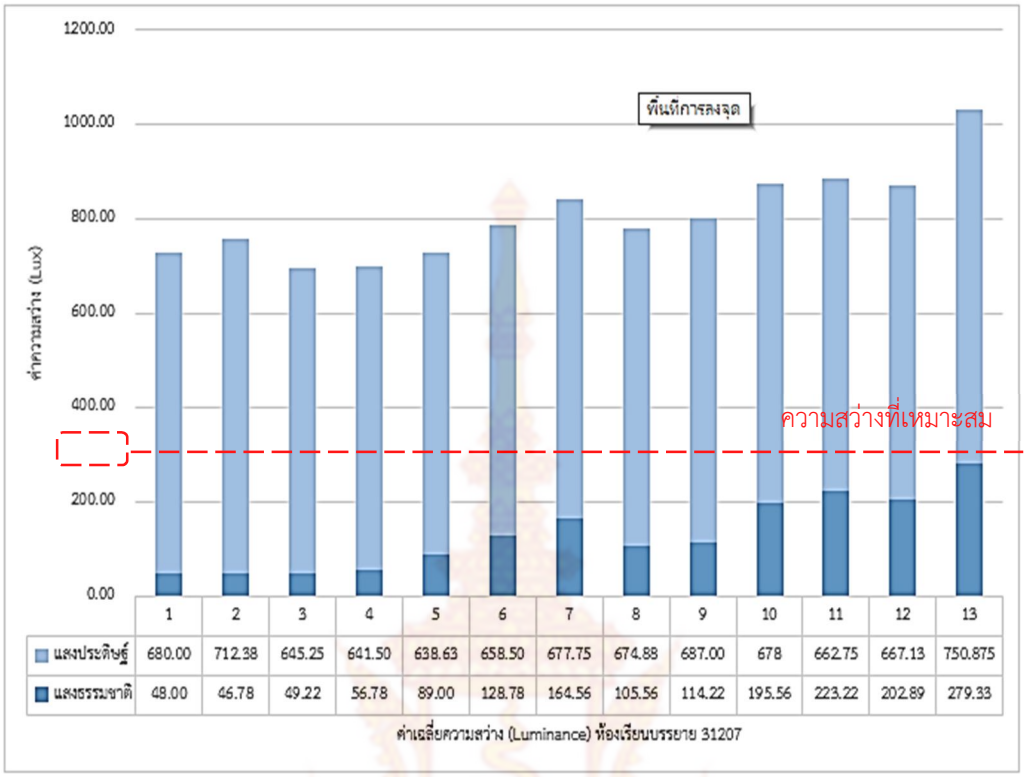
ภาพที่ 4.37 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.38 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.39 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31207

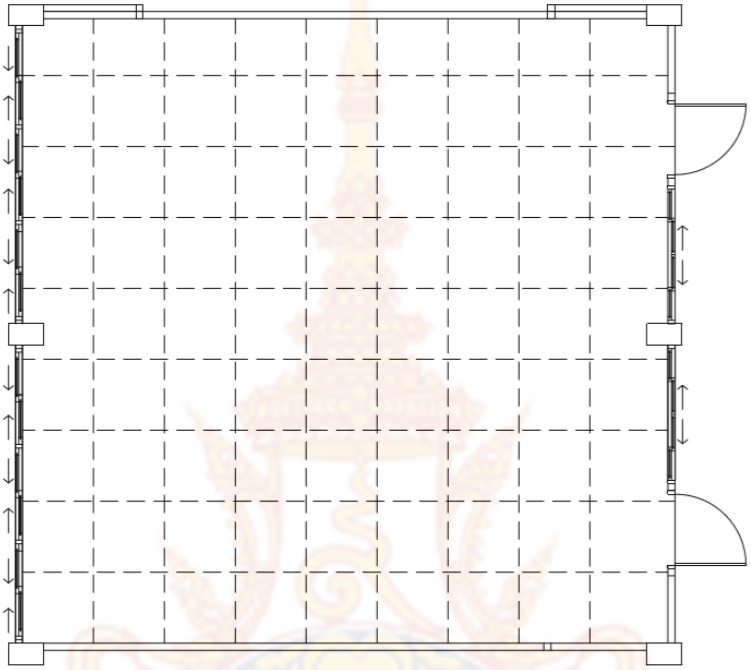
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31207 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31207 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux และเนื่องจากห้องมีการใช้งานจริงในหลากหลายกิจกรรม เช่น การนำเสนอผลงานนักศึกษา การสอบ การเรียนการสอน และการสัมมนา จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความจำเป็นต้องควบคุมแสงสว่าง และความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง

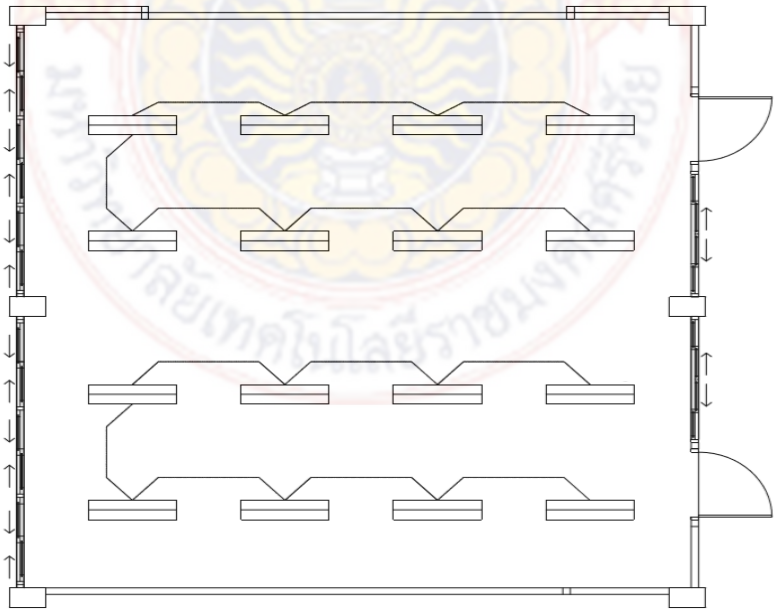
4.3.5 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31301

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31301 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในการจัดการเรียนการสอน การร่างภาพ และการปฏิบัติการเขียนแบบสถาปัตยกรรม โดยตำแหน่งห้องทางทิศใต้ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้



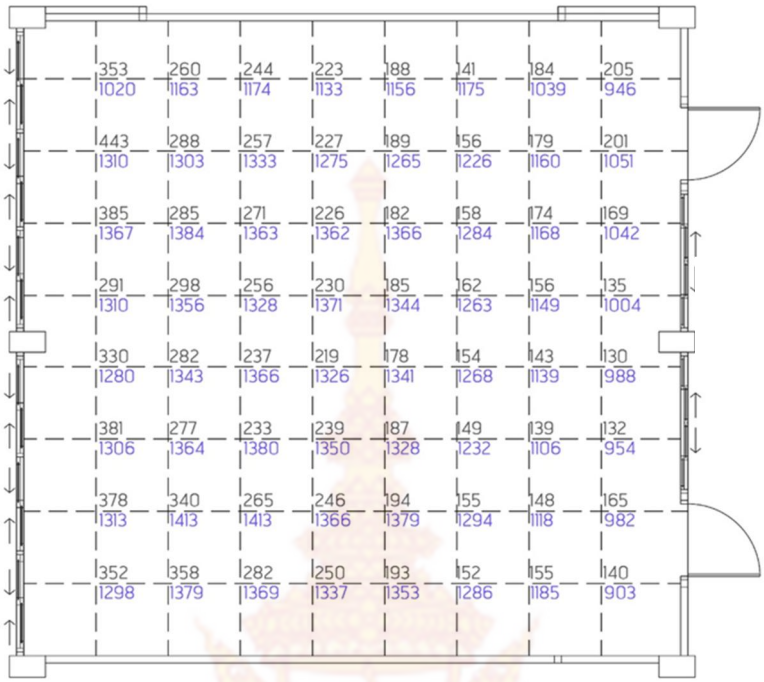
ภาพที่ 4.40 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องปฏิบัติการออกแบบ และเขียนแบบ 31301

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.41 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องปฏิบัติการออกแบบ และเขียนแบบ 31301

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.42 ผังห้องเรียน 31301 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31301

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	353	260	244	223	188	141	184	205
	443	288	257	227	189	156	179	201
	385	285	271	226	182	158	174	169
	291	298	256	230	185	162	156	135
	330	282	237	219	178	154	143	130
	381	277	233	239	187	149	139	132
	378	340	265	246	194	155	148	165
	352	358	282	250	193	152	155	140
$\bar{X}$	364.13	298.50	255.63	232.50	187.00	153.38	159.75	159.63
SD	44.59	33.32	16.97	11.22	5.35	6.32	17.10	30.52

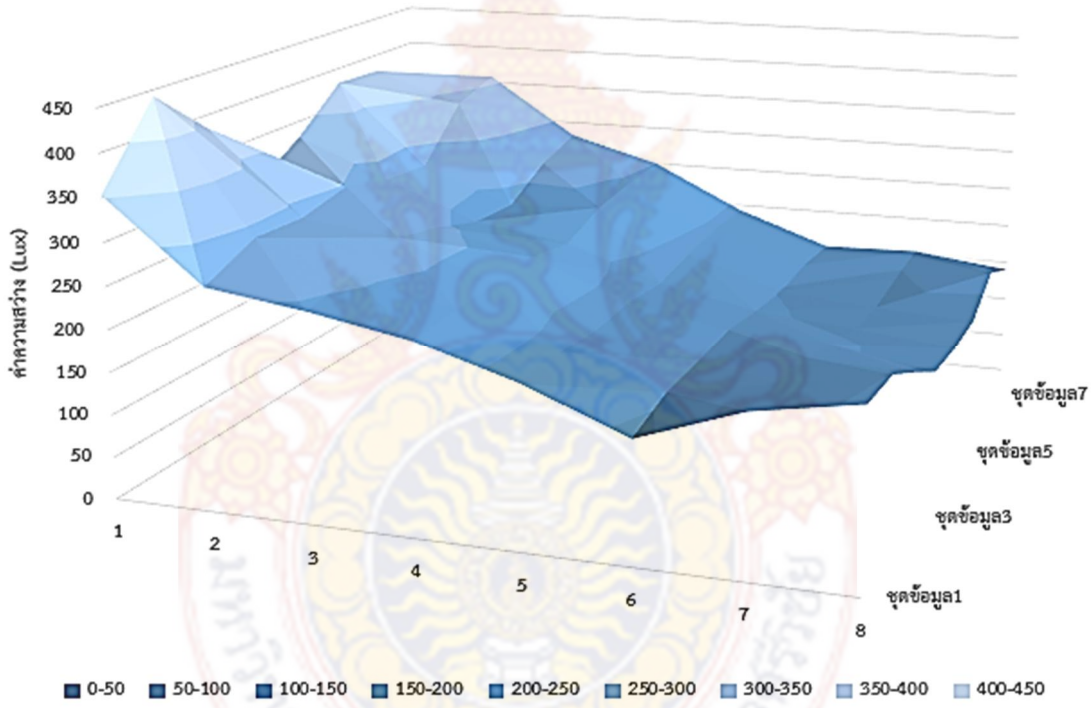
จากตารางที่ 4.9 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31301 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 8 ชุดข้อมูล 64 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯปรากฏว่า ค่าแสงธรรมชาติผ่านเกณฑ์มาตรฐานเพียงบางจุด หากไม่ใช้ความสว่างแสงประดิษฐ์จะไม่สามารถใช้สำหรับการจดบรรยาย การปฏิบัติการออกแบบและเขียนแบบตลอดจนการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมได้

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียน 31301 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 5 มีค่าความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด ที่ 5.35 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงธรรมชาติที่ 187.00 Lux และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด (SD) ชุดข้อมูลที่ 1เท่ากับ 44.59 แสดงข้อมูลความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมีช่วงห่างเยอะการกระจายค่าความเข้มแสงน้อย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงเท่ากับ 364.13 Lux ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31301

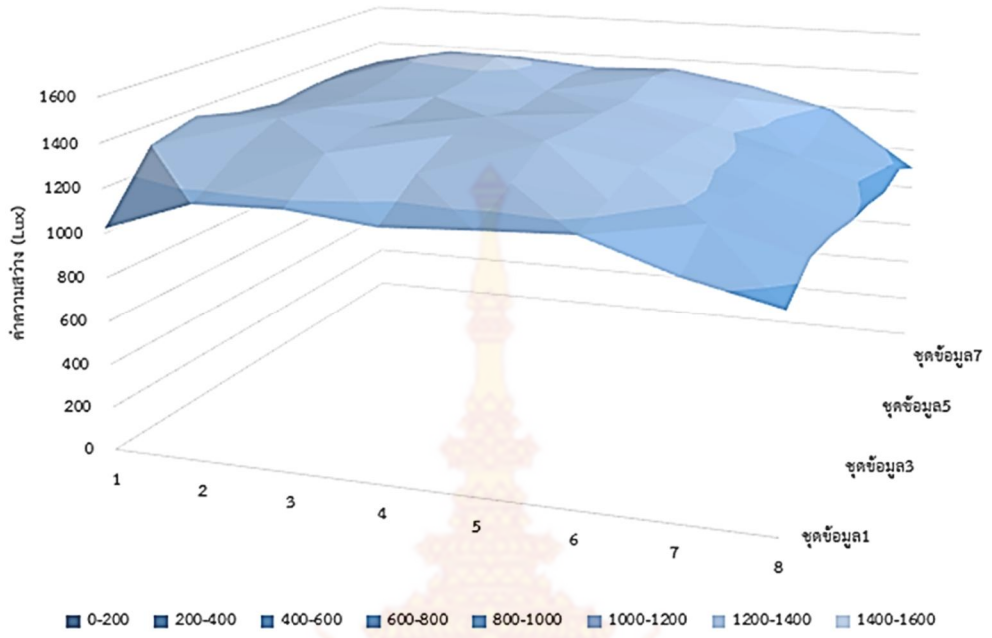
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	1020	1163	1174	1133	1156	1175	1039	946
	1310	1303	1333	1275	1265	1226	1160	1051
	1367	1384	1363	1362	1366	1284	1168	1042
	1310	1356	1328	1371	1344	1263	1149	1004
	1280	1343	1366	1326	1341	1268	1139	988
	1306	1364	1380	1350	1328	1232	1106	954
	1313	1413	1431	1366	1379	1294	1118	982
	1298	1379	1369	1337	1353	1286	1185	903
$\bar{X}$	1275.50	1338.13	1343.00	1315.00	1316.50	1253.50	1133.00	983.75
SD	106.16	77.73	75.22	79.73	73.28	40.19	45.89	49.54

จากตารางที่ 4.10 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องปฏิบัติการเขียนแบบ 31301 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 8 ชุดข้อมูล 64 จุด ที่เฉลี่ยความเข้มแสงสว่างผ่านค่ามาตรฐานสูงสุดที่ 1343.00 Lux และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทุกชุดข้อมูลการตรวจวัดแสดงให้เห็นการกระจายค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ที่ไม่สม่ำเสมอซึ่งอาจส่งผลต่อสภาวะน่าสบายด้านสายตา



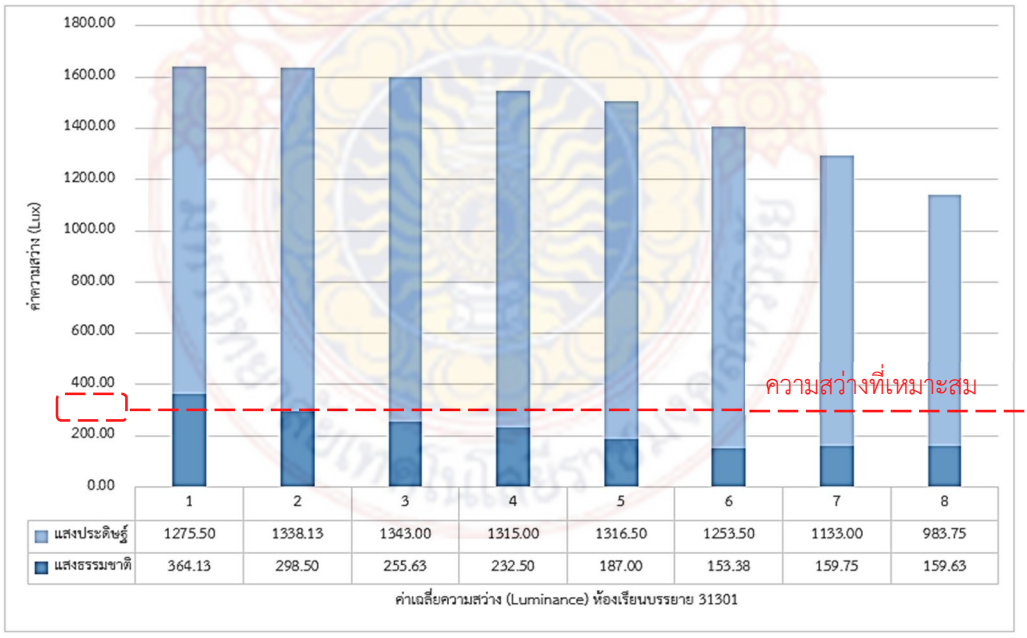
ภาพที่ 4.43 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31301

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.44 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31301

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.45 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31301

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.46 บรรยากาศห้องเรียน 31301

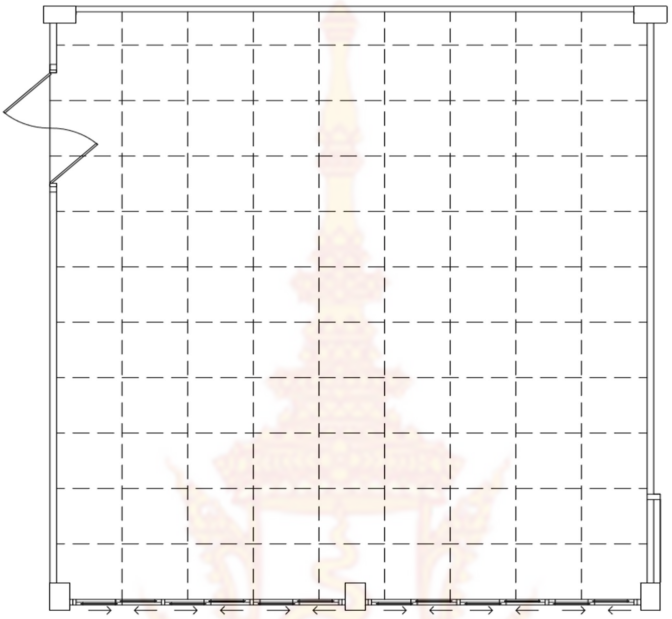
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน และปฏิบัติการออกแบบเขียนแบบ 31301 ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31301 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux โดยปัจจุบันห้องนี้มีการใช้ประโยชน์ใช้สอยสำหรับการบรรยาย วิชาภาพร่าง การปฏิบัติการออกแบบและเขียนแบบ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ

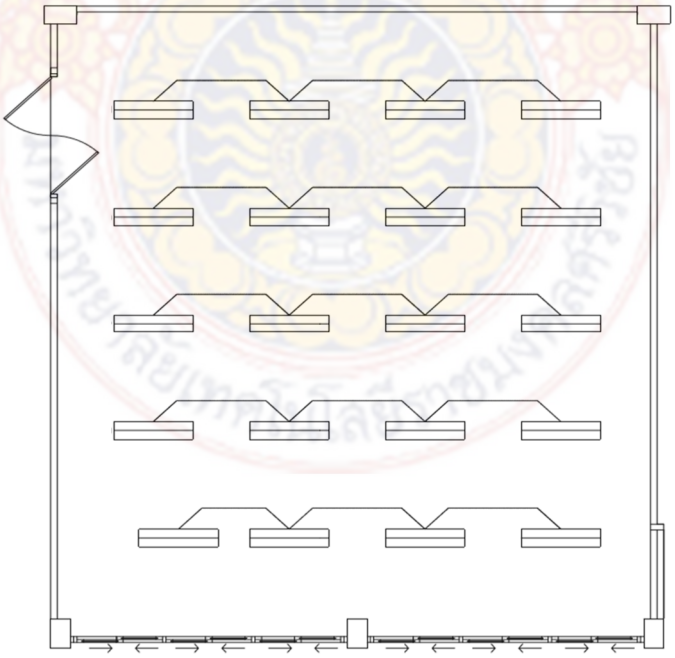
4.3.6 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องบรรยายรวม 31302

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31302 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในการเรียน และการบรรยาย ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้



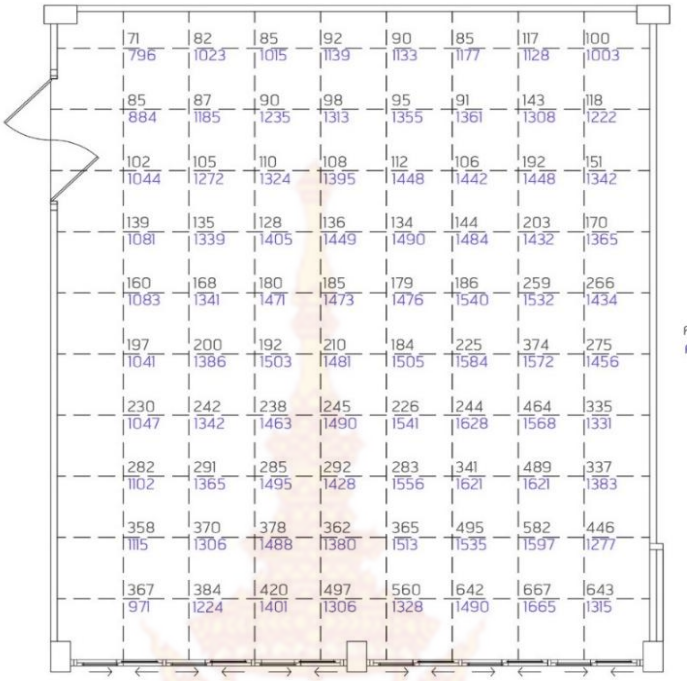
ภาพที่ 4.47 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31302

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.48 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31302

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.49 ผังห้องเรียน 31302 ค่าแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31302

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	71	82	85	92	90	85	117	100
	85	87	90	98	95	91	143	118
	102	105	110	108	112	106	192	151
	139	135	128	136	134	144	203	170
	160	168	180	185	179	186	259	266
	197	200	192	210	184	225	374	275
	230	242	238	245	226	244	464	335
	282	291	285	292	283	341	489	337
	358	370	378	362	365	495	582	446
	367	384	420	497	560	642	677	643
$\bar{X}$	199.10	206.40	210.60	222.50	222.80	255.90	350.00	284.10
SD	108.15	112.23	118.65	131.16	147.24	185.85	195.97	167.68

จากตารางที่ 4.11 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31302 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 8 ชุดข้อมูล 80 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯปรากฏว่า ค่าความสว่างแสงธรรมชาติผ่านเกณฑ์เพียง 1 ชุดข้อมูล สำหรับจุดอื่น ๆ ที่ทำการตวรจวัดมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมาก หากมีการปรับปรุงช่องแสงหรือหิ้งสะท้อนแสงจะช่วยดึงแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาภายในห้องเรียนได้มากขึ้น

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียน 31302 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลทั้ง 8 ชุด มีค่าสูงแสดงถึงข้อมูลค่าความกระจายความเข้มแสงสว่างที่ไม่สม่ำเสมอ โดยจุดที่ใกล้กับหน้าต่างทางด้านทิศใต้มีค่าความสว่างแสงธรรมชาติเกินเกณฑ์มาตรฐาน อย่างไรก็ตามแสงสว่างทางทิศใต้อาจนำมาซึ่งความร้อน และยังคงมีความจำเป็นในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคาร จากข้อมูลแสดงให้เห็นถึงค่าประสิทธิภาพแสงสว่างที่มีปริมาณสูงตลอดทั้งวัน

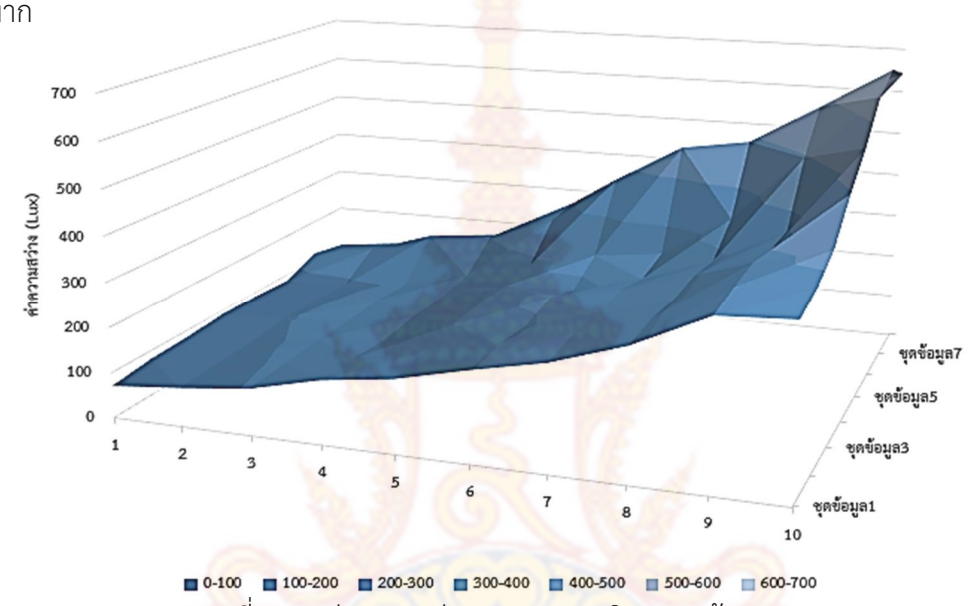
ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความสว่างแสงปรระดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31302

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	796	1023	1015	1139	1133	1177	1128	1003
	884	1185	1235	1313	1355	1361	1308	1222
	1044	1272	1324	1395	1448	1442	1448	1342
	1081	1339	1405	1449	1490	1484	1432	1365
	1083	1341	1471	1473	1476	1540	1532	1434
	1041	1386	1503	1481	1505	1584	1572	1456
	1047	1342	1463	1490	1541	1628	1568	1331
	1102	1365	1495	1428	1556	1621	1621	1383
	1115	1306	1488	1380	1513	1535	1597	1277
	971	1224	1401	1306	1328	1490	1665	1315
$\bar{X}$	1016.40	1278.30	1380.00	1385.40	1434.50	1486.20	1487.10	1312.80
SD	103.35	109.76	154.07	108.52	129.44	135.96	164.32	128.90

จากตารางที่ 4.12 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องเรียน 31302 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้อง

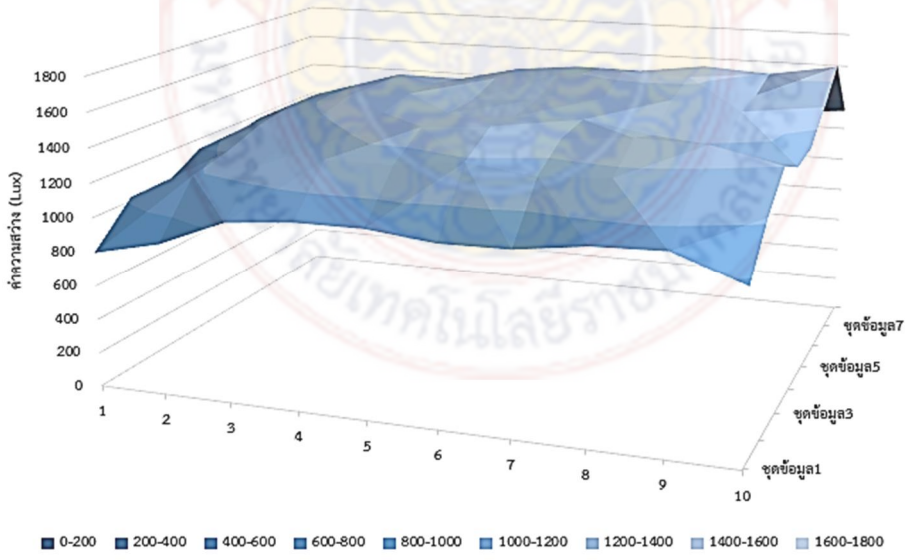
บรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 8 ชุดข้อมูล 80 จุด ที่ทั้ง 8 ชุดข้อมูล

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์ในห้องเรียน 31302 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลทั้ง 8 ชุด มีค่าความไม่สม่ำเสมอ ความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์ที่สูงมาก แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์ และมีค่าค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างเกินค่ามาตรฐานที่สูงมาก



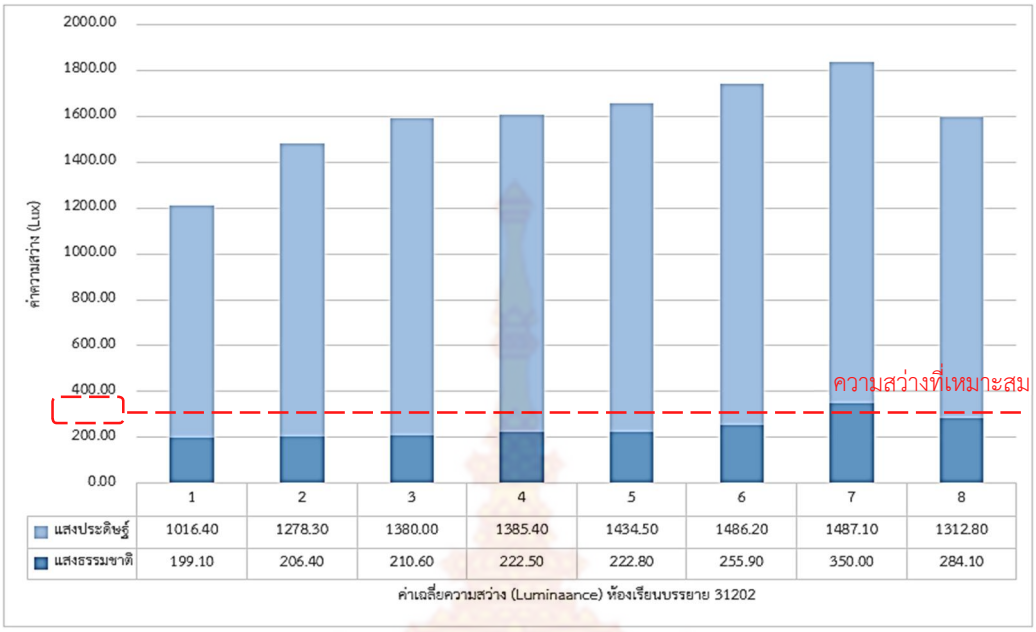
ภาพที่ 4.50 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31302

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.51 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31302

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.52 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31302

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.53 บรรยากาศห้องเรียน 31302

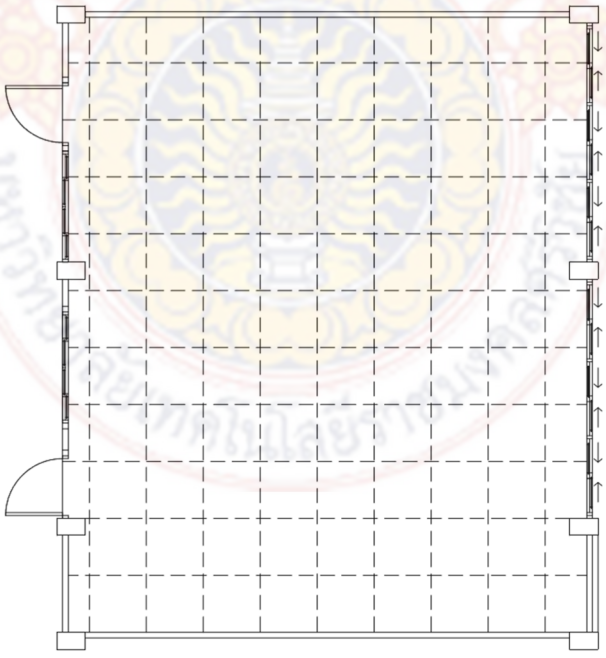
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31302 ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเกือบผ่านเกณฑ์มาตรฐานต่อการใช้ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และหากมีการปรับปรุงช่องแสงหรือหิ้งสะท้อนแสงจะช่วยดึงแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาภายในห้องเรียนได้มากขึ้น

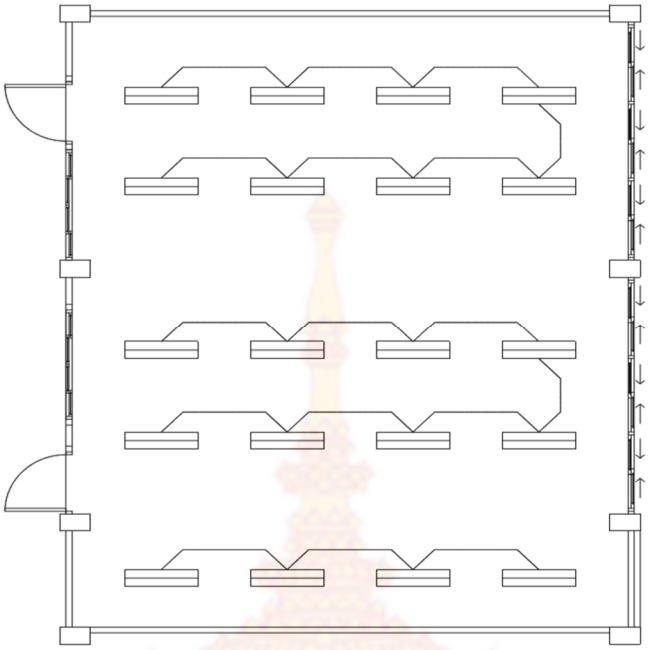
ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31302 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและเกินเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux อย่างไรก็ตามมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.7 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องปฏิบัติการออกแบบและเขียนแบบ 31303

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31303 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในการเรียนวิชาออกแบบและเขียนแบบประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

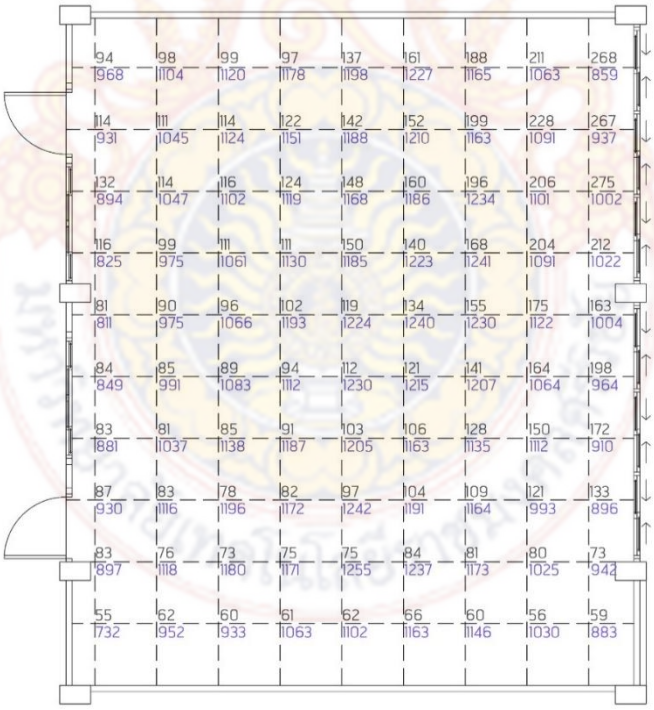


ภาพที่ 4.54 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องปฏิบัติการออกแบบและเขียนแบบ 31303
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.55 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31303

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.56 ผังห้องเรียน 31303 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31303

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	94	98	99	97	137	161	188	211	268
	114	111	114	122	142	152	199	228	267
	132	114	116	124	148	160	196	206	275
	116	99	111	111	150	140	168	204	212
	81	90	96	102	119	134	155	175	163
	84	85	89	94	112	121	141	164	198
	83	81	85	91	103	106	128	150	172
	87	83	78	82	97	104	109	121	133
	83	76	73	75	75	84	81	80	73
	55	62	60	61	62	66	60	56	59
$\bar{X}$	92.90	89.90	92.10	95.90	114.50	122.80	142.50	159.50	182.00
SD	22.10	15.98	18.63	20.24	30.60	32.47	48.14	58.07	77.67

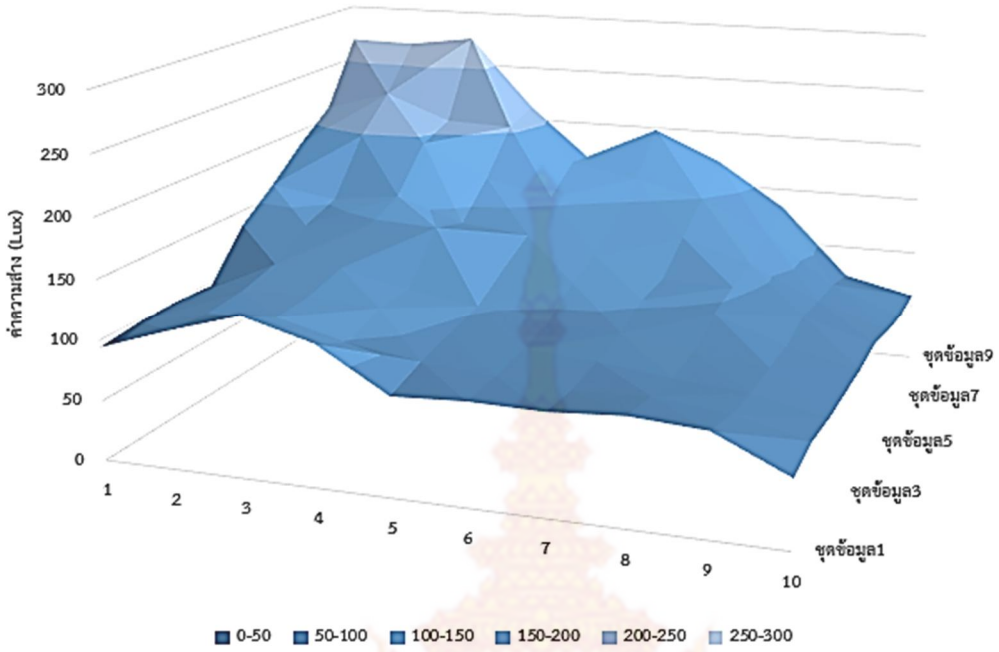
จากตารางที่ 4.13 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องปฏิบัติการออกแบบและเขียนแบบ 31303 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 90 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มสว่างแสงธรรมชาติปรากฏว่า ค่าแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานหากไม่ใช้ความสว่างแสงประดิษฐ์จะไม่สามารถใช้สำหรับการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในห้องปฏิบัติการออกแบบและเขียนแบบ 31303 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลทั้ง 9 ชุด มีค่าความไม่สม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในห้องนี้คือ จุดที่ 9 มีค่า SD 77.67 ที่ค่าเฉลี่ยความสว่างแสงธรรมชาติสูงสุดเท่ากับ 182.00 Lux ทั้งนี้หากมีการปรับปรุงช่องแสงหรือหิ้งสะท้อนแสงจะช่วยดึงแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาภายในห้องเรียนได้มากขึ้น

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31303

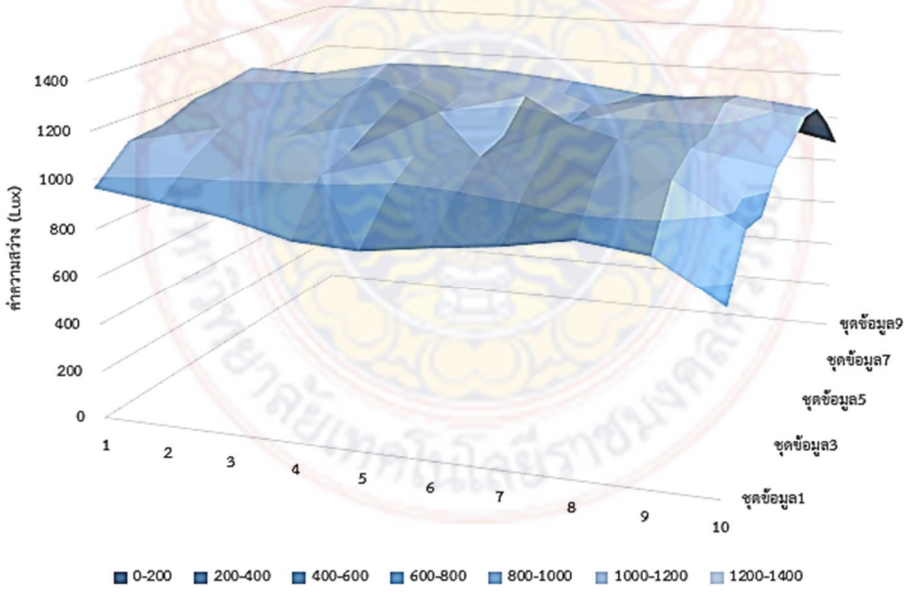
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	968	1104	1120	1178	1198	1227	1165	1063	859
	931	1045	1124	1151	1188	1210	1163	1091	937
	894	1047	1102	1119	1168	1186	1234	1101	1002
	825	1026	1061	1130	1185	1223	1241	1091	1022
	811	975	1066	1193	1224	1240	1230	1122	1004
	849	991	1083	1112	1230	1215	1207	1064	964
	881	1037	1138	1187	1205	1163	1135	1112	910
	930	1116	1196	1172	1242	1191	1164	993	896
	897	1118	1180	1171	1255	1237	1173	1025	942
	732	952	933	1063	1102	1163	1146	1030	883
$\bar{X}$	871.80	1041.10	1100.30	1147.60	1199.70	1205.50	1185.80	1069.20	941.90
SD	69.37	58.30	73.71	41.16	43.83	28.41	38.77	42.09	55.64

จากตารางที่ 4.14 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องปฏิบัติการออกแบบ และเขียนแบบ 31303 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 90 จุด พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานมาก ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 6 มีค่าความไม่สม่ำเสมอของความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด เท่ากับ 69.37 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด และมีค่าเฉลี่ยความสว่างแสงประดิษฐ์สูงสุดในชุดข้อมูลที่ 6 เท่ากับ 1205.50 Lux



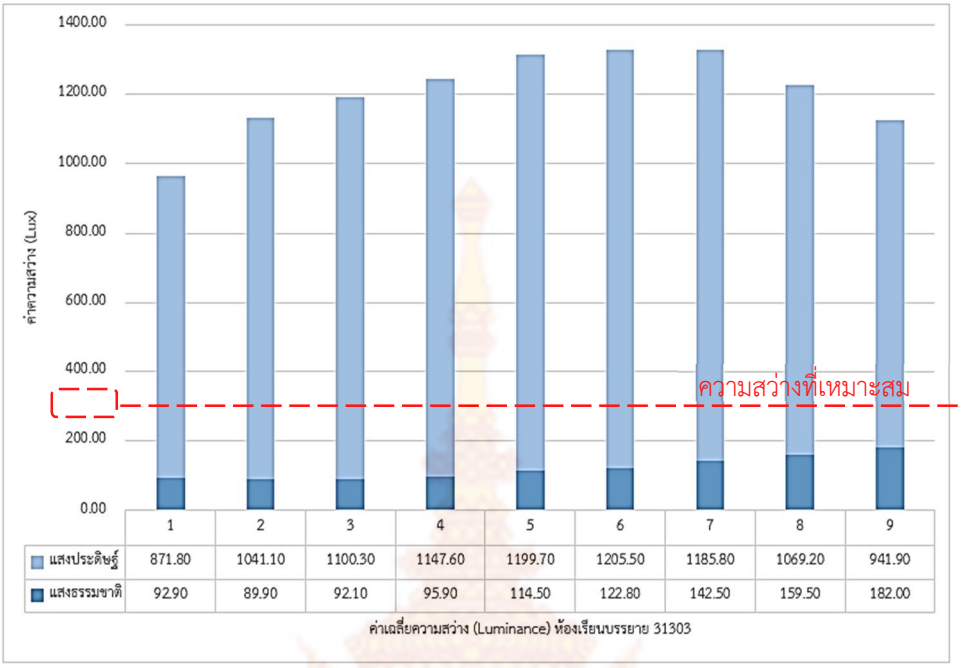
ภาพที่ 4.57 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31303

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.58 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31303

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.59 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31303

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.60 บรรยากาศห้องเรียน 31303

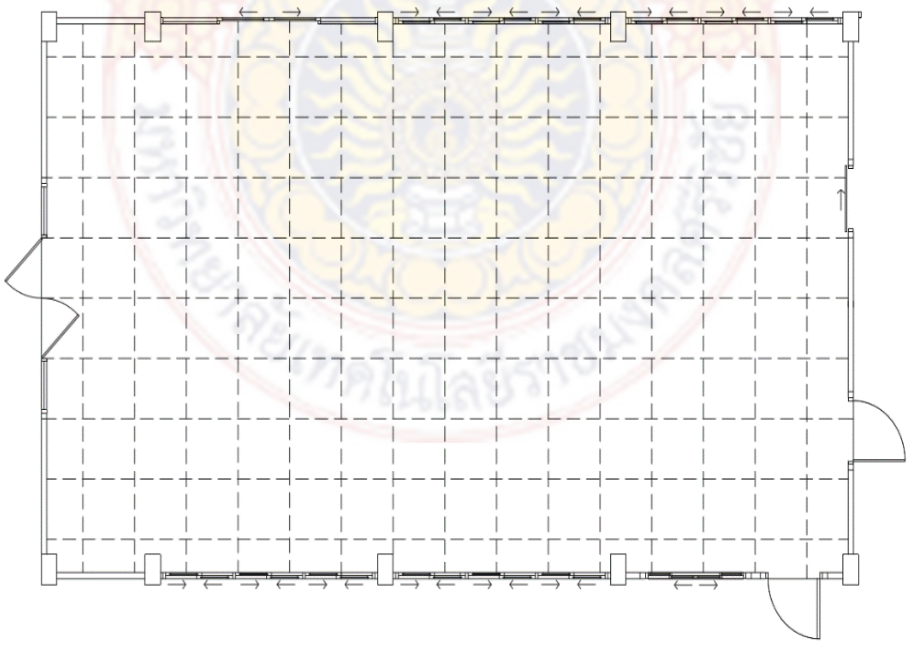
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องปฏิบัติการออกแบบ และเขียนแบบ 31303 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และลดการสูญเสียแสงสว่างไปอย่างเปล่าประโยชน์ ทั้งนี้หากมีการปรับปรุงช่องแสงหรือหิ้งสะท้อนแสงจะช่วยดึงแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาภายในห้องเรียนได้มากขึ้น

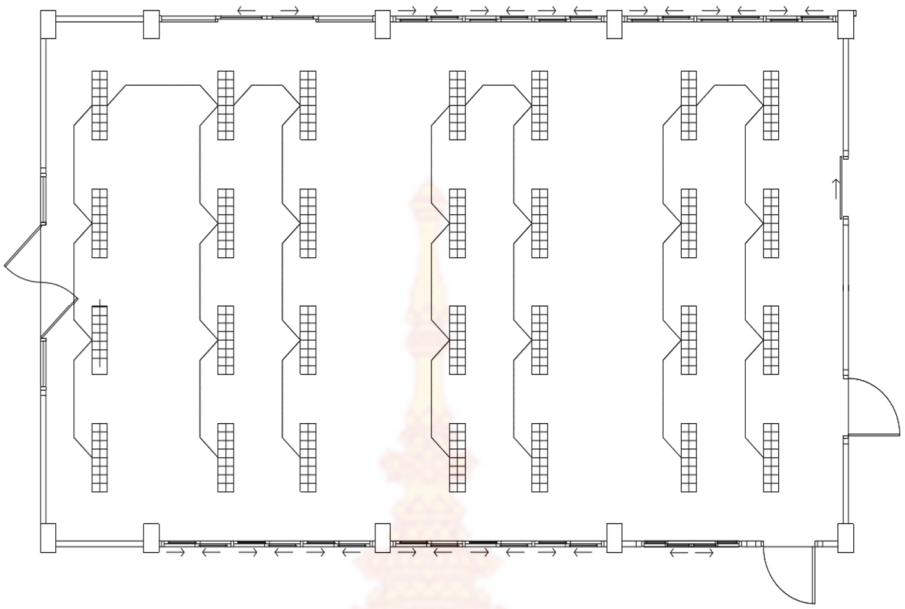
ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31303 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานมาก เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux และมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตาเพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.8 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องปฏิบัติการออกแบบและเขียนแบบ 31304

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้อง 31304 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาออกแบบและเขียนแบบ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

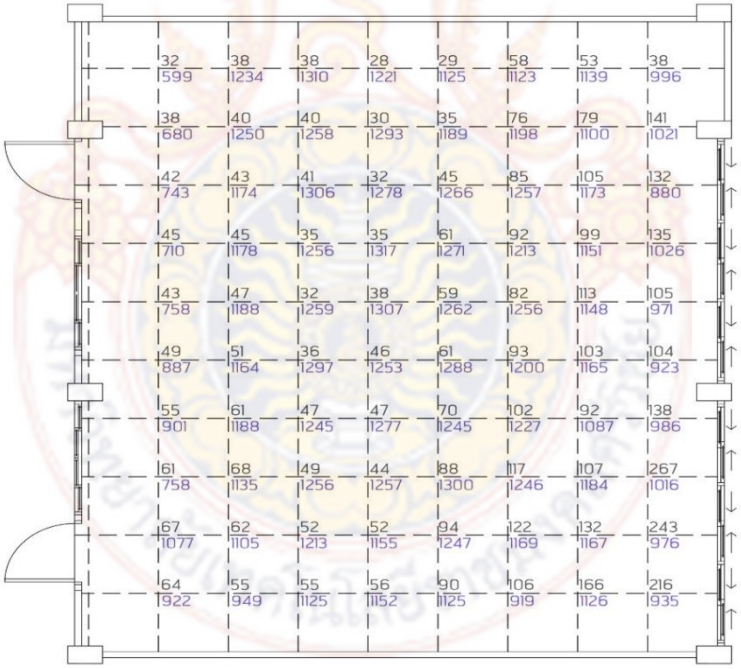


ภาพที่ 4.61 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31304
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.62 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31304

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.63 ผังห้องเรียน 31304 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31304

ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	32	38	38	28	29	58	53	38
	38	40	40	30	35	76	79	141
	42	43	41	32	45	85	105	132
	45	45	35	35	61	92	99	135
	43	47	32	38	59	82	113	105
	49	51	36	46	61	93	103	104
	55	61	47	47	70	102	92	138
	61	68	49	44	88	117	107	267
	67	62	52	52	94	122	132	243
	64	55	55	56	90	106	166	216
$\bar{X}$	49.60	51.00	42.50	40.80	63.20	93.30	104.90	151.90
SD	11.72	10.18	7.79	9.61	22.73	19.34	30.01	70.01

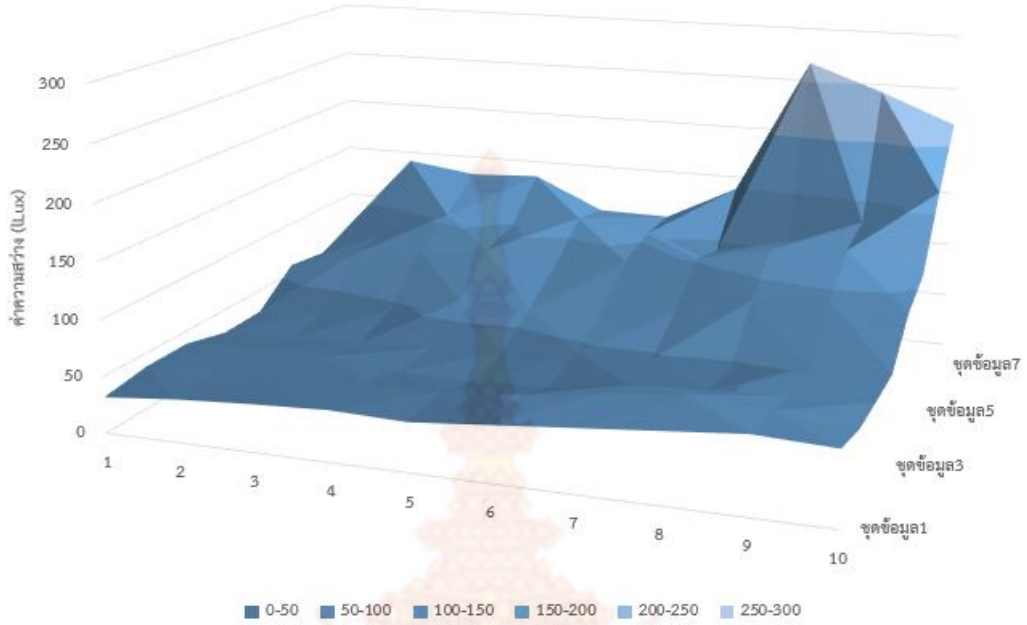
จากตารางที่ 4.15 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31304 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 90 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯ ปรากฏว่า ค่าแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานหากไม่ใช้ความสว่างแสงประดิษฐ์จะไม่สามารถใช้สำหรับการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียน 31304 ซึ่งใช้ในการเรียน การปฏิบัติการออกแบบ และเขียนแบบสถาปัตยกรรม พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 3 มีค่าความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด เท่ากับ 7.79 ที่ ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงธรรมชาติที่ 42.50 Lux และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 9 เท่ากับ 70.01 แสดงถึงการกระจายที่ไม่สม่ำเสมอของข้อมูลความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงเท่ากับ 151.90 Lux

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31304

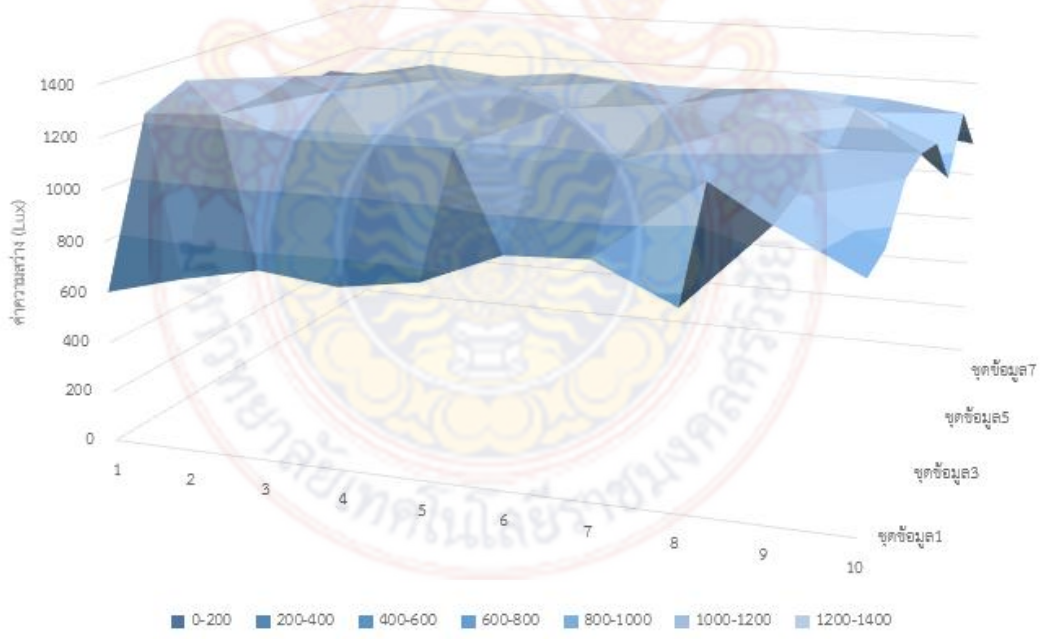
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	599	1234	1310	1221	1125	1123	1139	996
	680	1250	1258	1293	1189	1198	1100	1021
	743	1174	1306	1278	1266	1257	1173	880
	710	1178	1256	1317	1271	1213	1151	1026
	758	1188	1259	1307	1262	1256	1148	971
	887	1164	1297	1253	1288	1200	1165	923
	901	1188	1245	1277	1245	1227	1087	986
	758	1135	1256	1257	1300	1246	1184	1016
	1077	1105	1213	1155	1247	1169	1167	976
	922	949	1125	1152	1125	919	1126	935
$\overline{X}$	803.50	1156.50	1252.50	1251.00	1231.80	1180.80	1144.00	973.00
SD	141.00	84.15	53.87	58.33	63.66	100.87	31.64	47.45

จากตารางที่ 4.16 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องเรียน 31304 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 90 จุด พบว่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างเกินค่ามาตรฐานสูงถึง 1252.50 Lux และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) แสดงให้เห็นถึงการกระจายของค่าความเข้มแสงสว่างประดิษฐ์ที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีค่าสูงมากถึง 141.00



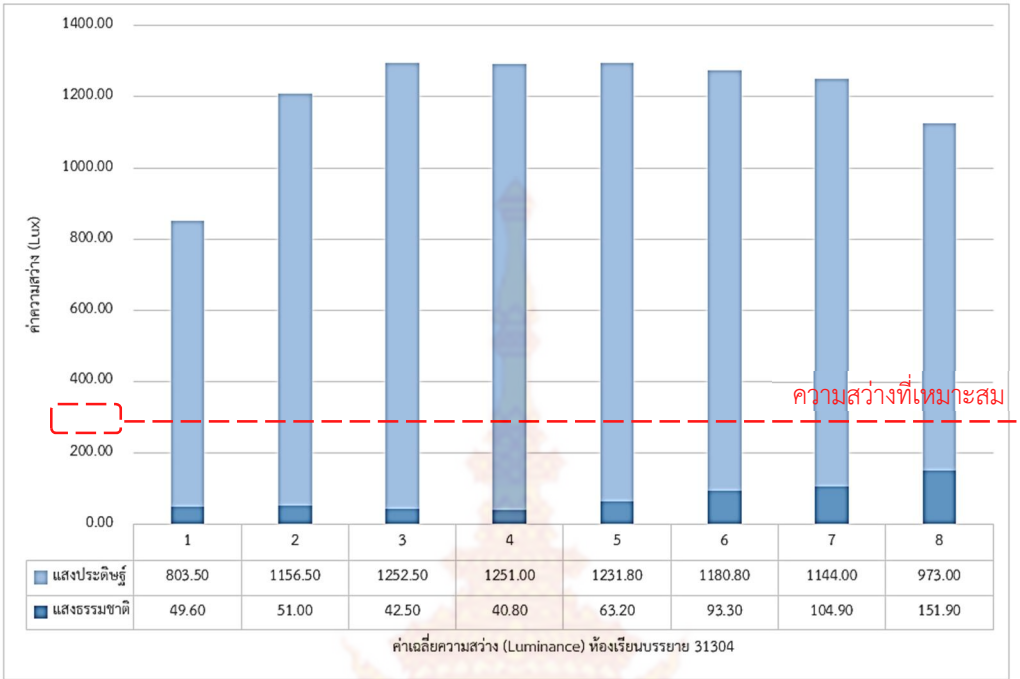
ภาพที่ 4.64 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562) (Lux) ห้อง 31304



ภาพที่ 4.65 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31304

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.66 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31304

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.67 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31304

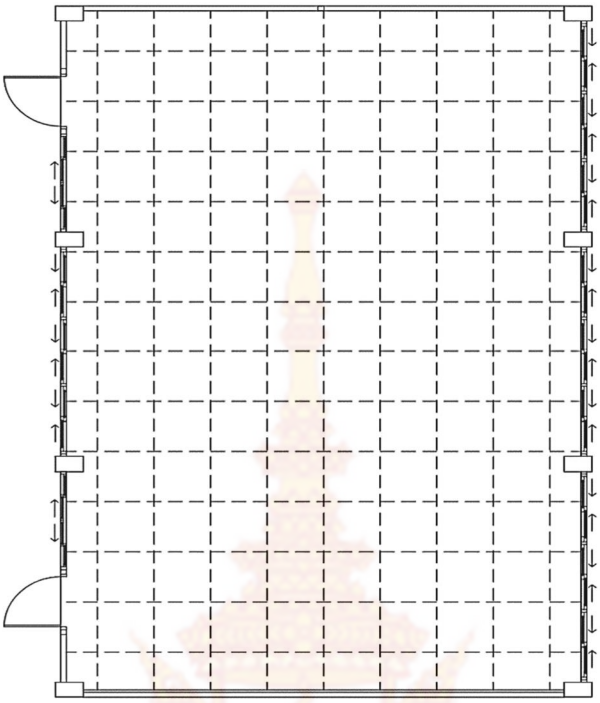
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31304 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อพิจารณาแสงประดิษฐ์ภายในห้องปฏิบัติการพบว่ามีค่าแสงสว่างที่สูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก

ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31304 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

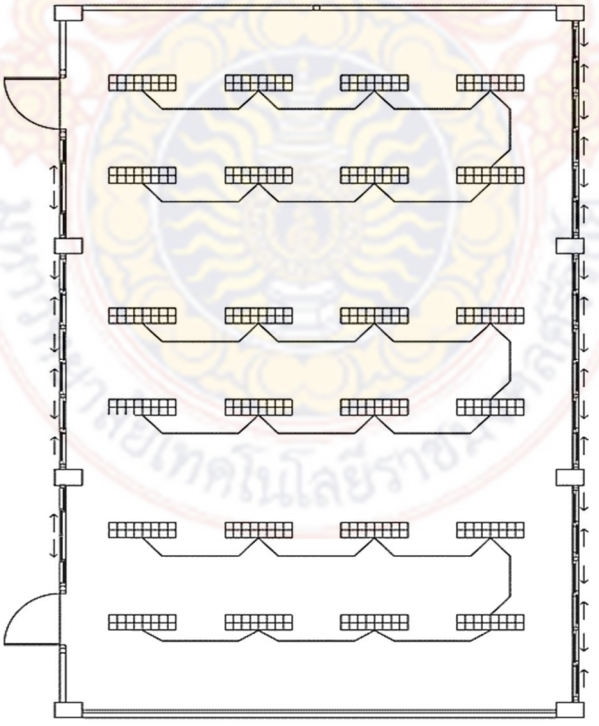
4.3.9 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องเรียน 31401

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31401 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยสำหรับห้องปฏิบัติการเขียนแบบประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้



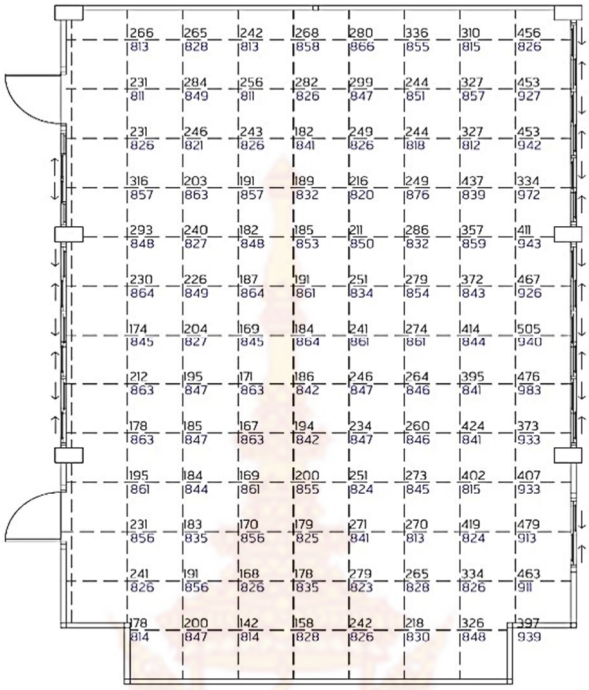
ภาพที่ 4.68 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31401

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.69 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31401

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.70 ผังห้องเรียน 31401 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31401

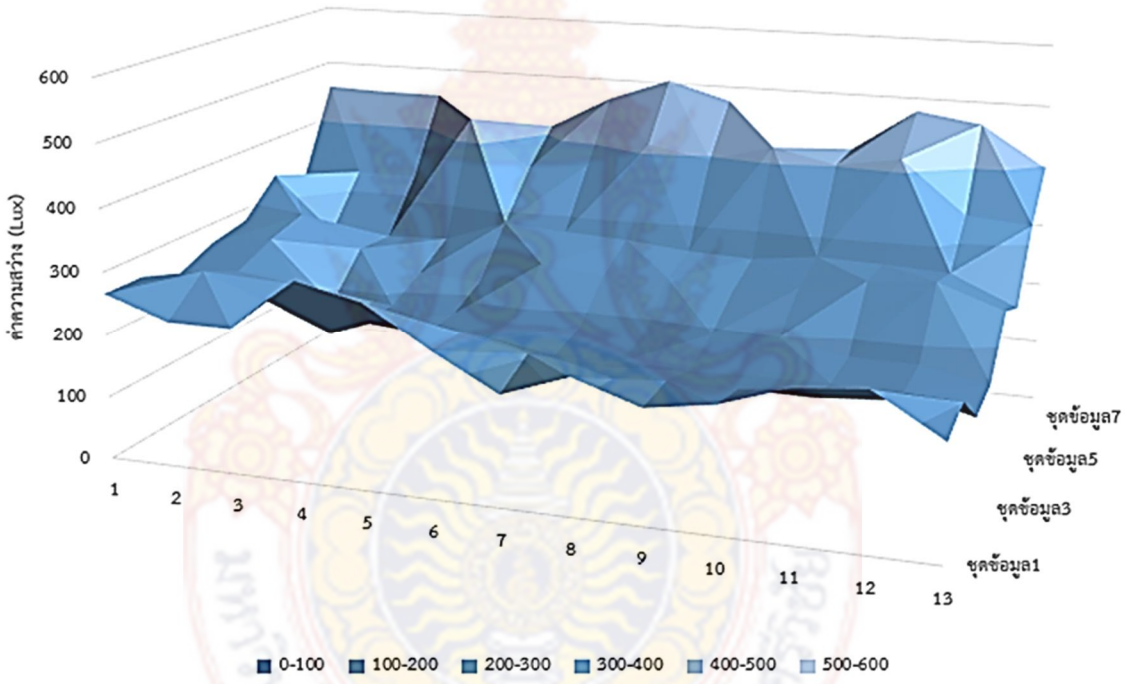
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	266	265	242	268	280	336	310	456
	231	284	256	282	299	244	327	453
	231	246	243	182	249	244	327	453
	316	203	191	189	216	249	437	334
	293	240	182	185	211	286	357	411
	230	226	187	191	251	279	372	467
	174	204	169	184	241	274	414	505
	212	195	171	186	246	264	395	476
	178	185	167	194	234	260	424	373
	195	184	169	200	251	273	402	407
	231	183	170	179	271	270	419	479
	241	191	168	178	279	265	334	463
	178	200	142	158	242	218	326	397
$\overline{X}$	228.92	215.85	189.00	198.15	251.54	266.31	372.62	436.46
SD	43.65	33.30	35.23	35.63	25.25	27.69	44.73	48.51

จากตารางที่ 4.17 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31401 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ และจุดที่ความเข้มของแสงสว่างต่ำสุดไม่น้อยกว่า 150 Lux ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 8 ชุดข้อมูล 104 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯ พบว่า ค่าความสว่างแสงธรรมชาติผ่านเกณฑ์มาตรฐานในชุดข้อมูลที่ 7 และ 8 ตามลำดับ สำหรับข้อมูลในชุดที่ 1 2 3 4 5 และ 6 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่จุดความเข้มแสงสว่างต่ำสุดไม่ต่ำกว่า 150 Lux สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลทั้ง 8 ชุด พบว่าความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมีการกระจายตัวมากที่สุดในชุดข้อมูลที่ 8 สูงถึง 48.51 ที่ค่าเฉลี่ยความสว่างแสงธรรมชาติ 436.46 Lux แต่อย่างไรก็ตามค่าของแสงสว่างควรมีค่าผ่านมาตรฐานทุกจุด

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31401

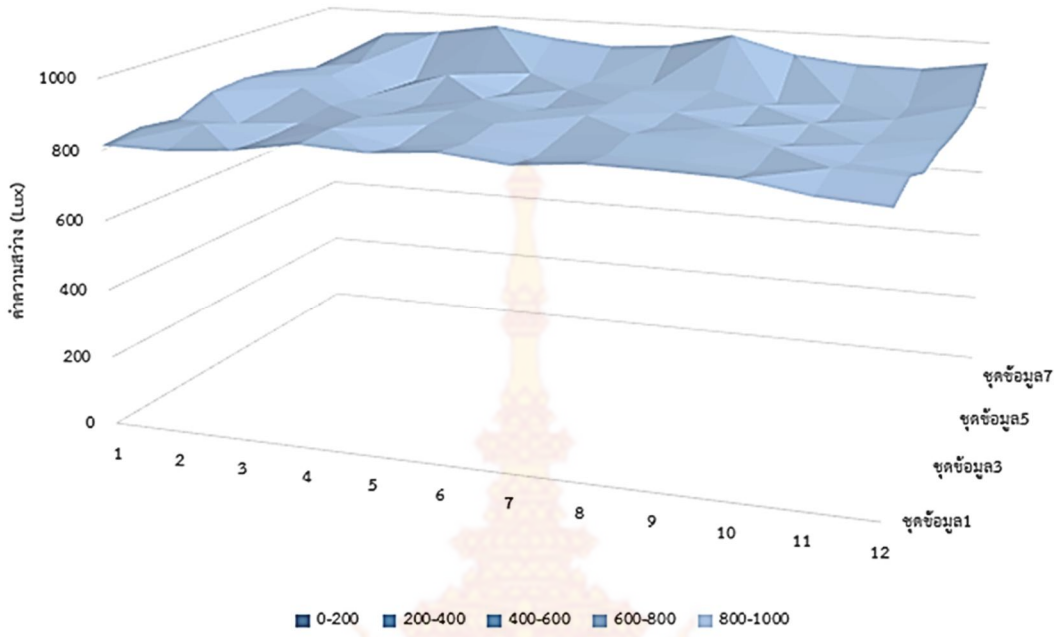
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	813	828	813	858	866	855	815	826
	811	849	811	826	847	851	857	927
	826	821	826	841	826	818	812	942
	857	863	857	832	820	876	839	972
	848	827	848	853	850	832	859	943
	864	849	864	861	834	854	843	926
	845	827	845	864	861	861	844	940
	863	847	863	842	847	846	841	983
	861	844	861	855	824	845	815	933
	856	835	856	825	841	813	824	913
	826	856	826	835	823	828	826	911
	814	847	814	828	826	830	848	939
$\bar{X}$	840.33	841.08	840.33	843.33	838.75	842.42	835.25	929.58
SD	20.93	13.19	20.93	14.34	15.58	18.56	16.39	38.81

จากตารางที่ 4.18 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องเรียน 31401 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 8 ชุดข้อมูล 96 จุด โดยเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างผ่านเกินค่ามาตรฐานทั้ง 8 ชุดข้อมูล โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์สูงสุดที่ 929.58 Lux และพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 8 มีค่าความไม่สม่ำเสมอของความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด คือ 38.81 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด



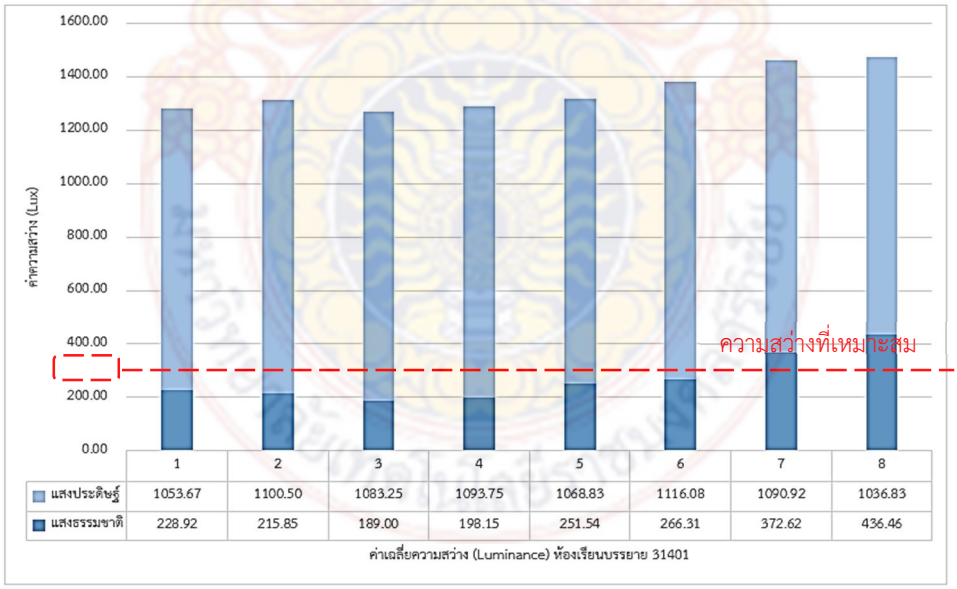
ภาพที่ 4.71 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31401

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.72 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31401

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.73 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31401

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.74 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31401

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31401 ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

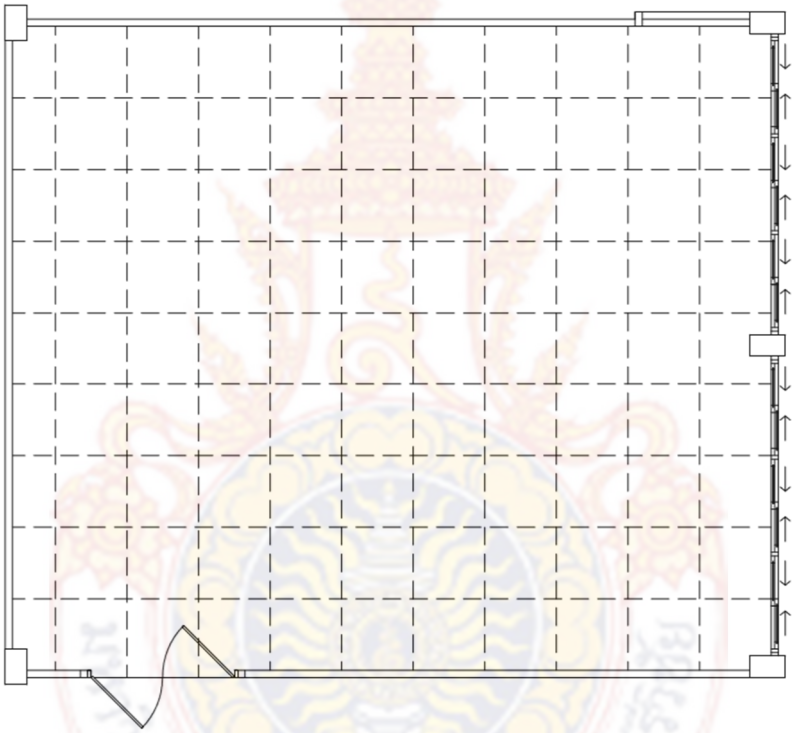
ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31401 ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งานทั่วบริเวณห้องปฏิบัติการเขียนแบบ โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ต่ำสุดและบางตำแหน่งได้รับปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่เกินเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้อง 31401 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux

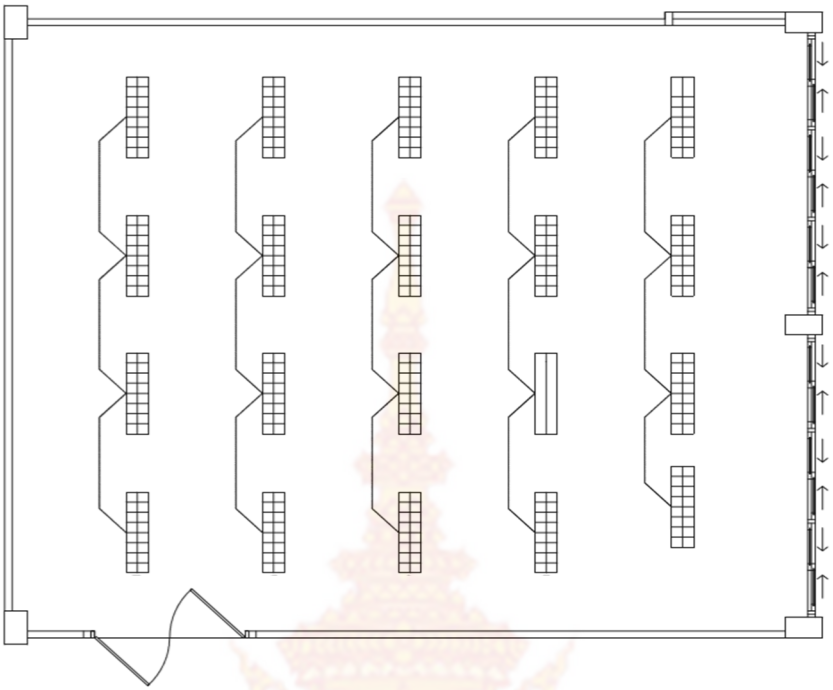
และเนื่องจากห้องบรรยายรวมมีการใช้งานจริงในหลากหลายกิจกรรม เช่น การนำเสนอผลงานนักศึกษา การสอบ การเรียนการสอน และการเขียนแบบเชิงปฏิบัติการ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอน

4.3.10 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องเรียน 31403

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31403 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในการปฏิบัติการเขียนแบบประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

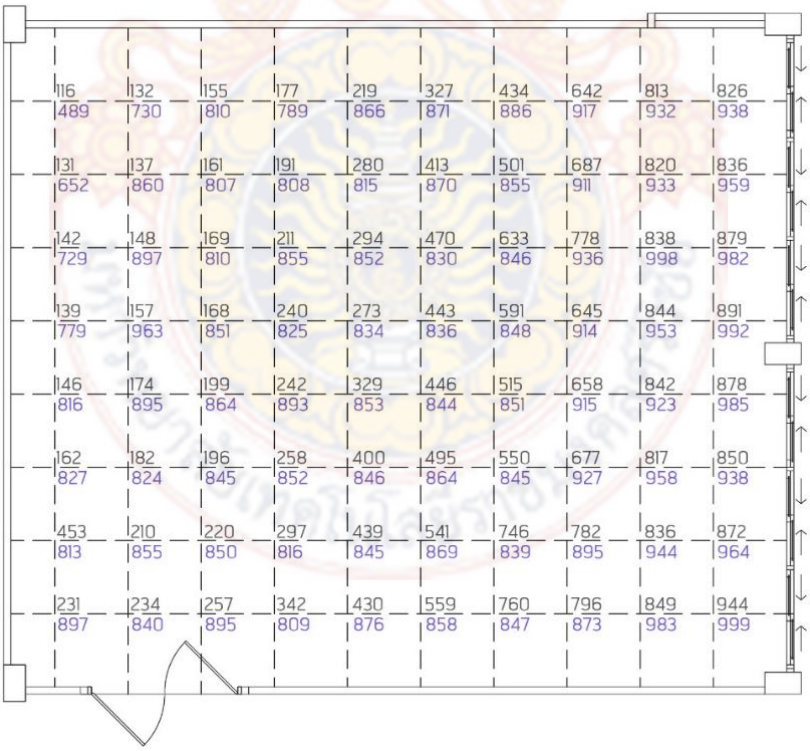


ภาพที่ 4.75 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน และบรรยาย 31403
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.76 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31403

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.77 ผังห้องเรียน 31403 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31403

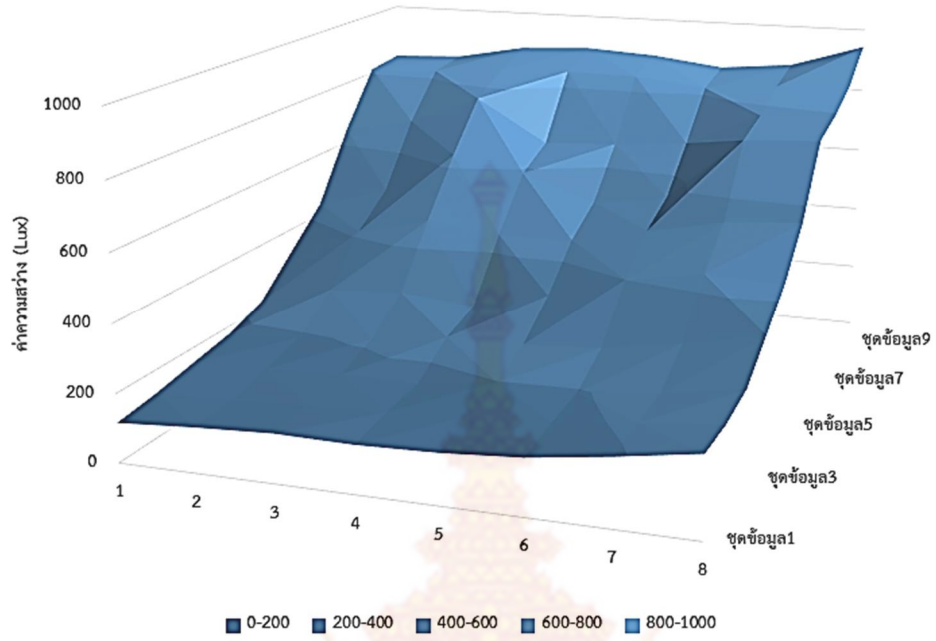
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	116	132	155	177	219	327	434	642	813	826
	131	137	161	191	280	413	501	687	820	836
	142	148	169	211	294	470	633	778	838	879
	139	157	168	240	273	443	591	645	844	891
	146	174	199	242	329	446	515	658	842	878
	162	182	196	258	400	495	550	677	817	850
	194	210	220	297	439	541	746	782	836	872
	231	234	257	342	430	559	760	796	849	944
$\bar{X}$	157.63	171.75	190.63	244.75	333.00	461.75	591.25	708.13	832.38	872.00
SD	37.60	35.89	34.83	54.79	81.13	73.72	116.22	65.84	13.70	36.89

จากตารางที่ 4.19 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31403 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ และจุดที่ความเข้มของแสงสว่างต่ำสุดไม่น้อยกว่า 150 Lux ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 10 ชุดข้อมูล 80 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯ พบว่า ค่าความสว่างแสงธรรมชาติผ่านเกณฑ์มาตรฐานในชุดข้อมูลที่ 5 6 7 8 9 และ 10 ตามลำดับ สำหรับข้อมูลในชุดที่ 1 2 3 และ 4 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่จุดความเข้มแสงสว่างต่ำสุดไม่ต่ำกว่า 150 Lux สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลทั้ง 10 ชุด พบว่ามีความไม่สม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมีการกระจายตัวมากที่สุดในชุดข้อมูลที่ 7 สูงถึง 116.22 และมีค่าความเข้มสว่างแสงธรรมชาติในชุดข้อมูลที่ 10 สูงถึง 872.00 Lux

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31403

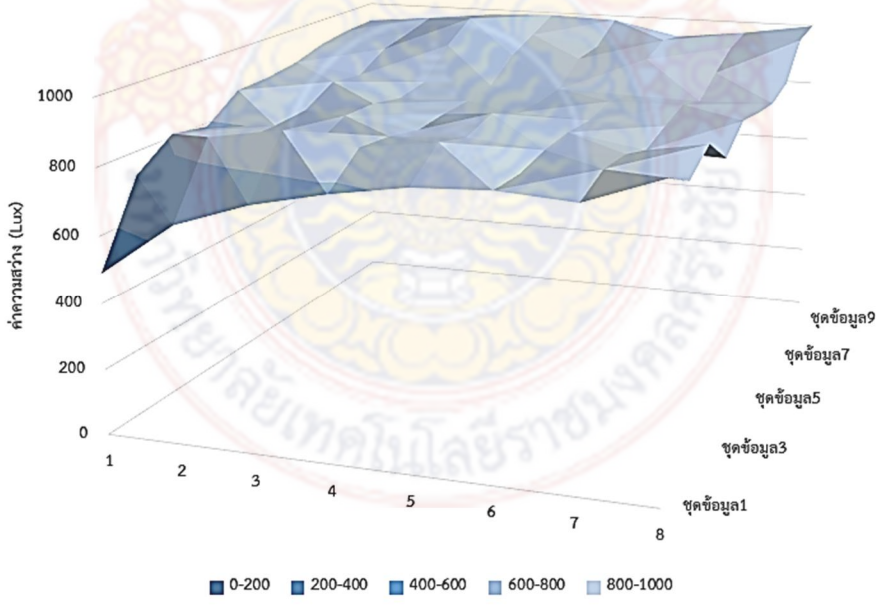
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	489	730	810	789	866	871	886	917	932	938
	652	860	807	808	815	870	855	911	933	959
	729	897	810	855	852	830	846	936	998	982
	779	863	851	825	834	836	848	914	953	992
	816	895	864	893	853	844	851	915	923	985
	827	824	845	852	846	864	845	927	958	938
	813	855	850	816	845	869	839	895	944	964
	897	840	895	809	876	858	847	873	983	999
$\bar{X}$	750.25	845.50	841.50	830.88	848.38	855.25	852.125	911.00	953.00	969.63
SD	128.10	52.84	30.98	33.59	18.69	16.36	14.45	19.43	26.11	23.60

จากตารางที่ 4.20 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องเรียน 31403 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 10 ชุดข้อมูล 80 จุด โดยเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างผ่านเกินค่ามาตรฐานทั้ง 10 ชุดข้อมูล โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์สูงสุดที่ 969.63 Lux และพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 1 มีค่าความไม่สม่ำเสมอของความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด คือ 128.10 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงเท่ากับที่ค่าเฉลี่ยความสว่างแสงประดิษฐ์ที่ 750.25 Lux



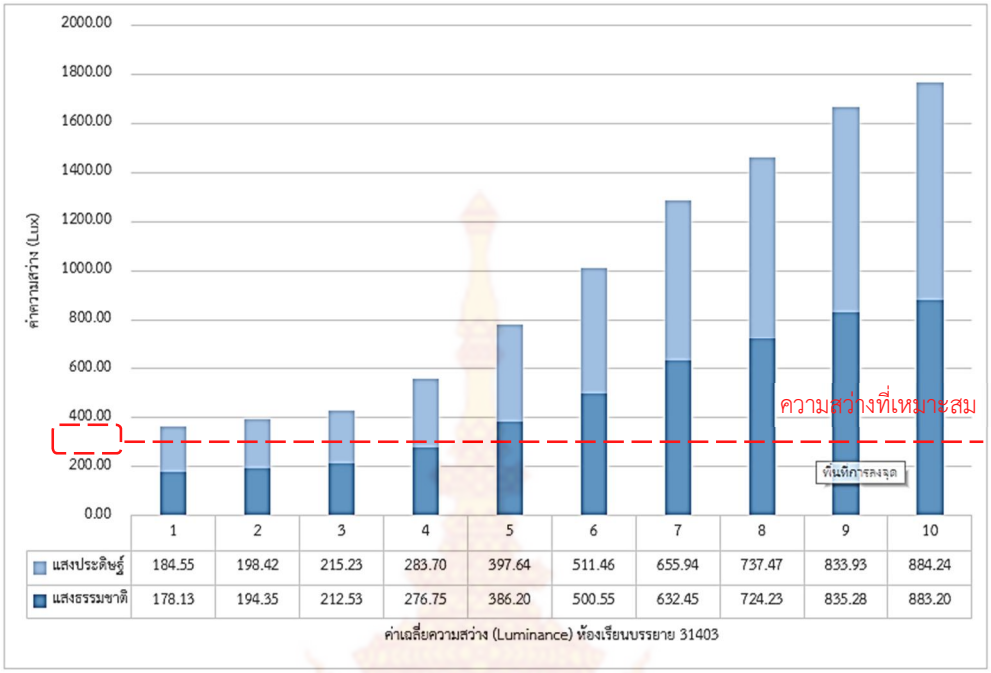
ภาพที่ 4.78 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31403

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.79 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31403

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.80 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31403

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.81 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31403

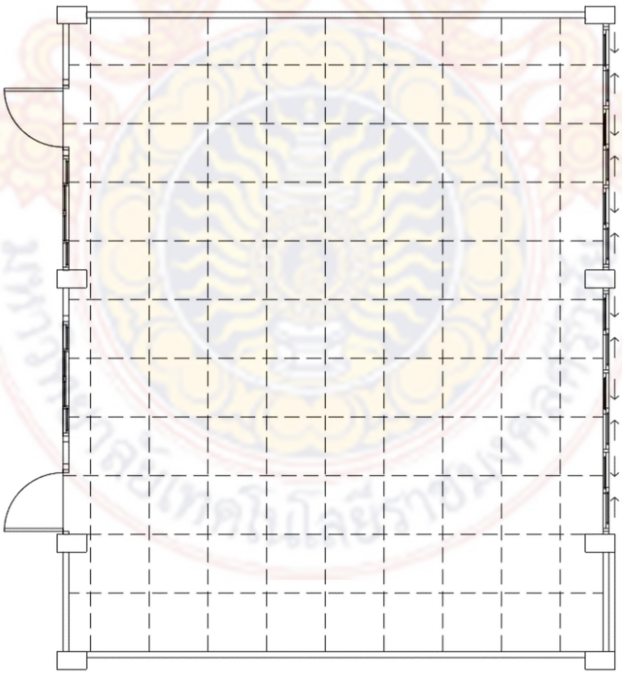
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31403 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

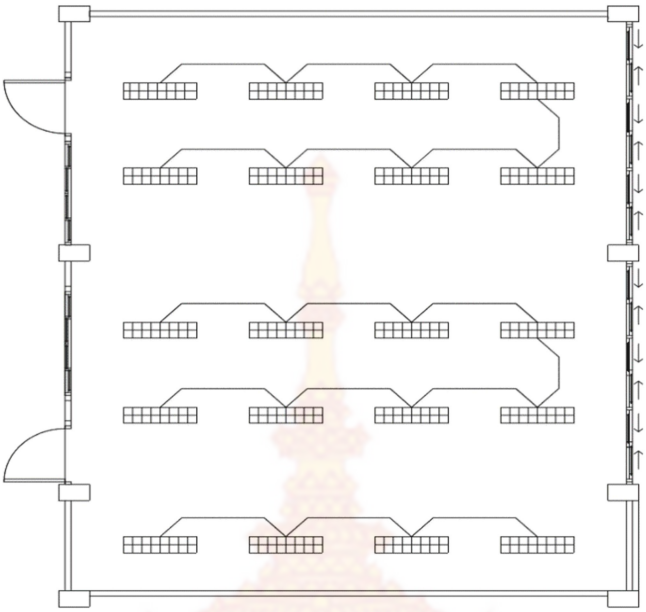
ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31403 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา โดยมีค่าเฉลี่ยของแสงทุกจุดเท่าเทียมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอน

4.3.11 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องเรียน 31404

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31404 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยสำหรับปฏิบัติการเขียนแบบประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

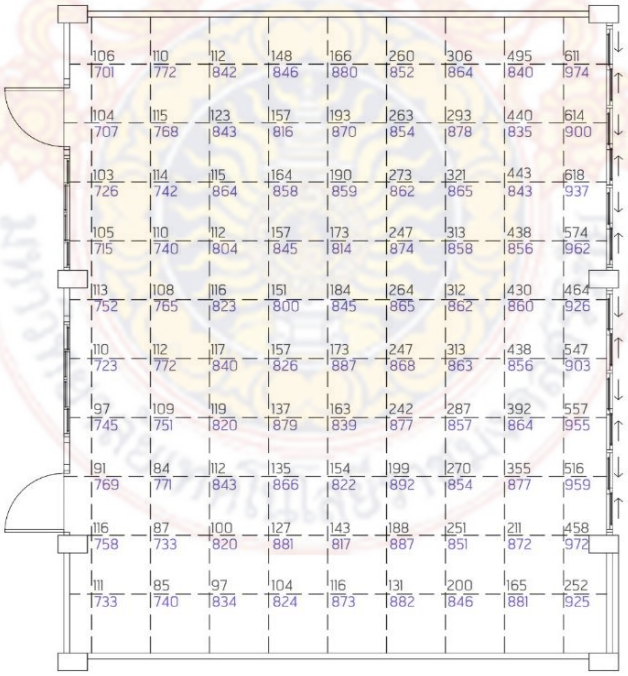


ภาพที่ 4.82 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31404
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.83 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31404

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.84 ผังห้องเรียน 31404 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31404

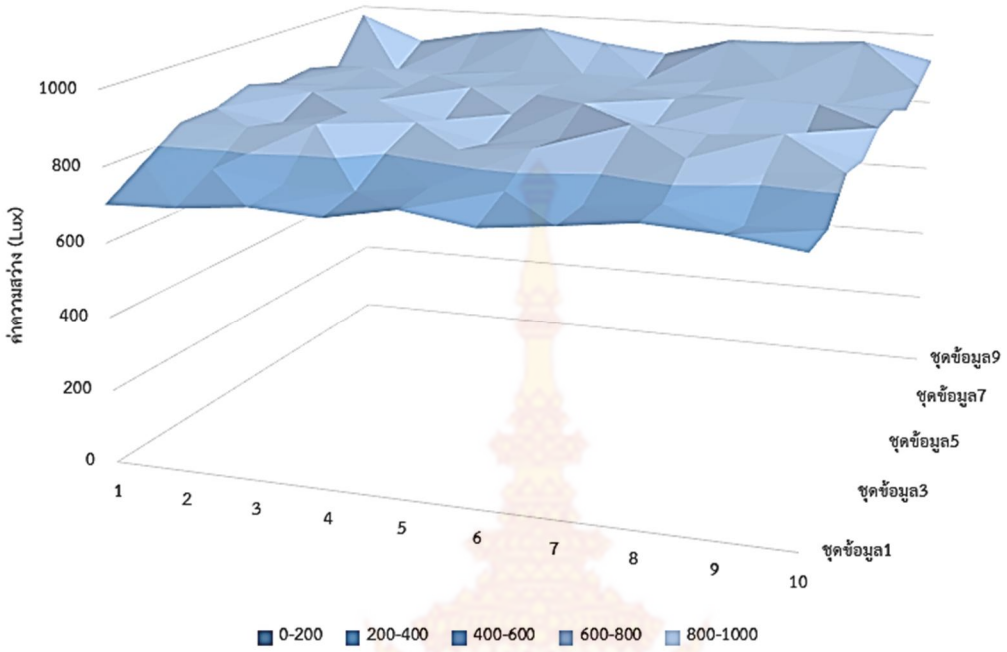
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	106	110	112	148	166	260	306	495	611
	104	115	123	157	193	263	293	440	614
	103	114	115	164	190	273	321	443	618
	105	110	112	157	173	247	313	438	574
	113	108	116	151	184	264	312	430	464
	110	112	117	157	173	247	313	438	547
	97	109	119	137	163	242	287	392	557
	91	84	112	135	154	199	270	355	516
	116	87	100	127	143	188	251	211	458
	111	85	97	104	116	131	200	165	252
$\bar{X}$	105.60	103.40	112.30	143.70	165.50	231.40	286.60	380.70	521.10
SD	8.50	13.23	8.11	19.84	24.06	47.74	41.72	110.34	113.17

จากตารางที่ 4.21 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31404 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ และจุดที่ความเข้มของแสงสว่างต่ำสุดไม่น้อยกว่า 150 Lux ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 90 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯ พบว่า ค่าความสว่างแสงธรรมชาติผ่านเกณฑ์มาตรฐานในชุดข้อมูลที่ 8 และ 9 คือ 380.70 Lux และ 521.10 Lux ตามลำดับ สำหรับข้อมูลในชุดที่ 1 - 7 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่จุดความเข้มแสงสว่างต่ำสุดไม่ต่ำกว่า 150 Lux มีจำนวน 3 ชุดข้อมูล สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลทั้ง 9 ชุด พบว่ามีความไม่สม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมีการกระจายตัวมากที่สุดในชุดข้อมูลที่ 8 สูงถึง 110.34

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31404

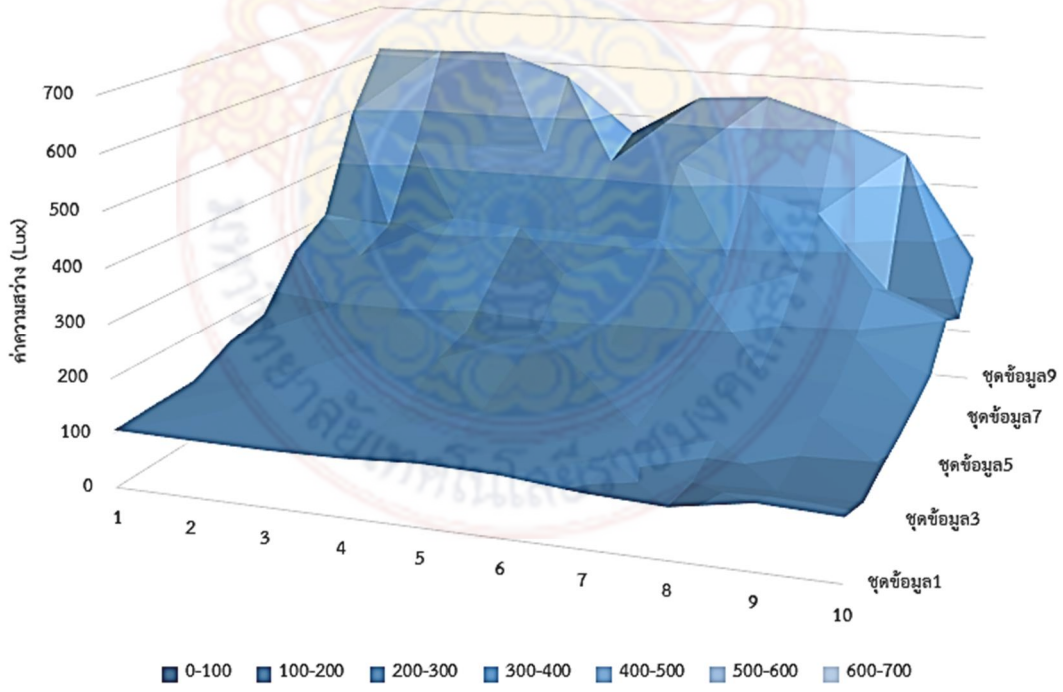
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	701	772	842	846	880	852	864	840	974
	707	768	843	816	870	854	878	835	900
	726	742	864	858	859	862	865	843	937
	715	740	804	845	814	874	858	856	962
	752	765	823	800	845	865	862	860	926
	723	772	840	826	887	868	863	856	903
	745	751	820	879	839	877	857	864	955
	769	771	843	866	822	892	854	877	959
	758	733	820	881	817	887	851	872	972
	733	740	834	824	873	882	846	881	925
$\bar{X}$	732.90	755.40	833.30	844.10	850.60	871.30	859.80	858.40	941.30
SD	18.87	15.49	18.35	28.89	26.86	10.68	6.46	12.57	23.45

จากตารางที่ 4.22 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องเรียน 31404 ซึ่งเป็นห้องเรียนทางทิศตะวันออก การตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 9 ชุดข้อมูล 90 จุด โดยเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างผ่านเกินค่ามาตรฐานทั้ง 10 ชุดข้อมูล โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์สูงสุดที่ 969.63 Lux และพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 1 มีค่าความไม่สม่ำเสมอของความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด คือ 128.10 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงเท่ากับที่ค่าเฉลี่ยความสว่างแสงประดิษฐ์ที่ 750.25 Lux



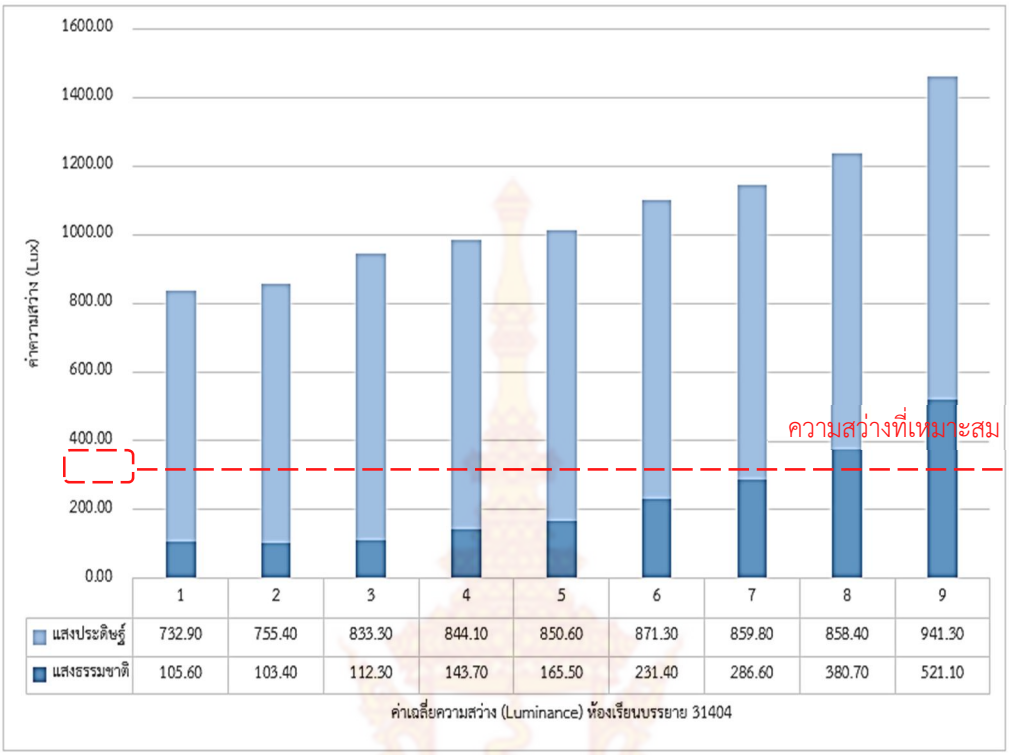
ภาพที่ 4.85 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31404

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.86 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31404

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.87 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31404

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 4.88 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31404

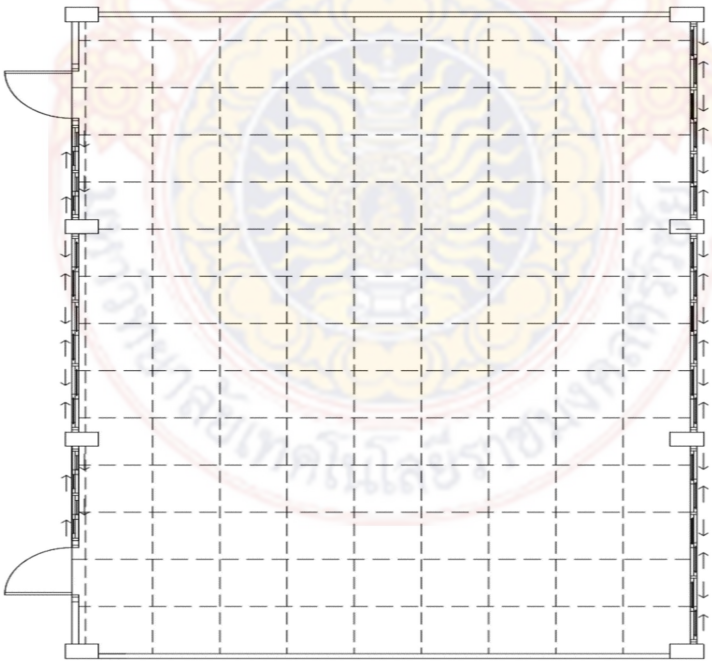
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31404 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

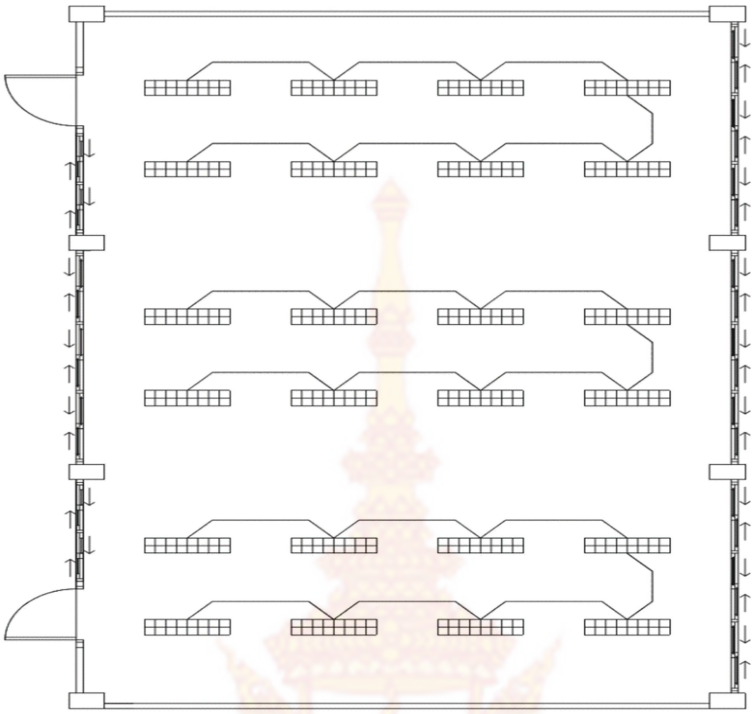
ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31401 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux และเนื่องจากห้องบรรยายรวมมีการใช้งานจริงในหลากหลายกิจกรรม เช่น การนำเสนอผลงานนักศึกษา การสอบ การเรียนการสอน และการเขียนแบบเชิงปฏิบัติการ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอน

4.3.12 ผลการศึกษาค่าความสว่างห้องเรียน 31406

การสำรวจลักษณะทางกายภาพห้องเรียน 31406 ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยสำหรับปฏิบัติการออกแบบ และเขียนแบบประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

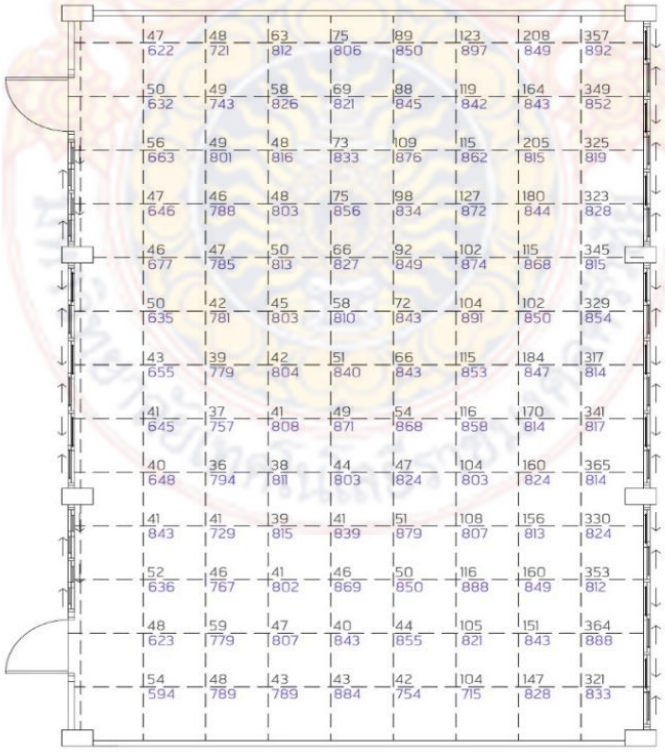


ภาพที่ 4.89 ลักษณะทางกายภาพ ผังห้องเรียน 31406
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.90 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31406

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.91 ผังห้องเรียน 31406 พร้อมค่าแสงสว่างที่วัดได้

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31406

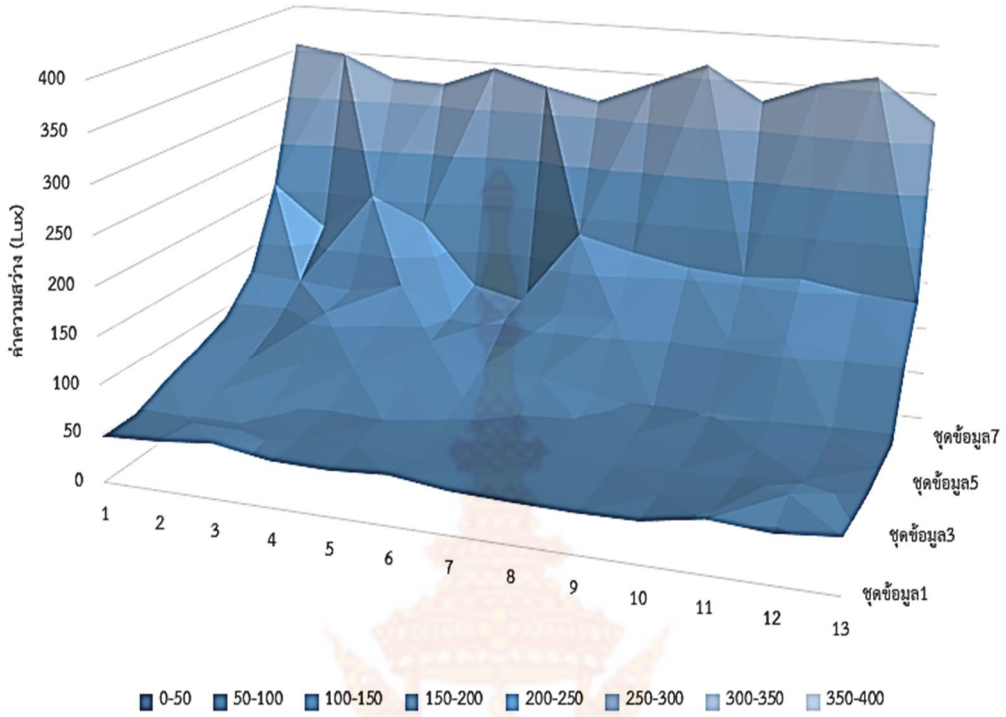
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงธรรมชาติ	47	48	63	75	89	123	208	357
	50	49	58	69	88	119	164	349
	56	49	52	73	109	115	205	325
	47	46	48	75	98	127	180	323
	46	47	50	66	92	102	115	345
	50	42	45	58	72	104	102	329
	43	39	42	51	66	115	184	317
	41	37	41	49	54	116	170	341
	40	36	38	44	47	104	160	365
	41	41	39	41	51	108	156	330
	52	46	41	46	50	116	160	353
	48	59	47	40	44	105	151	364
	54	48	43	43	42	104	147	321
$\overline{X}$	47.31	45.15	46.69	56.15	69.38	112.15	161.69	339.92
SD	5.54	7.50	2.98	5.98	10.57	5.68	23.89	18.83

จากตารางที่ 4.23 แสดงค่าความสว่างแสงธรรมชาติ ของห้องเรียน 31406 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ และจุดที่ความเข้มของแสงสว่างต่ำสุดไม่น้อยกว่า 150 Lux ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 8 ชุดข้อมูล 124 จุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงฯ พบว่า ค่าความสว่างแสงธรรมชาติผ่านเกณฑ์มาตรฐานในชุดข้อมูลที่ 8 คือ 339.92 Lux สำหรับข้อมูลในชุดที่ 1 - 7 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่จุดความเข้มแสงสว่างต่ำสุดไม่ต่ำกว่า 150 Lux มีจำนวน 1 ชุดข้อมูลคือ ชุดข้อมูลที่ 7 สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลทั้ง 8 ชุด พบว่ามีความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมีมากที่สุดในชุดข้อมูลที่ 3 คือ 2.98 ที่ความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ 46.69 Lux

ตารางที่ 4.24 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31406

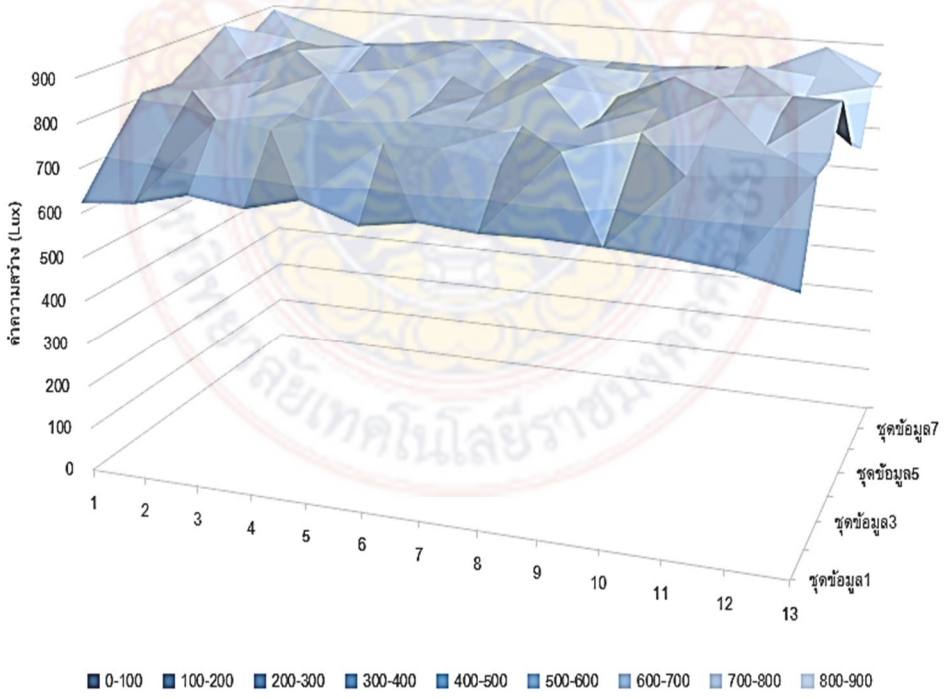
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ค่าความสว่าง (Lux) แสงประดิษฐ์	622	721	812	806	850	897	849	892
	632	743	826	821	845	842	843	852
	663	801	816	833	876	862	815	819
	646	788	803	856	834	872	844	828
	677	785	813	827	849	874	868	815
	635	781	803	810	843	891	850	854
	655	779	804	840	843	853	847	814
	645	757	808	871	868	858	814	817
	648	794	811	803	824	803	824	814
	643	729	815	839	879	807	813	824
	636	767	802	869	850	888	849	812
	623	779	807	843	855	821	843	888
	594	789	789	884	754	715	828	833
$\bar{X}$	639.92	770.23	808.38	838.62	843.85	844.85	837.46	835.54
SD	19.12	20.88	7.74	28.85	38.36	57.27	25.61	26.61

จากตารางที่ 4.24 แสดงค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ ของห้องเรียน 31406 ซึ่งเป็นการตรวจประเมินความเข้มแสงสว่าง (Luxmeter) ทำการตรวจวัดแบบจุด (Spot measurement) ผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงสว่างสำหรับ ห้องบรรยาย พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบเท่ากับ 300 ลักซ์ ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2561 โดยทำการตรวจวัดทั้งหมดจำนวน 8 ชุดข้อมูล 124 จุด โดยเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างผ่านเกินค่ามาตรฐานทั้ง 8 ชุดข้อมูล โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์สูงสุดที่ 844.85 Lux และพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ชุดข้อมูลที่ 5 มีค่าความไม่สม่ำเสมอของความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด คือ 28.85 แสดงถึงการกระจายของข้อมูลความเข้มสว่างแสงประดิษฐ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงเท่ากับที่ค่าเฉลี่ยความสว่างแสงประดิษฐ์ที่ 838.62 Lux



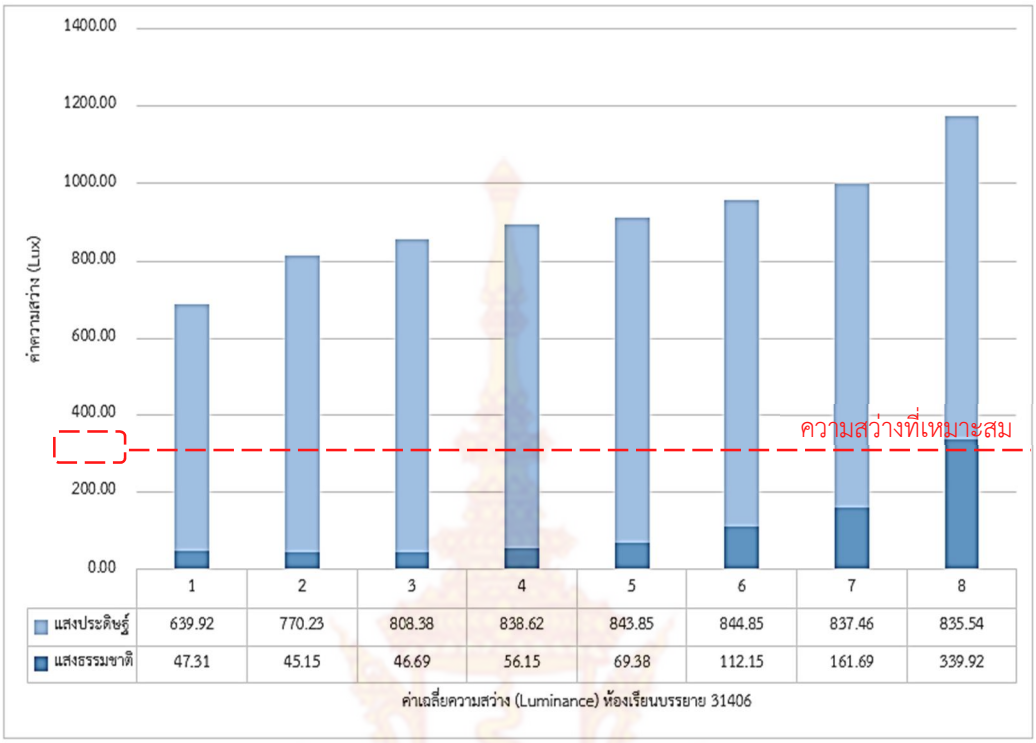
ภาพที่ 4.92 ค่าความสว่างแสงธรรมชาติ (Lux) ห้อง 31406

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



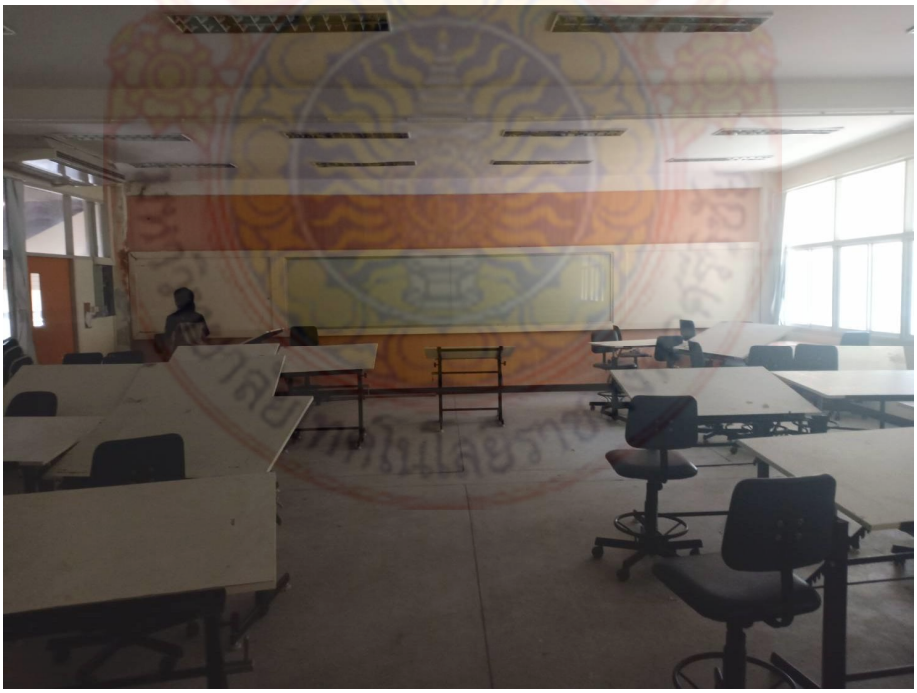
ภาพที่ 4.93 ค่าความสว่างแสงประดิษฐ์ (Lux) ห้อง 31406

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.94 ค่าเฉลี่ยความสว่างห้องเรียน 31406

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 4.95 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31406

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ผลจากการสำรวจพบว่าห้องเรียน 31406 ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติ และมีการบูรณาการโดยการนำแสงประดิษฐ์เข้ามาให้มีปริมาณแสงเพียงพอและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ทั้งนี้พบว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมปริมาณแสงสว่างของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติห้องเรียน 31403 จะมีค่าปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เช่น IESNA (IESNA Lighting / Ready reference, 2003) CIBSE (Code for Lighting, 2002) และเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ที่กำหนดปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนไว้ 300-500 Lux จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างห้องเรียนให้อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านสายตา เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นจอแสดงภาพ และสามารถจดบันทึกเอกสารการเรียนการสอน

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลปรับปรุงอาคารเรียน

แนวทางการบูรณาการแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยสงขลา โดยเลือกห้องเรียนในบริเวณชั้นสองของอาคาร 31 เพื่อใช้เป็นตัวอย่างการปรับปรุงการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งาน ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและสร้างสภาวะความสว่างให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 3 โซน เพื่อออกแบบการใช้งานแสงสว่างได้อย่างมีประสิทธิภาพตามประเภทห้องเรียนและทิศทางของช่องเปิด

โซน A ห้องเรียนทิศเหนือ

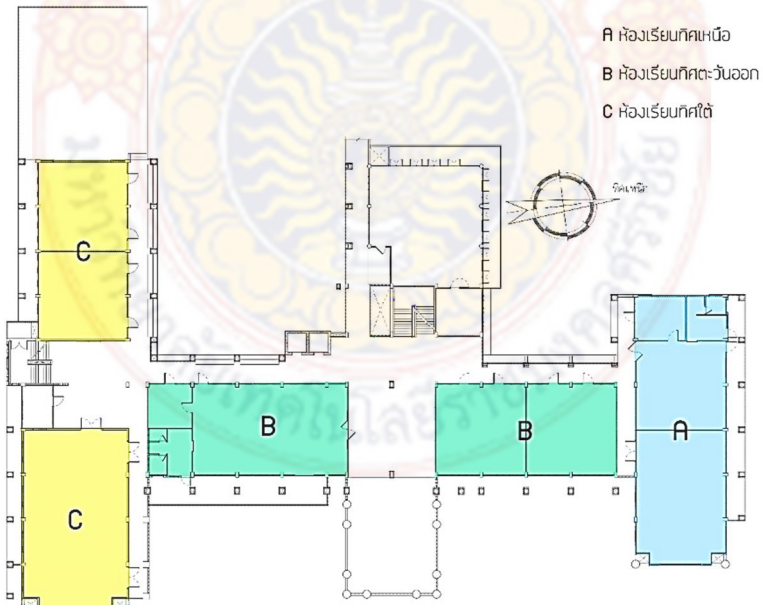
เลือกห้อง 31207 เป็นตัวอย่างห้องเรียนทิศเหนือ

โซน B ห้องเรียนทิศตะวันออก

เลือกห้อง 31205 เป็นตัวอย่างห้องเรียนทิศตะวันออก

โซน C ห้องเรียนทิศใต้

เลือกห้อง 31203 เป็นตัวอย่างห้องเรียนทิศใต้

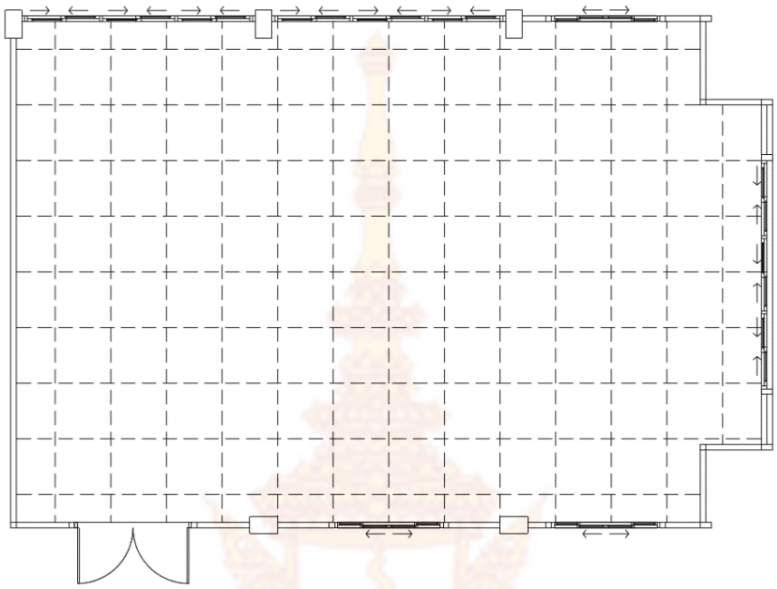


ภาพที่ 5.1 ผังห้องเรียนและปริมาณแสง

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

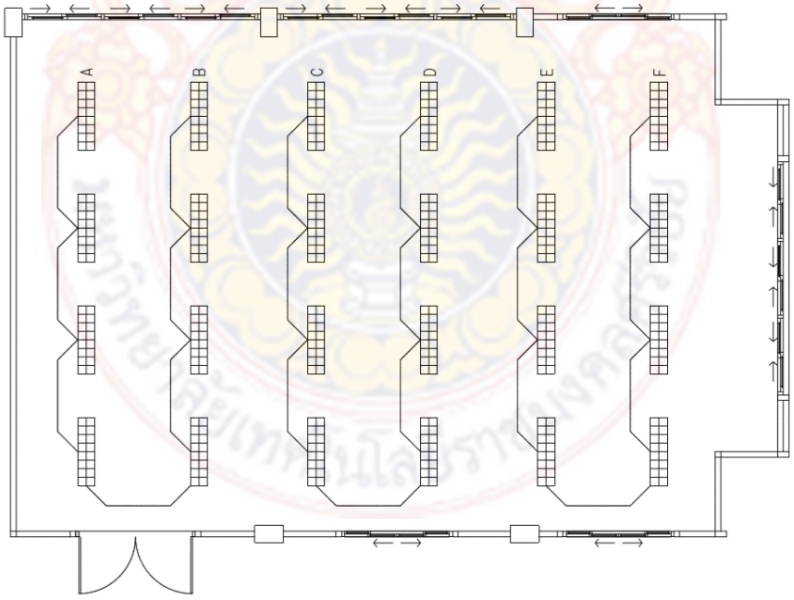
5.1.1.1 โซน A ห้องเรียนทิศเหนือ

เลือกห้อง 31207 เป็นตัวอย่างห้องด้านทิศเหนือ



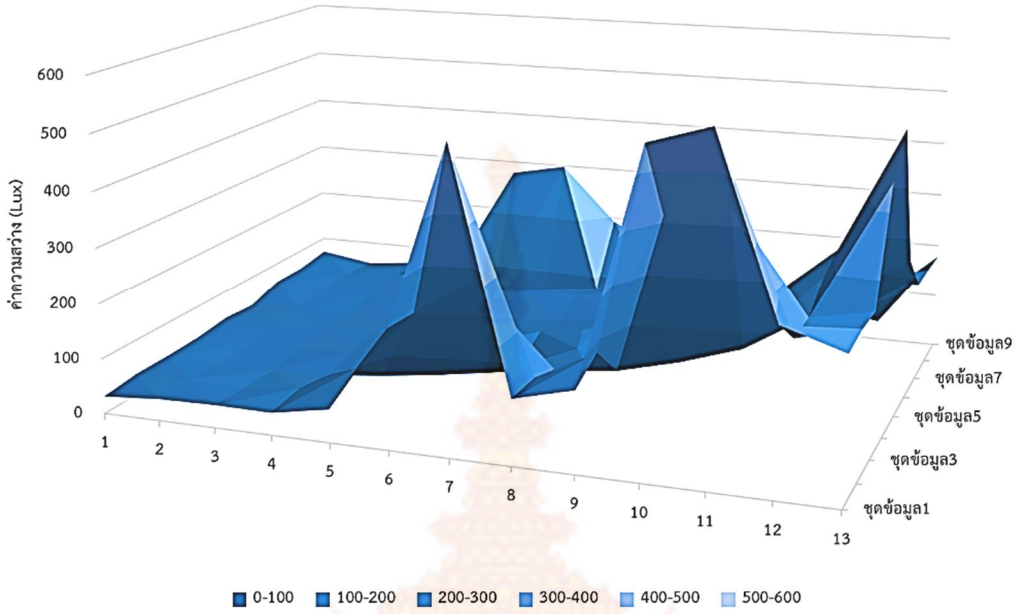
ภาพที่ 5.2 ผังห้องเรียน 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



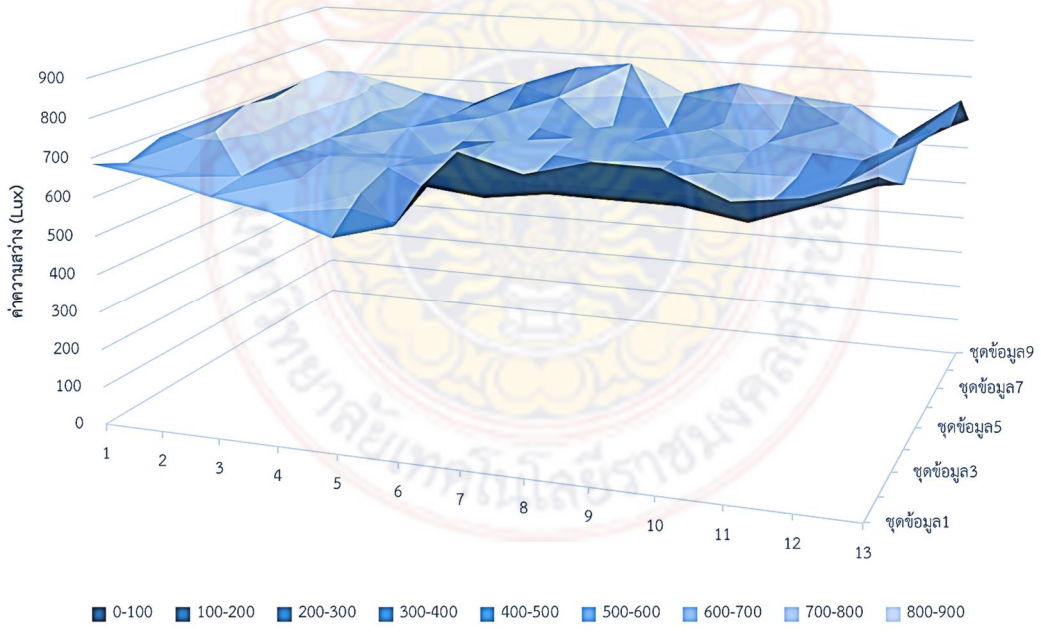
ภาพที่ 5.3 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



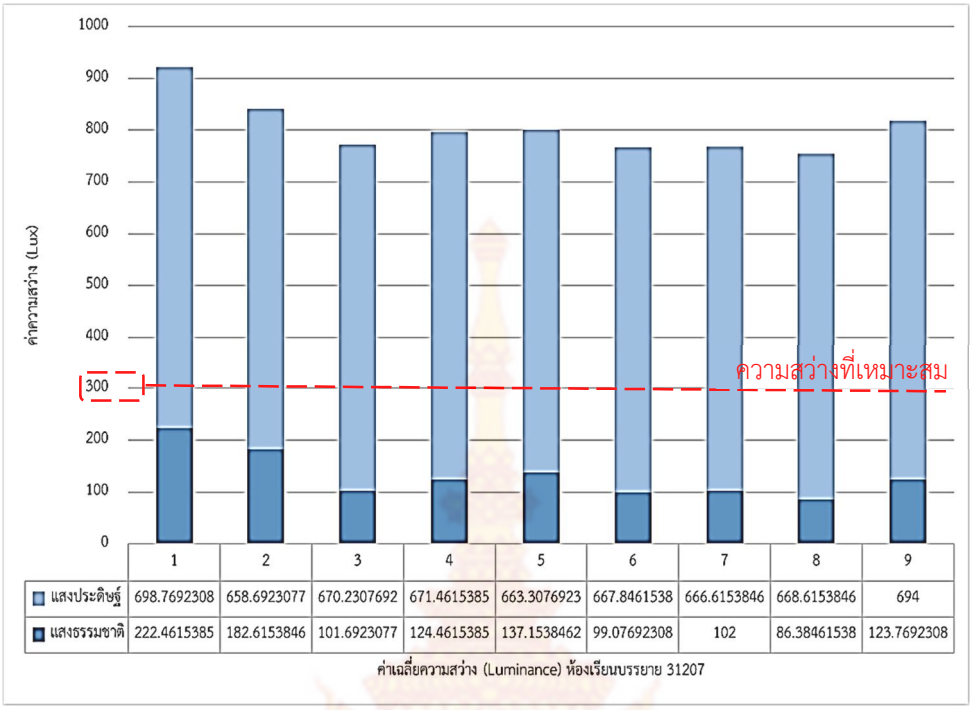
ภาพที่ 5.4 ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียน 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 5.5 ค่าแสงประดิษฐ์ในห้องเรียน 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 5.6 ค่าเฉลี่ยความสว่างในห้องเรียน 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 5.7 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31207

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ห้องเรียน 31207 ทางทิศเหนือได้รับแสงไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาภายในห้องค่อนข้างน้อย เนื่องจากปัจจุบันมีการต่อเติมอาคารข้างเคียงซึ่งมีระยะห่างระหว่างอาคาร 6.00 ม. ส่งผลให้แสงสว่างที่เข้ามาภายในอาคารมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณแสงสว่างตามมาตรฐาน จึงต้องมีการออกแบบและปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาให้มากกว่าเดิม

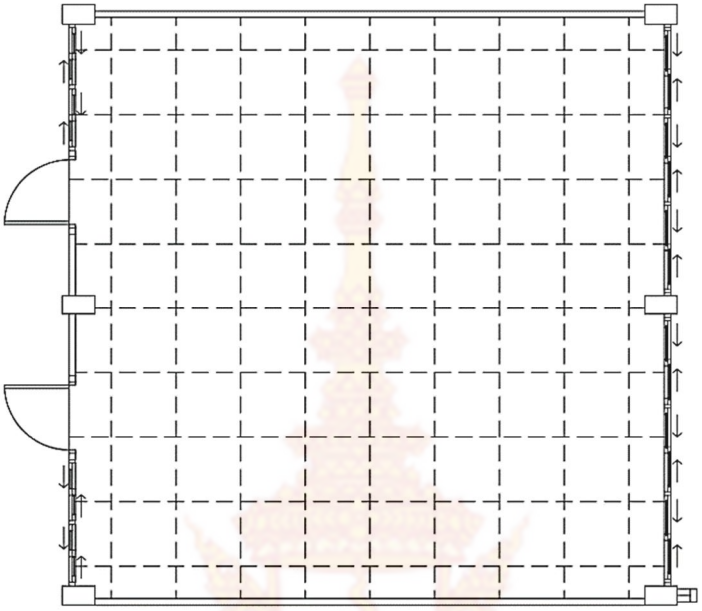
5.1.1.2 แนวทางการปรับปรุง

1) เพิ่มเติมแสงประดิษฐ์เพื่อให้ปริมาณแสสว่างเพียงพอตามความเหมาะสมของการเรียนการสอน โดยจัดวางแนวของหลอดไฟตามแถวการนั่งเรียนเพื่อให้แสงประดิษฐ์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และแยกระบบไฟฟ้าบริเวณหน้าห้องเรียน หรือแยกโคมไฟส่องสว่างตามกิจกรรมการใช้งานซึ่งจากการวัดค่าแสงสว่างเมื่อเปิดไฟภายในห้องเรียนพบว่าแสงสว่างเพียงพอต่อการใช้งานและเหมาะสมต่อการเรียนการสอน

ภาพที่ 5.8 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31207 เมื่อเปิดไฟ
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

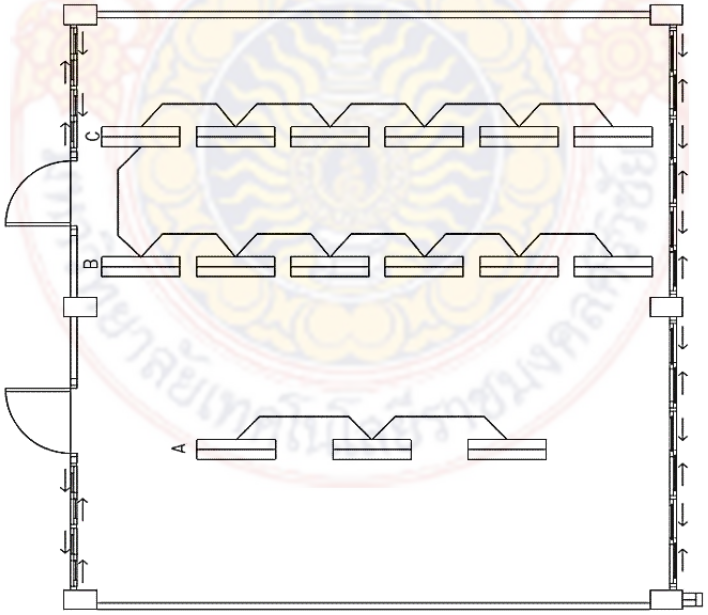
5.1.1.3 โซน B ห้องเรียนทิศตะวันออก

เลือกห้อง 31205 เป็นตัวอย่างห้องด้านทิศตะวันออก



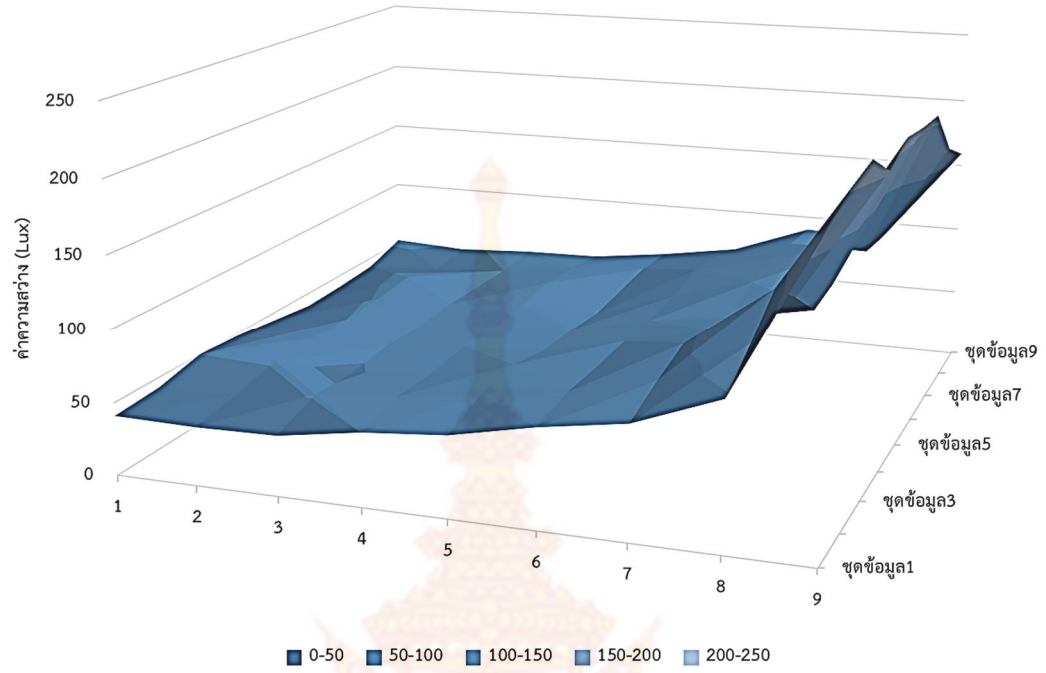
ภาพที่ 5.9 ผังห้องเรียน 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



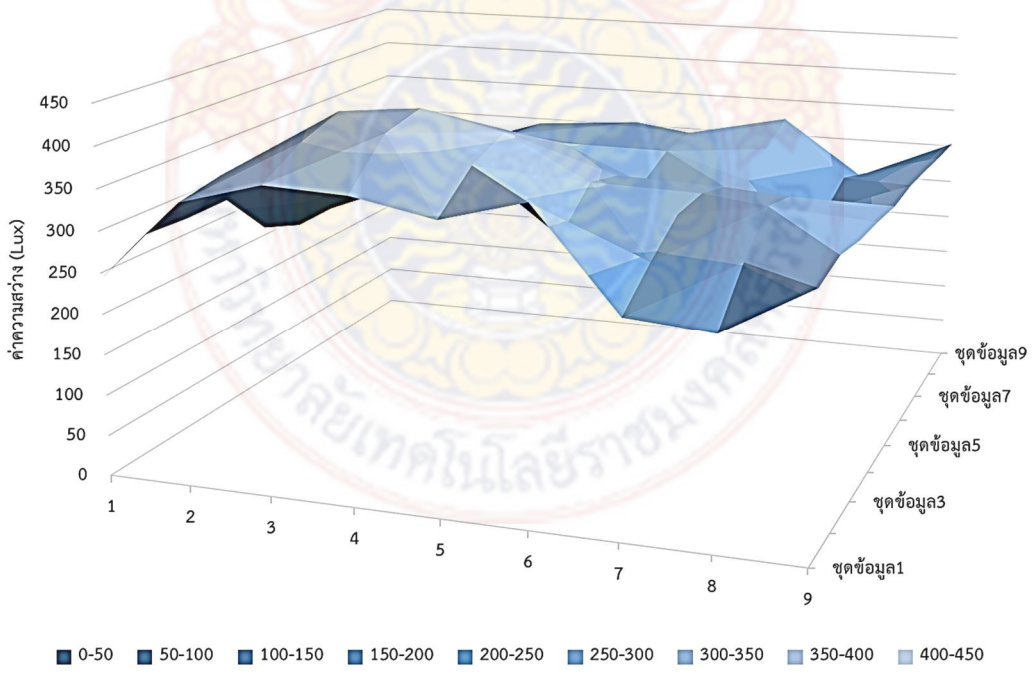
ภาพที่ 5.10 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



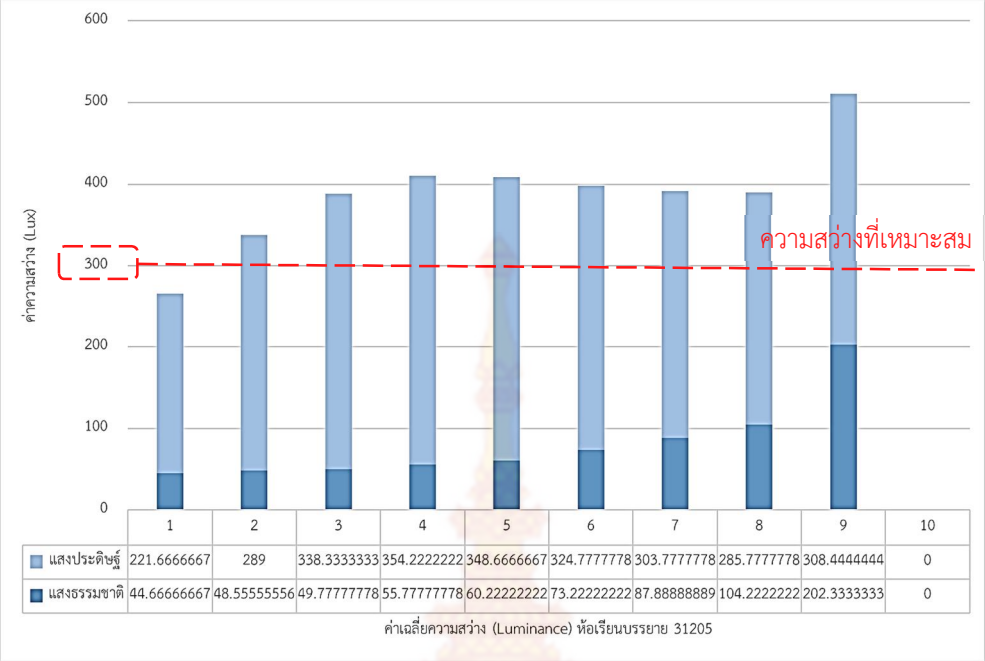
ภาพที่ 5.11 ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียน 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 5.12 ค่าแสงประดิษฐ์ในห้องเรียน 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 5.13 ค่าเฉลี่ยความสว่างในห้องเรียน 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 5.14 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31205

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

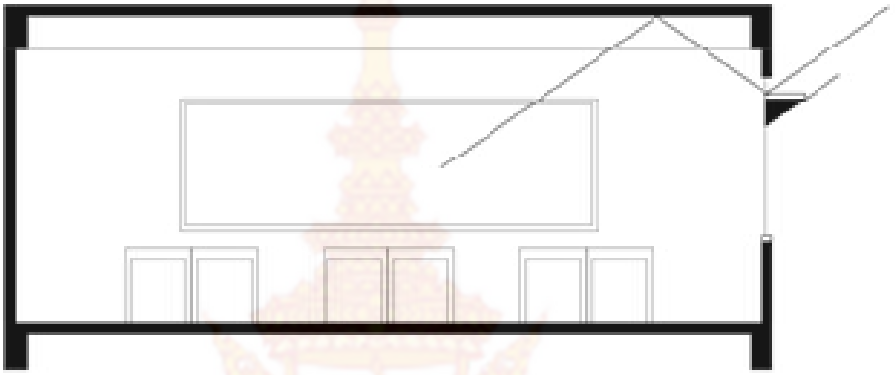
ห้องเรียน 31205 ทางทิศตะวันออก ได้รับสว่างสว่างตลอดทั้งวันแต่ปริมาณแสงและความสว่างไม่เพียงพอต่อการใช้งาน เพราะมีการยื่นชายคาป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่วนหนึ่ง

และมีการติดตั้งม่านกรองแสงที่ป้องกันแสงช่วงเช้าอีกทั้งการติดตั้งแสงประดิษฐ์ค่อนข้างจะมีผลน้อยเมื่อเปิดใช้ ดูได้จากการประเมินความสว่างก่อนหน้านี้

5.1.1.4 แนวทางการปรับปรุง

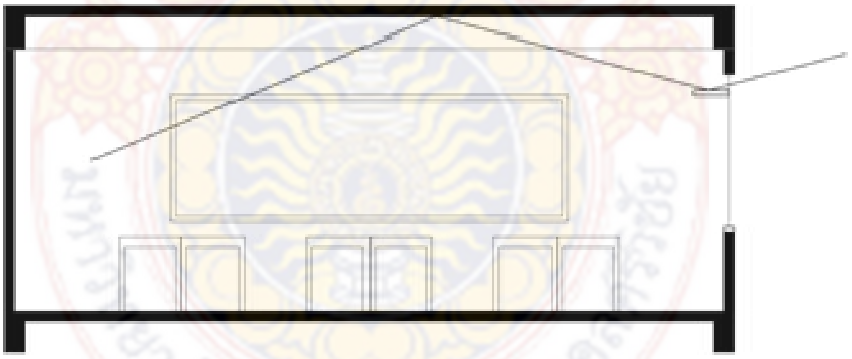
1) ติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงบริเวณเหนือหน้าต่าง

ภาพแบบของหิ้งสะท้อนแสงมี 3 แบบซึ่งส่งผลต่อค่าความสว่างที่แตกต่างกัน



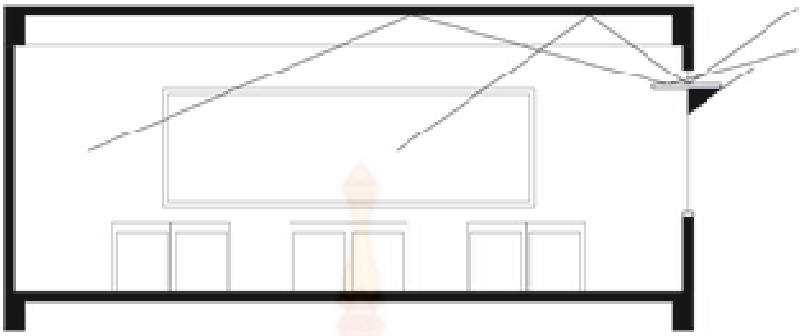
ภาพที่ 5.15 หิ้งสะท้อนแสงแบบภายนอก

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 5.16 หิ้งสะท้อนแสงแบบภายใน

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

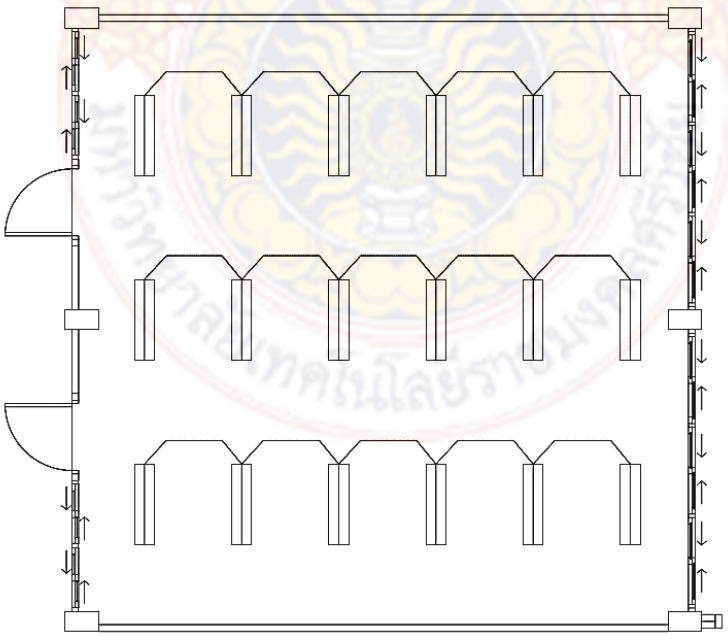


ภาพที่ 5.17 หิ้งสะท้อนแสงแบบผสม
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

เนื่องจากตัวอาคารมีการยื่นชายคาออกไปบังแสงแดดอยู่แล้ว ดังนั้นการทำหิ้งสะท้อนแสงแบบภายนอก และ แบบผสมจะทำให้แสงเข้ามาถึงด้านในไม่มาก หรืออาจจะไม่มีผลเลย ดังนั้นควรเลือกทำหิ้งสะท้อนแสงแบบภายใน เผื่อให้นำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด รวมทั้งทำให้แสงเข้าไปได้ลึกขึ้น

2) ปรับแนวติดตั้งของแสงไฟประดิษฐ์

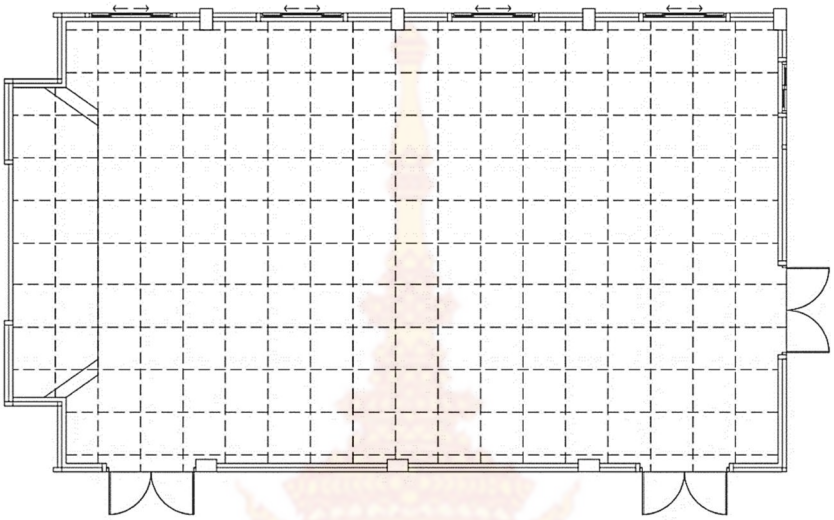
การปรับแนวและทิศทางติดตั้งหลอดไฟ เพื่อให้แสงประดิษฐ์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยออกแบบให้ติดตั้งหลอดไฟเป็นแนวเดียวกับการวางโต๊ะเรียนหนังสือ เพื่อให้แสงและความสว่างเพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอน



ภาพที่ 5.18 ปรับตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31205
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

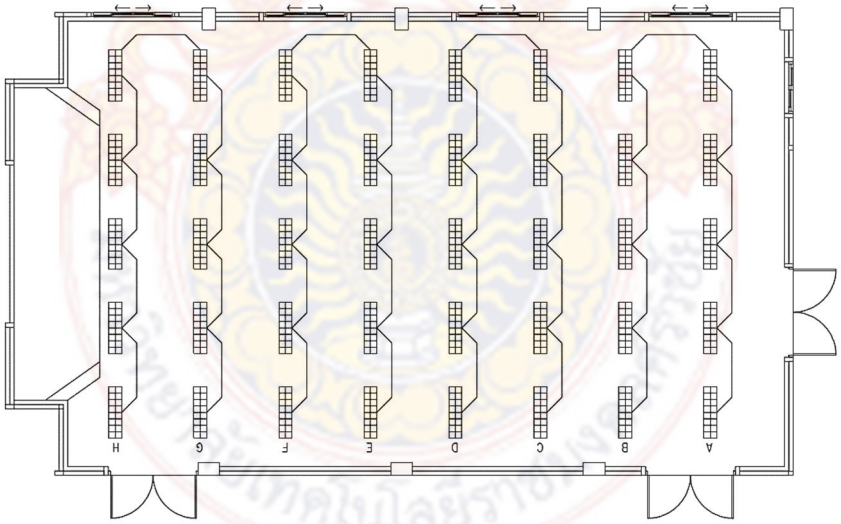
5.1.1.5 โซน C ห้องเรียนทิศใต้

เลือกห้อง 31203 เป็นตัวอย่างห้องด้านทิศใต้



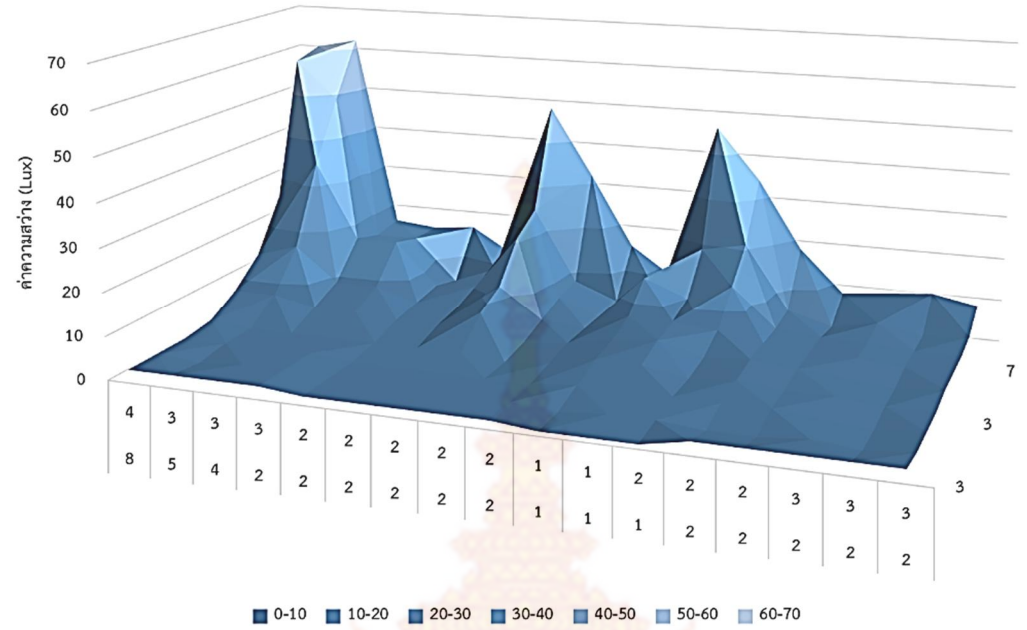
ภาพที่ 5.19 ผังห้องเรียน 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



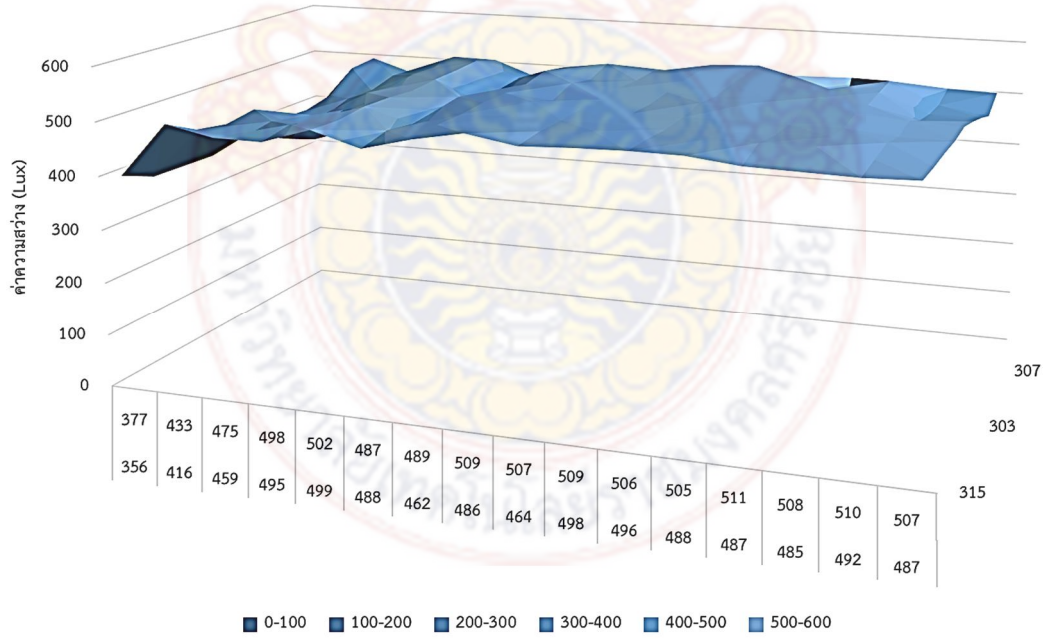
ภาพที่ 5.20 ตำแหน่งหลอดไฟภายในห้อง 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



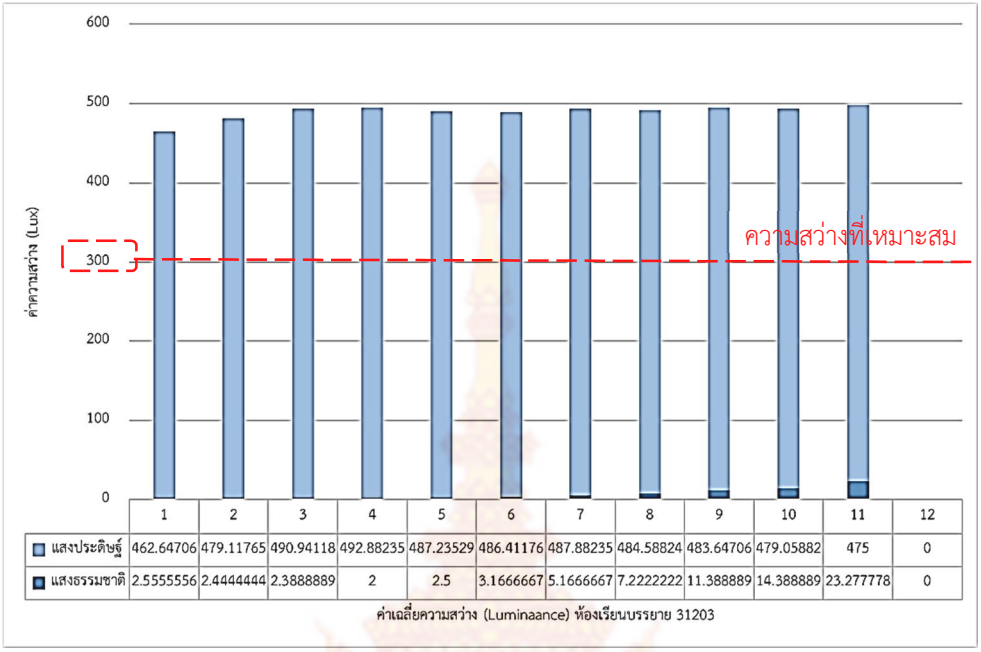
ภาพที่ 5.21 ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติในห้องเรียน 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 5.22 ค่าแสงประดิษฐ์ในห้องเรียน 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)



ภาพที่ 5.23 ค่าเฉลี่ยความสว่างในห้องเรียน 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ภาพที่ 5.24 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31203

ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

ห้องเรียน 31203 ทางทิศใต้ มีปริมาณหน้าต่างที่น้อยกว่าห้องอื่น ๆ และไม่มีช่องแสงเหนือหน้าต่างอีกทั้งยังติดตั้งม่านเพื่อบังแสงอาทิตย์เมื่อมีการใช้ห้องในการบรรยาย หรือฉายโปรเจคเตอร์ ดังนั้นเมื่อปิดไฟแสงสว่างภายในห้องจะมีไม่เพียงพอต่อการใช้งานตามปกติได้

5.1.1.6 แนวทางการปรับปรุง

1) เพิ่มเติมแสงประดิษฐ์ การเพิ่มแสงประดิษฐ์เพื่อให้ปริมาณแสงสว่างเพียงพอตามความเหมาะสมของการเรียนการสอน โดยจัดวางแนวของหลอดไฟตามแถวการนั่งเรียนเพื่อให้แสงประดิษฐ์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจากการวัดค่าแสงสว่างเมื่อเปิดไฟภายในห้องเรียนพบว่าแสงสว่างเพียงพอต่อการใช้งานและเหมาะสมต่อการเรียนการสอน

ภาพที่ 5.25 ภาพบรรยากาศห้องเรียน 31203 เมื่อไม่มีการเปิดใช้แสงประดิษฐ์
ที่มา: ผู้วิจัย (ทัชชญา, 2562)

2) ซ่อมแซมและเปลี่ยนหลอดไฟ จากการตรวจสอบพบว่าหลอดไฟที่ติดตั้งเอาไว้ได้รับความเสียดายบางส่วนดังนั้นเพื่อให้แสงสว่างเพียงพอต่อการใช้งานในการเรียนการสอน ต้องมีการเปลี่ยนและซ่อมแซมหลอดไฟที่เสียหาย

5.2 อภิปรายผล

การใช้แสงธรรมชาติ (Daylight) ภายในห้องเรียน ห้องบรรยาย และห้องปฏิบัติการเขียนแบบ ของคณะสถาปัตยกรรมศาตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สำหรับห้องเรียนอย่างมี

ประสิทธิภาพทำได้โดยการเปิดช่องแสงด้านข้างร่วมกับการใช้หิ้งสะท้อนแสง (LightShel) และการเพิ่มขนาดของช่องแสงด้านบน ซึ่งจะช่วยให้ดึงแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้ลึกขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของท้องฟ้าเป็นสำคัญ นอกจากนี้ปัจจัยต่าง ๆ คือ วัสดุช่องเปิด ขนาดของช่องแสงที่เหมาะสม รูปแบบของอุปกรณ์บังแดด และค่าการสะท้อนแสงของวัสดุทั้งภายในและภายนอกอาคารที่เหมาะสมก็มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแสงภายในด้วย

การใช้แสงประดิษฐ์ (Artificial Light) การเลือกใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพ และใช้ดวงโคมที่มีการควบคุมแสงที่ดีจะทำให้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงไม่สูญเสียไปอย่างเปล่าประโยชน์ การใช้ดวงโคมที่มีการควบคุมแนวแสง (Beam) แตกต่างกัน จะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพที่แตกต่างกันการใช้หลอดไฟที่ไม่มีการควบคุมแสงด้วยดวงโคมจะทำให้แสงส่องออกไปทุกทิศทางจากตัวหลอด ทำให้สูญเสียแสงสว่างไปอย่างเปล่าประโยชน์ ดังนั้นการเลือกใช้ดวงโคมที่ถูกต้องจึงช่วยสร้างประสิทธิภาพในการส่องสว่างให้แก่พื้นที่ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางในการปรับปรุง

5.3.1 การปรับทิศทางโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แนวยาวตามทิศทางการมอง เพื่อลดการเกิดเงาที่โต๊ะบรรยาย หรือโต๊ะปฏิบัติการ

5.3.2 การเพิ่มเติมหรือแยกสวิสต์ เปิด-ปิด บริเวณหน้าห้องบรรยายเพื่อสะดวกในการใช้งานการมองเห็นซึ่งผู้ฟังบรรยายสามารถจดบันทึกเอกสารได้

5.3.3 การเพิ่มเติมสวิสต์ เปิด-ปิด โคมไฟแถวที่ติดกับหน้าต่างเมื่อแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาอย่างเพียงพอ

5.3.4 การปรับปรุงงานระบบอัตโนมัติในการควบคุมแสงสว่างเพื่อประโยชน์ในการประหยัดพลังงานและการใช้งานที่เหมาะสมกับการใช้สอย

5.3.5 การปรับปรุงช่องแสงเพื่อนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่อาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

ญาณี อังศุคราญ. 2555. การสารวจความเพียงพอของแสงสว่างภายในห้องเรียน (Survey of sufficient lighting in the classroom). ภาควิชาวิศวกรรมวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

น้าผึ้ง สายหงษ์. 2549. แนวทางการออกแบบห้องเรียนสื่อผสม. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. 2555. แสงสว่างในสถาปัตยกรรม. มหาวิทยาลัยขอนแก่นขอนแก่น, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรีพรรณ สุพรรณสมบูรณ์. 2544. อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนาแสงธรรมชาติด้านข้างเข้ามาใช้ภายในอาคาร. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันอาคารเขียวไทย. 2555. คู่มือสาหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (สาหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่). กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปีดิเทพ อยู่ยืนยง. 2559. การให้แสงสว่างทางสถาปัตยกรรม มลภาวะทางแสงและกฎหมาย. วารสารวิชาการ AJNU ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร 4 (2): 16-29.

Hao, R., Ge, A., Tao, X., Liu, Y., Zhao, B., & Yang, E. (2019). Active chromatically consistent hybrid light illumination system with natural light and light emitting diode for indoor lighting. Energy and Buildings, 188–189, 129–136. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.12.023

Jakubowsky, M., & Neyer, A. (2017). Optimized design of daylight redirection microstructures combined with planar micro structured light sources for high efficient room lighting integrated in building façades. Energy Procedia, 122, 157–162. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.338

Stankovic, B., Kostic, A., & Popovic, M. J. (2014). Analysis and comparison of lighting design criteria in green building certification systems -Guidelines for application in Serbian building practice. Energy for Sustainable Development, 19(1), 56–65. https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.12.001

Zhu, T., Li, R., & Li, C. (2017). The Analysis of Natural Lighting Simulation and Study on Energy Saving in Cigarette Factory. Procedia Engineering, 205, 895–901. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.097

ประวัตินักวิจัย

นักวิจัยหัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวทัชชญา สังขะกูล
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Tachaya Sangkakool
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3909800894973
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 9 ชั่วโมง : สัปดาห์
4. สังกัด/หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
   ที่อยู่: เลขที่ 1 ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000
   โทรศัพท์: 0-7431-7173 โทรสาร 0-7431-7174
   โทรศัพท์มือถือ +66–81– 5981090 E-mail: tachayasangkakool@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
   5.1 สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม (เกียรตินิยมอันดับ 2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปีที่จบ 2548
   5.2 สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีที่จบ 2553
   5.3 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต การจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (Doctor of Philosophy, Faculty of Environmental Management, Prince of Songkhla University, Thailand) ปีที่จบ 2561
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   การจัดการสิ่งแวดล้อม, Green façade, Green roofs, Green product, อาคารเขียว, หลังคาเขียว, ผนังเขียว, การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน, สถาปัตยกรรมยั่งยืน

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.1.1 ชื่อโครงการ การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของหลังคาเขียว (The economical analysis of green roof) ณ University of Vienna, ประเทศออสเตรีย
หัวหน้าโครงการ ทัชชญา สังขะกูล
ที่ปรึกษาโครงการ Prof.Dr. Franz Wirl และ ผศ.ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต

7.1.2 ชื่อโครงการ มุมมองด้านความยั่งยืนการใช้พื้นที่หลังคาเขียว (Sustainability aspect of roof area using for green roof) University of Graz, ประเทศออสเตรีย หัวหน้าโครงการ ทัชชญา สังขะกูล
ที่ปรึกษาโครงการ Prof. Dr. Alfred Posch, Prof. Dr. Thomas Brudermann และ ผศ.ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต

7.1.3 ชื่อโครงการ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพหลังคาเขียวโดยทั่วไปกับหลังคาเขียวพืชอากาศ (The comparison of the efficiency of general green roof and air plant green roof) University of Applied Science in Neubrandenburg, ประเทศเยอรมนี
หัวหน้าโครงการ ทัชชญา สังขะกูล
ที่ปรึกษาโครงการ Prof.Dr. Manfred kohler และ ผศ.ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต

7.1.4 ชื่อโครงการ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพหลังคาเขียวโดยทั่วไปกับหลังคาเขียวพืชอากาศ (The comparison of the efficiency of general green roof and air plant green roof) University of Applied Science in Neubrandenburg, ประเทศเยอรมนี
หัวหน้าโครงการ ทัชชญา สังขะกูล
ที่ปรึกษาโครงการ Prof.Dr. Manfred kohler และ ผศ.ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต

7.1.5 ชื่อโครงการ การวิเคราะห์ศักยภาพของไม้ประดับเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ใช้อาคาร (The performance analysis of indoor plants for human wellbeing of occupants)
หัวหน้าโครงการ ทัชชญา สังขะกูล (100%)

7.1.6 ชื่อโครงการ แสงสว่างสำหรับห้องเรียนในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (Lighting for the classroom in the Faculty of Architecture Rajamangala University of Technology Srivijaya)

หัวหน้าโครงการ ทัชชญา สังขะกูล (100%)

7.1.7 ชื่อโครงการ นวัตกรรมสีเขียววัสดุเหลือใช้จากต้นจากสู่ความยั่งยืนของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน (Greenovation of Nypa Fruticans Waste for Sustainability in Estuaries Palian Community)

หัวหน้าโครงการ ทัชชญา สังขะกูล (70%)

ที่ปรึกษาโครงการ ผศ.นพดล โภชกำเนิด

ผู้ร่วมวิจัย ดร.ณัฐนีย์ภรณ์ น้อยเสงี่ยม (15%)

ผู้ร่วมวิจัย ผศ.สาทินี วัฒนกิจ (15%)

7.1.8 ชื่อโครงการ นวัตกรรมสีเขียวเศษวัสดุเหลือใช้จากการแปรรูปใบจาก ผลิตภัณฑ์ชุมชนสีเขียวสู่ความยั่งยืน ของลุ่มน้ำปะเหลียน (Greenovation of Nypa Fruticans Waste for Sustainability of Estuaries Palian Basin)

หัวหน้าโครงการ ทัชชญา สังขะกูล (50%)

ผู้ร่วมวิจัย ดร.ณัฐนีย์ภรณ์ น้อยเสงี่ยม (10%)

ผู้ร่วมวิจัย ผศ.สาทินี วัฒนกิจ (10%)

ผู้ร่วมวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทชัย ชูศิลป์ (20%)

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

7.2.1 **Tachaya Sangkakool** and KuaananTechato, Life cycle cost of air plant green roofs in hot and humid climate, International Journal of Applied Business and Economic Research 2016 (IJABER), Vol. 14, No. 10 (2016): 7145-7160 แหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (วิทยาเขตสงขลา)

7.2.2 **Tachaya Sangkakool** and KuaananTechato, Environmental Benefits of Air Plant Green Roofs in Hot and Humid Climate, ADVANCED SCIENCE LETTERS ISSN: 1936-6612 (Print): EISSN: 1936-7317 (Online) Copyright © 2000-2016 American Scientific Publishers แหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (วิทยาเขตสงขลา)

7.2.3 Thomas Brudermann and **Tachaya Sangkakool*,** Green roofs in temperate climate cities – An analysis of key decision factors, Urban Forestry and

Urban Greening (UFUG): (2016) แหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (วิทยาเขตสงขลา)

7.2.4 **อัญชนา สังขะกูล** (ทัชชญา สังขะกูล) และธนิต จินดาวณิค, อิทธิพลของมวลสารผนังภายนอก และทิศทางที่มีผลต่อการประหยัดพลังงาน และสภาวะน่าสบายของอาคารพักอาศัยในภูมิอากาศร้อนชื้น, วารสารวิจัยพลังงาน (Journal of Energy Research) ปีที่ 8 ฉบับที่ 2554/1

7.2.5 **Tachaya Sangkakool** and KuaananTechato,Environmental Benefits of Air Plant Green Roofs in Hot and Humid Climate, International Conference in Environmental and Civil Engineering Technology (ENVICET 2016) on Oct 4 – 6, 2016, Malaysia,

7.2.6 **Tachaya Sangkakool** and KuaananTechato,Heat reduction by using of Spanish mosses as green roof with zero maintenance in hot and humid climate, International Conference on Architecture, Landscape and Built Environment (ICALBE 2016), The New Zealand Academy of Applied Research Limited (NZAAR), June 25-26, 2016, Malaysia,

7.2.7 **Tachaya Sangkakool**, Kuaanan Techato, Rafia Zaman and Thomas Brudermann, Prospects of Green Roofs in Urban Thailand, Citie and climate change (Cleaner Production 196 Page 400-410): 2018

7.2.8 **ทัชชญา สังขะกูล** (2561) การสำรวจทรัพยากรจากวัสดุเหลือใช้ของต้นจากในชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียนเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ, วารสารวิชาการสถาปัตยกรรมศาสตร์, ฉบับที่ 67, หน้าที่ 131-146