



การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการส่องสว่างของห้องพยาบาลในสถาบันการศึกษาเพื่อรองรับเมืองอัจฉริยะ
Analysis of Improvement the Illumination of First Aid room in the University for Smart City



ณัฐพงศ์ พันธุ์นะ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการส่องสว่างของห้องพยาบาลในสถาบันการศึกษาเพื่อรองรับเมืองอัจฉริยะ

ผู้วิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธนะ

พ.ศ. : 2567

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงระบบการส่องสว่างในห้องพยาบาลภายในสถาบันการศึกษาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานและสอดคล้องกับแนวคิดเมืองอัจฉริยะ โดยใช้เทคโนโลยีแสงสว่างสมัยใหม่และการควบคุมแสงที่สามารถปรับได้ตามสภาพแวดล้อมและกิจกรรมในห้องพยาบาล งานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลความเข้มแสงภายในห้องพยาบาล รวมถึงสร้างแบบจำลองห้องในโปรแกรม ArcSite และ SketchUp เพื่อจำลองการจัดวางโคมไฟและคำนวณค่าความสว่างด้วยโปรแกรม DIALux ผลการศึกษาพบว่า การออกแบบระบบแสงสว่างที่ใช้หลอดไฟ LED ที่สามารถปรับสีและความเข้มได้ตามความต้องการ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานห้องพยาบาลและลดความเครียดของผู้ป่วยและบุคลากรได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมการส่องสว่างแห่งประเทศไทย (IES) ที่ระบุว่าความเข้มแสงในห้องพยาบาลควรอยู่ระหว่าง 100-400 ลักซ์ นอกจากนี้ ระบบแสงสว่างที่ออกแบบใหม่ยังสามารถปรับเปลี่ยนแสงตาม Scene ที่กำหนดไว้เพื่อรองรับการใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น การทำแผลและการพักผ่อน ผลจากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการนำเทคโนโลยีแสงสว่างอัจฉริยะมาใช้ในห้องพยาบาลมีศักยภาพในการยกระดับคุณภาพการบริการและสภาพแวดล้อมในการรักษาพยาบาลให้ดียิ่งขึ้น



Title: Analysis of Improvement the Illumination of First Aid room in the University for Smart City

Researcher : Assistant Professor Dr.Nattapong Phanthuna

Year : 2024

Abstact

This research project aims to improve the lighting system in infirmary rooms within educational institutions to better suit their functional requirements and align with the smart city concept. By utilizing modern lighting technology and adaptable lighting control systems, the study seeks to create a lighting environment that adjusts according to the room's activities and surroundings. The research involved surveying and measuring the light intensity within the infirmary, followed by creating a room model using ArcSite and SketchUp. The model was then used in DIALux software to simulate luminaire placement and calculate illuminance levels. The findings suggest that the design of a lighting system using adjustable LED lights can enhance the usability of infirmary rooms, reduce stress for both patients and staff, and meet the standards set by the Illuminating Engineering Society (IES), which recommends an illuminance level of 100-400 lux for infirmary rooms. Additionally, the new lighting system allows for scene-based adjustments tailored to specific uses, such as wound care and patient recovery. This study demonstrates the potential of smart lighting technology to significantly improve the quality of healthcare services and the overall environment in medical spaces.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง "การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการส่องสว่างของห้องพยาบาลในสถาบันการศึกษาเพื่อรองรับเมืองอัจฉริยะ" ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัยนี้ ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณผ่าน กองทุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินโครงการวิจัยนี้ให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

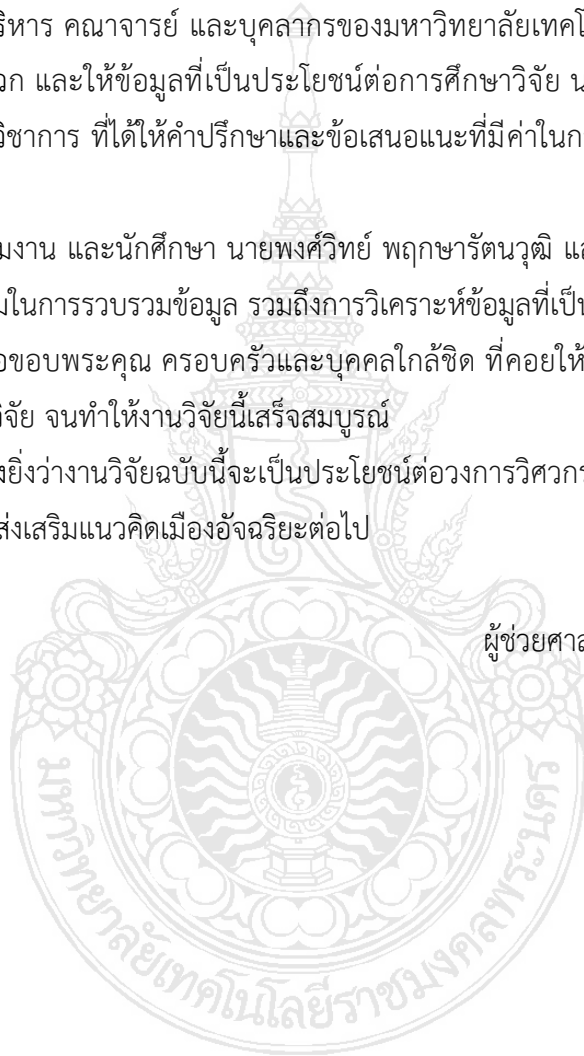
ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณาจารย์ และบุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้คำแนะนำ อำนาจความสะดวก และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาทางวิชาการ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่มีค่าในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมงาน และนักศึกษา นายพงศวิทย์ พฤกษารัตนวุฒิ และ นายณฤเบศ จันทรอำไพ ที่ให้การสนับสนุนและมีส่วนร่วมในการรวบรวมข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นส่วนสำคัญของงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ครอบครัวและบุคคลใกล้ชิด ที่คอยให้กำลังใจ สนับสนุน และเข้าใจตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย จนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อวงการวิศวกรรม การพัฒนาระบบส่องสว่างในสถาบันการศึกษา และการส่งเสริมแนวคิดเมืองอัจฉริยะต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุ์นะ



สารบัญ

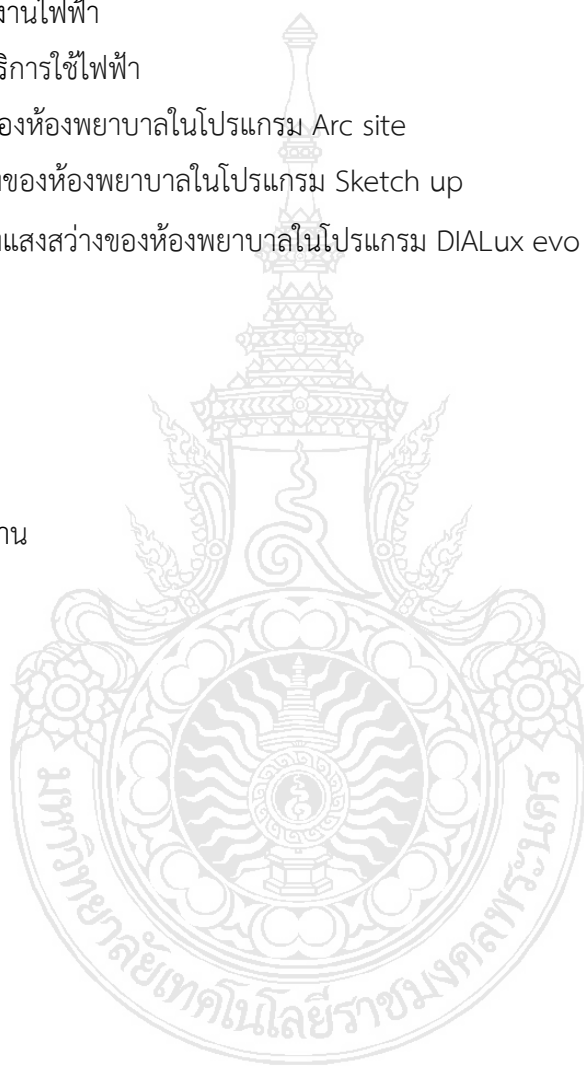
	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 กรอบแนวคิด	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 ขอบเขตของโครงการ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ระบบแสงสว่าง	5
2.2 ความส่องสว่าง (Illuminance)	5
2.3 พื้นที่ฉากหลัง	8
2.4 การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร	11
2.4.1 ระบบการให้แสงหลัก	11
2.4.2 ระบบการให้แสงรอง	11
2.5 การส่องสว่างสำนักงาน/มหาวิทยาลัย	12
2.5.1 แสงสว่างที่จุดใช้งาน	12
2.5.2 พื้นผิวของพื้นที่ปิด	12
2.6 ห้องพยาบาล	14
2.6.1 ความหมายห้องพยาบาล	14
2.6.2 การจัดโคมตามชนิดผ้า	14
2.7 ความสว่าง (Illuminance)	15
2.7.1 ปัญหาและอันตรายที่เกิดจากแสงสว่างและผลกระทบต่อผู้ทำงาน	15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.8 แนวทางการปรับปรุงแสงสว่างให้เหมาะสม	16
2.9 ความส่องสว่างที่ดี	16
2.10 หลอดไฟ	17
2.10.1 การพิจารณาเลือกหลอดไฟ	17
2.10.2 ลักษณะแสงสี	17
2.10.3 ดัชนีความถูกต้องสี (Color Rendering Index : CRI)	17
2.10.4 ความส่องสว่าง	18
2.10.5 อายุการใช้งาน	18
2.11 การแบ่งประเภทของหลอด	19
2.11.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์	19
2.11.2 สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์	19
2.11.3 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	20
2.12 ชนิดของโคม	21
2.12.1 คุณสมบัติของโคม	22
2.12.2 โคมไฟส่องลงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	22
2.12.3 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม	22
2.12.4 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบกรองแสงขาวขุ่น	23
2.12.5 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบกรองแสงเกล็ดแก้ว (Prismatic Diffuser)	23
2.12.6 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย	24
2.13 การวัดค่าความสว่างของหลอดไฟ	25
2.13.1 หน่วยวัดปริมาณแสงในการทำงานจริง	25
2.14 วิธีวัดความเข้มของแสงด้วยเครื่องวัดแสง	27
2.15 โปรแกรม Arc site	28
2.16 โปรแกรม SketchUp	29
2.17 โปรแกรม DIALux evo	29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	31
3.1 การสำรวจหลอดไฟภายในห้องพยาบาลของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (พระนครเหนือ)	33
3.2 การคำนวณพลังงานไฟฟ้า	36
3.3 การคำนวณค่าบริการใช้ไฟฟ้า	37
3.4 เขียนแบบ 2D ของห้องพยาบาลในโปรแกรม Arc site	38
3.5 เขียนแบบจำลองของห้องพยาบาลในโปรแกรม Sketch up	41
3.6 เขียนแบบจำลองแสงสว่างของห้องพยาบาลในโปรแกรม DIALux evo	47
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	53
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผล	63
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	70
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	73



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของ EN12464-1: 2011แสดงข้อกำหนดด้านแสงสว่าง สำหรับการใช้งานใน สำนักงาน	7
ตารางที่ 2.2 ความสว่างที่จำเป็นในบริเวณโดยรอบตามพื้นที่งาน (ความต้องการความสม่ำเสมอ $U_0 \leq 0.40$)	8
ตารางที่ 2.3 ตัวอย่าง ของ EN12464-1: 2011 ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อกำหนดด้านแสงสว่าง สำหรับการใช้งานในสำนักงาน	9
ตารางที่ 2.4 กลุ่มลักษณะสีของหลอดไฟ	10
ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างของ EN12464-1: 2011 ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อกำหนดด้านแสงสว่าง สำหรับ การใช้งานในสำนักงาน	10
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความสว่างเฉลี่ย	35
ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลไฟเพิ่มเติม	35
ตารางที่ 3.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องพยาบาลต่อ 1 ปีการศึกษา	36
ตารางที่ 3.4 แสดงค่าบริการไฟฟ้า	37
ตารางที่ 3.5 สรุปค่าใช้จ่าย 1 ปีการศึกษา	37
ตารางที่ 4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องพยาบาลต่อ 1 ปีการศึกษา	61
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าบริการไฟฟ้า	62
ตารางที่ 4.3 สรุปค่าใช้จ่าย 1 ปีการศึกษา	62
ตารางที่ 5.1 เทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าภายใน 1 ปีการศึกษา	65
ตารางที่ 5.2 เทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า	65

สารบัญภาพ

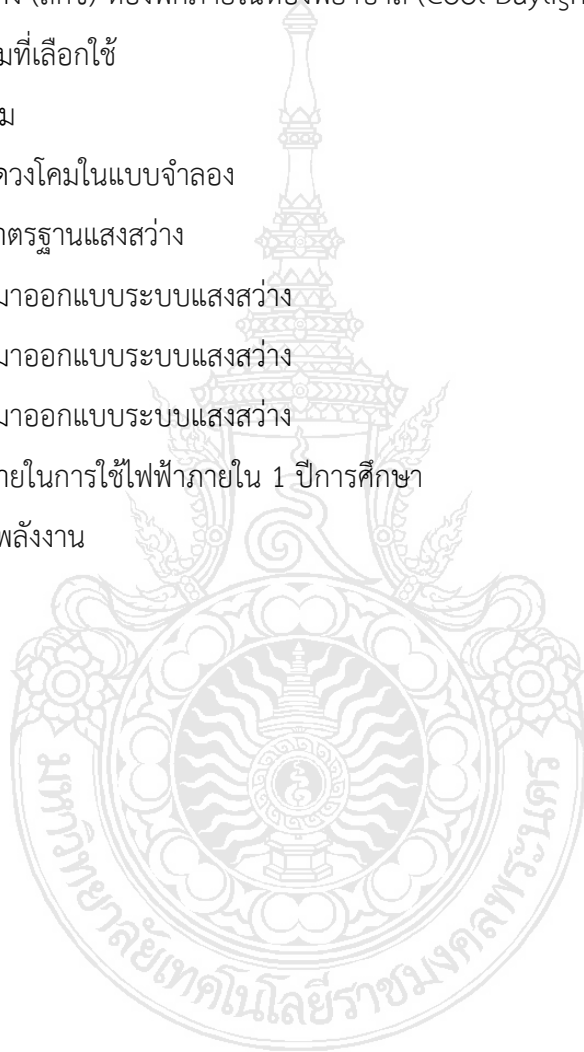
ภาพ	หน้า
ภาพที่ 2.1 ที่มา :เว็บไซต์ www.banfaifa.com	6
ภาพที่ 2.2 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบกรองแสงเกล็ดแก้วทั้งแบบติดลอย และแบบฝังฝ้า	24
ภาพที่ 2.3 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดเปลือย	24
ภาพที่ 2.4 การวัดค่าความสว่างของหลอดไฟ	25
ภาพที่ 2.5 แคนเดลา (Candela, cd) ความเข้มของการส่องสว่าง เป็นแสงทิศทางเดียว	25
ภาพที่ 2.6 ลูเมน (Lumen, lm) คือผลรวมความเข้มของการส่องสว่าง	27
ภาพที่ 2.7 ลักซ์ (Lux, lx) คือหน่วยที่ใช้วัดความสว่าง (I luminance)	
ต่อพื้นที่หรือคิดเป็น ลูเมน/ตารางเมตร	27
ภาพที่ 2.8 เครื่องวัดแสง (Lux meter)	27
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างค่าที่ได้จากการคำนวณเพื่อประกอบการพิจารณาการลงทุน	30
ภาพที่ 3.1 ด้านหน้าห้องพยาบาล	33
ภาพที่ 3.2 ด้านข้างห้องพยาบาล	33
ภาพที่ 3.3 ด้านข้างซ้ายโซนห้องพักภายในห้องพยาบาล	34
ภาพที่ 3.4 ด้านข้างขวาโซนที่เก็บของภายในห้องพยาบาล	34
ภาพที่ 3.5 เครื่องมือการวัดค่าลักซ์ในการสำรวจ	35
ภาพที่ 3.6 หน้าดาวนโหลดโปรแกรม Arc site	38
ภาพที่ 3.7 หน้าเข้าสู่ระบบโปรแกรม Arc site	38
ภาพที่ 3.8 หน้าสร้าง Project	39
ภาพที่ 3.9 หน้าสร้าง Drawing	39
ภาพที่ 3.10 ภาพในโปรแกรม Arc site	40
ภาพที่ 3.11 แพลนห้องพยาบาล	40
ภาพที่ 3.12 หน้าดาวนโหลดโปรแกรม Sketch up	41
ภาพที่ 3.13 หน้าเข้าสู่ระบบโปรแกรม Sketch up	42
ภาพที่ 3.14 ภาพในโปรแกรม Sketch up	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 3.15 ด้านหน้าโมเดลห้องพยาบาล	43
ภาพที่ 3.16 ด้านข้างโมเดลห้องพยาบาล	43
ภาพที่ 3.17 หน้าต่างการเลือกเฟอร์นิเจอร์	44
ภาพที่ 3.18 ด้านโมเดลห้องพยาบาลขณะจัดวางเฟอร์นิเจอร์	44
ภาพที่ 3.19 ด้านข้างฝั่งซ้ายของโมเดลห้องพยาบาลขณะจัดวางเฟอร์นิเจอร์	45
ภาพที่ 3.20 ด้านข้างฝั่งขวาของโมเดลห้องพยาบาลขณะจัดวางเฟอร์นิเจอร์	45
ภาพที่ 3.21 โมเดลห้องพยาบาลโดยรวม	46
ภาพที่ 3.22 ภายในห้องรับรองของห้องพยาบาล	47
ภาพที่ 3.23 ภายในห้องพักของห้องพยาบาล	47
ภาพที่ 3.24 หน้าต่างเว็บไซต์ดาวน์โหลดโปรแกรม DIALux evo	47
ภาพที่ 3.25 ติดตั้งตัวโปรแกรม	48
ภาพที่ 3.26 หน้าต่างเลือกการสร้างพื้นที่	48
ภาพที่ 3.27 ด้านหน้าโมเดล 3 มิติในโปรแกรม DIALux evo	49
ภาพที่ 3.28 ด้านข้างโมเดล 3 มิติในโปรแกรม DIALux evo	49
ภาพที่ 3.29 กำหนดระยะพื้นที่การใช้งาน	50
ภาพที่ 3.30 กำหนดค่าลักษณะของห้อง	50
ภาพที่ 3.31 วางจุดโคมไฟภายในห้องพยาบาล (ด้านหน้า)	51
ภาพที่ 3.32 วางจุดโคมไฟภายในห้องพยาบาล (ด้านข้าง)	51
ภาพที่ 4.1 ผลการจำลองความสว่างด้วยโปรแกรม DIALux evo ของห้องพยาบาล	53
ภาพที่ 4.2 การกระจายกำลังส่องสว่างของดวงโคม	53
ภาพที่ 4.3 ทิศทางการกระจายแสงของดวงโคม	54
ภาพที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิด้านหน้าของห้องพยาบาล	54
ภาพที่ 4.5 แสดงอุณหภูมิด้านข้างของห้องพยาบาล	55
ภาพที่ 4.6 จำลองค่าความสว่าง (ลักซ์) ห้องรับรองภายในห้องพยาบาล (Daylight)	55
ภาพที่ 4.7 จำลองค่าความสว่าง (ลักซ์) ห้องพักภายในห้องพยาบาล (Daylight)	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 4.8 จำลองค่าความสว่าง (ลักซ์) ห้องพักภายในห้องพยาบาล (Cool Daylight)	56
ภาพที่ 4.9 จำลองค่าความสว่าง (ลักซ์) ห้องพักภายในห้องพยาบาล (Cool Daylight)	57
ภาพที่ 4.10 Product ของโคมที่เลือกใช้	57
ภาพที่ 4.11 แพลนของดวงโคม	59
ภาพที่ 4.12 รายละเอียดของดวงโคมในแบบจำลอง	60
ภาพที่ 4.13 ตารางแสดงค่ามาตรฐานแสงสว่าง	60
ภาพที่ 5.1 ห้องพยาบาลที่นำมาออกแบบระบบแสงสว่าง	63
ภาพที่ 5.2 ห้องพยาบาลที่นำมาออกแบบระบบแสงสว่าง	64
ภาพที่ 5.3 ห้องพยาบาลที่นำมาออกแบบระบบแสงสว่าง	64
ภาพที่ 5.4 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าภายใน 1 ปีการศึกษา	66
ภาพที่ 5.5 กราฟแสดงการใช้พลังงาน	66



บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

แสงสว่าง เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการดำเนินชีวิตของทั้งมนุษย์ พืช สัตว์ ซึ่งแสงสว่างจากดวงอาทิตย์เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกสรรสร้างเพื่อสิ่งมีชีวิต โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ หากเราสามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพจากแสงธรรมชาติได้อย่างเหมาะสมมากที่สุด จะเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดทีเดียว แต่เราต่างทราบกันดี แสงสว่างจากธรรมชาตินี้จะหมดไปในช่วงเวลากลางวัน เช่นนี้เราจึงจำเป็นต้องพึ่งพาแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า ดังนั้นการวางแผนการใช้งานอย่างมีความรู้ความเข้าใจในการเลือกใช้แสงให้เกิดประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุดมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการประหยัดพลังงาน อย่างไรก็ตามเราจำเป็นต้องเข้าใจถึงประสิทธิภาพในการมองเห็นอย่างชัดเจนถูกต้อง นั้นจะต้องเกิดความสบายในขณะที่ประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ไม่ให้มีแสงสว่างมาก หรือน้อยจนเกิดผลกระทบ เพราะในพื้นที่ใช้งานมี **แสงสว่างที่น้อยเกินไป** จะมีผลเสียต่อสายตา ทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไปจากการเพ่งมอง ทำให้เกิดการเมื่อยล้าปวดตา มึนศีรษะ รวมถึงประสิทธิภาพในการทำงานลดลงในทางกลับกัน หากมี **แสงสว่างที่มากเกินไป** จะทำให้ผู้ทำงานเกิดความไม่สบายสายตา ปวด แสบตา มึนศีรษะ วิงเวียน และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ รวมถึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเราลดลงหรืออาจเป็นสาเหตุของโรคทางสายตาได้เช่นเดียวกัน

การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการส่องสว่างของห้องพยาบาลในสถาบันการศึกษามีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากมีผลกระทบต่อหลายด้านทั้งในด้านการดูแลผู้ป่วย การทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ และความเป็นอยู่ของผู้ใช้บริการทั้งภายในและภายนอกสถาบันการศึกษา นี่คือความสำคัญของการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการส่องสว่างของห้องพยาบาลในสถาบันการศึกษา: **เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานทางการแพทย์:** การส่องสว่างที่เหมาะสมในห้องพยาบาลช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์และพยาบาลทำงานได้ดีขึ้น เพื่อให้สามารถดูแลผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย, **เพิ่มความเป็นอยู่ของผู้ใช้บริการ:** การวิเคราะห์และปรับปรุงการส่องสว่างช่วยให้ผู้ใช้บริการรู้สึกสะดวกสบายและเชื่อถือได้ในการใช้บริการทางการแพทย์ในสถาบันการศึกษา, **เพิ่มความปลอดภัย:** การตรวจสอบและปรับปรุงการส่องสว่างช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากความเข้มของแสงไม่เหมาะสมหรือปัญหาการกระจายแสง, **ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย:** การปรับปรุงการใช้แสงไฟให้เป็นอย่างเหมาะสมช่วยลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน, **ปรับปรุงภาพลักษณ์และด้านเสถียรภาพ:** การส่องสว่างที่เหมาะสมช่วยเพิ่มความสวยงามของห้องพยาบาลและปรับปรุงภาพลักษณ์ของสถาบันการศึกษา, **เป็นไปตามมาตรฐานและการรับรอง:** การปรับปรุงการส่องสว่างให้เป็นไปตามมาตรฐานและ

การรับรองช่วยให้สถาบันการศึกษาได้รับการรับรองและนับถือในด้านการดูแลสุขภาพ ,การศึกษาและการวิจัย: การวิเคราะห์แสงไฟในห้องพยาบาลเป็นที่สนใจในการศึกษาและการวิจัยเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางการแพทย์และวิศวกรรมการส่องสว่าง

ความสำคัญของการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการส่องสว่างของห้องพยาบาลในสถาบันการศึกษาอาจมีมากกว่าที่ได้กล่าวมา การเสริมสร้างความรู้ในด้านนี้สามารถช่วยเสริมสร้างระบบการให้บริการทางการแพทย์ที่ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพในการดูแลสุขภาพของประชาชนได้โดยตรง การวิเคราะห์ที่ถูกต้องและการปรับปรุงที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่ควรเกิดขึ้นเพื่อให้สามารถให้บริการทางการแพทย์ที่มีคุณภาพและเชื่อถือได้ในสถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้รับการสถาปนาขึ้นในพระราชบัญญัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล เมื่อวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2548 ซึ่งดูเหมือนจะเป็นมหาวิทยาลัย ใหม่ในสายตาของคนทั่วไป แต่ความจริงแล้วมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครมีประวัติความเป็นมาที่ยาวนาน และจัดเป็นสถาบันการศึกษาที่มีชื่อเสียงและมีความเชี่ยวชาญด้านวิชาชีพมาเป็น เวลาช้านาน จากเดิมที่รวมอยู่กับสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลซึ่งเป็นสถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนสายวิชาชีพ อันประกอบด้วยวิทยาเขตต่าง ๆ มากกว่า 35 วิทยาเขตทั่วประเทศ และเมื่อมีการ ปรับเปลี่ยนสถานภาพจาก สถาบัน มาเป็น มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2548 ก็ได้มีการรวมกลุ่มวิทยาเขตในสังกัดแยกออกเป็น 9 มหาวิทยาลัย และหนึ่งในมหาวิทยาลัยที่แยกอิสระออกมา ก็คือ “มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร” เนื่องจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ก่อตั้งมาเป็นเวลายาวนานและไม่ได้มีการปรับปรุงระบบต่าง ๆ ของอาคารอย่างต่อเนื่อง ยกตัวอย่างเช่น ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง จึงทำให้แสงสว่างในแต่ละพื้นที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งานจึงอาจไม่ตรงตาม มาตรฐานของ IES (Illuminating Engineering Society) ในโครงการนี้จึงเลือกพื้นที่ที่ควรปรับปรุงเป็นห้องพยาบาล ห้องพยาบาลในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีดังนี้ห้องพยาบาล วัตถุประสงค์ในการใช้ห้องพยาบาล จึงแบ่งเป็นทั้งหมด 2 ชั้น ในการใช้งาน คือ ตรวจผู้ป่วย และใช้สำหรับพักฟื้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษา และแนวทางการปรับปรุงระบบแสงสว่างในห้องพยาบาลคณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จึงทำการศึกษาและแนะนำการปรับปรุง โดยใช้ มาตรฐาน IES (Illuminating Engineering Society) และ มาตรฐานสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย โดยใช้ โปรแกรม Arc site โปรแกรม Sketch Up เพื่อขึ้นแบบห้องประชุมแบบ 3 มิติ โปรแกรม DIALux evo สำหรับ ออกแบบระบบแสงสว่าง ใช้เครื่องมือ Lux Meter ในการวัดค่าความเข้มแสงในห้องประชุม วัดขนาดของพื้นที่ เพื่อนำข้อมูลไปวิจัยตามมาตรฐานในการนำไปปรับปรุง

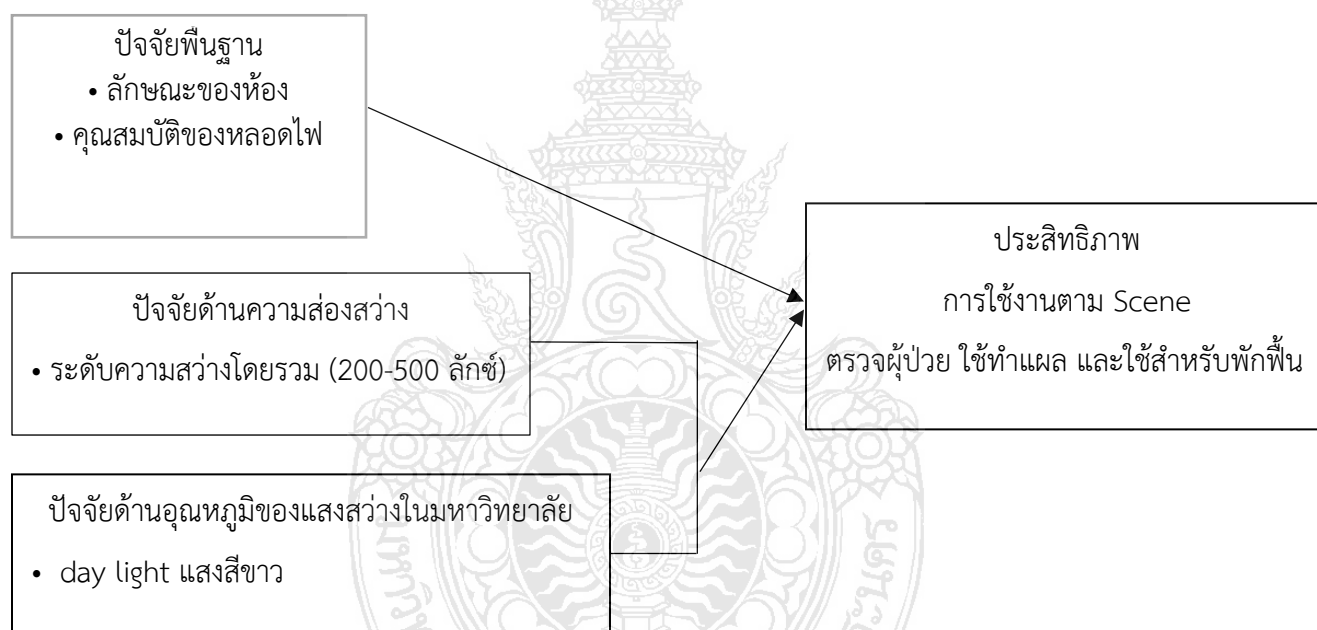
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ระบบการส่องสว่างปัจจุบันในโรงพยาบาลเพื่อหาข้อบกพร่องและโอกาสในการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นในการให้บริการแก่ผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์

1.2.2. เพื่อออกแบบและปรับปรุงระบบแสงสว่างของโรงพยาบาลให้เป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมการส่องสว่าง (Illuminating Engineering Society: IES) โดยเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพและความสอดคล้องกับการใช้งานจริง

1.2.3. การศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการส่องสว่างที่มีอยู่ในตลาดเพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมและทันสมัยที่สุดสำหรับการใช้งานในโรงพยาบาล

1.3 กรอบแนวคิด



การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการส่องสว่างของโรงพยาบาลในสถาบันการศึกษาเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ การวิเคราะห์นี้นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงไฟภายในโรงพยาบาลและวิเคราะห์เพื่อเข้าใจและปรับปรุงเงื่อนไขสำหรับการใช้แสงไฟด้วยเทคโนโลยีที่ชาญฉลาดในขณะเดียวกัน โดยใช้กรณีศึกษา ณ โรงพยาบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้แนวทางในการศึกษาและปรับปรุงระบบแสงสว่างในห้องพยาบาลของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความเหมาะสมกับการใช้งานจริง

1.4.2 สามารถกำหนดจำนวนและประเภทของหลอดไฟที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบระบบแสงสว่าง โดยอ้างอิงจากหลักการทางวิศวกรรมแสงสว่างและความต้องการของพื้นที่

1.4.3 ทำให้ระบบแสงสว่างในห้องพยาบาลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการใช้งานในสถานการณ์หรือฉากการใช้งานที่หลากหลาย โดยสามารถกำหนดการทำงานใน Scene ที่แตกต่างกันได้ 2-3 Scene

1.5 ขอบเขตของโครงการ

1.5.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ระดับความสว่าง (Illuminance) และอุณหภูมิสีของแสง (Color Temperature) ก่อนและหลังการออกแบบระบบแสงสว่างในห้องพยาบาล

1.5.2 ขอบเขตด้านสถานที่ในการวิจัยจำกัดอยู่ในพื้นที่ห้องพยาบาลของมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นพื้นที่หลักในการเก็บข้อมูลและประเมินผล

1.5.3 เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เครื่องวัดความสว่าง (Lux Meter) สำหรับการวัดค่าความสว่างในพื้นที่จริง โปรแกรม Arc site สำหรับการเขียนแบบแปลน 2 มิติของห้องพยาบาล โปรแกรม Sketch Up สำหรับการสร้างแบบจำลองห้องพยาบาลในรูปแบบ 3 มิติ และโปรแกรม DIALux evo สำหรับการคำนวณและจำลองการกระจายแสงสว่างในพื้นที่ห้องพยาบาล

บทที่ 2

ทฤษฎีของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

การออกแบบระบบแสงสว่างถึงเป็นจุดเริ่มต้นในการออกแบบระบบไฟฟ้าหากมีการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร การออกแบบระบบแสงสว่างมักจะถูกออกแบบเป็นลำดับแรกเสมอก่อนที่จะไปออกแบบระบบไฟฟ้าในส่วนอื่นต่อไป โดยการออกแบบระบบแสงสว่างนั้นจะต้องเอาภาระโหลดของโคมไฟฟ้าไปรวมอยู่ในตารางโหลดด้วย

2.2 ความส่องสว่าง (Illuminance)

ความส่องสว่าง หรือ อิลูมิแนนซ์ หมายถึง ความส่องสว่างที่กระทบลงบนวัตถุมีหน่วยเป็นรูเมน ต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ ตัวอย่างเช่นสำนักงานโดยทั่วไปต้องการความส่องสว่างประมาณ 500 ลักซ์ ห้องน้ำทั่วไปต้องการความส่องสว่างประมาณ 150 ลักซ์ เป็นต้น ความส่องสว่างในหน่วยของลักซ์ 9 ฟุตแคนเดลมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้ ลักซ์ มีค่าประมาณ 10 เท่าของฟุตแคนเดล เช่น ความส่องสว่าง 500 ลักซ์มีค่าประมาณ 50 ฟุตแคนเดล เป็นต้น อิลูมิแนนซ์ หรือ ความส่องสว่างสามารถเขียนได้ดังสมการ ต่อไปนี้

$$\text{ความส่องสว่าง หรือ อิลูมิแนนซ์} = \frac{\text{ปริมาณแสง (ลูเมน)}}{\text{พื้นที่ (ม.2)}}$$

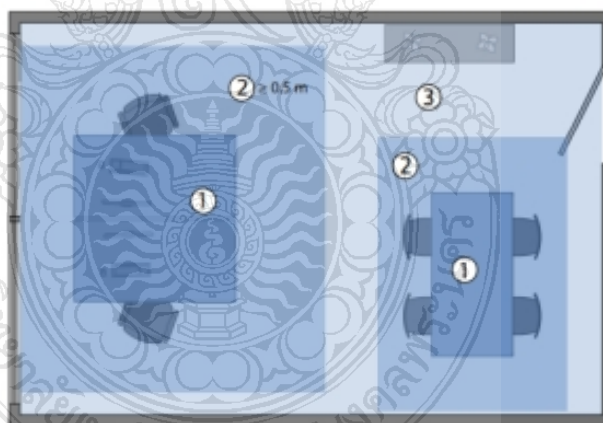
ในมาตรฐานทางแสงสว่างแต่ละแห่ง เช่น IES (USA) IES(BS) เป็นต้น อาจกำหนดอิลูมิแนนซ์ หรือความส่องสว่างต่างกันสำหรับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ประเภทเดียวกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการ ใช้ชีวิต สภาพอากาศ เป็นต้น IES Illuminating Engineering Society เป็นหน่วยงานหรือสมาคมที่มี กิจกรรมทางด้านแสงสว่างซึ่งในแต่ละประเทศก็มีหน่วยงานหรือสมาคมดังกล่าวดำเนินงานอิสระโดย ไม่ขึ้นต่อกัน แต่จากการที่แต่ละสมาคมในแต่ละประเทศที่มีชื่อภาษาอังกฤษเหมือนกันอาจทำให้เกิด การเข้าใจผิดคิดว่าเป็นสมาคมเดียวกันซึ่งอันที่จริงแล้ว IES ของแต่ละประเทศอาจไม่มีอะไรเกี่ยวพัน กันเลยดังนั้นค่าอิลูมิแนนซ์ ของ IES (USA) อาจมีค่าต่างกับ IES(BS)

การทำให้สายตาสามารถวัดความส่องสว่างโดยประมาณได้นั้นมีประโยชน์คือ เมื่อพบบริเวณใด ที่มีความสวยงามเนื่องจากไฟแสงสว่างก็สามารถประมาณความส่องสว่างที่ทำให้เกิดความสุขงาม หรือความสบายตาได้นั้นได้ และเป็นการสร้างเสริมประสบการณ์ให้กับตัวเองด้วย แต่ถ้าหากสายตาไม่ สามารถประมาณความส่องสว่างได้

เมื่อพบพื้นที่ที่มีความสวยงามเนื่องจากแสงสว่างก็จะเป็นการยากที่จะหาได้ แต่วิเคราะห์ได้อีกว่าเกิดจากการให้แสงสว่างเท่าใดได้แต่ชอบว่ามีความสวยงามแต่ไม่สามารถบอกได้ว่า ความสวยงามนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร

ความส่องสว่างที่ระดับต่างๆ เนื่องจากหลอดแต่ละชนิดก็ให้ความรู้สึกที่แตกต่างกัน เมื่อใช้ลักซ์ มิเตอร์วัดความส่องสว่างเปรียบเทียบระหว่างความส่องสว่างที่ได้ในระดับเดียวกัน จากหลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดมีไส้ กลับหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะพบว่าที่ระดับความส่องสว่างต่ำของแสงสีขาว จากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะรู้สึกว่ามีสี แต่ที่ระดับความส่องสว่างสูงๆถึง 500 ลักซ์ ของแสงจาก หลอดอินแคนเดสเซนต์จะรู้สึกว่าการทำ ความคุ้นเคยกับระดับความส่องสว่างต่างๆการที่ได้จาก หลอดอินแคนเดสเซนต์และหลอดฟลูออเรสเซนต์จะทำให้ การเรียนรู้ด้านการส่องสว่างดีขึ้นใน ภายหลัง

การออกแบบความสว่างให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ใช้งาน นอกจากช่วยสนับสนุน การทำงาน ให้ดำเนินไป อย่างรวดเร็ว ปลอดภัย และสะดวกสบาย ยังช่วยถนอม สุขภาพตาผู้ปฏิบัติงานในระยะ ยาวอีกด้วย นอกเหนือจาก การให้ความสำคัญของ “แสงสว่าง 1 พื้นที่หลัก” ในบริเวณปฏิบัติงาน คุณ ยังควรคำนึงถึงบริเวณโดยรอบ “แสง สว่าง 2 พื้นที่รอง” อาทิ พื้นที่รอบๆ โต๊ะทำงาน 3 พื้นที่ฉากหลัง ซึ่งเป็นการออกแบบความสว่าง ตามหลัก มาตรฐานสากล



ภาพที่ 2.1 ที่มา : เว็บไซต์ www.banfaifa.com

1) ระดับความสว่าง (Scale of Illuminance) เพื่อไม่ให้เกิดความแตกต่างของความสว่างใน แต่ละพื้นที่ ใช้งาน มาตรฐาน EN12464-1 ได้แนะนำระดับความสว่างที่แตกต่างกันของพื้นที่ใช้งาน และพื้นที่รอบไว้ดังระดับ ตัวเลขด้านล่าง 20-30-50-75-100-150-200-300-500-750-1000-1500-2000-3000-5000-6500

2) ระดับความสว่างในพื้นที่หลัก พื้นที่หลัก หมายถึงพื้นที่ที่ต้องการแสงสว่างพิเศษเฉพาะจุด ในบริเวณ ทำงาน มุ่งเน้นความชัดเจนในการมองเห็นวัตถุ สามารถใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ได้ อย่างปลอดภัย และ

สามารถมอบความสบายสายตาแม้ต้องทำงานเป็นเวลานานต่อเนื่อง มาตรฐาน EN12464-1 ได้แนะนำ โดยพิจารณาหาค่าต่างๆ ดังนี้

$\frac{m}{E}$: ความสว่างเฉลี่ย (ซึ่งขึ้นอยู่กับงาน และพื้นที่ที่สามารถเป็น แนวนอน แนวตั้ง หรือแนวเฉียง)

UGR : แสงแยงตา

U_0 : ความสม่ำเสมอของแสง

R_0 : ความถูกต้องของสี

หมายเหตุ : บางกรณีอาจมีการเพิ่มข้อกำหนดพิเศษเพิ่มเติม เช่น อุณหภูมิสีของแสง (ทั้งนี้ ใน บางกรณี อาจมีเงื่อนไขที่จำเป็นต้องเพิ่มหรือลดระดับของความส่องสว่าง อย่างน้อย 1 ระดับ ดู รายละเอียดหัวข้อถัดไป) ตัวอย่างของความสว่างที่แนะนำในพื้นที่ต่างๆ

ตารางที่ 2.1 : ตัวอย่างของ EN12464-1: 2011แสดงข้อกำหนดด้านแสงสว่างสำหรับการใช้งานในสำนักงาน

Ref. no.	Type of area, task or activity	E_{av} [lux]	UGR [-]	U_0 [-]	R_a [-]	Specific requirements
5.26.1	Filing, copying, etc.	300	19	0.40	80	
5.26.2	Writing, typing, reading, data processing	500	19	0.60	80	DSE-work, see 4.9.
5.26.3	Technical drawing	750	16	0.70	80	
5.26.4	CAD work stations	500	19	0.60	80	DSE-work, see 4.9.
5.26.5	Conference and meeting rooms	500	19	0.60	80	Lighting should be controllable.
5.26.6	Reception desk	300	22	0.60	80	
5.26.7	Archives	200	25	0.40	80	

ที่มา : เว็บไซต์ www.banfaifa.com

ความสว่างที่แนะนำสามารถเพิ่มได้ ในกรณีที่

1. งานที่ต้องใช้สายตาเพ่ง
2. งานที่ผิดพลาดแล้วมีค่าใช้จ่ายในการแก้ไขสูง
3. งานที่ต้องการความแม่นยำ ต้องการความละเอียดสูง ในการทำงาน
4. งานที่มีขนาดเล็กมาก หรือเห็นความแตกต่างของสีไม่ชัดเจน
5. งานที่ต้องใช้เวลาทำต่อเนื่องยาวนาน

6. งานที่ความสามารถในการมองเห็นของผู้ปฏิบัติงานต่ำกว่าปกติ และเราสามารถลดความสว่างลงได้ในกรณีนี้

6.1 งานมีขนาดใหญ่ สามารถเห็นรายละเอียดหรือมีสีตัดกันเด่นชัด

6.2 งานที่ใช้เวลาไม่นาน

ระดับความสว่างบริเวณโดยรอบพื้นที่ทำงานหรือ “พื้นที่รอง” สำหรับห้องทำงานทั่วไป นอกเหนือจาก “พื้นที่หลัก” ในการปฏิบัติงานแล้ว บริเวณที่เหลือทั้งหมดถือเป็นบริเวณโดยรอบ หรือ “พื้นที่รอง” สิ่งที่เราควรคำนึงคือระดับความแตกต่างของความสว่างที่เหมาะสม เพื่อการลดความเครียด ของสายตา และทำให้เกิดความสบายตามากที่สุด โดยทั่วไปเราจะกำหนดให้พื้นที่ 0.5 เมตร จาก บริเวณพื้นที่ทำงานหลักเป็นบริเวณพื้นที่รอบพื้นที่ทำงาน อย่างไรก็ตามระยะ 0.5 เมตรนี้ ถือเป็น ระยะที่น้อยที่สุด หากเราสามารถกำหนดระยะให้กว้างกว่านี้ได้ก็ดียิ่งขึ้น ตารางแนะนำระดับความสว่างเฉลี่ยบริเวณโดยรอบพื้นที่หลัก หรือ “พื้นที่รอง” คำนวณจากระดับความสว่างเฉลี่ยของ “พื้นที่หลัก” ที่มีความสม่ำเสมอของแสง $U_0 \geq 0.4$

ตารางที่ 2.2 : ความสว่างที่จำเป็นในบริเวณโดยรอบตามพื้นที่งาน (ความต้องการความสม่ำเสมอ

$U_0 \leq 0.40$)

Illuminance on the task area E_{task} (lux)	Illuminance on immediate surrounding areas (lux)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{task}
100	E_{task}
≤ 50	E_{task}

ที่มา : เว็บไซต์ www.banfaifa.com

2.3 พื้นที่ฉากหลัง

“พื้นที่ฉากหลัง” คือพื้นที่ในรัศมี 3 เมตรโดยรอบพื้นที่รองอีกที หรือจนสุดของพื้นที่ห้อง ควร มีระดับความสว่าง 1 ใน 3 ของบริเวณ “พื้นที่รอง” โดยความสม่ำเสมอของแสง อยู่ที่ $U_0 \geq 0.10$ หมายเหตุ : ควรกำหนดขนาด “พื้นที่หลัก” ให้ชัดเจน จึงจะสามารถรู้ “พื้นที่รอง” และ “พื้นที่ฉาก หลัง” ได้ ในบางอาคารที่มีการโยกย้ายบ่อย การจัดวางตำแหน่งโต๊ะทำงาน หรือเครื่องจักร จึงยังไม่ แน่นนอน สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ 2 วิธี- ถือว่าพื้นที่ทั้งหมดเป็นพื้นที่หลัก ซึ่งวิธีนี้มีความยืดหยุ่นสูง แต่ ทำให้ใช้แสงสว่างสูงขึ้น – กำหนดระดับความส่องสว่าง “พื้นที่โดยรอบ” ทั้งหมดก่อน จนกว่าจะทราบ ขนาด “พื้นที่หลัก” ที่แน่นอน จึงค่อยปรับระดับความส่องสว่างอีกครั้ง จากนั้นค่อยเสริม โคมไฟ เฉพาะจุด เพิ่มแสงสว่าง ตามที่ต้องการ แสงแยงตา

แสงแยงตา เกิดจากบริเวณที่มีความสว่างมากสะท้อนแสงมารบกวนสายตาดูมอง เช่น แสงสะท้อนจากพื้นผิวโลหะ หรือแสงผ่านทางหน้าต่าง แสงแยงตา ส่งผลต่อผู้ปฏิบัติงานได้ 2 ลักษณะ คือ 1) ทำให้ การมองเห็นลดลง 2) ทำให้ไม่สบายตา อย่างไรก็ตามแสงแยงตาที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน จะไม่ส่งผล กระทบ รุนแรงต่อการมองเห็น แต่สำหรับนักออกแบบแสงสว่างก็ไม่ควรละเลยปัญหาแสงแยงตา ต่อไปนี้คือสารานุกรมเกี่ยวกับแสงแยงตา

แสงแยงตาแบบตรง (Direct Glare) คือ แสงแยงตาที่เกิดจากแสงของ แหล่งกำเนิดแสงส่องเข้ามาที่ตาโดยตรง เราสามารถรู้ระดับของแสงแยงตาแบบตรงได้โดยการดูค่า Unified Glare Rating (UGR) โดยค่า UGR ยิ่งต่ำยิ่งดี มาตรฐาน EN12464-1 ได้กำหนดค่าแสงแยงตาแบบตรง (UGR) ที่มากที่สุดในแต่ละพื้นที่ใช้งาน

ตารางที่ 2.3 : ตัวอย่าง ของ EN12464-1: 2011 ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อกำหนดด้านแสงสว่างสำหรับการใช้งานในสำนักงาน

Ref. no.	Type of area, task or activity	E_{av} [lux]	UGR [-]	U_{lim} [-]	R_{lim} [-]	Specific requirements
5.26.1	Filing, copying, etc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Writing, typing, reading, data processing	500	19	0,60	80	DSE-work, see 4.9.
5.26.3	Technical drawing	750	16	0,70	80	
5.26.4	CAD work stations	500	19	0,60	80	DSE-work, see 4.9.
5.26.5	Conference and meeting rooms	500	19	0,60	80	Lighting should be controllable.
5.26.6	Reception desk	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archives	200	25	0,40	80	

ที่มา :เว็บไซต์ www.banfaifa.com

แสงแยงตาแบบสะท้อน แสงแยงตาแบบสะท้อน เกิดจากการสะท้อนของแสงที่มีความสว่าง มาก เช่น หลอดไฟ หน้าต่าง หรืออาคารสูง ซึ่งอาจเป็นแสงที่ทำให้การมองเห็นลดลง และทำให้ไม่สบายตาซึ่งยากที่จะควบคุม แต่มาตรฐานโดยทั่วไปมักใช้วิธีลดแสงแยงตาแบบสะท้อน โดยใช้องค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. จัดวางตำแหน่งทำงานให้สอดคล้องกับหลอดไฟ หน้าต่าง และแสงจากหลังคา
2. เลือกใช้พื้นผิววัสดุแบบด้าน แทนการใช้วัสดุผิวมัน
3. ควบคุมปริมาณแสงจากหลอดไฟ, แสงทางหน้าต่าง และแสงส่องมาจากหลังคา
4. ลดแสงสว่างบริเวณเพดานและผนังไม่ให้สว่างมากเกินไป

หลักเกณฑ์เรื่องสี

สีของแสงสัมพันธ์อย่างมากกับการสร้างบรรยากาศ อารมณ์ และแรงบันดาลใจ ตัวอย่าง เช่น

แสงสีเหลือง : ให้ความรู้สึกอบอุ่นสบาย

แสงสีขาว : ให้ความรู้สึก กระฉับกระเฉง

ลักษณะของแสงแบ่งได้ 2 องค์ประกอบ คือ อุณหภูมิสีของแสง และค่าความถูกต้องของสีของวัตถุ

1. อุณหภูมิสีของแสง (Color Temperature: CCT) มีหน่วยเป็น เคลวิน (Kelvin) การเลือกอุณหภูมิแสง มักขึ้นกับอารมณ์ความสุนทรีย์และวัฒนธรรม เช่น พื้นที่ที่ต้องการความรู้สึกสบายผ่อนคลาย จะเลือกใช้แสง ในช่วง WARM (แสงสีเหลือง) เป็นต้น

ตารางที่ 2.4 : กลุ่มลักษณะสีของหลอดไฟ

Colour appearance	Correlated colour temperature T_{cp}
warm	below 3300 K
intermediate	3300 to 5300 K
cool	above 5300K

ที่มา : เว็บไซต์ www.banfaifa.com

2. ค่าความถูกต้องของสีของวัตถุ (Color Redering: Ra) ค่าความถูกต้องของสีของวัตถุยี่ห้อ หลักเกณฑ์ ตามสีของวัตถุที่สายตาเห็นในแสงธรรมชาติ โดยวัดจากค่าความถูกต้องของสีของวัตถุ (Ra) ค่าสูงสุด $Ra = 100$ หากยิ่งแสงจากหลอดไฟให้สีของวัตถุมีความผิดเพี้ยนจากแสงธรรมชาติ

ค่า Ra ของหลอดไฟนั้นๆ จะยิ่งต่ำกว่า 100 มาตรฐาน EN12464-1 ได้แนะนำค่า Ra ที่เหมาะสม ดัง ตารางด้านล่าง

ตารางที่ 2.5 : ตัวอย่างของ EN12464-1: 2011 ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อกำหนดด้านแสงสว่างสำหรับ การใช้ งานในสำนักงาน

Ref. no.	Type of area, task or activity	E_v [lux]	UGR [-]	U_0 [-]	R_a [-]	Specific requirements
5.26.1	Filing, copying, etc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Writing, typing, reading, data processing	500	19	0,60	80	DSE-work, see 4.9.
5.26.3	Technical drawing	750	16	0,70	80	
5.26.4	CAD work stations	500	19	0,60	80	DSE-work, see 4.9.
5.26.5	Conference and meeting rooms	500	19	0,60	80	Lighting should be controllable.
5.26.6	Reception desk	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archives	200	25	0,40	80	

ที่มา : เว็บไซต์ <http://www.banfaifa.com>

2.4 การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร

การส่องสว่างภายใน หมายถึง การส่องสว่างภายในอาคาร เช่น สำนักงาน บ้านอยู่อาศัย โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน เป็นต้น การส่องสว่างภายในอาคารมีความสำคัญสองประการ คือ การให้แสงสว่างเพื่อใช้งานได้สะดวกสบาย และการให้แสงเพื่อให้เกิดความสวยงามการส่องสว่างภายในเพื่อให้ใช้งานได้นั้น หมายถึง ต้องให้ระดับแสงสว่างอยู่ในเกณฑ์ที่ทำงานได้โดยไม่ต้องทำให้เพ่งสายตามากเกินไปส่วนการส่องสว่างให้เกิดความสวยงามนั้นก็ต้องอาศัยความมีศิลป์ในตัวเพื่อพิจารณาในแง่การให้แสงแบบเอฟเฟค (Effect Lighting) หรือ การให้แสงแบบส่องเน้น (Accent Lighting)

พื้นฐานที่จะกล่าวถึงประกอบด้วยระบบการให้แสงสว่างแบบต่างๆ ระบบการให้แสงสว่างนั้น ขึ้นอยู่กับการใช้งานของห้อง ผู้อยู่ในห้องการมองเห็น และสไตล์การตกแต่งระบบการให้แสงสว่าง โดยพื้นฐานประกอบด้วยระบบการให้แสงหลัก (Primary Lighting System) และระบบการให้แสง รอง (Secondary Lighting System)

2.4.1 ระบบการให้แสงหลัก หมายถึง แสงสว่างพื้นฐานที่ต้องใช้เพื่อการใช้งาน ซึ่งแยกออกได้เป็นระบบต่างๆ ดังนี้

ก. แสงสว่างทั่วไป (General Lighting) คือ การให้แสงกระจายทั่วไปเท่ากันทั้งบริเวณพื้นที่ใช้งาน ซึ่งใช้กับความส่องสว่างที่ไม่มากจนเกินไป เช่น สำนักงาน เป็นต้น

ข. แสงสว่างเฉพาะที่ (Localized Lighting) คือ การให้แสงสว่างเป็นบางบริเวณเฉพาะที่ทำงานเท่านั้นเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ต้องให้สม่ำเสมอเหมือนแบบแรก เช่น การให้แสงสว่างจากฝ้าแต่ติดตั้งเฉพาะเหนือโต๊ะ หรือบริเวณ ใช้งานให้ได้รับความส่องสว่างตามต้องการ

ค. แสงสว่างเฉพาะที่ และทั่วไป (Local Lighting and General Lighting) คือ การให้แสงสว่างทั้งแบบทั่วไปทั้งบริเวณ และเฉพาะที่ที่ทำงาน ซึ่งมักใช้กับงานที่ต้องการความส่องสว่างสูง ซึ่งไม่สามารถให้แสงแบบแสงสว่างทั่วไปได้เพราะเปลืองค่าไฟฟ้ามาก เช่น การให้แสงสว่างจากฝ้าเพดานเพื่อส่องบริเวณทั่วไป และที่โต๊ะทำงาน ติดโคมตั้งโต๊ะส่องเฉพาะต่างหากเพื่อให้ได้ความส่องสว่างสูงมากตามความต้องการของงาน

2.4.2 ระบบการให้แสงรอง หมายถึง การให้แสงนอกเหนือจากการให้แสงหลักเพื่อให้เกิดความสวยงามเพื่อความสบายตา ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

ก. แสงสว่างแบบส่องเน้น (Accent Lighting) เป็นการให้แสงแบบส่องเน้นที่วัตถุใดวัตถุหนึ่ง เพื่อให้เกิดความสนใจโดยทั่วไปแสงประเภทนี้ได้มาจากแสงสปอต

ข. แสงสว่างแบบเอฟเฟค (Effect Lighting) หมายถึง แสงเพื่อสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจ แต่ไม่ได้ส่องเน้นวัตถุเพื่อเรียกร้องความสนใจ เช่น โคมที่ติดตั้งที่เพดานเพื่อสร้างรูปแบบของแสงที่กำพราง เป็นต้น

ค. แสงสว่างตกแต่ง (Decorative Lighting) เป็นแสงที่ได้จากโคม หรือหลอดที่สวยงามเพื่อสร้างจุดสนใจในการตกแต่งภายใน 19

ง. แสงสว่างงานสถาปัตยกรรม (Architectural Lighting) บางทีก็เรียก Structural Lighting ให้แสงสว่างเพื่อให้สัมพันธ์กับงานทางด้านสถาปัตยกรรม เช่น การให้แสงไฟจากหลังคาการให้แสงจากบังตา หรือการให้แสงจากที่ซ่อนหลอด

จ. แสงสว่างตามอารมณ์ (Mood Lighting) แสงสว่างประเภทนี้ไม่ใช่เทคนิคการให้แสงพิเศษ แต่อย่างใดอาศัยการใช้สวิตช์ หรือตัวหรี่ไฟเพื่อสร้างบรรยากาศของแสงให้ระดับความส่องสว่างตามการใช้งานที่ต้องการ

2.5 การส่องสว่างสำนักงาน/มหาวิทยาลัย

การส่องสว่างสำนักงานต้องให้ได้แสงสว่างสม่ำเสมอยกเว้นกรณีที่เป็นห้องต้อนรับ หรือเป็นบริเวณที่ไม่ได้ใช้ทำงานก็ไม่ต้องให้มีแสงสว่างสม่ำเสมอการส่องสว่างสำนักงานโดยทั่วไปก็ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ คูลไวท์ (Cool White) หรือเดย์ไลท์ (Daylight)

ตามมาตรฐานยุโรปเรื่องแสงสว่าง และการส่องสว่างในที่ทำงาน (EN12464-1: 2011) กำหนดมาตรฐานขั้นต่ำไว้อย่างชัดเจน โดยเน้นเรื่องการมองเห็นและประสิทธิภาพการทำงานทั้งนี้ ผู้ออกแบบแสงสว่างยังสามารถสร้างสรรค์การออกแบบแสงสว่างด้วยวิธีการใหม่ๆ ไม่ว่าจะเป็นแสงธรรมชาติ หรือแสงจากหลอด หรือการผสมผสานของแสงทั้งสอง ดังนั้นระบบแสงสว่างที่ดีจึงควรมีครบทั้ง Function และ Solution ที่สมบูรณ์พื้นฐานการส่องสว่างมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

2.5.1 แสงสว่างที่จุดใช้งานควรศึกษา และทำความเข้าใจลักษณะเฉพาะของจุดใช้งานให้สัมพันธ์กับพื้นที่ โดยทั่วไปหัวใจสำคัญของการออกแบบที่ดี คือการผสมผสานองค์ประกอบต่างๆ ให้เกิดความลงตัวนับตั้งแต่การวางระบบแสงสว่าง, ความสบายตา, ประสิทธิภาพการทำงาน, ความปลอดภัย, อารมณ์เชิงบวก และความคล่องตัวขณะปฏิบัติงาน เป็นต้น

2.5.2 พื้นผิวของพื้นที่ปิด ผืนผนัง เพดาน และพื้น มีบทบาทสำคัญที่ส่งผลต่อสมดุลย์ในการกระจายแสง โดยพิจารณาจาก

- E_m : (Average Maintained Illuminance: E_m) ความสว่างโดยเฉลี่ย
- U_0 : (Uniformity: U_0) ความสม่ำเสมอของแสง บนผนังและเพดานมาตรฐานได้แนะนำค่าความสะท้อนของพื้นผิวต่างๆ ของห้องไว้ดังนี้
- เพดาน : 0.7 ถึง 0.9

- ผนัง : 0.5 ถึง 0.8
- พื้น : 0.2 ถึง 0.4

ความสว่างโดยเฉลี่ยที่แนะนำ

$Em > 50 \text{ lux}$ และ $U0 \geq 0.10$ บนผนัง และ $Em > 30 \text{ lux}$ และ $U0 \geq 0.10$ บน

เพดาน ข้อแนะนำ : สำหรับพื้นที่ปิด เช่น สำนักงาน สถานศึกษา โรงพยาบาล และพื้นที่ของทางเข้า ทางเดิน และบันไดควรเพิ่มความสว่างให้กับผนัง และเพดาน โดยเพิ่มให้สูงถึง $Em > 75 \text{ lux}$ สำหรับผนัง และ $Em > 50$ สำหรับเพดาน (โดยที่ $U0 \geq 0.10$ ทั้งผนังและเพดาน) สำหรับบางพื้นที่ เช่น ห้องเก็บของ โรงงานเหล็ก หรือสถานีรถไฟไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดเนื่องด้วยขนาด และข้อจำกัดของการทำงานสามารถลดข้อกำหนดข้างต้นลงได้โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กันมาก ได้แก่ โคมตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม (Aluminum Reflector) อะลูมิเนียมมี 2 แบบ คือ แบบกระจกเงา และแบบด้าน อะลูมิเนียมแบบกระจกเงาอาจมีแสงบาดตาบ้าง แต่ให้แสงออกมาในทิศทางที่ต้องการมากกว่าแบบด้าน นอกจากโคมไฟตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียมแล้วบางครั้งก็ใช้โคมแบบมีแผ่นกรองแสงแบบขาวขุ่น (Opal or White Diffuser) หรือแบบเกล็ดแก้ว (Prismatic) ในพื้นที่ที่ต้องการแสงบาดตาน้อย เช่น ห้องผู้จัดการ เป็นต้น แต่โคมประเภทนี้เปลืองค่าไฟฟ้ามากกว่าโคมตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม ตัวกรองแสงแบบขาวขุ่น เมื่อใช้ไปนานๆ แผ่นกรองแสงมีสีเหลืองเนื่องจาก UV ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำให้ประสิทธิภาพทางด้านแสงต่ำลงถ้าเพดานมีความสูงปกติที่ 2.4 - 2.6 เมตร และขนาดห้องไม่ใหญ่มากกว่า 60 ตารางเมตร การพิจารณา อย่างง่าย สามารถทำได้ดังนี้

- โคมไฟตัวสะท้อนแสงเป็นอะลูมิเนียม ใช้ไฟประมาณ 3 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อ 100 ลักซ์ สำหรับ พื้นที่มีมากกว่า 50 ตารางเมตร ถ้าคิดความส่องสว่างที่ 500 ลักซ์ ก็ใช้ไฟ 15 วัตต์ต่อตารางเมตร ทั้งนี้คิดผลเนื่องจากแฟกเตอร์ การบำรุงรักษา และการเสื่อมสภาพของหลอดแล้ว

- โคมไฟมีแผ่นกรองแสงขาวขุ่น ใช้ไฟประมาณ 5 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อ 100 ลักซ์ สำหรับพื้นที่ที่ไม่มากกว่า 50 ตารางเมตร ถ้าคิดความส่องสว่าง 500 ลักซ์ ก็ใช้ไฟ 25 วัตต์ต่อตารางเมตร

การให้แสงสว่างในสำนักงานไม่จำเป็นต้องให้แสงสว่างสม่ำเสมอไปทั้งนี้เนื่องจากบางพื้นที่ไม่ได้มีไว้เพื่อทำงาน เช่น บริเวณทางเข้าสำนักงานซึ่งควรให้แสงสว่างอบอุ่นเพื่อการต้อนรับ และพื้นที่ดังกล่าวไม่จำเป็นต้องให้ความส่องสว่างสม่ำเสมอ หรือต้องให้ความส่องสว่างสูงมากเหมือนพื้นที่ทำงานทั่วไป

2.6 ห้องพยาบาล

2.6.1 ห้องพยาบาลหมายถึงห้องที่ใช้การปฐมพยาบาลเบื้องต้นดูแลนักศึกษาผู้ป่วยที่มีอาการเจ็บไข้เล็กน้อย ให้อนอนพักผ่อน และเฝ้าสังเกตอาการเบื้องต้นก่อนจะส่งตัวกลับบ้านหรือส่งไปรักษาตัวในสถานพยาบาลต่อ ตัวอย่างการให้แสงในห้องพยาบาลได้แสดงไว้ในภาพที่ 5.1-5.3

- ไฟในห้องรับรอง ควรเป็นฟลูออเรสเซนต์ ชนิดเดย์ไลท์ เป็นหลอดที่ให้ความสว่างที่ 200-500 ลักซ์
- ไฟแสงสว่างที่หัวเตียงคนไข้ และไฟแสงสว่างเพื่อการตรวจรักษา

2.6.2 การจัดโคมตามชนิดผ้าการจัดโคมเพื่อให้ลงผ้าเพดานต้องพิจารณาก่อนว่าเพดานมีผ้าหรือไม่ และผ้าที่เป็นแบบไหนผ้าแต่ละชนิดมีการใส่โคมไม่เหมือนกัน และการลงโคมเพื่อให้มีความส่องสว่างใกล้เคียงกันถ้าเป็นผ้าที่บาร์การลงโคมต้องลงล็อกผ้า ซึ่งบางครั้งการให้ระยะห่างระหว่างโคมกับกำแพงเทียบกับระยะห่างระหว่างโคมให้ได้สัดส่วนกันอาจทำลำบาก และการเปลี่ยนจากหลอด 36 วัตต์ มาเป็น 18 วัตต์ สามารถหาจำนวนหลอดของ 18 วัตต์ ได้โดยพิจารณาจากปริมาณลูเมนที่ได้รวมออกมาทั้งหมด โดยคิดว่า หลอด 36 วัตต์ ให้ปริมาณแสงประมาณ 3,000 ลูเมน และหลอด 18 วัตต์ ให้แสงประมาณ 1,200 ลูเมน ใช้หลอด 36 วัตต์ ใช้ทั้งหมด 6 โคมๆ ละ 3 หลอด แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนเป็นหลอด 18 วัตต์ ก็ใช้ทั้งหมด $(6 \times 3 \times 3,000) / 1,200 = 45$ หลอด และเมื่อใช้โคมละ 4 หลอด ก็ใช้ทั้งหมดประมาณ 12 โคม ดังแสดง การจัดโคมสำหรับเพดานที่ไม่มีผ้าแต่มีคานขวางไว้ นั้นสามารถวางโคม โดยให้อยู่ในเบ้าระหว่างคาน หรือจะวางโคมไว้ที่คานก็ได้แต่โคมที่เหลืทั้งหมดก็ต้องห้อยจากเพดานเพื่อให้สูงจากพื้นเท่า ๆ กันหมด

(ก) การตีผ้าที่เหมาะสมกับการลงโคม ควรเริ่มจากการลงผ้าแผ่น X แผ่นแรกให้ลงกึ่งกลางห้องแล้วค่อยตีผ้าแผ่นอื่นๆ ตามแผ่น X นี้การลงโคมบนผ้าที่บาร์ 60×120 เซนติเมตร ต้องลงโคมให้ลงล็อกที่บาร์ และในรูปเป็นการลงโคมแบบ 3 หลอด ขนาด 36 วัตต์ต่อ โคม (ใช้สัญลักษณ์ FA3)

(ข) เมื่อใช้หลอดขนาด 18 วัตต์ เพื่อลงล็อกผ้า 60×60 เซนติเมตร ก็ ต้องคำนวณให้ลูเมนของแสงเหมือนเดิม คือรูปบนใช้ 6 โคม ที่มีหลอด 3 หลอดต่อโคม หลอดละ 3,000 ลูเมน เมื่อต้องการใช้ หลอด 18 วัตต์ ซึ่งมี 1,200 ลูเมนต่อหลอด คำนวณ ใช้หลอด $(6 \times 3 \times 3,000) / 1,200 = 45$ หลอด หรือ 4 หลอดต่อ โคม ใช้ทั้งหมด 12 โคม

(ค) เมื่อไม่มีผ้า และมีคานขวางกลางดั่งเส้นประในรูปก็จำเป็นต้องลงโคมให้ลงเบ้าระหว่างคาน และจากรูป (ก) ที่ใช้หลอด 36 วัตต์ - ใช้ทั้งหมด 18 หลอด ดังนั้นเพื่อไม่ให้มีปัญหาเรื่องระยะระหว่าง โคมจึงให้ใช้โคม 2 หลอดต่อ โคม จะต้องใช้โคมทั้งหมด 8 โคม หรือ 16 หลอด ซึ่งน้อยกว่าเดิมบ้าง

(ง) เมื่อเป็นผ้าแบบฉาบเรียบ การวางโคมก็ค่อนข้างทำได้ง่าย ซึ่งสามารถให้ระยะโคมจากกำแพงเป็นสัดส่วนกับระยะห่าง ระหว่างโคมได้ตามต้องการ ดังนั้นจำนวนหลอดก็เท่ากับแบบ (ก) ถ้าใช้โคมแบบเดียวกัน

2.7 ความสว่าง (Luminance)

ความสว่าง หรือ ลูมิแนนซ์ หมายถึง ความสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุมีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร ด้วยแสงปริมาณที่เท่ากันกระทบลงบนวัตถุที่มีสีต่างกันจะมีปริมาณแสงสะท้อนกลับต่างกัน นั่นคือลูมิแนนซ์ต่างกัน เช่น ให้แสงปริมาณเดียวกันกระทบกับกระดาษสีขาวและสีดำจะเห็นว่าแสงสะท้อนจากกระดาษสีขาวมากกว่าสีดำ ทำให้เรารู้สึกว่ากระดาษสีขาวสว่างกว่ากระดาษสีดำ หรือตัวอย่างเช่น กำแพงสีขาวที่มีรูปภาพแขวนอยู่โดยมีแสงตกกระทบที่กำแพง และรูปภาพเป็นแสงจากแหล่งเดียวกัน แต่ที่กำแพงซึ่งมีสีอ่อนกว่าจะมีความสว่างมากกว่าที่รูปภาพ นั่นคือวัตถุที่มีสีอ่อนกว่าจะเห็นรายละเอียดได้ดีกว่าวัตถุที่มีสีเข้มกว่าลูมิแนนซ์มีความสัมพันธ์กับลูมิแนนซ์ตามสมการดังนี้

$$L = \frac{P \times E}{\pi}$$

เมื่อ	L	ลูมิแนนซ์ (แคนเดลาต่อตารางเมตร)
	P	สัมประสิทธิ์สะท้อนแสงของวัตถุ
	E	อิลูมิแนนซ์ (ลักซ์)

2.7.1 ปัญหาและอันตรายที่เกิดจากแสงสว่าง และผลกระทบต่อผู้ทำงานสามารถจำแนกได้ คือ แสงสว่างที่น้อยเกินไปจะมีผลเสียต่อสายตาทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไปโดยบังคับให้ม่านตาเปิดกว้าง เพราะการมองเห็นนั้นไม่ชัดเจนต้องใช้เวลาในการมองรายละเอียดนั้นทำให้เกิดการเมื่อยล้าของตาที่ต้องเพ่งออกมาปวดตามึนศีรษะประสิทธิภาพของขั้ว และกำลังใจในการทำงานลดลง การหยิบจับใช้เครื่องมือเครื่องจักรผิดพลาดเกิดอุบัติเหตุขึ้น หรือไปสัมผัสส่วนที่เป็นอันตราย แสงสว่างที่มากเกินไป จะทำให้ผู้ทำงานเกิดความไม่สบาย เมื่อยล้าปวด แสบตา มึนศีรษะวิงเวียนและอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้แสงจ้าแสงจ้าตาที่เกิดจากแหล่งกำเนิดโดยตรงแสงจ้าแสงจ้าตาที่เกิดจากแหล่งกำเนิดโดยตรง (Direct glare) หรือแสงจ้าตาที่เกิดจากการสะท้อนแสง (Reflected glare) จากวัสดุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น ผืนห้องเครื่องมือเครื่องจักรโต๊ะทำงาน เป็นต้น จะทำให้ผู้ทำงานเกิด

ความไม่สบายเมื่อยล้าปวดตา มีน้ีรชะ กล้ามเนื้อหนังตากระตุก วิงเวียน นอนไม่หลับ การมองเห็นแย่งลง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลทางจิตใจ คือเปื้อน่ายในการทำงาน ขวัญและกำลังใจในการทำงานลดลงเป็นผลทาให้ เกิดอุบัติเหตุได้เช่นเดียวกัน

2.8 แนวทางการปรับปรุงแสงสว่างให้เหมาะสม

การจัดแสงสว่างอย่างเหมาะสมในสถานที่หรือสถานประกอบการให้มีสภาพเหมาะสม ต้องคำนึงถึงปัจจัยเกี่ยวกับระบบแสงสว่าง แหล่งกำเนิดความสว่าง ลักษณะของพื้นที่ใช้งาน คุณภาพและปริมาณของแสงที่ใช้งาน รวมไปถึงการดูแลรักษาประสิทธิภาพ สำหรับสถาน ประกอบการที่ต้องปรับปรุงระบบแสงสว่างในบริเวณการทำงานหรือมีแสงสว่างในสถานที่ทำงานไม่เพียงพอสามารถ เลือกพิจารณาแก้ไขตามความเหมาะสม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ติดดวงไฟเพิ่ม เติมเฉพาะจุดที่มีการทำงานหรือเปิดไฟเมื่อการทำงานนั้น ต้องการ ความสว่างเป็นพิเศษ เช่นงานเย็บ ผ้าหรือเครื่องหนังและปิดไฟเมื่อไม่มีการใช้งานเพื่อลดระดับ ความสว่างเหมาะสม
2. ใช้โคมไฟทาด้วยสีเงินหรือสีขาว ซึ่งมีประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงได้ดี สามารถ ช่วยเพิ่มแสงสว่างในบริเวณการทำงาน
3. เปลี่ยนตาแหน่งการทำงานให้อยู่ในพื้นที่ปฏิบัติงานที่ไม่เกิดเงาหรือแสงสะท้อนจากผู้ปฏิบัติงาน
4. ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติช่วยเพิ่มแสงในพื้นที่ปฏิบัติงาน
5. สีของผนังฝ้าเพดานที่มีสีอ่อนจะสะท้อนแสงได้ดีกว่าสีมืดทึบ

2.9 ความส่องสว่างที่ดี

จากพื้นฐานดังกล่าวข้างต้น สามารถรวบรวมสรุปได้ว่าการให้แสงสว่างที่ดีควรมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง นอกจากความส่องสว่างหรืออิลูมินนซ์ที่เพียงพอแล้ว แสงสี ความนิ่มนวลของสภาวะแวดล้อมแสงบาดตาและอื่นๆ ก็มีผลต่อการมองเห็นด้วย การมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนอย่างเดียวไม่พอ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือต้องมีความสบายตาในการมองเห็นด้วย การที่มนุษย์ต้องการความสบายนั้นนำไปสู่ การพัฒนาเทคโนโลยีทุกสาขา ไม่ว่าจะเป็นทางด้านไฟฟ้าแสงสว่าง ทางด้านระบบปรับอากาศ และ อื่นๆ ซึ่งทุกอย่างมีจุดมุ่งหมายเดียวกันคือการทำให้นุหะยมีความสบายมากที่สุดด้วยเทคโนโลยีที่ คิดค้นขึ้นมาแสงที่มีคุณภาพดีต้องมีความส่องสว่างมากพอและมีความสม่ำเสมอของแสง หรือการกระจาย อิลูมินนซ์ที่ดีเพื่อที่จะได้มองเห็นวัตถุนั้นได้โดยไม่ต้องเพ่ง และทิศทางการส่องสว่างต้องเหมาะสม เพื่อให้เห็นวัตถุนั้นได้ชัด เพราะถ้าความส่องสว่างมากพอแต่ส่องในทิศทางที่ไม่ถูกต้อง ก็จะมีองวัตถุได้ ไม่ชัดและแสงสว่างที่ส่องต้องไม่ให้เกิดแสงบาดตา โดยเฉพาะจากโคมที่ใช้เพราะจะทำให้ ความสามารถในการมองเห็นน้อยลง

2.10 หลอดไฟ

2.10.1 การพิจารณาเลือกหลอด

องค์ประกอบที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหลอดมีหลายอย่างขึ้นอยู่กับความสำคัญในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งสามารถนำมาพิจารณาเพื่อเลือกใช้งานได้ดังนี้

2.10.2 ลักษณะแสงสี

ควรออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น การใช้งานในบ้านอยู่อาศัย โดยทั่วไปควรใช้หลอดที่ใช้แสงสีเหลืองอ่อน เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดวอร์มไวท์(Warm White) ซึ่ง แสงสีเหลืองปนแดง เพราะแสงสว่างภายในบ้านไม่จำเป็นต้องมีความส่องสว่างสูงจึงควรใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีต่ำ ๆ ถ้าใช้งานในสำนักงานที่ต้องการความส่องสว่างสูงถึง 500 – 700 ลักซ์ควรใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงประมาณ 4,000 – 5,000 เคลวิน เป็นต้น แต่ทั้งนี้ต้องระลึกเสมอว่าสิ่งที่กล่าวถึงวิธีการเลือกสีของหลอดเพื่อให้เหมาะกับ ระดับความส่องสว่างนั้นเป็นเกณฑ์เฉลี่ยเท่านั้นถ้าผู้อยู่อาศัยหรือผู้ใช้พื้นที่คุ้นเคยกับแสงสีใดบางครั้งก็อยากได้สีของแสงที่ได้จากหลอดต่างจากเกณฑ์ทั่วไปได้สุดท้ายคงต้องยึดความต้องการของผู้ใช้พื้นที่เป็นหลักในการ ออกแบบแสงสว่างการเลือกแสงสีของหลอดถือว่าเป็นขั้นตอนแรกในการเลือกชนิดของหลอดเพื่อใช้ในงานส่องสว่าง ตัวอย่างเช่น การใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ในสำนักงานและให้ความส่องสว่างถึง 500 - 700 ลักซ์ปรากฏว่าในช่วงแรกๆ ที่ติดตั้งก็จะสวยงามดีเพราะหลอดประเภทนี้เมื่อมองผ่านที่สว่างมากๆ จะรู้สึกสวยงามดีแต่เมื่อใช้ไป นานๆ ผู้ใช้งานจะรู้สึกว้าจ่าเกินไป สุดท้ายจึงต้องเปลี่ยนออกและนำหลอดฟลูออเรสเซนต์สีขาวเย็นมาติดตั้ง ใช้ร่วมกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ (ในสำนักงานที่ต้องการความส่องสว่าง 500 ลักซ์ควรใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูง ประมาณ 4,000 - 5,000 เคลวิน เป็นหลักและถ้าต้องการความรู้สึกอบอุ่นของแสงก็อาจใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ช่วยเป็นหลอดเสริมเข้าไปได้แต่ไม่ควรใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์หรือฮาโลเจนเป็นหลอดหลักในการให้แสงสว่าง) เมื่อพิจารณาทำให้ทราบว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์และฮาโลเจนซึ่งมีอุณหภูมิสี 2,900 เคลวิน และ 3,000 เคลวินตามลำดับ ไม่ควรใช้กับความส่องสว่างสูงๆ ในพื้นที่ที่ต้องใช้สายตานานๆ เพราะจะรู้สึกว้าจ่าเกินไป

2.10.3 ดัชนีความถูกต้องสี(Color Rendering Index: CRI)

จากขั้นตอนแรกเมื่อเลือกได้แล้วว่าแสงสีของหลอดที่ควรใช้จะเป็นอย่างไร หลอดที่ใช้ได้อาจมีหลายชนิด เช่น ต้องการใช้กับงานบ้านอยู่อาศัย ซึ่งต้องการความส่องสว่าง 100 - 200 ลักซ์หลอดที่เหมาะสมคือ หลอด ที่มีอุณหภูมิสีประมาณ 3,000 เคลวิน โดยอาจใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดวอร์มไวท์ก็ได้แต่เมื่อพิจารณาว่าต้องการความถูกต้องของสีและต้องการความอบอุ่นด้วยก็ต้องเลือกใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ เป็นต้น แต่หากต้องการความถูกต้องของสีพอสมควรและเน้นเรื่องการประหยัดพลังงานด้วยก็อาจเลือกหลอด ฟลูออเรสเซนต์ชนิดวอร์มไวท์ที่มีค่า CRI สูงๆ ถึง 93 - 95% ซึ่งสีของวัตถุต่างๆ ภายใต้แสงจากหลอดอินแคนเดสเซนต์และ

หลอดฟลูออเรสเซนต์เห็นสีแตกต่างกัน ในบริษัทที่ทำงานเกี่ยวกับการเลือกสี เช่น บริษัทขายฟิล์มที่ต้องมีการพิจารณาเรื่องสีที่มองเห็นก็ต้องใช้หลอดที่มีCRI สูงความต้องการมองวัตถุให้เห็นสีที่แท้จริงของวัตถุนั้นๆ กับความต้องการมองวัตถุนั้นให้เห็นโดดเด่นนั้น ไม่เหมือนกัน เพราะถ้าต้องการมองเห็นสีที่แท้จริงของวัตถุจะต้องใช้หลอดที่มีCRI สูงๆ แต่ถ้าต้องการให้วัตถุนั้น มองเห็นได้อย่างโดดเด่นเกินความเป็นจริง ก็ควรใช้หลอดที่ให้สเปกตรัมสีของแสงเป็นสีเดียวกันกับสีของวัตถุ มาก เช่น ต้องการให้มองเห็นเฟอร์นิเจอร์สีน้ำเงินได้อย่างโดดเด่น ก็ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดเดย์ไลท์เพราะหลอดดังกล่าวมีสเปกตรัมของแสงสีน้ำเงินออกมาตรงกันข้ามหากใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ส่อง เฟอร์นิเจอร์สีน้ำเงินก็จะทำให้เห็นเป็นสีทึมๆ แต่ถ้าใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ส่อง เฟอร์นิเจอร์สีเนื้อหรือสีเหลือง ก็จะทำให้ดูโดดเด่นกว่าความเป็นจริง เป็นต้น ในตู้ของร้านขายอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ก็มักใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่ให้สเปกตรัมแสงสีแดงออกมามาก ซึ่งช่วยทำให้มองเห็นเนื้อที่ไม่ดีดูสดขึ้น ได้แต่หากลองหยิบออกมาส่อง ได้หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาภายนอกตู้ซึ่งมักเป็นชนิดไวท์(White) คุลไวท์ (Cool White) หรือเดย์ไลท์(Day Light) ก็จะเห็นสีของเนื้อนั้นแตกต่างไปไม่เหมือนเวลาที่วางอยู่ในตู้

2.10.4 ความส่องสว่าง

ขนาดของความส่องสว่างเป็นเงื่อนไขที่กำหนดประเภทของหลอดเช่นกัน คือ ถ้าต้องการ ความส่องสว่างมาก เช่น 500 หรือ 1,000 ลักซ์ก็ต้องใช้หลอดประเภทที่ให้ปริมาณแสงมาก หรือให้ ความเข้มแสงสูงๆ ดังนั้น การเลือกหลอดจึงขึ้นอยู่กับความส่องสว่างที่ต้องการด้วย

2.10.5 อายุการใช้งาน

การพิจารณาเลือกหลอดจากอายุการใช้งาน เช่น บริเวณที่ติดตั้งที่มีเพดานสูงมากถึง 6 – 12 เมตร ถ้าใช้หลอดที่มีอายุการใช้งานสั้นมากก็มีปัญหาต้องเปลี่ยนหลอดบ่อย บางงานมีการติดตั้งหลอดอินแคนเดสเซนต์บนฝ้าที่มีความสูงถึง 8 เมตร เมื่อหลอดเสียก็ไม่สะดวกที่จะเปลี่ยนหลอดใหม่ได้จึงปล่อยให้ไฟดับไว้อย่างนั้น โดยบางทีอาจจะไม่ได้เปลี่ยนหลอดอีกเลย ถ้ากรณีที่ต้องการใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ซึ่งมีอายุการใช้งานสั้นเนื่องจากต้องการความถูกต้องของสีและความสวยงาม เช่นในโรงแรม ก็อาจใช้ได้โดยยืดอายุการใช้งานของหลอดประเภทนี้ด้วยตัวหรี่ไฟ (Dimmer) ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มอายุการใช้งานของหลอดให้นานขึ้น เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์มีอายุการใช้งานประมาณ 1,000 ชั่วโมง แต่เมื่อใช้ตัวหรี่ไฟจะมีอายุการใช้งานนานขึ้นถึง 5,000 ชั่วโมงได้เป็นต้น ถ้าเพดานสูงมากและพิจารณาแล้วว่าการเปลี่ยนหลอดทำได้ยากมาก เช่น ในบ้านอยู่อาศัย ที่ไม่มีเครื่องมือ หรือช่าง ที่ชำนาญ การติดตั้งหลอดไฟที่เพดานสูงมากก็ไม่เหมาะสมนัก ควรเลือกใช้โคมและหลอดที่ติดตั้งด้านล่างและ สาดขึ้น หรือใช้ไฟก็จะเหมาะสมกว่าในแง่ของการบำรุงรักษาในภายหลัง

2.11 การแบ่งประเภทของหลอด

หลอดไฟฟ้าแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

2.11.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์, หลอดเรืองแสง, หลอดวาวแสง ซึ่งไม่ใช่ หลอดนีออน เป็นหลอดไฟฟ้าระบบปล่อยประจุ ที่บรรจุไอปรอทความดันต่ำไว้ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอด จะกระตุ้นให้อนุภาคปรอทปล่อยรังสีเหนือม่วง ออกมา เมื่อรังสีนี้กระทบกับสารเรืองแสง ที่ฉาบไว้ด้านในตัวหลอด สารเรืองแสงจะเปล่งแสงสว่างที่มองเห็นได้ออกมาและเนื่องจากไม่ได้เปล่งแสงโดยอาศัยความร้อน จึงมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากกว่าหลอดไฟไส้ ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดดังนี้

ชนิดไส้อุ่น

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดไส้อุ่น เป็นชนิดที่พบใช้มากในปัจจุบัน ซึ่งจะติดช้า เพราะจะต้องอุ่นไส้หลอดให้ร้อนก่อน ประกอบด้วยตัวหลอด สตาร์ทเตอร์ และบัลลาสต์ โดยมีบัลลาสต์ทำหน้าที่สร้างแรงดันไฟฟ้าให้สูง และสตาร์ทเตอร์ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรสำหรับอุ่นไส้หลอด

ชนิดติดทันที

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดติดทันที เป็นชนิดที่ติดเร็วกว่าชนิดแรก แต่ไม่ค่อยนิยมนัก ประกอบด้วยตัวหลอด และบัลลาสต์ ซึ่งจะไม่ใช้สตาร์ทเตอร์

ชนิดติดเร็ว

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดติดเร็ว หรือเรียก หลอดตะเกียบ เป็นชนิดที่กำลังได้รับความนิยมไม่แพ้ชนิดแรก ซึ่งจะรวมเอาคุณสมบัติของหลอดทั้งสองชนิดแรกมาผสานกัน โดยไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ แต่บัลลาสต์จะมีขดลวดพิเศษอีกชุดเพิ่มเข้ามาที่ช่วยให้ไส้หลอดอุ่นตลอดเวลา

2.11.2 สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์

แสงเดย์ไลท์ (Day Light) เป็นโทนแสงสีขาวสว่างตา ให้ค่าแสงสว่างสูง มองเห็นได้ชัด ให้ความรู้สึกสดใส กระฉับกระเฉง ตื่นตัว ประยุกต์ใช้กับการทำงานเป็นหลัก ในทางเทคนิคแล้ว สีขาว Day light จะมีช่วงค่าองศาเคลวินที่ประมาณ 6500K (องศาเคลวิน) ซึ่งเหมาะสำหรับการอ่านหนังสือหรือใช้ในพื้นที่ที่ใช้ทำงานฝีมือ เนื่องจากเป็นแสงที่สบายตาที่สุด นอกจากนี้แสงขาวที่มีค่าองศาเคลวินที่มากขึ้นไปถึง ก็จะจัดอยู่ในกลุ่ม super daylight, super bright ซึ่งจะให้แสงที่อมฟ้ามากขึ้นไปตามลำดับ อย่างไรก็ตามการแยกแสงในกลุ่มนี้ด้วยตาเปล่าอาจทำได้ยาก นอกจากจะใช้เครื่องมือ หรือนำมาเทียบกัน

แสงคูลไวท์ (Cool White) เป็นโทนแสงระหว่าง วอร์มไวท์และเดย์ไลท์เป็นแสงที่ลดความอุ่นของแสงสีส้ม และลดความสว่างของแสงกลางวัน (เดย์ไลท์) ซึ่งมีค่าองศาเคลวินประมาณ 4500K ทำให้เกิดความสมดุล ลักษณะ

ของแสงจะเป็นสีขาวนวลตา แต่ความสว่างจะน้อยกว่าแสงเดย์ไลท์ สามารถใช้ได้ทุกสถานที่ ทุกรูปแบบ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร หากใครต้องการความเป็นกลาง เลือกไม่ถูกระหว่างแสง Warm White และ Day light แสงสีนี้ก็น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

แสงวอร์มไวท์ (Warm White) จะให้โทนแสงนวลตาอบอุ่น ออกสีส้มปนทอง ที่ให้ความสว่างไม่มากนัก เหมาะกับการใช้เพื่อประดับตกแต่งมากกว่าการมองเห็นอย่างชัดเจนแสงวอร์มไวท์ จะสะท้อนกับวัสดุให้แสงสีทอง ทำให้บริเวณพื้นที่ดูงดงามขึ้น นิยมนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดสวนหรือตกแต่งได้ดี เช่น การจัดแสงภายในห้องนอน ห้องนั่งเล่น หรือห้องที่ใช้ในการพักผ่อน เมื่อเทียบกับหลอดอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดไส้ที่ให้ความสว่างในลักษณะเดียวกัน หลอดไส้จะมีค่าอุณหภูมิสีที่น้อยกว่า อยู่ที่ประมาณ 2700K ในขณะที่หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวอร์มไวท์จะให้ค่าที่ประมาณ 3500K ซึ่งแสงลักษณะนี้เหมาะกับการใช้สวิตช์หรี่ไฟหรือ dimmer เพื่อเพิ่มความรู้สึกโรแมนติกและผ่อนคลาย แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่ว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่สามารถใช้ร่วมกับสวิตช์หรี่ไฟได้โดยตรง

2.11.3 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

หลอดตะเกียบหรือหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ประหยัดพลังงานและเพื่อใช้แทนหลอดไส้ที่ใช้กันมาแต่เดิม หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะมีขนาด กระทัดรัดและมีกำลังส่องสว่างสูง เหมาะสมกับการให้แสงสว่างทั่วไป ที่ต้องการความสวยงาม มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่า หรือ 8,000 ชั่วโมง และการใช้พลังงานของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะน้อยกว่าหลอดไส้ ประมาณ 4 เท่า มี 2 แบบ แบบมีบัลลาสต์ภายใน ใช้สวมแทนกับขั้วหลอดไส้ชนิดเกลียวได้ และแบบบัลลาสต์ภายนอก ต้องมีขาเสียบกับบัลลาสต์ เช่น หลอดตะเกียบ หลอดเกลียว และหลอดตะเกียบจะมีอยู่ให้เลือก 3 สี daylight , cool white, warm white เหมือนหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ มี 2 ชนิด คือ

1. หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน หลอดชนิดนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก

เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้รวมเอาบัลลาสต์และ สตาร์ทเตอร์อยู่ภายใน ผลิตภัณฑ์มาแทนหลอดไส้สามารถนำไปสวมกับขั้วหลอดไส้ชนิดเกลียวได้ทุกดวงได้ทันที ลักษณะของหลอดภายในเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กเป็นแท่งแก้วดัดโค้งเป็นรูปตัวยูมีเปลือกเป็นโคม ทรงกระบอก มีชุดบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ปิดผนึกรวมกันอยู่ในชิ้นเดียวกันกับตัวหลอด

1.2 หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ภายในชนิดอิเล็กทรอนิกส์

มีลักษณะเหมือนหลอดฟลูออเรสเซนต์บัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก จะต่างกับที่เป็นหลอดประหยัดไฟขนาดเล็กที่ไม่มีคอมกระบอก มีการผลิตบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยีล่าสุดซึ่งพัฒนา รูปแบบของหลอดให้ประหยัดและมีขนาดกะทัดรัดขึ้นกว่าเดิม ตัวหลอดเป็นแท่งแก้วโค้งเป็นรูปตัวยูหลายชุดและใช้เทคนิคพิเศษเชื่อมต่อกันหลอดชนิดนี้จะติดทันทีโดยไม่กระพริบ

2. หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ภายนอก

ใช้หลักการเช่นเดียวกับหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ภายใน แตกต่างตรงที่หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ภายนอก สามารถเปลี่ยนเฉพาะตัวหลอดได้ ในการติดตั้งใช้งานจะต้องมีขาเสียบเพื่อใช้กับบัลลาสต์ที่แยกออก หรือขาเสียบที่มีชุดบัลลาสต์รวมอยู่ด้วย

2.12 ชนิดของโคม

หลอดไฟฟ้ามี่หน้าที่ให้ความสว่าง แต่ส่วนใหญ่ยังมีการให้ความสว่างรอบตัวหลอดเอง คือ ไม่มีทิศทาง การส่องสว่างที่แน่นอน ยกเว้นหลอดประเภทที่มีตัวสะท้อนแสงภายในตัวเอง หลอดที่ให้แสงสว่างรอบตัวมีประสิทธิภาพการใช้งานต่ำเพราะมีแสงออกรอบทิศแทนที่จะส่องไปในบริเวณที่ต้องการ ดังนั้นการผลิตโคมไฟฟ้า มาเพื่อใช้กับหลอดไฟฟ้างี้เพื่อบังคับให้แสงส่องไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานของหลอด ไฟฟ้าสูงมากขึ้น นอกจากนี้โคมไฟฟ้าบางชนิดยังใช้เป็นเครื่องประดับห้องหรือพื้นที่นั้นไปในตัวด้วยโคมไฟฟ้ามี่ หลายแบบแล้วแต่วัตถุประสงค์ของการใช้งาน โคมไฟสามารถแบ่งออกตามการใช้งาน โดยทั่วไปแบ่งได้เป็นโคม ภายในและโคมภายนอก โคมภายในที่ใช้ควรมีประสิทธิภาพสูง ไม่ให้แสงบาดตา มากเกินไป มีความสวยงามด้วย ส่วนโคมภายนอกควรสามารถกันน้ำได้และความปลอดภัยต่อการสัมผัส โคม ไฟฟ้าใช้ภายในอาคารมีมากมาย หลายแบบ แบบที่จะกล่าวถึงในบทนี้เฉพาะที่ใช้กันมากเท่านั้นโดยจะกล่าวถึง หลักการและวิธีการใช้งานในแต่ละ ชนิดการเลือกใช้โคมไฟฟ้าขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง ดังนี้

การใช้งาน	ใช้งานภายใน หรือภายนอกอาคาร
ชนิด และจำนวนหลอด	โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบกรองแสงขาวขุ่น
โครงสร้าง	เป็นแบบเปิด หรือปิด
การติดตั้ง	เป็นชนิดติดตั้งฝัง ติดตั้งลอย หรือแขวน
คุณสมบัติทางแสงของโคม	กราฟกระจายแสงของโคม กราฟลูมินานซ์ ประสิทธิภาพ
คุณสมบัติทางไฟฟ้า	ความปลอดภัยทางไฟฟ้า ระดับการป้องกัน (Protection Class)

คุณสมบัติทางกล

การรบกวนด้วยคลื่นวิทยุ

ความปลอดภัยทางกล ระดับการป้องกันทางกล (Degree of Protection) ความปลอดภัยจากไฟไหม้ การป้องกันการกระแทก คุณสมบัติของวัสดุ

โคมไฟฟ้ามียุคหลายแบบขึ้นอยู่กับการใช้งานและควรเลือกโคมไฟให้ใช้งานถูกต้องด้วย รายละเอียดเกี่ยวกับโคมไฟที่ควรทราบมีด้วยกันหลายอย่างที่ควรศึกษาก่อนทำการเลือกโคมไฟ โคมไฟที่จะกล่าวถึงในที่นี้เป็นโคมไฟที่ใช้ภายในอาคาร ส่วนโคมไฟที่ใช้ภายนอกอาคารและโคมไฟถนนอื่นๆ จะกล่าวถึงอีกครั้งในบทอื่นๆ

2.12.1 คุณสมบัติของโคม

คุณสมบัติของโคมไฟฟ้ามักจะทราบเพื่อให้เข้าใจในเรื่องของการเลือกโคมไฟ ซึ่งจะกล่าวถึงในที่นี้ ได้แก่

1. กราฟกระจายแสงของโคม (Lighting Distribution Curve)
2. กราฟลูมิแนนซ์ หรือกราฟแสงบาดตา (Luminance Curve)
3. ชนิดของวัสดุ
4. อัตราส่วนแสงจากโคม (Light Output Ratio)
5. ระดับการป้องกัน (Class of Protection)
6. การรบกวนจากคลื่นวิทยุ (Radio Interference)
7. องศาการป้องกัน (Degree of Protection)
8. ความปลอดภัยจากไฟไหม้ (Fire Safety)

2.12.2 โคมไฟส่องลงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

ก) ใช้กับงานที่ต้องการเปิดใช้งานนานๆ

ข) โคมไฟที่ใช้เป็นชนิดที่ถูกออกแบบมาสำหรับหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์โดยเฉพาะ

ค) โคมไฟส่องลงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ มี 2 แบบ คือหลอดติดตั้งในแนวนอน และหลอดติดตั้งในแนวตั้ง

1) หลอดติดตั้งในแนวนอน มีข้อดี คือ การกระจายแสงออกจากโคมมากกว่าหลอดติดตั้งในแนวนอนแต่ต้องระวังเรื่องการระบายความร้อนและการเปลี่ยนหลอด

2) หลอดติดตั้งในแนวตั้ง มีข้อดี คือ ไม่มีปัญหาเรื่องการระบายความร้อน แต่ต้องระวังเรื่องแสงบาดตา

2.12.3 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม

โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียมมีใช้กันมากในสำนักงาน เพราะให้แสงออกมาจากโคมมาก ลักษณะโคมเหมือนกับโคมแบบครีบแต่มีตัวสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียม โคมแบบตัวสะท้อนแสง

อะลูมิเนียม อะลูมิเนียมที่ใช้มี 2 แบบ คือ อะลูมิเนียมแบบกระจก (Mirror Reflector) และแบบด้าน (Matt Reflector) อะลูมิเนียมแบบกระจกให้แสงที่ค่อนข้างบาดตามาก เพราะอะลูมิเนียมมี สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงมากแต่สัมประสิทธิ์การกระจายแสงน้อย อะลูมิเนียมที่ใช้ส่วนใหญ่สั่งมาจากต่างประเทศเพราะถ้าใช้แบบไม่ดีเวลาใช้ไปนานๆอะลูมิเนียมจะมีสีออกเหลืองเนื่องจากแสง UV ที่ออกมาจากหลอด ทำให้วัสดุประเภทอะลูมิเนียม และแผ่นพลาสติกมีสีสันเปลี่ยนไป อะลูมิเนียมที่ใช้เป็นตัวสะท้อนแสงของโคมประเภทนี้มีด้วยกันหลายแบบ และมักกำหนด คุณสมบัติ ของอะลูมิเนียมทางด้านแสงด้วยค่าต่างๆ ดังนี้

ก. สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 95% ก็หมายถึง เมื่อแสงตกกระทบบลงที่อะลูมิเนียมจะมีการสะท้อนกลับ บอแสง 95%

ข. สัมประสิทธิ์การกระจายแสง

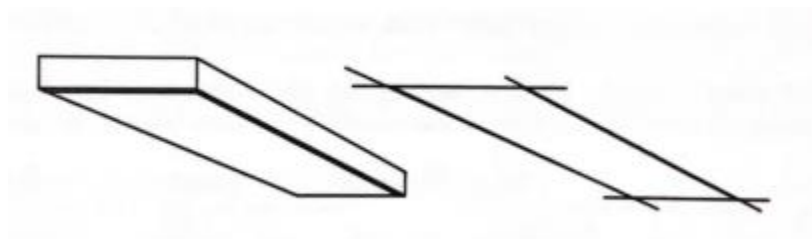
หมายถึง การกระจายแสงออกทางด้านข้างมากน้อยเพียงใด ถ้าเป็นอะลูมิเนียมที่มีความมันเหมือน กระจกจะมีสัมประสิทธิ์การกระจายแสงต่ำ เพราะให้การกระจายแสงออกด้านข้างน้อย แสงตกกระทบบลงไปที่ สะท้อนขึ้นมาตรงๆเลย ถ้าเป็นอะลูมิเนียมที่ไม่มันมากก็ให้แสงกระจายออกทางด้านข้างมาก ถ้าใช้อะลูมิเนียม ชนิดที่มีสัมประสิทธิ์การกระจายแสงมาก (อะลูมิเนียมแบบนี้หมดๆ ไม่เหมือนกระจก) ก็มีแสงบาดตาน้อย

2.12.4 โคมไฟลูออเรสเซนต์แบบกรองแสงขาวขุ่น (Opal of White Diffuser)

โคมไฟแบบนี้ให้แสงที่ค่อนข้างนวลเมื่อเทียบกับโคมไฟชนิดอื่น แต่ค่อนข้างเปลืองค่าไฟฟ้าเพราะ แสงที่ออกมาจากโคมน้อย โคมแบบกรองแสงขาวขุ่นมักใช้ในห้องหรือพื้นที่ที่ ต้องการคุณภาพแสงที่ดี เช่น ห้องหัวหน้าห้องประธานกรรมการ เป็นต้น ตัวกรองแสงขาวขุ่นที่ใช้ถ้าใช้แบบ คุณภาพไม่ดี เมื่อใช้งานไปนานๆก็มีสีเหลืองทำให้ดูสกปรก โคมแบบนี้ใช้ไฟฟ้าประมาณ 5 วัตต์ต่อตารางเมตร ต่อ 100 ลักซ์ สำหรับที่ความสูงเพดาน 2.5 เมตร และระนาบทำงานคิดที่โต๊ะทำงาน 0.7 เมตร การเลือกใช้โคมดังกล่าวควรเลือกใช้บางพื้นที่ที่พิถีพิถันเรื่องแสงบาดตาเท่านั้น เพราะใช้ไฟฟ้าเปลือง

2.12.5 โคมไฟลูออเรสเซนต์แบบกรองแสงเกล็ดแก้ว (Prismatic Diffuser)

โคมไฟแบบนี้ให้แสงไม่บาดตาแต่ก็ไม่นวลเหมือนกับแบบตัวกรองแสงขาวขุ่น ให้แสงออกมามากกว่า แบบตัวกรองแสงขาวขุ่นเล็กน้อย โคมแบบนี้ต้องติดตั้งหลอดภายในห่างจากตัวกรองแสงอย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพื่อไม่ให้เห็นหลอดที่อยู่ภายในโคมเมื่อมองจากภายนอก โคมแบบนี้ใช้ไฟฟ้าประมาณ 5 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อ 100 ลักซ์ ที่โต๊ะทำงานสำหรับความสูงฝ้าที่ 2.5 เมตรโคมไฟแบบกรองแสงเกล็ดแก้วใช้กับงานที่ไม่ต้องการแสงบาดตา มากเช่นเดียวกับโคมแบบตัวกรองแสง ขาวขุ่น แต่ประสิทธิภาพของโคมต่ำเนื่องจากมีตัวกรองแสงทำให้แสงออกมาน้อย มักใช้ในสำนักงานห้องผู้จัดการ ใช้ในโรงพยาบาลซึ่งไม่ต้องการแสงรบกวนตาคนไข้ เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบกรองแสงเกล็ดแก้วทั้งแบบติดลอย และแบบฝังฝ้า

2.12.6 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย

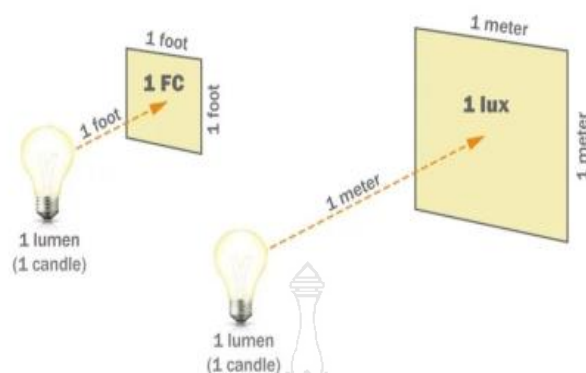
โคมไฟแบบหลอดเปลือยใช้กันมากในบริเวณที่ต้องการแสงสว่างมากและทุกทิศทาง โดยเฉพาะ ที่ต้องการแสงสว่างด้านข้าง เช่น การให้ความส่องสว่างกับชั้นวางของในซูเปอร์มาร์เก็ต ในบริเวณจ่ายยาใน โรงพยาบาล หรือชั้นวางหนังสือในห้องสมุด เป็นต้น หรือใช้ในพื้นที่ที่ไม่พึงพิถันเรื่องความสวยงามมากนักแต่ต้องการประหยัดไฟฟ้า เช่น ห้องเก็บของ โคมไฟแบบนี้มีราคาถูกเพราะไม่ต้องมีตัวกรองแสง บางแห่งก็ใช้ในสำนักงานก็มีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาว่าต้องการความสวยงามหรือไม่ แสงบาดตามีบ้างก็ยอมรับได้ และค่าไฟฟ้าถูกลง และการระบายความร้อนก็ทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ก็นานขึ้น



ภาพที่ 2.3 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดเปลือย

2.13 การวัดค่าความสว่างของหลอดไฟ

ในการออกแบบอาคาร พื้นที่ปฏิบัติงานความเข้มของแสงจะถูกวัดเพื่อทำความเข้าใจว่าแหล่งกำเนิดแสงใดให้แสงสว่างเพียงพอสำหรับการใช้งาน ปริมาณแสง ความสว่างที่กำหนดไว้อย่างดีสำหรับการใช้งานและประเภทพื้นที่ที่หลากหลาย เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความเข้มของแสงเพื่อประเมินว่าพื้นที่ใดมีสภาพแสงเพียงพอหรือไม่



ภาพที่ 2.4 การวัดค่าความสว่างของหลอดไฟ

ที่มา : www.neonics.co.th

2.13.1 หน่วยวัดปริมาณแสงในการใช้งานจริง

แสงสว่างเป็นพลังงานอย่างหนึ่งที่สามารถวัดปริมาณได้เหมือนพลังงานอื่นๆ แต่มีชื่อที่เรียกแตกต่างกันออกไป การวัดปริมาณแสงสว่างอาจจะออกมาในรูปความเข้มของการส่องสว่าง, ปริมาณเส้นแรงของแสงสว่าง หรืออยู่ในรูปปริมาณเส้นแรงของแสงสว่างต่อหน่วยพื้นที่ โดยรูปแบบของหน่วยการวัดที่นิยมใช้กับงานชนิดต่างๆ สามารถแยกได้หลายรูปแบบดังนี้

1. CANDELA

แคนเดลา (Candela, cd) คือหน่วยที่ใช้วัดความเข้มของการส่องสว่าง (luminous intensity) ที่ส่องไปยังทิศทางใดทิศทางหนึ่ง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แรงเทียน (Candle Power)



ภาพที่ 2.5 แคนเดลา (Candela, cd) ความเข้มของการส่องสว่าง เป็นแสงทิศทางเดียว

ที่มา : www.bluetech-led.com

แคนเดลา/ตารางเมตร (Candela/m², cd/m²) เป็นหน่วยความเข้มของการส่องสว่างต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตร หรือค่านี้ใช้เรียกอีกอย่างว่า Nit(nt) สำหรับค่า Candela , Candela/m² , Nit มักใช้เรียกกำกับความสว่าง (Brightness) ของจอภาพ LCD หรือ LED ที่แสดงถึงความสว่างสูงสุดของจอภาพที่สามารถทำได้ โดยจอภาพชนิด LCD หรือ LED TV (จอภาพ LCD ที่ใช้แบคไลต์เป็น LED) จอพวกนี้มีค่าความสว่างอยู่ประมาณ 150 cd –500 cd หรือ 150 Nit-500 Nit เท่านั้น เพราะออกแบบมาใช้ในสภาพแวดล้อมที่แสงน้อย ในร่ม ไม่สามารถใช้งานกลางแจ้งได้ เพราะแสงรบกวนจากภายนอกจะทำให้จอภาพมืดไปทันที

2. LUMEN

ลูเมน (Lumen, lm) คือหน่วยที่ใช้ในการวัดกำลังความสว่าง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฟลักซ์ส่องสว่าง (luminous Flux) คือค่าใช้วัดความสามารถของอุปกรณ์ส่องสว่าง ส่วนใหญ่จะใช้กับหลอดไฟชนิดต่างๆ หลอดไฟแต่ละหลอดจะมีความสว่างมากหรือน้อยก็ให้ดูจากค่านี้

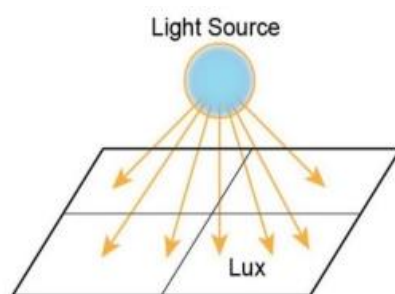


ภาพที่ 2.6 ลูเมน (Lumen, lm) คือผลรวมความเข้มของการส่องสว่าง

ที่มา : www.bluetech-led.com

3. ลักซ์ (Lux, lx)

ลักซ์ (Lux, lx) คือหน่วยที่ใช้วัดความสว่าง (I luminance) ต่อพื้นที่ หรือคิดเป็น ลูเมน/ตารางเมตร โดยในปกติความสว่างตามสถานที่ต่างๆ นั้นได้มาจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันเช่น จากหลอดไฟ ดวงอาทิตย์หรือแสงจากห้องข้างเคียง เป็นต้น ในทางปฏิบัติ จะมีการกำหนดค่าความสว่างที่เหมาะสม กับการใช้งานในสถานที่นั้นๆ



ภาพที่ 2.7 ลักซ์ (Lux, lx) คือหน่วยที่ใช้วัดความสว่าง (luminance) ต่อพื้นที่หรือคิดเป็น ลูเมน/ตารางเมตร

ที่มา : www.bluetech-led.com

2.14 วิธีวัดความเข้มของแสงโดยใช้เครื่องวัดแสง

เครื่องวัดแสง (Lux meter) เครื่องวัดแสงประกอบด้วยเซ็นเซอร์ที่รับพลังงานแสงแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อส่งไปยังเครื่องเพื่อที่สามารถแสดงค่าปริมาณแสง ความสว่างให้ผู้ใช้อ่านค่าได้ โดยทั่วไปจะมีขนาดเล็กพอที่จะถือด้วยมือและพกพาได้สะดวก



ภาพที่ 2.8 เครื่องวัดแสง (Lux meter)

ที่มา : <https://sea.banggood.com>

การใช้เครื่องวัดแสงทำได้ง่าย หลังจากถอดฝาเซ็นเซอร์ออกแล้วให้วางไว้บนพื้นผิวที่มีการทำงานเช่นตรงกลางโต๊ะ สิ่งสำคัญคือต้องวางเซ็นเซอร์ไว้บนพื้นผิวเนื่องจากเป็นจุดที่แสงสะท้อนเข้าสู่ดวงตาของผู้ใช้และแสดงถึงระดับแสงที่แท้จริงที่

1. วัดแสงโดยรอบในห้อง

ในการเริ่มต้นให้ปิดไฟหรือแสงใดๆ ในห้องหรือบริเวณที่คุณกำลังจะวัด เปิด lux meter เพื่อกำหนดสิ่งๆ เรียกว่าการวัดแสงโดยรอบ (วัดแสงจากภายนอก) ซึ่งหมายความว่า คุณสามารถดูได้ว่าแสงสว่างที่มีจากภายใน เพิ่มเข้ามาในห้องเพียงใดเมื่อเปิดไฟแล้ว

2. เปิดไฟทำการวัดแสงในห้อง

ตรวจสอบให้แน่ใจว่าวางลักซ์มิเตอร์จากบริเวณส่วนกลางของพื้นที่เพื่อบันทึกค่า Lux ของคุณ ปล่อยให้แสงสว่างสักครู่เพื่อให้ได้ความสว่างเต็มที่

3. จดบันทึกการอ่าน

เพียงแค่ลบระดับแสงโดยรอบออกจากระดับที่ส่องสว่างซึ่งเรียกว่าการวัดส่วนต่าง (หรือเดลต้า) นี่คือน ปริมาณแสงที่โคมไฟที่มีอยู่ผลิตขึ้น การวัดแสงนี้สามารถเปรียบเทียบได้ว่ามันเปรียบเทียบกับระดับแสงที่เหมาะสม ที่สุดที่ต้องการ

4. การเปลี่ยนหน่วยการวัดแสง

สามารถเลือกเปลี่ยนหน่วยวัดเป็น Lux หรือ Fc ได้ ซึ่งทั้งสองหน่วยมีความสัมพันธ์คือ

$$1 \text{ Fc} = 10.764 \text{ lux}$$

$$1 \text{ lux} = 0.09290 \text{ Fc}$$

2.15 โปรแกรม Arc site

Arc Site เป็นเครื่องมือออกแบบ CAD ที่มีกำลังการทำงานและการใช้งานที่สะดวกสบาย สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เริ่มต้นและนักออกแบบที่มีประสบการณ์ได้แอปพลิเคชันนี้เหมาะสำหรับการวาดแบบแผนผังชั้นพื้น การดำเนินโครงการ CAD ขั้นสูง และการสร้างข้อเสนอและประมาณราคา ผู้รับเหมาชอบ Arc Site สำหรับการเพิ่มห้องเพิ่มเติมในบ้าน การปรับปรุง การตรวจสอบ การติดตั้งตู้เก็บของ การสำรวจสถานที่ และโครงการปูพื้นด้วย Arc Site คุณสามารถเพิ่มเครื่องหมาย, บันทึก, และหมายเหตุลงในรูปภาพหรือแบบวาดได้อย่างง่ายดาย และเก็บรวบรวมแบบวาดทั้งหมดในโฟลเดอร์ในคลาวด์ที่ทีมงานของคุณสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ผู้ใช้สามารถฝังรูปภาพในสถานที่ในแบบวาดของพวกเขาได้ และสามารถจัดการหรือเพิ่มรูปภาพในแบบวาดของสถานที่ได้อย่างง่ายดาย แอปพลิเคชันนี้สามารถใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ CAD บนเดสก์ท็อป เช่น AutoCAD & Revit และมีการเข้าถึงรูปร่างกว่า 1,500 รูปร่าง พร้อมความสามารถในการสร้างรูปร่างที่กำหนดเอง ArcSite เป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับทีมขาย ผู้จัดการทีมขาย ผู้รับเหมาที่ให้บริการที่บ้าน ผู้เชี่ยวชาญด้านรั้ว ผู้เชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมพื้นฐาน นักออกแบบ สถาปนิก เจ้าของบ้านที่สร้างสรรค์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการปรับปรุง ผู้ตรวจสอบ ผู้ตรวจสอบ ผู้รับเหมาทั่วไป นักออกแบบทั่วไป งานประปา และงานระบบปรับอากาศ

2.16 โปรแกรม Sketch Up

SketchUp เป็นโปรแกรมออกแบบโมเดลและกราฟิก 3 มิติซึ่งสามารถจัดการโมเดล 3 มิติได้ทุกประเภท มีการสอนแบบเต็มรูปแบบมาให้อ่านเพื่อช่วยให้เรียนรู้การใช้งานเครื่องมือทุกอย่างที่โปรแกรมนี้มีให้ได้อย่างรวดเร็วมาก ๆ

1. เครื่องมือนี้มีตัวเลือกทุกอย่างสำหรับการสร้างโมเดล ตั้งแต่การสร้างรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานไปจนถึงการจัดการส่วนยอดและใบหน้า รวมไปถึงพื้นผิว แสงและเครื่องมือเรนเดอร์
2. การสร้างรูปทรงเรขาคณิตนั้นง่ายมาก ๆ เพียงแค่วาดรูปสี่เหลี่ยมด้วยเครื่องมือปากกาและลากมันด้วยเมาส์และมันจะใส่ปริมาตรให้ จากนั้น มันก็เป็นไปได้ที่จะสร้างหน้าต่าง ประตูและรูปร่างทุกอย่าง สามารถเลือกสีและพื้นผิวให้กับรูปร่างเหล่านั้นได้
3. ถ้าไม่ได้เก่งมากในเรื่องการสร้างโมเดล โปรแกรมนี้มีฐานข้อมูลของทรัพยากรต่าง ๆ ซึ่งสร้างโดยสมาชิกในชุมชนนี้ซึ่ง สามารถใช้โมเดลเหล่านั้นได้ฟรี มันมีองค์ประกอบต่าง ๆ ทุกแบบจากยานพาหนะไปจนถึงเฟอร์นิเจอร์ รวมไปถึงรูปร่างต่าง ๆ ของมนุษย์และองค์ประกอบสำหรับการตกแต่งต่าง ๆ ทุกประเภท
4. SketchUp ส่งออกโมเดล 3 มิติของคุณได้ในไฟล์รูปแบบต่าง ๆ เช่น JPG, BMP, TIFF และ PNG สำหรับการเรนเดอร์ 2D และ 3DS, DEM, DDF, DWG, DXF และ SKP สำหรับวัตถุและฉาก 3 มิติ นอกจากนี้ยังสามารถเรนเดอร์ฉากวิดีโอและภาพเคลื่อนไหวเป็นไฟล์แบบ MOV และ AVI ได้ด้วย

2.17 โปรแกรม DIALux evo

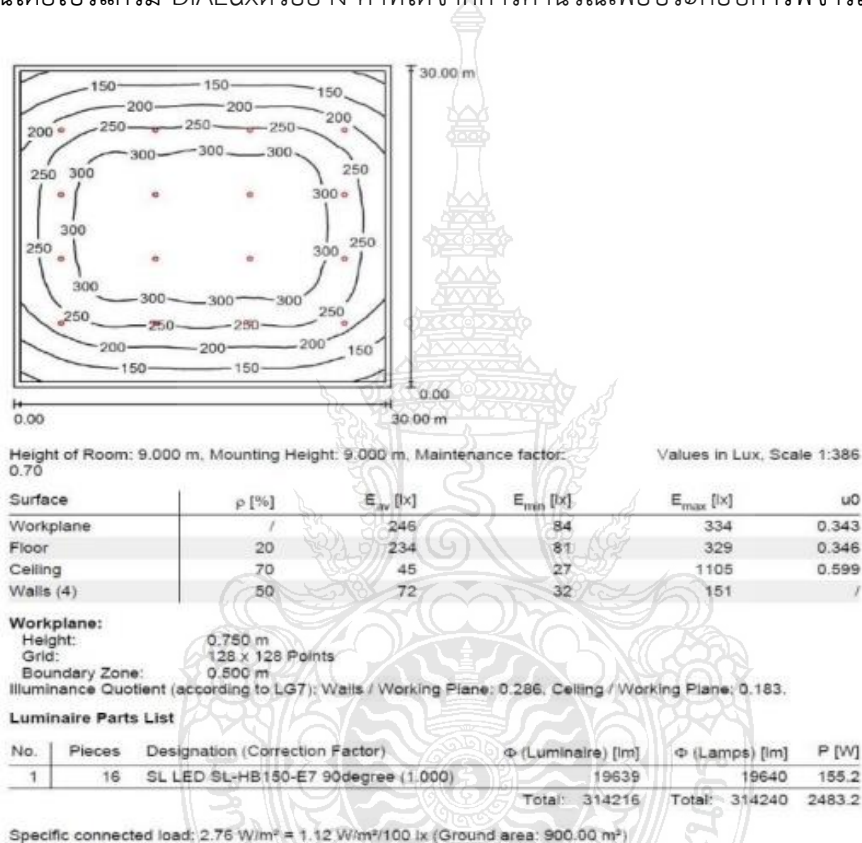
ถูกพัฒนาโดยบริษัท DIAL GmbH เป็นโปรแกรมออกแบบและคำนวณความสว่าง ซึ่งสามารถจำลองลักษณะห้อง การวางดวงโคม การวางเฟอร์นิเจอร์ รวมไปถึงการกำหนดวัสดุภายในห้องที่ทำการจำลองในรูปแบบสามมิติ ใช้งานง่ายและเป็นที่ยอมรับกันมากที่สุดในโลก ช่วยให้งานออกแบบ/ปรับปรุงระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ทำได้สะดวก, รวดเร็วและใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในการลงทุนเปลี่ยนระบบไฟฟ้าสามารถดาวน์โหลด ได้จาก <http://www.dial.de/DIAL/en/diaLux/download>. สิ่งที่ต้องพิจารณาในการลองการออกแบบใส่ค่า parameter ต่างๆ ลงในโปรแกรม DIALux evo มีดังนี้

1. กำหนดขนาดห้องที่ต้องการออกแบบแสง กว้างxยาวxสูง
2. เลือกขนาดดวงโคมไฟฟ้าและใส่ค่าลูเมนต่อดวงโคม
3. ตำแหน่งการจัดวางดวงโคมไฟฟ้า

4. ใส่องค์ประกอบอื่นๆที่ส่งผลต่อความสว่างภายในห้องผลการสะท้อนแสงของเพดาน ผนัง และพื้นมีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์

5. ค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา (Maintenance Factor) คือที่ทำให้ปริมาณแสงสว่างลดลงเมื่อใช้งานไปตามระยะเวลาการใช้งานเกิดจากปัจจัยต่างๆ

6. จัดวางเฟอร์นิเจอร์หรือสิ่งกีดขวางต่างๆ เช่น ชั้นวาง Shelf Rack ซึ่งล้วนมีผลต่อแสงสว่างภายในห้องนั้นๆกตคำนวณโดยโปรแกรม DIALuxตัวอย่าง ค่าที่ได้จากการคำนวณเพื่อประกอบการพิจารณาการลงทุน

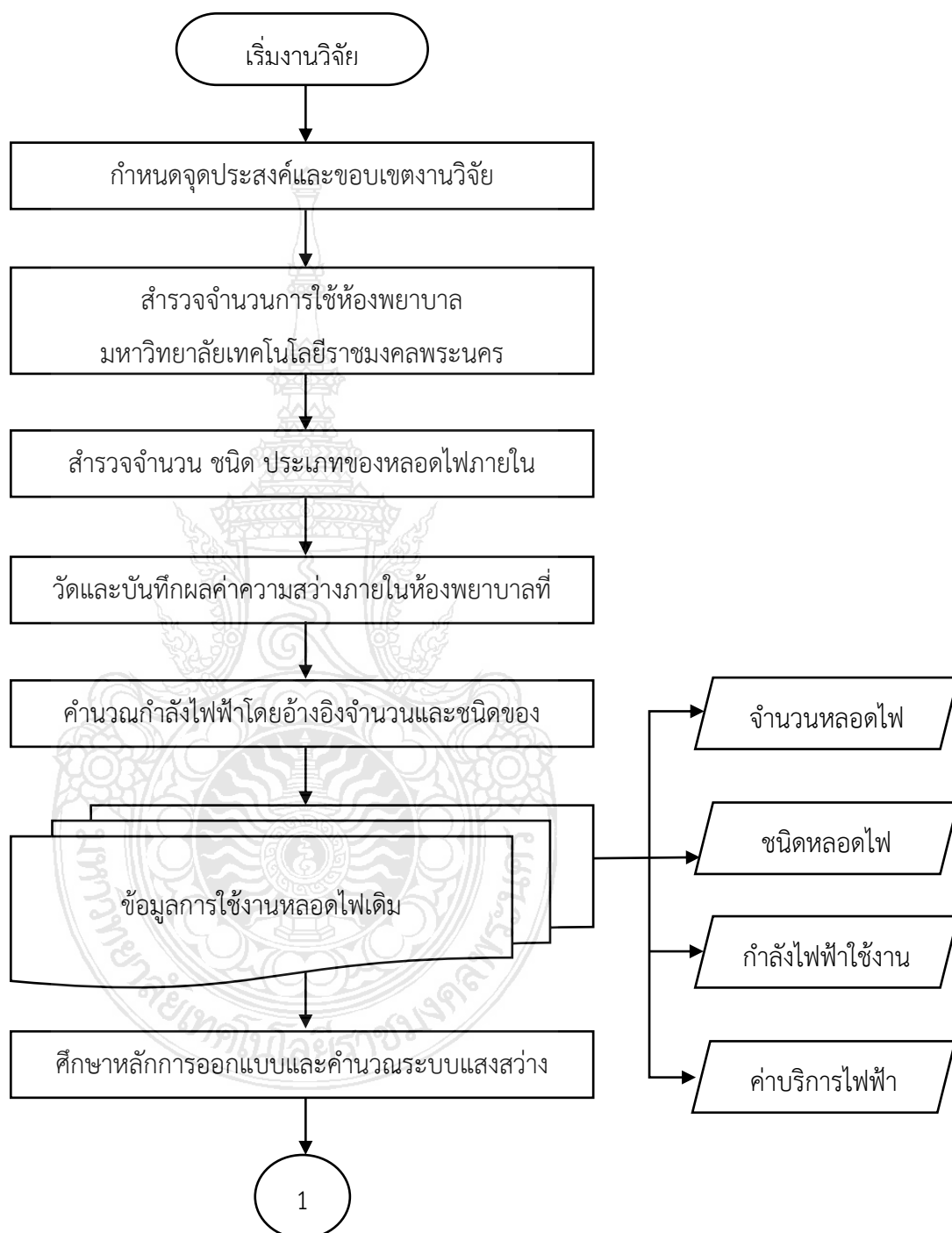


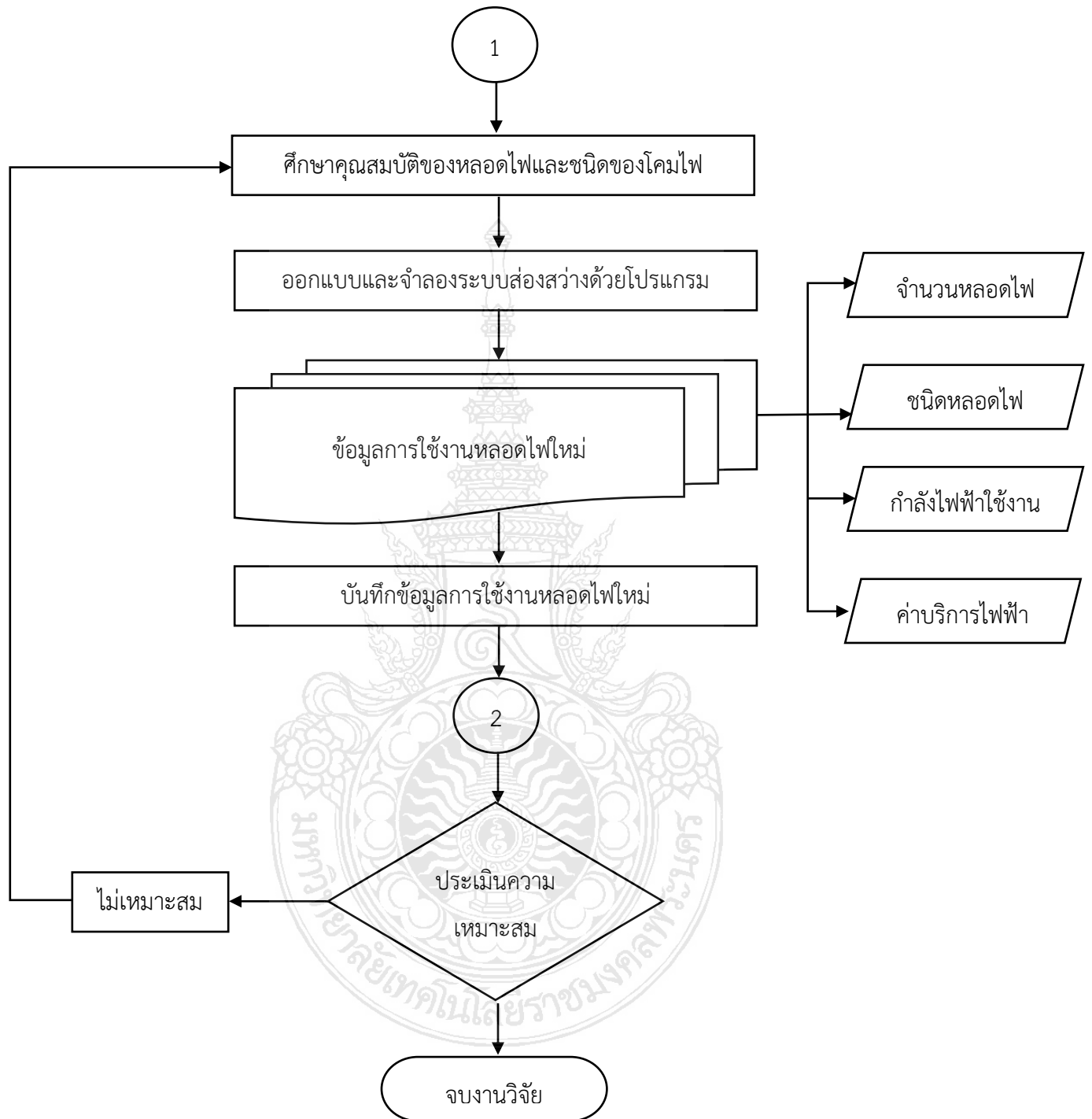
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างค่าที่ได้จากการคำนวณเพื่อประกอบการพิจารณาการลงทุน

ที่มา : www.sacredlight.co.th

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย



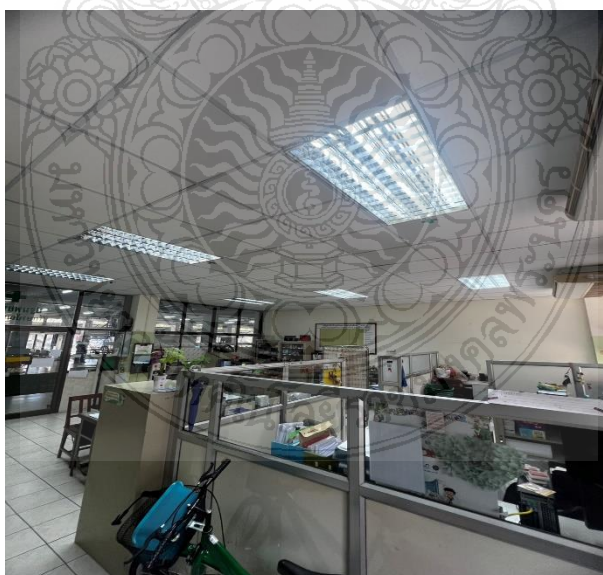


ในส่วนของบทที่ 3 นี้ จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นขั้นตอนต่อการสำรวจห้องพยาบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (ศูนย์พระนครเหนือ)

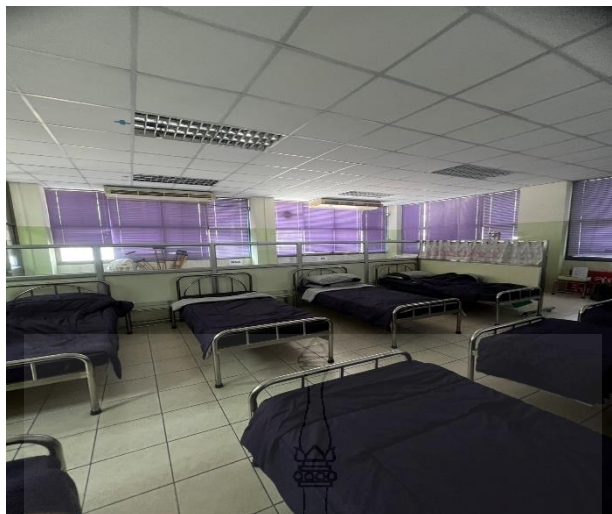
3.1 การสำรวจหลอดไฟภายในห้องพยาบาลของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (พระนครเหนือ)



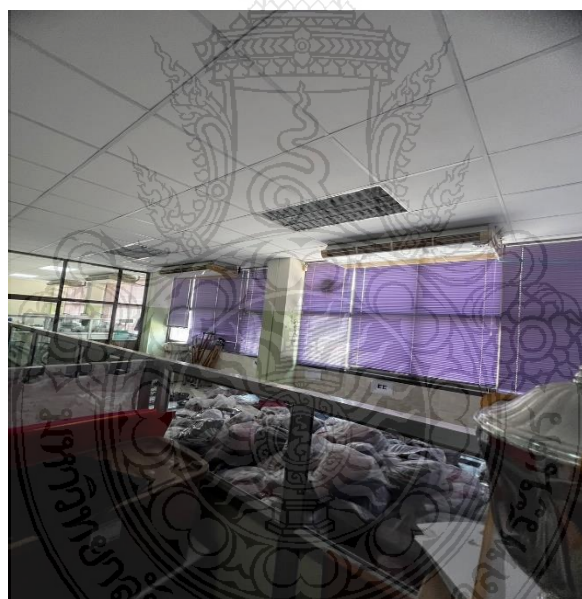
ภาพที่ 3.1 ด้านหน้าห้องพยาบาล



ภาพที่ 3.2 ด้านข้างห้องพยาบาล



ภาพที่ 3.3 ด้านข้างซ้ายโซนห้องพักภายในห้องพยาบาล



ภาพที่ 3.4 ด้านข้างขวาโซนที่เก็บของภายในห้องพยาบาล



ภาพที่ 3.5 เครื่องมือการวัดค่าลักซ์ในการสำรวจ

เมื่อใช้อุปกรณ์ลักซ์มิเตอร์วัดแสงจากฝ้าเพดานถึงโต๊ะทำงาน และใช้อุปกรณ์เลเซอร์สำหรับวัดระยะพื้นที่ทั้งหมด จะได้ข้อมูลดังในตารางนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความสว่างเฉลี่ย

ห้องพยาบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (พระนครเหนือ)	ขนาดของพื้นที่			ชนิดของหลอดไฟ	จำนวน	ความสว่างเฉลี่ย (ลักซ์)
	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	สูง (ม.)			
ห้องพยาบาล	8	16	3.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED T8 PHILIPS 10 W	36	472

ค่าความสว่างของพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับ ห้องพยาบาล มีความสว่างตามข้อกำหนด 500 ลักซ์

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลไฟเพิ่มเติม

รูปภาพ	คุณสมบัติของ หลอดไฟ (ผลิตภัณฑ์)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความสว่าง (ลูเมน)	อายุตามการใช้งาน	ชนิดของแสงและสี
--------	---------------------------------------	-----------------------	----------------------	------------------	-----------------

	PHILIPS หลอดฟลูออเรสเซนต์	10	1050	15,000	Day light 6500K
---	------------------------------	----	------	--------	--------------------

3.2 การคำนวณพลังงานไฟฟ้า

การหาค่าพลังงานไฟฟ้า สามารถคำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง

ห้องพยาบาล มีการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10W จำนวน 36 หลอด ในปีการศึกษา 2566 มีการใช้งานห้องพยาบาล ดังต่อไปนี้ ภาคเรียนที่ 1 มีการใช้งาน 480 ชั่วโมง และภาคเรียนที่ 2 มีการใช้งาน 480 ชั่วโมง ดังนั้นห้องพยาบาล จะมีการใช้พลังงานเท่าใด

วิธีการคำนวณ

จำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้า = 10 W

จำนวนการใช้งานในปีการศึกษา 2566 = (480 + 480) = 960 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนหน่วยไฟฟ้า} &= \frac{(\text{กำลังไฟฟ้า } x \text{ จำนวนหลอด})}{1,000} x \text{ จำนวนชั่วโมง} \\
 &= \frac{(10 x 36)}{1000} x 960 \\
 &= 345.6 \text{ หน่วย}
 \end{aligned}$$

มีการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 345.6 หน่วย

ตารางที่ 3.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องพยาบาลต่อ 1 ปีการศึกษา

ห้อง	ชั่วโมงการใช้งาน			จำนวนการใช้พลังงาน		
	ภาคเรียนที่ 1 (ชั่วโมง)	ภาคเรียนที่ 2 (ชั่วโมง)	รวม (ชั่วโมง)	ภาคเรียนที่ 1 (วัตต์)	ภาคเรียนที่ 2 (วัตต์)	รวม (วัตต์)
ห้องพยาบาล	480	480	960	172.8	172.8	345.6

3.3 การคำนวณค่าบริการใช้ไฟฟ้า

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าบริการไฟฟ้า

ห้อง	หน่วยการไฟฟ้านครหลวง (หน่วย)	จำนวนหน่วย (หน่วย)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
ห้องพยาบาล	1-150		3.2484	
	151-250	345.6	4.2218	1,459.05
	มากกว่า 400		4.4217	
	รวม			1,459.05

การคำนวณค่าบริการไฟฟ้า สามารถคำนวณได้ตามหลักการคำนวณจากการไฟฟ้าโดยกำหนดตัวแปรจากการคำนวณ จากการคำนวณได้ว่า ห้องพยาบาล ทั้ง 2 ภาคเรียน ชำระค่าบริการการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,459.05 บาท รวมค่าบริการ 1,483.67 บาท

อ้างอิงจากการไฟฟ้านครหลวง

ค่าไฟฟ้าฐาน 1,459.05 บาท

ค่าไฟฟ้าผันแปร 864 บาท

ค่าบริการ 24.62 บาท

Vat 7% 164.3 บาท

ค่าไฟฟ้าทั้งหมด 2,511.97 บาท

ตารางที่ 3.5 สรุปค่าใช้จ่าย 1 ปีการศึกษา

ห้อง	รวมพลังงาน (วัตต์)	ค่าไฟฟ้าฐาน (บาท)	ค่า ft (บาท)	ค่าบริการ (บาท)	Vat 7% (บาท)	ค่าใช้จ่าย 1 ปี การศึกษา (บาท)
ห้องพยาบาล	345.6	1,459.05	864	24.62	164.3	2,511.97

3.4 เขียนแบบ 2D ของห้องพยาบาลในโปรแกรม Arc site

Arc site คือโปรแกรมสำหรับเขียนแบบ 2D ที่ได้รับความนิยมอย่างมากสำหรับการเขียนแบบแปลนในงานสถาปัตยกรรม วิศวกรรม โปรแกรม Arc site มีจุดเด่นมากมายทั้งในส่วนที่สำหรับมือใหม่ที่กำลังเข้าสู่วงการการเขียนแบบ จนถึงพีเจอร์เสริมต่าง ๆ สำหรับมืออาชีพที่ช่วยให้งานของนักออกแบบง่ายขึ้น โดยสรุปขั้นตอนได้ดังนี้

4.1 กดเข้าโปรแกรม Arc site

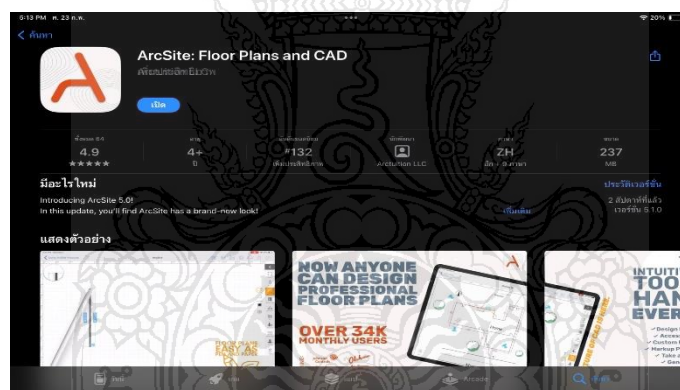
4.2 เลือก New เพื่อสร้าง Project

4.3 ตั้งชื่อ Project แล้วกดที่ Create

4.4 กดไปที่ New Drawing เพื่อสร้าง Drawing

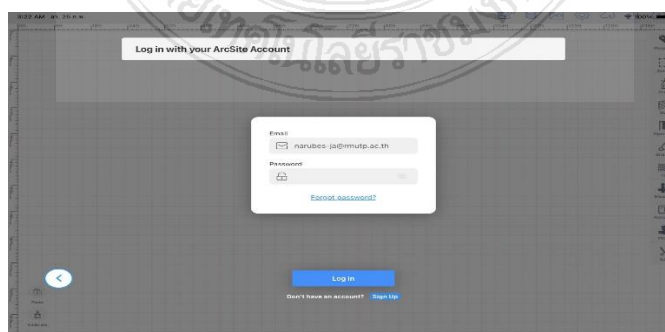
4.5 ตั้งชื่อ Drawing แล้วกดที่ Create

1.ดาวน์โหลดโปรแกรม Arc site



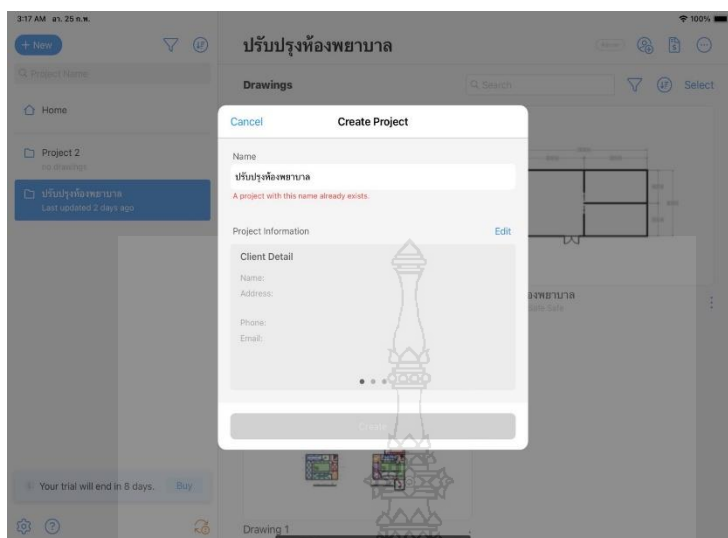
ภาพที่ 3.6 หน้าดาวน์โหลดโปรแกรม Arc site

2.เข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานโปรแกรม



ภาพที่ 3.7 หน้าเข้าสู่ระบบโปรแกรม Arc site

3.สร้าง Project ที่จะเก็บชิ้นงานชุดเดียวกัน



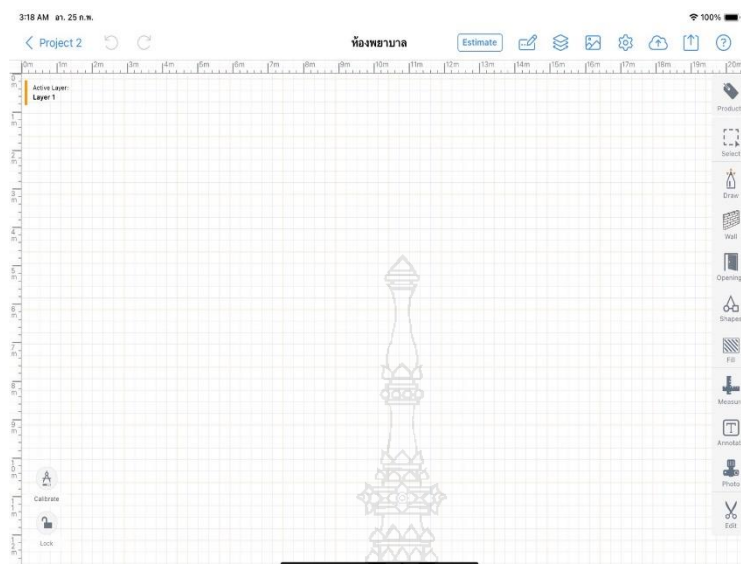
ภาพที่ 3.8 หน้าสร้าง Project

4.สร้าง Drawing ที่จะใช้เขียนแบบแปลน



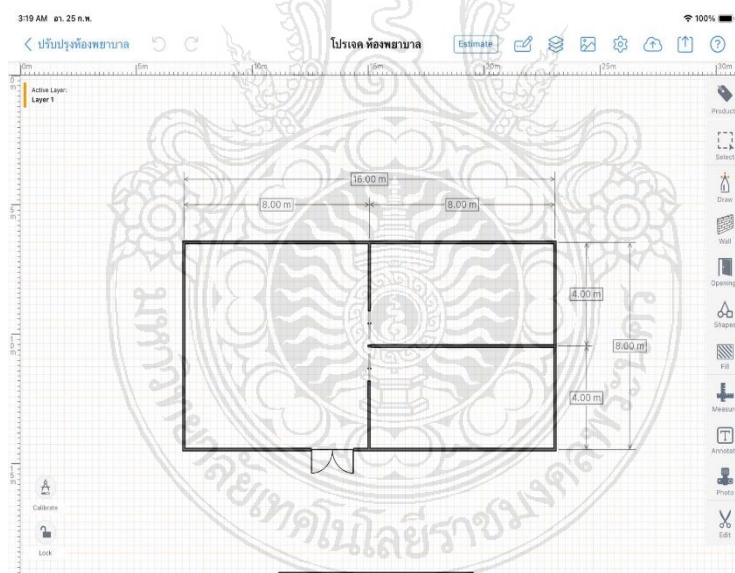
ภาพที่ 3.9 หน้าสร้าง Drawing

5.เมื่อสร้าง Drawing ได้แล้วก็เริ่มทำการวาดแบบห้องตามขนาดที่ได้ทำการวัดมาได้เลย



ภาพที่ 3.10 ภาพในโปรแกรม Arcsite

6.แบบแปลนขนาดห้องพยาบาล



ภาพที่ 3.11 แปลนห้องพยาบาล

3.5 เขียนแบบจำลองของห้องพยาบาลในโปรแกรม Sketch up

Sketch up คือโปรแกรมสำหรับออกแบบโมเดล 3 มิติที่ได้รับความนิยมอย่างมากสำหรับการสร้างสถาปัตยกรรม วิศวกรรม การตกแต่งภายใน จนถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โปรแกรม Sketch up มีจุดเด่นมากมายทั้งในส่วนของผู้ใช้มือใหม่ จนถึงผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ สำหรับมืออาชีพที่ช่วยให้งานของนักออกแบบง่ายขึ้น โดยสรุปขั้นตอนได้ดังนี้

5.1 ไปที่เมนู Windows → Styles

5.2 เลือก List รายการสไตล์ที่ต้องการ

5.3 คลิกเลือก โมเดลที่เราต้องการ และเราสามารถกำหนดมาตราส่วน และหน่วยวัดของ Google Sketch up โดย เลือกเมนู Windows → Model Info

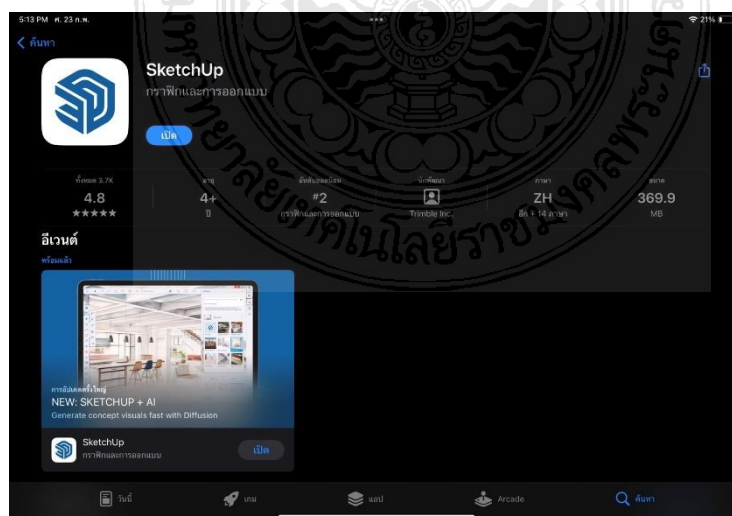
ขั้นตอนที่ 1 เลือก Unit

ขั้นตอนที่ 2 เลือก Format เลือก ประเภท Decimal , Precision เลือก ตำแหน่งหน่วย 0.00

ขั้นตอนที่ 3 เลือก Meter

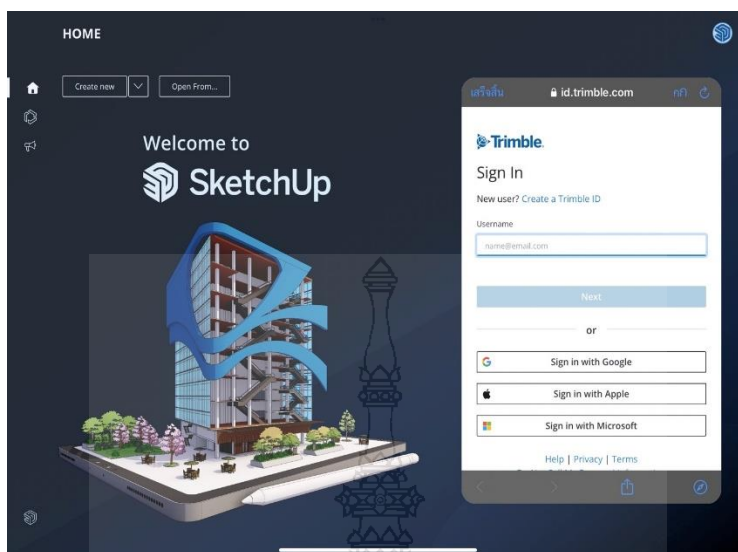
5.4 เมื่อเลือกรายละเอียดเรียบร้อยแล้ว หากต้องการ Save Template ให้ไปที่ เมนู File → Save As Template จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ กดปุ่ม Save เพื่อทำการ Save Template เป็นอันเสร็จสิ้นการสร้าง Template

1.ดาวน์โหลดโปรแกรม Sketch up



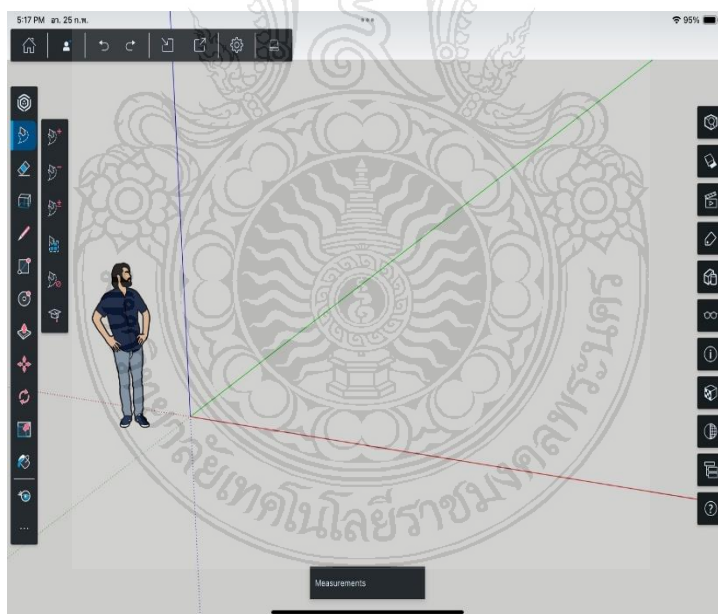
ภาพที่ 3.12 หน้าดาวน์โหลดโปรแกรม Sketch up

2.เข้าสู่ระบบเพื่อเข้าใช้งานโปรแกรม



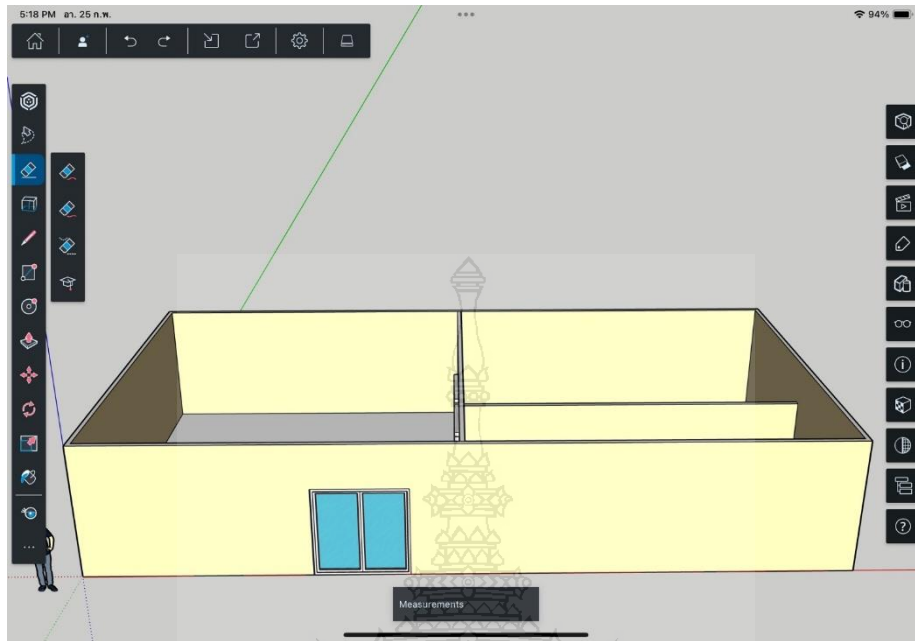
ภาพที่ 3.13 หน้าเข้าสู่ระบบโปรแกรม Sketch up

3.เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วก็เริ่มทำการวาดห้องตามขนาดในโปรแกรม Arc Site

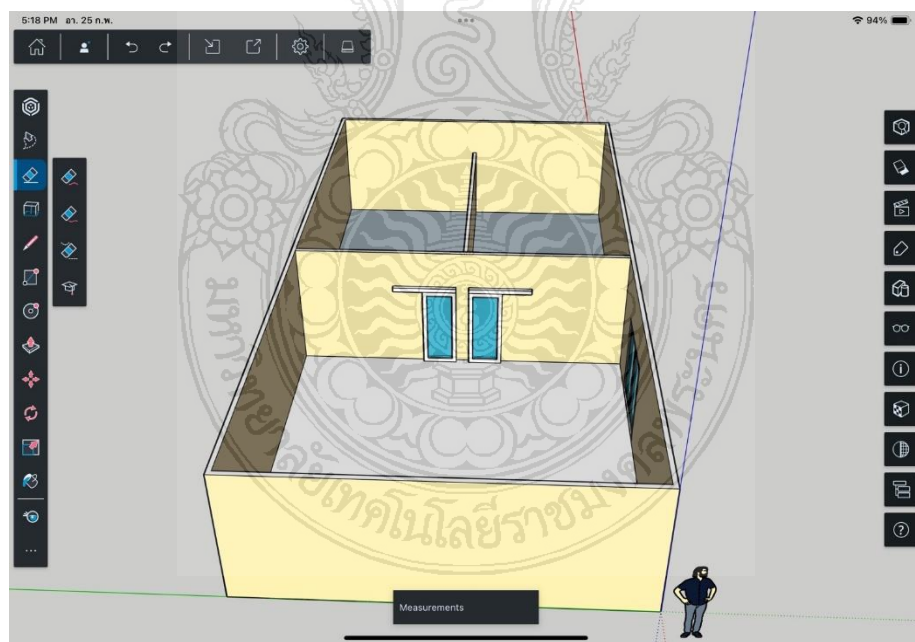


ภาพที่ 3.14 ภาพในโปรแกรม Sketch up

4.โมเดล 3 มิติ ห้องพยาบาล

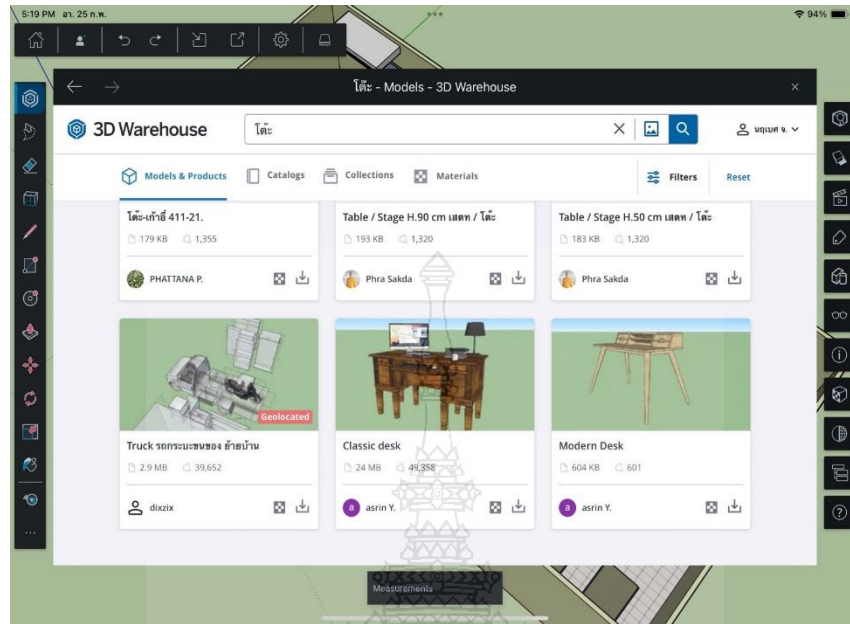


ภาพที่ 3.15 ด้านหน้าโมเดลห้องพยาบาล



ภาพที่ 3.16 ด้านข้างโมเดลห้องพยาบาล

5. จัดวางเฟอร์นิเจอร์ให้ใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด



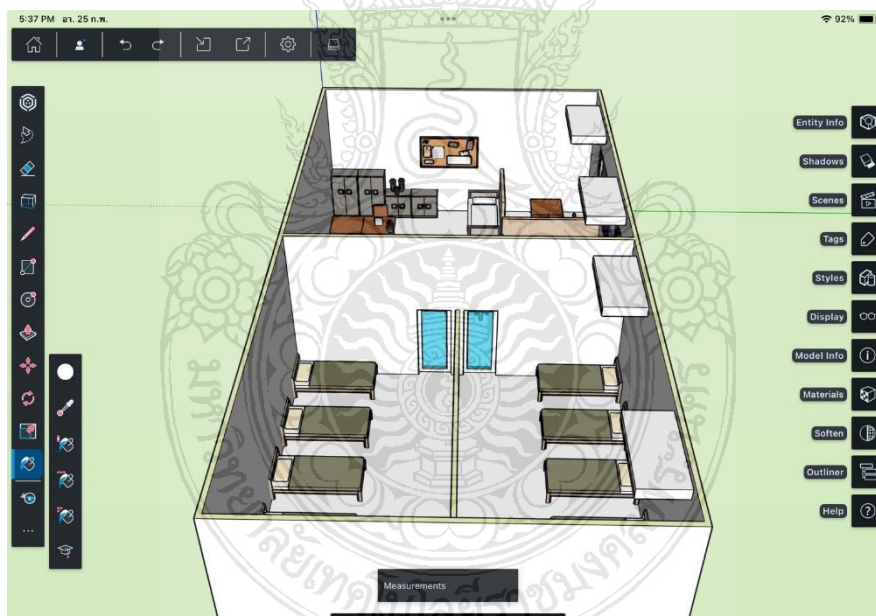
ภาพที่ 3.17 หน้าต่างการเลือกเฟอร์นิเจอร์



ภาพที่ 3.18 ด้านโมเดลห้องพยาบาลขณะจัดวางเฟอร์นิเจอร์

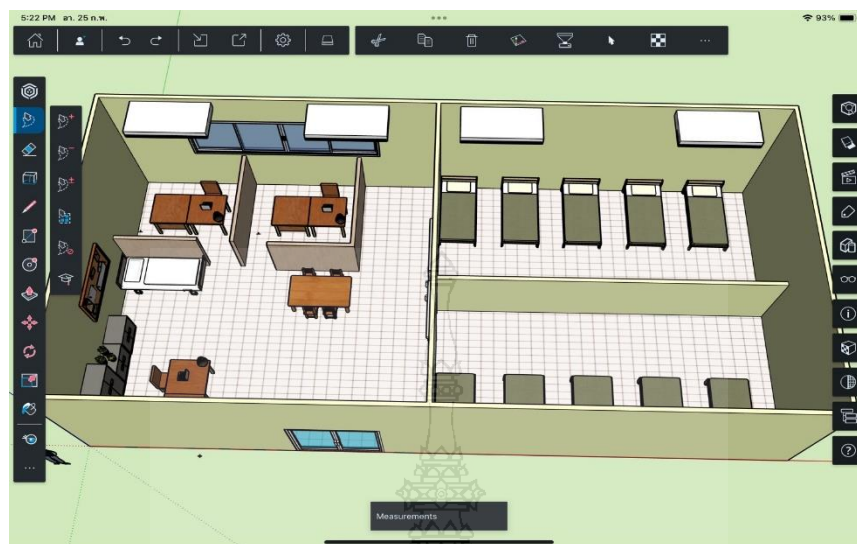


ภาพที่ 3.19 ด้านข้างฝั่งซ้ายของโมเดลห้องพยาบาลขณะจัดวางเฟอร์นิเจอร์

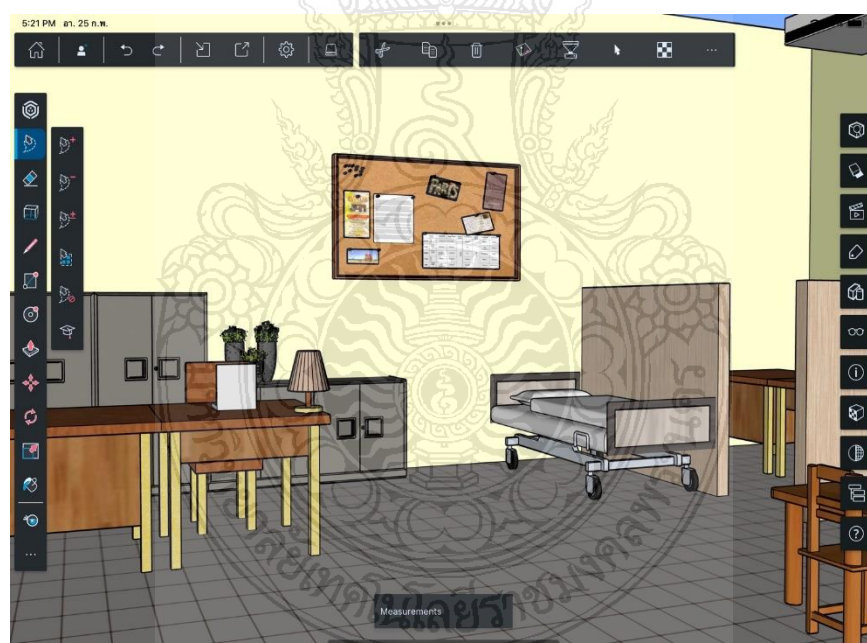


ภาพที่ 3.20 ด้านข้างฝั่งขวาของโมเดลห้องพยาบาลขณะจัดวางเฟอร์นิเจอร์

6.เพิ่มสีให้เหมาะสม และใกล้เคียงกับห้องจริง เพราะสีของห้องมีผลต่อความสว่าง



ภาพที่ 3.21 โมเดลห้องพยาบาลโดยรวม



ภาพที่ 3.22 ภายในห้องรับรองของห้องพยาบาล

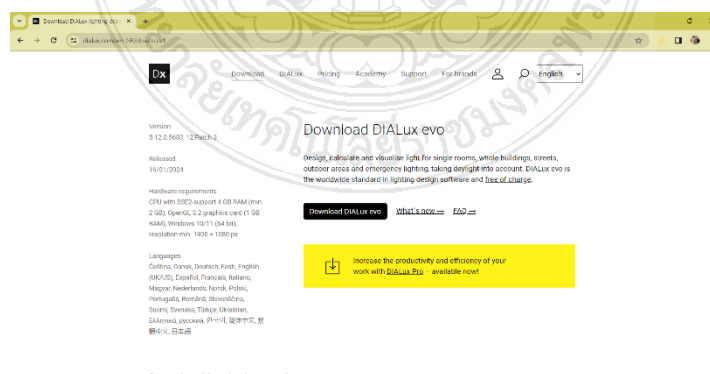


ภาพที่ 3.23 ภายในห้องพักของห้องพยาบาล

3.6 เขียนแบบจำลองแสงสว่างของห้องพยาบาลในโปรแกรม DIALux evo

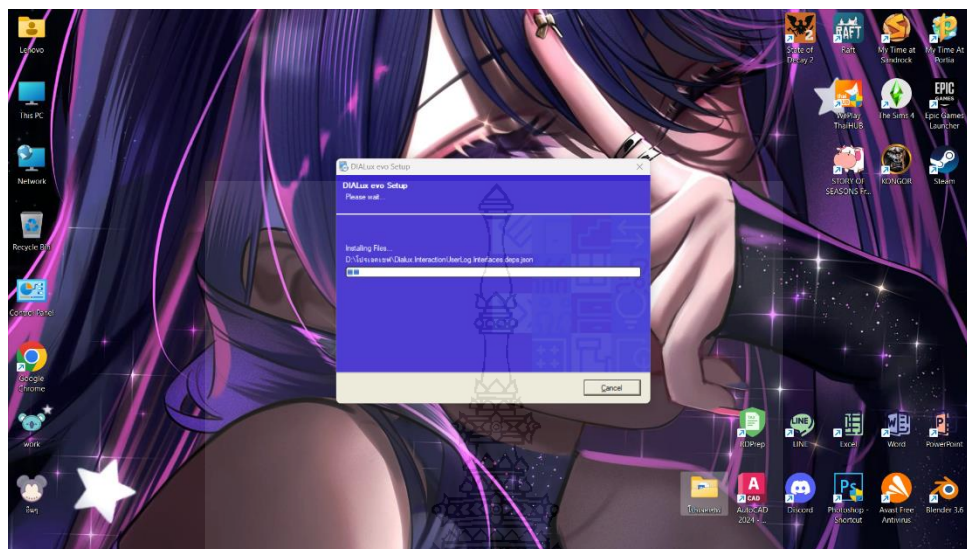
DIALux evo คือโปรแกรมออกแบบ และคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งสามารถจำลองห้องลักษณะต่าง ๆ การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องกำหนดวัสดุของพื้นผิวต่าง ๆ ภายในห้อง รวมไปถึงการวางของดวงโคมไฟฟ้าการใช้หลอดไฟในรูปแบบต่าง ๆ โดยโปรแกรม DIALux evo สามารถคำนวณค่าความสว่างของห้องที่จำลองลักษณะของแสงจากหลอดไฟทิศทางกระจายแสง และแสดงผลของลักษณะห้องในรูปแบบของ 3 มิติในรูปแบบไฟล์ PDF หลักการออกแบบระบบส่องสว่างด้วยโปรแกรม DIALux evo สามารถสรุปขั้นตอนการออกแบบได้ทั้งหมด ดังต่อไปนี้

1.เว็บไซต์ดาวน์โหลด



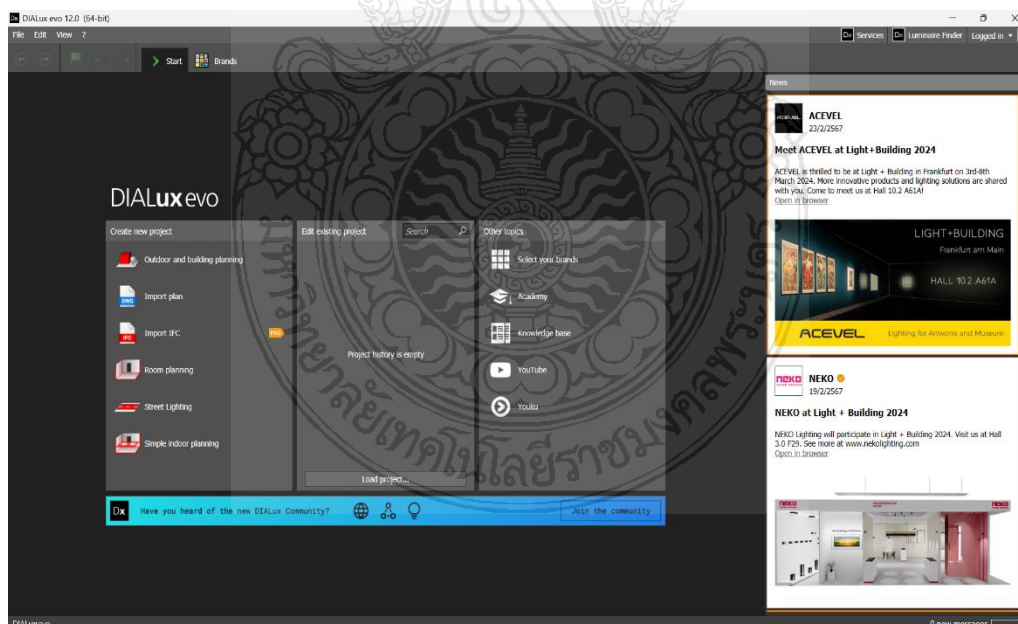
ภาพที่ 3.24 หน้าต่างเว็บไซต์ดาวน์โหลดโปรแกรม DIALux evo

2.ดาวน์โหลด และติดตั้งโปรแกรม DIALux evo ผ่านเว็บไซต์ <https://www.dialux.com/en-GB/download>



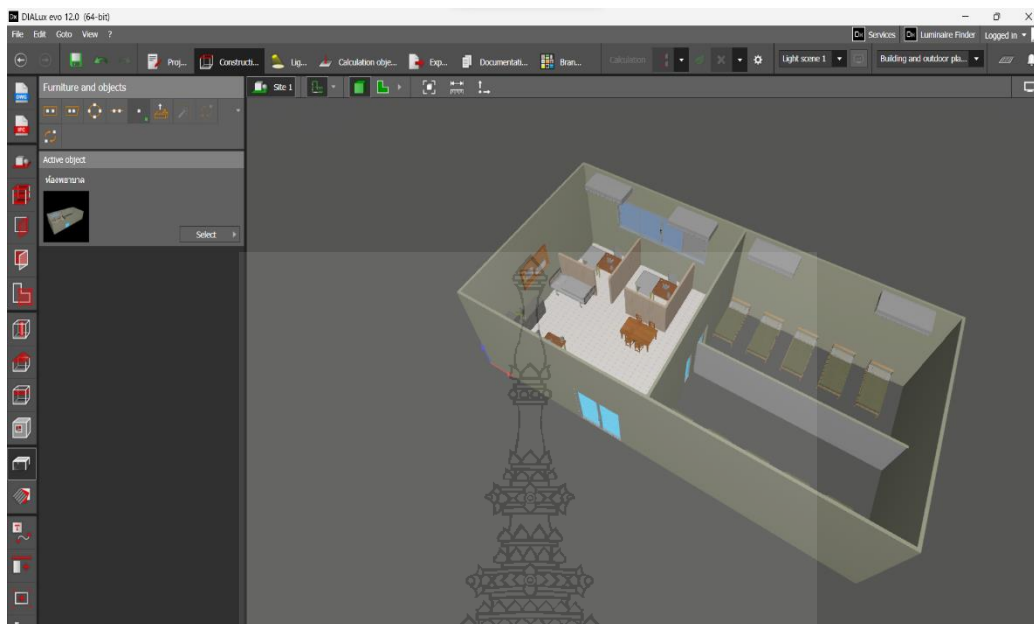
ภาพที่ 3.25 ติดตั้งตัวโปรแกรม

3.เข้าสู่โปรแกรม DIALux evo และเลือกการสร้างพื้นที่

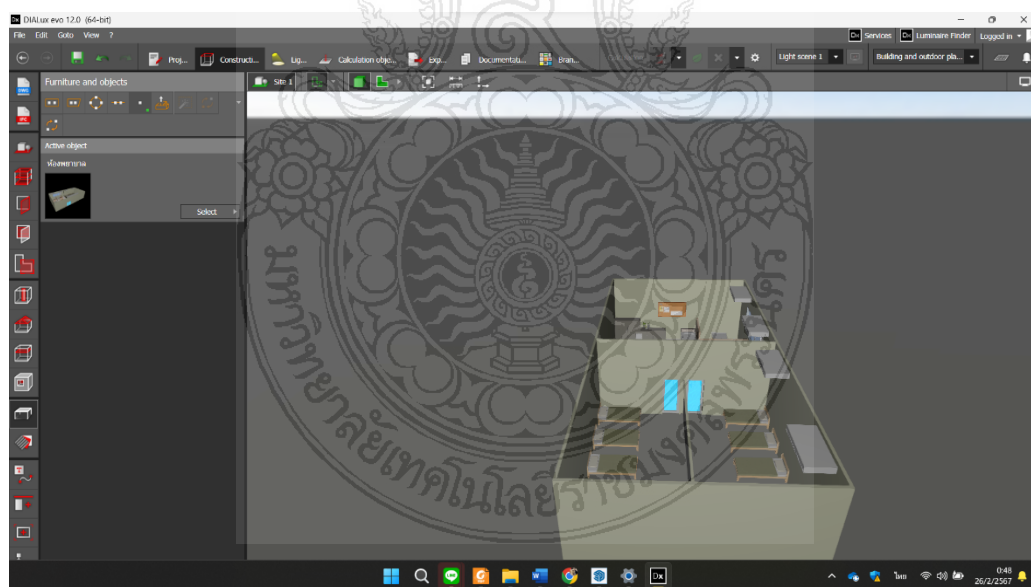


ภาพที่ 3.26 หน้าต่างเลือกการสร้างพื้นที่

4. นำโมเดล 3 มิติ จาก Sketch up เข้าสู่โปรแกรม DIALux evo

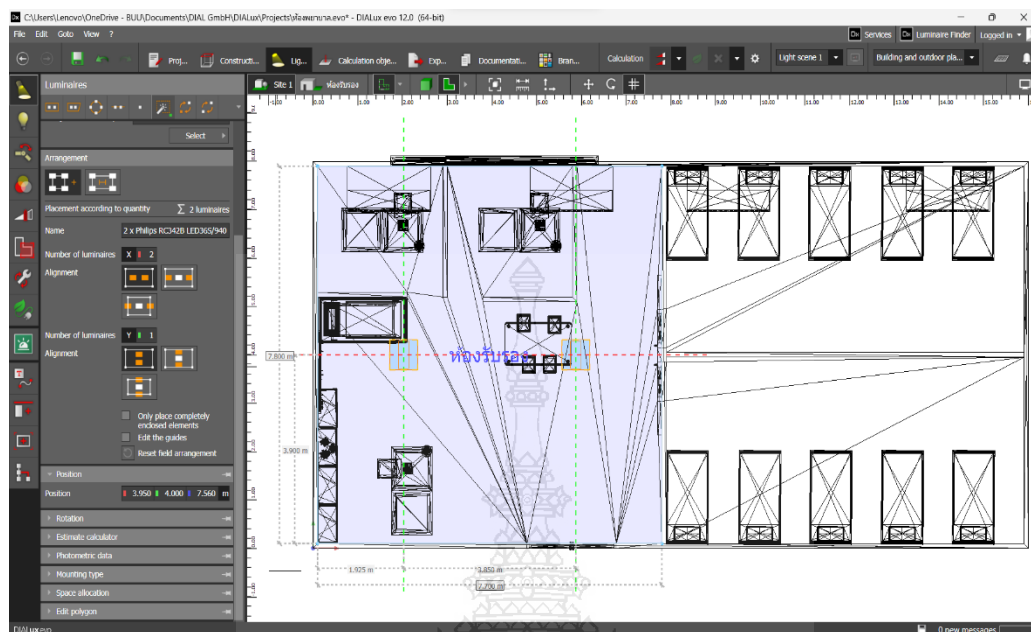


ภาพที่ 3.27 ด้านหน้าโมเดล 3 มิติในโปรแกรม DIALux evo

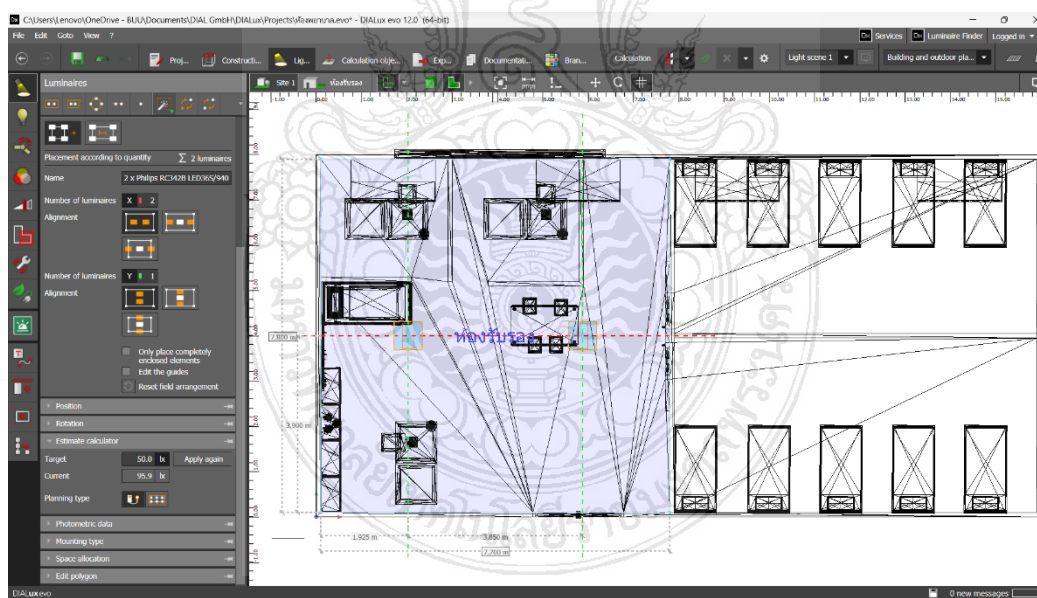


ภาพที่ 3.28 ด้านข้างโมเดล 3 มิติในโปรแกรม DIALux evo

5.กำหนดระยะพื้นที่ และค่าลักซ์

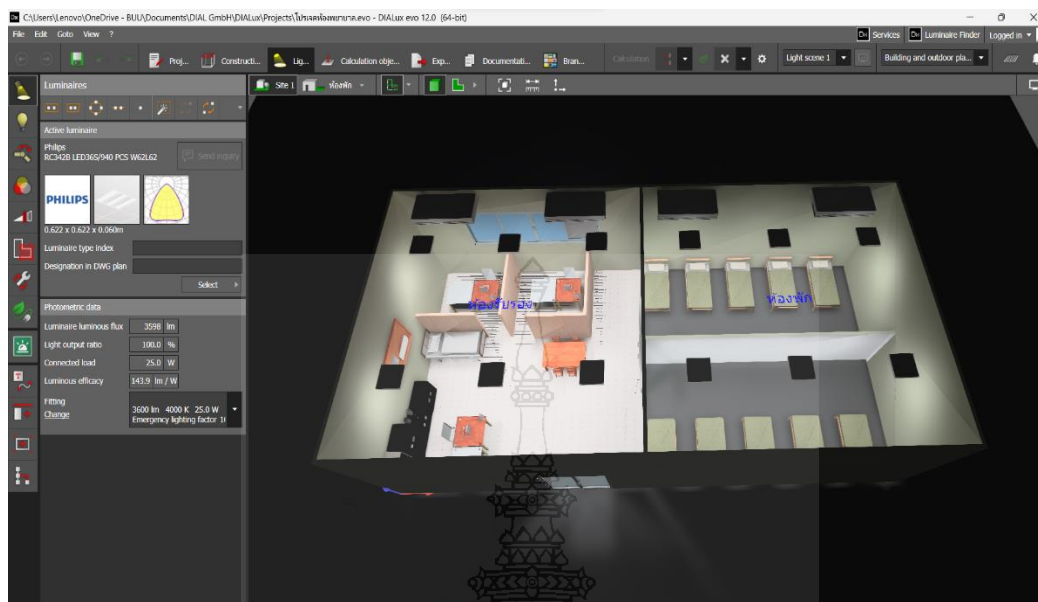


ภาพที่ 3.29 กำหนดระยะพื้นที่การใช้งาน

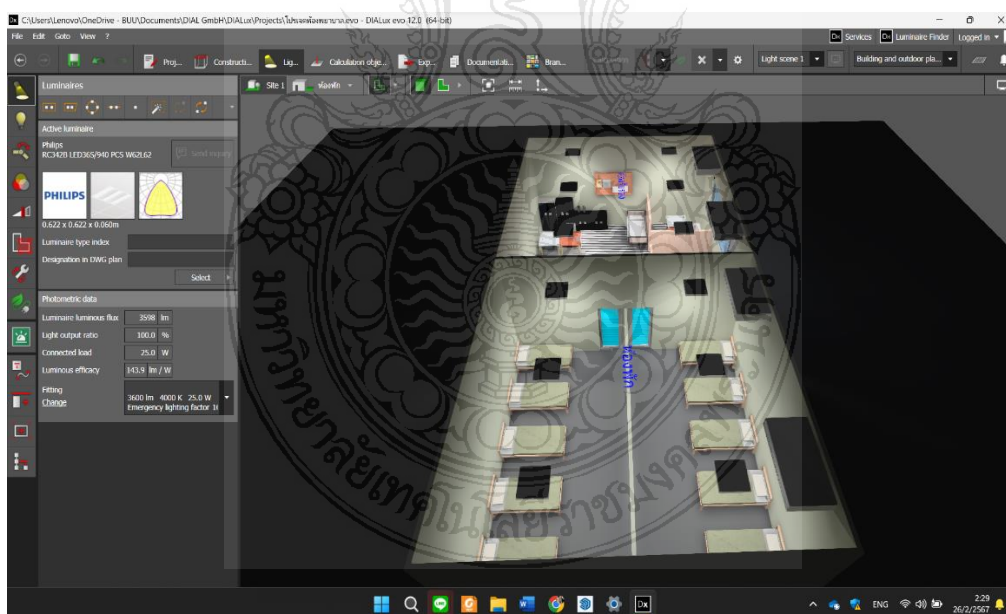


ภาพที่ 3.30 กำหนดค่าลักซ์ของห้อง

6.วางโคม และออกแบบตามความเหมาะสม



ภาพที่ 3.31 วางจุดโคมไฟภายในห้องพยาบาล (ด้านหน้า)



ภาพที่ 3.32 วางจุดโคมไฟภายในห้องพยาบาล (ด้านข้าง)

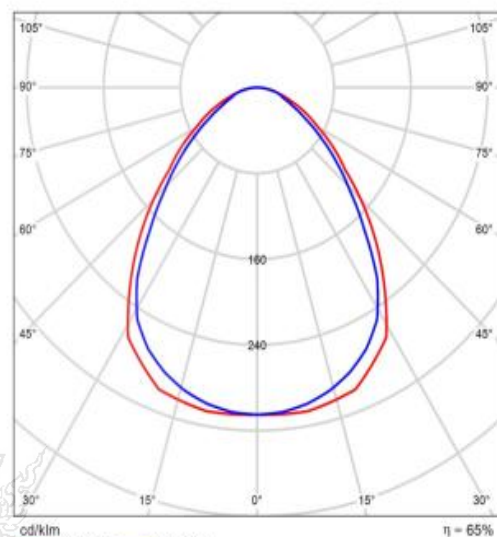
กำหนดชนิด และคุณสมบัติของหลอดไฟที่ใช้ในการออกแบบ

Product data sheet

ASTZ - LVO04-2x28-041 PRS GR RA



Article No.	-
P	56.0 W
Φ_{Lamp}	5200 lm
$\Phi_{Luminaire}$	3396 lm
η	65.30 %
Luminous efficacy	60.6 lm/W
CCT	3850 K
CRI	79



Polar LDC

ЛВО04-2x28-041 PRS GR RA

TU 3461-016-05014332-94

Предназначены для общего освещения общественных и иных помещений.

220 В, 50 Гц, ЛЛ 28Вт Т5 G5, ЭПРА А1 с управлением по протоколу

(1-10В) (cosφ: 0,96), IP20, УХЛ4 Класс защиты от поражения

электрическим током: I LxВxH=1190x290x69 мм. Масса: 3,63 кг

Корпус из листовой стали, окрашен белой порошковой краской.

Рассеиватель из ПММА с сотовыми призматическими

преломляющими элементами. Устойчив к воздействию

ультрафиолетового излучения. Устанавливается в корпус

скрытыми пружинами.

Установка: встраивается в подвесные потолки типа "Грильято".

Glare evaluation according to UGR												
z Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
z Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
z Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Room size X\Y		Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis					
2H	2H	14.4	15.6	14.7	15.9	16.1	13.8	15.0	14.1	15.2	15.4	
	3H	15.1	16.1	15.4	16.4	16.6	14.5	15.6	14.8	15.8	16.1	
	4H	15.3	16.3	15.6	16.6	16.8	14.9	15.9	15.2	16.1	16.4	
	6H	15.4	16.3	15.7	16.8	16.9	15.2	16.1	15.5	16.4	16.7	
	8H	15.4	16.3	15.8	16.6	16.9	15.3	16.2	15.7	16.5	16.8	
4H	12H	15.4	16.3	15.8	16.6	16.9	15.4	16.2	15.7	16.5	16.9	
	2H	14.8	15.6	14.9	15.9	16.2	14.1	15.1	14.4	15.4	15.7	
	3H	15.3	16.2	15.7	16.5	16.8	15.0	15.9	15.4	16.2	16.5	
	4H	15.6	16.4	16.0	16.7	17.1	15.5	16.3	15.9	16.6	17.0	
	6H	15.8	16.5	16.2	16.9	17.3	15.9	16.6	16.4	17.0	17.4	
6H	8H	15.9	16.5	16.3	16.9	17.3	16.1	16.7	16.5	17.1	17.5	
	12H	15.9	16.5	16.3	16.9	17.3	16.2	16.8	16.7	17.2	17.6	
	4H	15.7	16.4	16.2	16.7	17.2	15.6	16.2	16.1	16.6	17.1	
	6H	16.0	16.5	16.5	16.9	17.4	16.2	16.7	16.7	17.2	17.6	
	12H	16.2	16.5	16.6	17.0	17.5	16.6	17.0	17.1	17.5	18.0	
12H	4H	15.7	16.3	16.2	16.7	17.1	15.6	16.2	16.0	16.6	17.0	
	6H	16.0	16.5	16.5	16.9	17.4	16.2	16.7	16.7	17.1	17.6	
	8H	16.1	16.5	16.6	17.0	17.5	16.5	16.9	17.0	17.4	17.8	
Variation of the observer position for the luminaire distances S												
S = 1.0H		+0.4 / -0.5					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H		+0.7 / -1.2					+0.6 / -0.9					
S = 2.0H		+1.6 / -2.2					+1.3 / -1.4					
Standard table		BK03					BK04					
Correction summand		-2.9					-2.7					
Corrected glare indices referring to 5000lm Total luminous flux												

UGR diagram (SHR: 0.25)

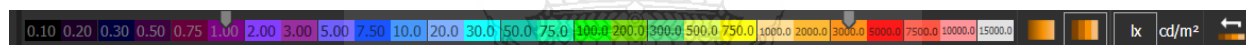
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 บทนำ

จากรายละเอียดการสำรวจชนิด ปริมาณการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ระบบแสงสว่างภายในห้องพยาบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (พระนครเหนือ) โดยโปรแกรมจำลองความสว่าง DIALux evo ได้ผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

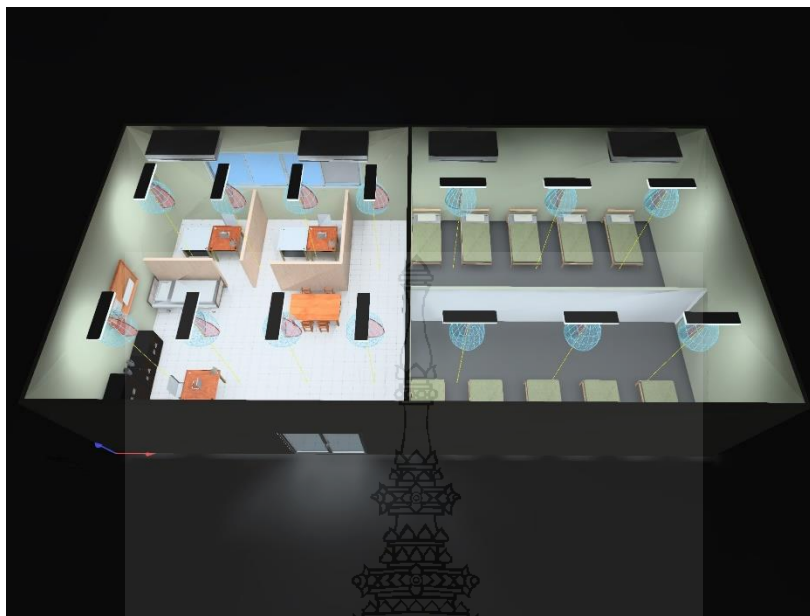
ผลการทดลองการจำลองค่าความสว่างโดยโปรแกรม DIALux evo ผู้วิจัยได้จำลองความสว่างโดยกำหนดให้แสดงผลการจำลองความสว่างด้วยภาพ 3 มิติ โดยกำหนดแถบสีที่แสดงในภาพ 3 มิติแทนค่าความสว่างในแต่ละช่วง และพิจารณาค่าความสว่างโดยเฉลี่ยใช้โปรแกรม DIALux evo



ภาพที่ 4.1 ผลการจำลองความสว่างด้วยโปรแกรม DIALux evo ของห้องพยาบาล



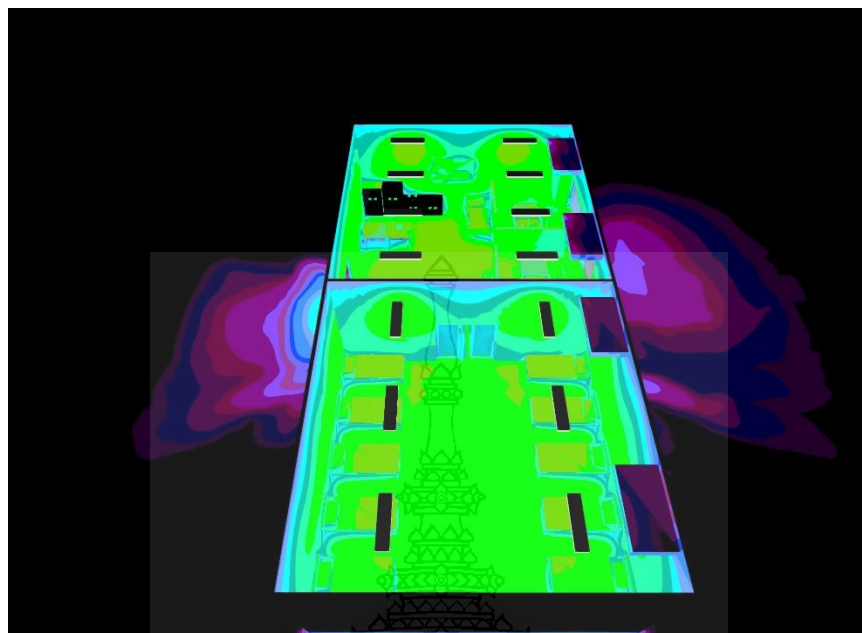
ภาพที่ 4.2 การกระจายกำลังส่องสว่างของดวงโคม



ภาพที่ 4.3 ทิศทางการกระจายแสงของดวงโคม



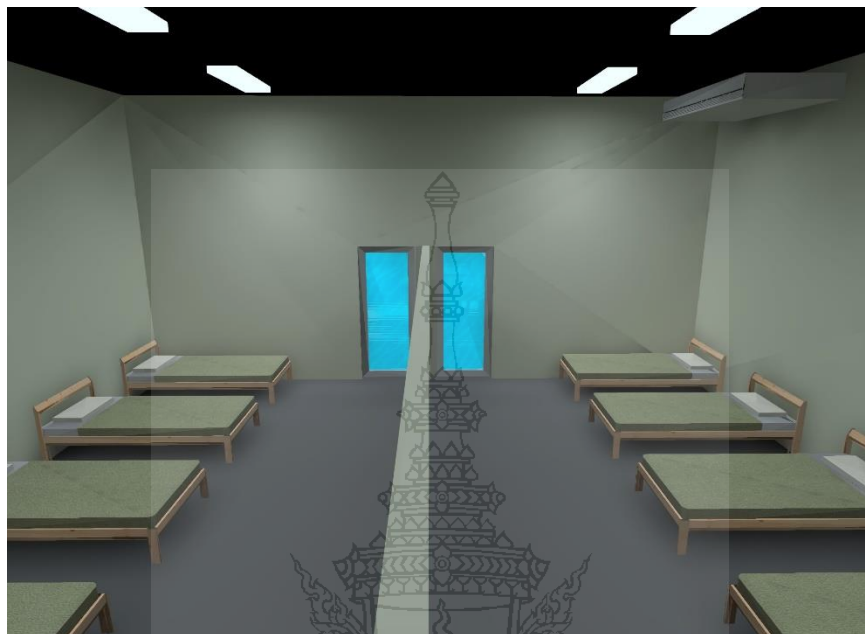
ภาพที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิด้านหน้าของห้องพยาบาล



ภาพที่ 4.5 แสดงอุณหภูมิด้านข้างของห้องพยาบาล



ภาพที่ 4.6 จำลองค่าความสว่าง (ลักซ์) ห้องรับรองภายในห้องพยาบาล (Daylight)



ภาพที่ 4.7 จำลองค่าความสว่าง (ลักซ์) ห้องพักภายในห้องพยาบาล (Daylight)



ภาพที่ 4.8 จำลองค่าความสว่าง (ลักซ์) ห้องรับรองในห้องพยาบาล (Cool Daylight)



ภาพที่ 4.9 จำลองค่าความสว่าง (ลักซ์) ห้องพักภายในห้องพยาบาล (Cool Daylight)



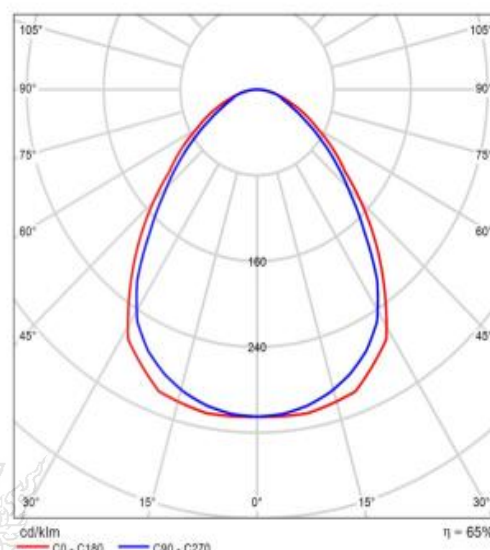
รีพอร์ตของการคำนวณระบบแสงสว่างที่ได้จากโปรแกรม มีดังต่อไปนี้

Product data sheet

ASTZ - LVO04-2x28-041 PRS GR RA



Article No.	-
P	56.0 W
Φ_{Lamp}	5200 lm
$\Phi_{Luminaire}$	3396 lm
η	65.30 %
Luminous efficacy	60.6 lm/W
CCT	3850 K
CRI	79



Polar LDC

ЛВО04-2x28-041 PRS GR RA
ТУ 3461-016-05014332-94

Предназначены для общего освещения общественных и иных помещений.

220 В, 50 Гц, ЛЛ 28Вт Т5 G5, ЭПРА А1 с управлением по протоколу

(1-10В) ($\cos\phi$: 0,96), IP20, УХЛ4 Класс защиты от поражения

электрическим током: I LxВxH=1190x290x69 мм. Масса: 3,63 кг

Корпус из листовой стали, окрашен белой порошковой краской.

Рассеиватель из ПММА с сотовыми призматическими преломляющими элементами. Устойчив к воздействию

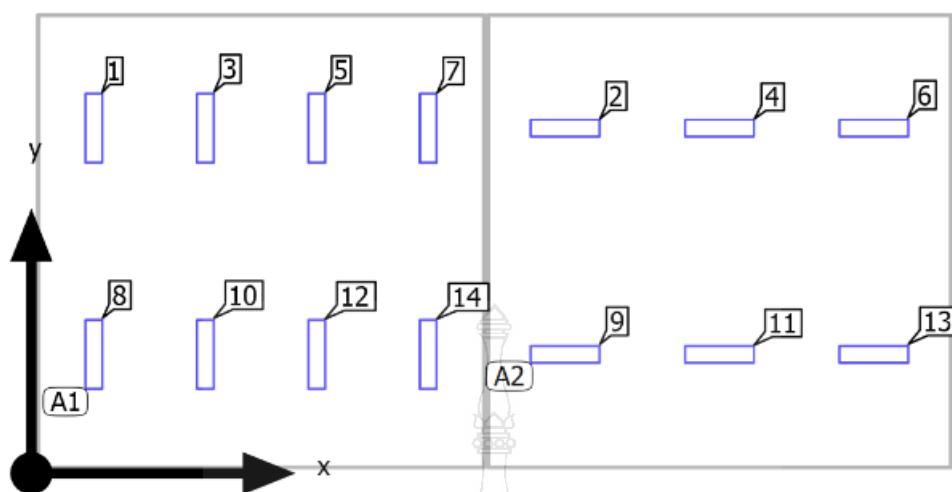
ультрафиолетового излучения. Устанавливается в корпус скрытыми пружинами.

Установка: встраивается в подвесные потолки типа "Грильято".

Glare evaluation according to UGR												
Ceiling	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
Walls	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
Floor	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Room size X Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis						
2H	2H	14.4	15.9	14.7	15.9	16.1	13.8	15.0	14.1	15.2	15.4	
	2H	15.1	16.1	15.4	16.4	16.6	14.5	15.6	14.8	15.8	16.1	
	4H	15.3	16.3	15.6	16.6	16.8	14.9	15.9	15.2	16.1	16.4	
	6H	15.8	16.3	15.7	16.8	16.9	15.2	16.1	15.5	16.4	16.7	
	8H	15.4	16.3	15.8	16.6	16.9	15.3	16.2	15.7	16.5	16.8	
	12H	15.4	16.3	15.8	16.6	16.9	15.4	16.2	15.7	16.5	16.9	
4H	2H	14.0	15.6	14.9	15.9	16.2	14.1	15.1	14.4	15.4	15.7	
	2H	15.3	16.2	15.7	16.5	16.8	15.0	15.9	15.4	16.2	16.5	
	4H	15.6	16.4	16.0	16.7	17.1	15.5	16.3	15.9	16.6	17.0	
	6H	15.8	16.5	16.2	16.9	17.3	15.9	16.6	16.4	17.0	17.4	
	8H	15.9	16.5	16.3	16.9	17.3	16.1	16.7	16.5	17.1	17.5	
	12H	15.9	16.5	16.3	16.9	17.3	16.2	16.8	16.7	17.2	17.6	
8H	4H	15.7	16.4	16.2	16.7	17.2	15.6	16.2	16.1	16.6	17.1	
	6H	16.0	16.5	16.5	16.9	17.4	16.2	16.7	16.7	17.2	17.6	
	8H	16.1	16.5	16.6	17.0	17.5	16.4	16.9	16.9	17.3	17.8	
	12H	16.2	16.5	16.6	17.0	17.5	16.6	17.0	17.1	17.5	18.0	
12H	4H	15.7	16.3	16.2	16.7	17.1	15.6	16.2	16.0	16.6	17.0	
	6H	16.0	16.5	16.5	16.9	17.4	16.2	16.7	16.7	17.1	17.6	
	8H	16.1	16.5	16.6	17.0	17.5	16.5	16.9	17.0	17.4	17.8	
Variation of the observer position for the luminaire distances S												
S = 1.0H		+0.4 / -0.5					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H		+0.7 / -1.2					+0.6 / -0.9					
S = 2.0H		+1.6 / -2.2					+1.3 / -1.4					
Standard table		BK03					BK04					
Correction summand		-2.9					-2.7					
Corrected glare indices referring to 5000lm Total luminous flux												

UGR diagram (SHR: 0.25)

ภาพที่ 4.10 Product ของโคมที่เลือกใช้

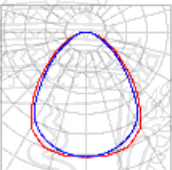


ภาพที่ 4.11 แพลนของดวงโคม



ASTZ





Manufacturer

ASTZ

P

56.0 W

Article No.

-

Φ_{Luminaire}

3396 lm

Article name

LVO04-2x28-041 PRS GR RA

Fitting

2x FL-T5 G5 28W 2600lm

8 x ASTZ LVO04-2x28-041 PRS GR RA

Type	Field Arrangement	X	Y	Mounting height	Luminaire
1st luminaire (X/Y/Z)	1.080 m / 2.050 m / 4.000 m	1.080 m	5.950 m	4.000 m	1
X-direction	4 pcs., Centre - centre, 1.925 m	3.005 m	5.950 m	4.000 m	3
		4.930 m	5.950 m	4.000 m	5
Y-direction	2 pcs., Centre - centre, 3.900 m	6.855 m	5.950 m	4.000 m	7
		1.080 m	2.050 m	4.000 m	8
Arrangement	A1	3.005 m	2.050 m	4.000 m	10
		4.930 m	2.050 m	4.000 m	12
		6.855 m	2.050 m	4.000 m	14

6 x ASTZ LVO04-2x28-041 PRS GR RA

Type	Field Arrangement	X	Y	Mounting height	Luminaire
1st luminaire (X/Y/Z)	9.221 m / 2.050 m / 4.000 m	9.221 m	5.950 m	4.000 m	2
X-direction	3 pcs., Centre - centre, 2.667 m	X	Y	Mounting height	Luminaire
Y-direction	2 pcs., Centre - centre, 3.900 m	11.887 m	5.950 m	4.000 m	4
Arrangement	A2	14.554 m	5.950 m	4.000 m	6
		9.221 m	2.050 m	4.000 m	9
		11.887 m	2.050 m	4.000 m	11
		14.554 m	2.050 m	4.000 m	13

ภาพที่ 4.12 รายละเอียดของดวงโคมในแบบจำลอง

ลักษณะงาน	ความต้องการความเข้มแสง (Lux)
ห้องประชุม	300
งานธุรการ	
- ห้องถ่ายเอกสาร	300
โรงอาหาร	
- พื้นที่ทั่วไป	200
โรงซักรีด	
- บริเวณห้องอบหรือห้องทำให้แห้ง	100
ห้องครัว	
- พื้นที่ทั่วไป	200
- บริเวณที่ปรุงอาหารและทำความสะอาด	300
ห้องปฐมพยาบาล	
- ห้องพักฟื้น	50
- ห้องตรวจรักษา	400
ห้องสุขา	100
งานที่เกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำ (Boiler)	
- เครื่องมือวัด เกจ ฯลฯ	200
งานซ่อมบำรุง	400
ห้องปฏิบัติการทดลองและห้องทดสอบ	800
งานสำนักงาน	
- ห้องคอมพิวเตอร์(งานบันทึกข้อมูล)	600
- บริเวณที่แสดงข้อมูล (จอภาพและเครื่องพิมพ์)	600
งานพิมพ์ดีด การเขียน การอ่าน และการจัดเก็บเอกสารอื่น ๆ	400

ภาพที่ 4.13 ตารางแสดงค่ามาตรฐานแสงสว่าง

การคำนวณพลังงานไฟฟ้า

ห้องพยาบาล เปลี่ยนหลอดไฟสำหรับการใช้งานดังนี้

ASTZ-LVO04-2x28-041 PRS GR RA

28 W จำนวน

28 หลอด

การหาค่าพลังงานไฟฟ้าห้องพยาบาล สามารถคำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

ในปีการศึกษา 2566 มีการใช้ห้องพยาบาลดังต่อไปนี้ ภาคเรียนที่ 1 มีการใช้งาน 480 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2 มีการใช้งาน 480 ชั่วโมง ดังนั้นห้องพยาบาล จะมีการใช้พลังงานเท่าใด

วิธีการคำนวณ

จำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้า = 28 W

จำนวนการใช้งานในปีการศึกษา 2566 = (480 + 480) = 960 ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{จำนวนหน่วยไฟฟ้า} &= \frac{(\text{กำลังไฟฟ้า} \times \text{จำนวนหลอด})}{1,000} \times \text{จำนวนชั่วโมง} \\ &= \frac{(28 \times 28)}{1000} \times 960 \\ &= 752.64 \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

มีการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 752.64 หน่วย

ตารางที่ 4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องพยาบาลต่อ 1 ปีการศึกษา

ห้อง	ชั่วโมงการใช้งาน			จำนวนการใช้พลังงาน		
	ภาคเรียนที่ 1 (ชั่วโมง)	ภาคเรียนที่ 2 (ชั่วโมง)	รวม (ชั่วโมง)	ภาคเรียนที่ 1 (วัตต์)	ภาคเรียนที่ 2 (วัตต์)	รวม (วัตต์)
ห้องพยาบาล	480	480	960	376.32	376.32	752.64

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าบริการไฟฟ้า

ห้อง	หน่วยการไฟฟ้านครหลวง (หน่วย)	จำนวนหน่วย (หน่วย)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
ห้องพยาบาล	1-150		3.2484	
	151-250		4.2218	
	มากกว่า 400	752.64	4.4217	3,327.94
	รวม			3,327.94

การคำนวณค่าบริการไฟฟ้า สามารถคำนวณได้ตามหลักการคำนวณจากการไฟฟ้าโดยกำหนดตัวแปรจากการคำนวณ จากการคำนวณได้ว่า ห้องพยาบาล ทั้ง 2 ภาคเรียน ชำระค่าบริการการใช้พลังงานไฟฟ้า 3,327.94 บาท รวมค่าบริการ 3,354.58 บาท

อ้างอิงจากการไฟฟ้านครหลวง

ค่าไฟฟ้าฐาน 3,327.94 บาท

ค่าไฟฟ้าผันแปร 1,628.86 บาท

ค่าบริการ 24.62 บาท

Vat 7% 348.69 บาท

ค่าไฟฟ้าทั้งหมด 5,330.11 บาท

ตารางที่ 4.3 สรุปค่าใช้จ่าย 1 ปีการศึกษา

ห้อง	รวมพลังงาน (วัตต์)	ค่าไฟฟ้าฐาน (บาท)	ค่า ft (บาท)	ค่าบริการ (บาท)	Vat 7% (บาท)	ค่าใช้จ่าย 1 ปี การศึกษา (บาท)
ห้องพยาบาล	752.64	3,327.94	1,628.86	24.62	348.69	5,330.11

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผล

5.1 บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงการอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการทดลองโดยพิจารณาผลจากการจำลองความสว่างด้วยโปรแกรม DIALux evo และศึกษาความเป็นไปได้ของการออกแบบระบบแสงสว่างในสถานศึกษา กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (พระนครเหนือ) โดยกำหนดหลอด และออกแบบใหม่ จากผลการจำลองค่าความสว่าง และการศึกษาความเป็นไปได้อาจสรุปได้ ดังต่อไปนี้

5.2 การอภิปรายผลการจำลองค่าความสว่าง

เมื่อทำการวาดแบบ 3 มิติ แล้วนำมาออกแบบค่าความสว่างในโปรแกรม DIALux evo จากการคำนวณการใช้งานห้องพยาบาล สามารถนำมาใช้งานได้จริง และสามารถนำผลการจำลองค่าความสว่างนำเข้ามาปรับใช้งาน ไม่สว่างหรือมืดจนเกินไป จากที่ได้จำลองค่าความสว่างห้องพยาบาล การใช้งานมีความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงตามความเหมาะสม และมีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งหลอดไฟให้มีความสวยงาม แต่ยังมีมาตรฐานเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าภายใน 1 ปีการศึกษา



ภาพที่ 5.1 ห้องพยาบาลที่นำมาออกแบบระบบแสงสว่าง



ภาพที่ 5.2 ห้องพยาบาลที่นำมาออกแบบระบบแสงสว่าง



ภาพที่ 5.3 ห้องพยาบาลที่นำมาออกแบบระบบแสงสว่าง

5.3 การอภิปรายการใช้พลังงาน

จากตารางที่ 5.1 เมื่อนำทั้งสองตารางมาเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าภายใน 1 ปีการศึกษา จากที่ได้ออกแบบโคมไฟใหม่อาจจะมีการเสียค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการออกแบบให้ห้องพยาบาลเป็นไปตามมาตรฐานนั้น ทำให้ค่าลักซ์ของห้องมากกว่าเดิมถึง 100-200 ลักซ์ และวัตต์ 300-400 วัตต์ แต่จะทำให้ห้องมีประสิทธิภาพ และมีความสว่างที่ดีมากขึ้น

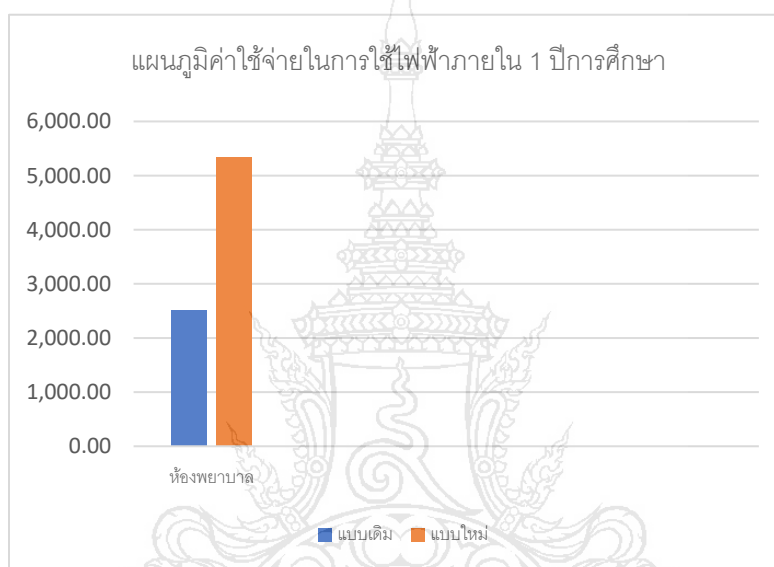
ตารางที่ 5.1 เทียบค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าภายใน 1 ปีการศึกษา

ห้อง	รวมพลังงาน (วัตต์)	ค่าไฟฟ้าฐาน (บาท)	ค่า ft (บาท)	ค่าบริการ (บาท)	Vat 7% (บาท)	ค่าใช้จ่าย 1 ปี การศึกษา (บาท)
แบบเดิม						
ห้องพยาบาล	345.6	1,458.432	864	24.62	164.3	2,511.34
Total						2,511.34
แบบใหม่						
ห้องพยาบาล	752.64	3,327.94	1,628.86	24.62	348.69	5,330.11
Total						5,330.11

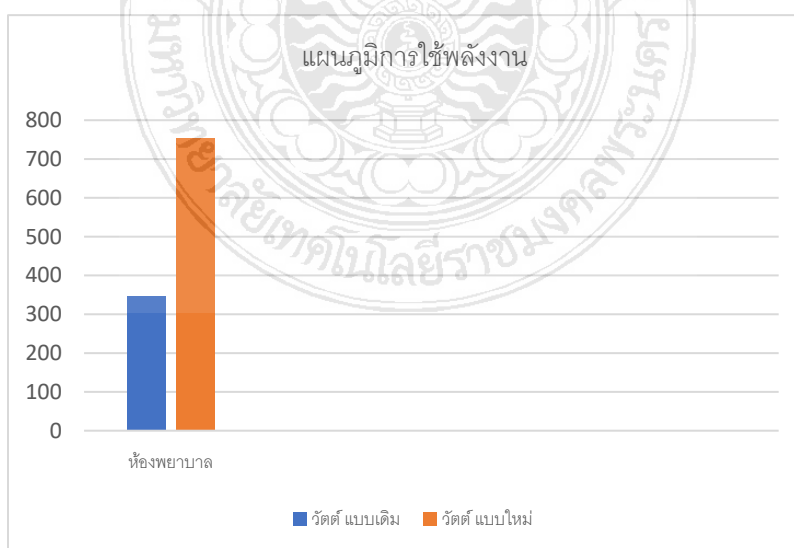
ตารางที่ 5.2 เทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า

ห้อง	ชั่วโมงการใช้งาน			จำนวนการใช้พลังงาน		
	ภาคเรียนที่ 1 (ชั่วโมง)	ภาคเรียนที่ 2 (ชั่วโมง)	รวม (ชั่วโมง)	ภาคเรียนที่ 1 (วัตต์)	ภาคเรียนที่ 2 (วัตต์)	รวม (วัตต์)
แบบเดิม						
480	480	480	960	172.8	172.8	345.6

Total						345.6
แบบใหม่						
ห้องพยาบาล	480	480	960	376.32	376.32	752.64
Total						752.64



ภาพที่ 5.4 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าภายใน 1 ปีการศึกษา



ภาพที่ 5.5 กราฟแสดงการใช้พลังงาน

5.4 สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อพิจารณาผลการทดลองการให้ค่าความสว่างตามข้อกำหนด การใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าบริการ และการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ผู้วิจัย สรุปได้ว่า เมื่อห้องพยาบาลใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) แสง Daylight ขนาด 28 W จำนวน 28 หลอด 14 โคม โดยเป็นโคมไฟที่มีแผ่นอะคริลิคผิวสัณปัดหน้ากากเพื่อใช้กันฝุ่นผงที่จะลงมายังห้องพยาบาล ออกแบบใหม่ภายในห้องพยาบาลสามารถใช้งานได้ ตามเงื่อนไขการทดลองที่กำหนดไว้ว่า การใช้ห้องพยาบาลสามารถใช้งานได้ถูกต้องตามมาตรฐาน IES (Illuminating Engineering Society) ค่าที่เหมาะสม 100 – 400 ลักซ์ ได้แนวทางในการปรับปรุง คือ การเปลี่ยนหลอด และเพิ่มจำนวนหลอดไฟฟ้าเพื่อให้ได้ความส่องสว่างที่มากขึ้นตามมาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ ดังตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด



บรรณานุกรม

- [1] Yeon-Ho Kim and A. C. Kak, "Error analysis of robust optical flow estimation by least median of squares methods for the varying illumination model," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 28, no. 9, pp. 1418-1435, Sept. 2006, doi: 10.1109/TPAMI.2006.185.
- [2] M. H. Hesamian, S. Mashohor, M. I. Saripan and W. Wan Adnan, "Scene illumination classification using illumination histogram analysis and neural network," 2013 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, Penang, Malaysia, 2013, pp. 290-295, doi: 10.1109/ICCSCE.2013.6719976.
- [3] R. Qiu-sheng and P. Mei-sen, "Illumination Component Separation Method Based on Independent Component Analysis," 2010 WASE International Conference on Information Engineering, Beidai, China, 2010, pp. 185-188, doi: 10.1109/ICIE.2010.51.
- [4] L. Ma, C. Li, S. Song and Z. Shi, "Robustness analysis of watermarking spectral images with PCA-SVD under various illumination conditions," The 2010 IEEE International Conference on Information and Automation, Harbin, China, 2010, pp. 1835-1839, doi: 10.1109/ICINFA.2010.5512241.
- [5] D. -C. Kim, B. -S. Choi, J. -H. Yoo and Y. -H. Ha, "Illumination estimation using nonnegative matrix factorization and dominant chromaticity analysis," 2015 IEEE 5th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), Berlin, Germany, 2015, pp. 248-251, doi: 10.1109/ICCE-Berlin.2015.7391248.
- [6] N. Ekren and A. Kakilli, "Importance of virtual illumination technique in the illumination education," 2010 9th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), Cappadocia, Turkey, 2010, pp. 95-97, doi: 10.1109/ITHET.2010.5480057.

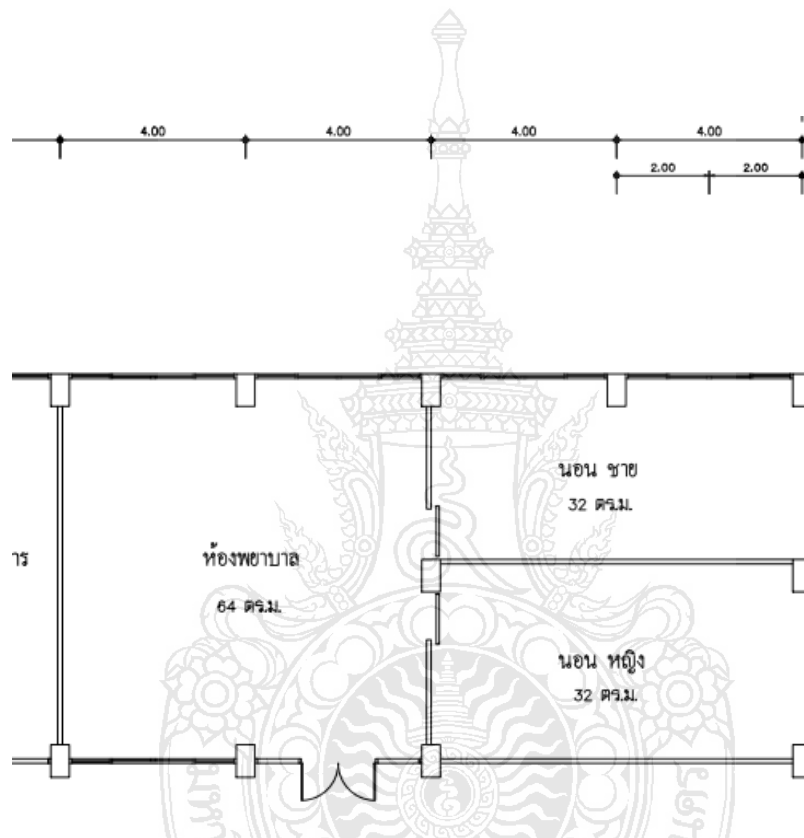
- [7] M. Ament, D. Weiskopf and C. Dachsbacher, "Ambient Volume Illumination," in *Computing in Science & Engineering*, vol. 18, no. 2, pp. 90-97, Mar.-Apr. 2016, doi: 10.1109/MCSE.2016.23.
- [8] C. A. Llorente, A. C. Abad and E. P. Dadios, "Characterizing Illumination Levels of an Image Sensor as Input to a Camera Based Illumination Controller," 2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM), Baguio City, Philippines, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/HNICEM.2018.8666290.
- [9] V. Shalamanov, K. Simeonov and N. Yaneva, "Examination of the Dynamic Variation of the Color Homogeneity of the Emitted Light from a Linear LED Luminaire with a Dynamic Color Adjustment of the Light," 2019 Second Balkan Junior Conference on Lighting (Balkan Light Junior), Plovdiv, Bulgaria, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883579.
- [10] Bista, D. Bista, H. Bhattarai and P. Bhusal, "Constraints of lighting design and installation in complex spaces: A case study of lighting in Nepalese Heritage Sites," 2023 IEEE Sustainable Smart Lighting World Conference & Expo (LS18), Mumbai, India, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/LS1858153.2023.10170431.
- [11] K. A. Tazehmahaleh, E. K. Farahani, H. Godazgar, K. A. G. Smet and P. Hanselaer, "A Multi Channel LED Luminaire with Bluetooth Control for Optimal Retail Lighting," 2021 Joint Conference - 11th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting & 17th International Symposium on the Science and Technology of Lighting (EEDAL/LS:17), Toulouse, France, 2022, pp. 1-6.
- [12] Y. Zhang and K. -L. Ma, "Lighting Design for Globally Illuminated Volume Rendering," in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 19, no. 12, pp. 2946-2955, Dec. 2013, doi: 10.1109/TVCG.2013.172.

- [13] Cao Sheng, Yang Wenying and Zhai Guofu, "Reliability analysis of airport lighting aid system based on light source failure," 26th International Conference on Electrical Contacts (ICEC 2012), Beijing, 2012, pp. 475-478, doi: 10.1049/cp.2012.0700.
- [14]
- [15] G. S. Patil and V. Kamath, "Energy efficient LED lighting scheme for a hospital segment," 2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICT), Kerala, India, 2017, pp. 1485-1489, doi: 10.1109/ICICT1.2017.8342789.
- [16] Fang Ming, Ma Jing and Cao Zhikui, "The architectural design of natural light in hospital buildings," 2011 International Conference on Electric Technology and Civil Engineering (ICETCE), Lushan, 2011, pp. 6953-6956, doi: 10.1109/ICETCE.2011.5775754.
- [17] M. Rocca, F. Leccese, G. Salvadori, F. Escati and G. Ceccanti, "Indoor environmental quality in sterilization units: the case of Pisa University Hospital," 2021 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2021 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Bari, Italy, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope51590.2021.9584794.
- [18] C. -Y. Chen, H. -W. Chen, M. R. Luo, C. -C. Fang and G. -Y. Hu, "A Study of Lightings for Elder with Dementia," 2020 Fifth Junior Conference on Lighting (Lighting), Ruse, Bulgaria, 2020, pp. 1-3, doi: 10.1109/Lighting47792.2020.9240569.
- [19] Y. Sun, M. Zeng, Y. Huang, G. Yang and L. Chen, "Research on Dynamic Lighting Design of Isolated Space in Fangcang Shelter Hospital," 2022 IEEE 4th Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering (ECICE), Yunlin, Taiwan, 2022, pp. 547-551, doi: 10.1109/ECICE55674.2022.10042880.
- [20] E. Gordo, A. Campos and D. Coelho, "Energy efficiency in a hospital building case study: Hospitais da universidade de Coimbra," Proceedings of the 2011 3rd International Youth Conference on Energetics (IYCE), Leiria, Portugal, 2011, pp. 1-6.

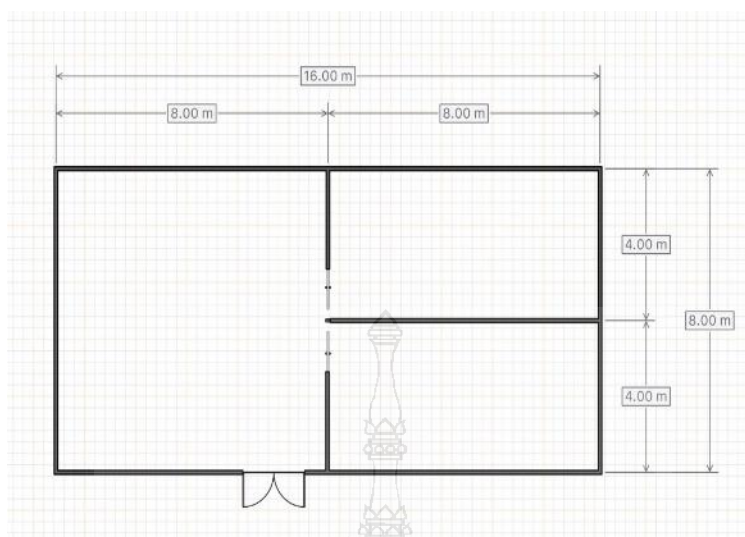
- [21]X. -z. Sun, "Analysis on differentiated design of the university hospital," 2011 International Conference on Electric Technology and Civil Engineering (ICETCE), Lushan, China, 2011, pp. 57395744,doi:10.1109/ICETCE.2011.5774211.



ภาคผนวก



พื้นที่ห้องพยาบาลที่ใช้ในการทดลอง



พื้นที่ห้องพยาบาลที่ใช้ในการทดลอง



ห้องพยาบาลที่ใช้ออกแบบด้วยซอฟต์แวร์



ห้องพยาบาลที่ใช้ในการทดลองจริง



ห้องพยาบาลที่ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบ

ส่วน ค : ประวัติคณะผู้วิจัย



1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย นางสาว นาง ยศ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธนะ

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr., Miss, Mrs., Rank : Asst.Prof.Dr.Nattapong Phanthuna

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : ระบุ

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

- ตำแหน่งบริหาร : คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

- ตำแหน่งทางวิชาการ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

- หน่วยงาน : คณะวิศวกรรมศาสตร์

- สถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก : 1381 ถนนประชาราษฎร์สาย1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กทม 10800

- หมายเลขโทรศัพท์มือถือ : 081-838-6780

- E-mail : nattapong.p@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	คุณวุฒิ	ปีที่จบการศึกษา
ปริญญาเอก	วศ.ด. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2554
ปริญญาโท	วศ.ม. สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2550
ปริญญาโท	บธ.การบริหารอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีปทุม	2542

ปริญญาตรี	วศ.บ. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบัน เทคโนโลยีราชมงคล	2539
-----------	--	------

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

การออกแบบระบบ Automation ในสายการผลิต ระบบการวัดและเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในหุ่นยนต์ ระบบประมวลผลข้อมูลภาพดิจิทัล

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

การวิเคราะห์และออกแบบโรงเรือน และเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม รวมถึงวิเคราะห์ลักษณะปัจจัยแวดล้อมสำหรับโรงเรือนปลูกเห็ดมัลก้าแบบครบวงจร

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

โปรแกรมทดสอบประสิทธิภาพการล้างมืออัจฉริยะ

7.3 ผู้ร่วมวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย/โครงการวิจัย

การพัฒนาและออกแบบเครื่องอบกะปิเคียวเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชนกะปิเคียวตำตำบลคลองโคน , โครงการเครื่องหยอดแป้งรำเกลือจัดแบบอัตโนมัติ,

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

การปรับปรุงวิธีการจับคู่เส้นทางเดินทางของยานพาหนะบนถนนด้วยกล้องอ่านแผ่นป้ายทะเบียนบนสภาวะแวดล้อมจริง ,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 15 หรือ 15th Conference of Electrical Engineering Network 2023 (EENET 2023),

7.5 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำการวิจัยว่าได้ทำการวิจัยแล้วเสร็จแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

การพัฒนาชุมชนต้นแบบเพื่อการยกระดับคุณภาพชีวิต ภายใต้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสู่ความยั่งยืนระดับประเทศ ระยะที่ 1 และระยะที่ 2