แนวทางการใช้แสงสว่างที่สอดคล้องกับนาฬิกาชีวภาพเพื่อส่งเสริมสุขภาวะและประสิทธิภาพการทำงานภายในอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิด

โดย
นายธีริทธิ์ บริสุทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม แบบ 2.1 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

แนวทางการใช้แสงสว่างที่สอดคล้องกับนาฬิกาชีวภาพเพื่อส่งเสริมสุขภาวะและประสิทธิภาพการทำงานภายในอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิด

โดย
นายธีริทธิ์ บริสุทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม แบบ 2.1 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

THE APPLICATION OF CIRCADIAN LIGHTING TO PROMOTE WELL-BEING AND PRODUCTIVITY IN OPEN-PLAN OFFICE BUILDINGS

By

MR. Theerith BORISUTH

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Doctor of Philosophy Architecture

Department of Architecture

Academic Year 2023

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	แนวทางการใช้แสงสว่างที่สอดคล้องกับนาฬิกาชีวภาพเพื่อส่งเสริมสุขภาวะและประสิทธิภาพการทำงานภายในอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิด
โดย	นายธีริทธิ์ บริสุทธิ์
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม แบบ 2.1 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธาริณี รามสูต

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

( )

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมลศิริ ประจงสาร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธาริณี รามสูต)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(รองศาสตราจารย์ ดร. นวลวรรณ ทวยเจริญ)

60054902 : สถาปัตยกรรม แบบ 2.1 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
คำสำคัญ : สำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิด, การกระตุ้นจังหวะเซอร์คาเดียน, เมลาโนปิกลักซ์, จังหวะเซอร์คาเดียน, สุขภาวะที่ดี

นาย ธีริทธิ์ บริสุทธิ์: แนวทางการใช้แสงสว่างที่สอดคล้องกับนาฬิกาชีวภาพเพื่อส่งเสริมสุขภาวะและประสิทธิภาพการทำงานภายในอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธาริณี รามสูต

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบสภาพแสงส่องสว่างตามมาตรฐานแสงภายในของสำนักงานกรณีศึกษาที่มีการวางผังการใช้สอยแบบเปิดโล่ง สุขภาวะของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้สอยในพื้นที่สำนักงานที่สัมผัสกับสภาพแสงตามมาตรฐานเดิมในปัจจุบัน กับสภาพแสงส่องสว่างภายในสำนักงานกรณีศึกษาเดิมแต่ได้ปรับปรุงสภาพแสงส่องสว่างให้มีประสิทธิภาพกระตุ้น Circadian rhythm ตามเกณฑ์ของ WELL Building Standard, Circadian Lighting Design, Q3 2020 version และสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้สอยในพื้นที่สำนักงานหลังจากการสัมผัสแสงปรับปรุงตามเกณฑ์ Circadian rhythm โดยเป็นการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 คน

ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของแสงส่องสว่างตามมาตรฐานแสงภายในปัจจุบันของอาคารสำนักงานกรณีศึกษาไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการกระตุ้น Circadian rhythm โดยพบว่าคุณภาพแสงส่องสว่างก่อนปรับปรุงสภาพแสง มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างในอาคารกรณีศึกษาสามารถคำนวณ Equivalent Melanopic lux (EML) เทียบเท่าได้ 216.6 ซึ่งตามเกณฑ์ Circadian rhythm แล้ว Equivalent Melanopic lux (EML) เทียบเท่าที่เพียงพอต่อการกระตุ้น Circadian rhythm จะต้องเท่ากับ 250 Melanopic lux ขึ้นไปอย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวัน และด้านสุขภาวะในส่วนคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน พบว่าสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีคุณภาพการนอนไม่ดีร้อยละ 71 และมีระดับความง่วงนอนในตอนกลางวันมากกว่าปกติที่ร้อยละ 46

หลังจากปรับปรุงสภาพแสงส่องสว่างโดยใช้โคมไฟที่พัฒนาขึ้นเพื่อการศึกษาให้มีประสิทธิภาพกระตุ้น Circadian rhythm ตามเกณฑ์ของ WELL Building Standard, Circadian Lighting Design, Q3 2020 version. (EML = 304.42) พบว่าสุขภาวะส่วนคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวันมีทิศทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยคุณภาพการนอนหลับมีจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้น 11 คน รวมอยู่ที่ 22 คน คิดเป็นร้อยละ 54 จากเดิมร้อยละ 46 ผลการประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน

ปกติเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 39 จากเดิมร้อยละ 22 ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มแสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงที่มีประสิทธิภาพกระตุ้น Circadian rhythm ที่แสงส่องสว่างมีการผันแปรใกล้เคียงค่าแสงธรรมชาติในช่วงเวลาวันทำงาน หรือมีค่าอุณภูมิแสงระหว่าง 2,700 K. – 6,500 K. ดังนั้นการสัมผัสแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm, Circadian Lighting Design, Q3 2020 version จะสามารถส่งเสริมสุขภาวะในส่วนคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงและความเป็นอยู่ที่ดีภายในอาคารสำนักงานที่มีการวางผังการใช้สอยพื้นที่แบบเปิดโล่งได้

60054902 : Major Architecture
Keyword : Open-plan office, Circadian stimulus, Melanopic lux, Circadian rhythm, Well-being.

MR. Theerith BORISUTH : The application of circadian lighting to promote well-being and productivity in open-plan office buildings Thesis advisor : Assistant Professor Tharinee Ramasoot

The study compares the existing lighting conditions in an open-plan office layout, with the lighting designed to stimulate the Circadian rhythm according to the WELL Building Standard, Circadian Lighting Design, Q3 2020 version to study the effect on the well-being of the users,

The findings indicate that the current lighting standards are insufficient for stimulating the Circadian rhythm. The Equivalent Melanopic Lux (EML) of 216.6, falls short of the required Melanopic Lux of 250 for at least 4 hours a day. Consequently, 71% of the participants experienced poor sleep quality, and 46% reported higher than normal daytime sleepiness.

After improving the lighting conditions to effectively stimulate the Circadian rhythm in accordance with the WELL Building Standard, Circadian Lighting Design, Q3 2020 version, the Equivalent Melanopic Lux (EML) was calculated to be 304.42.

There was a noticeable improvement in sleep quality and daytime sleepiness. The number of participants who met the sleep quality criteria increased by 11, totaling 22, which is 54%, up from the previous 46%. Furthermore, the proportion of participants with normal daytime sleepiness increased to 39%, from the previous 22%. This improvement is consistent with the increase in illuminance and color temperature that effectively stimulate the Circadian rhythm, with lighting that closely approximates natural light during working hours, within a color temperature range of 2,700 K to 6,500 K.

Therefore, it can be concluded that exposure to lighting conditions that meet the Circadian rhythm criteria, as specified in the Circadian Lighting Design, Q3

2020 version, is associated with improved lighting quality and health outcomes better sleep quality, reduced daytime sleepiness, and overall well-being in open-plan office environments.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สามารถดำเนินการจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะความเมตตาและความอนุเคราะห์อย่างมากมายของท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธาริณี รามสูต ผู้ซึ่งได้เสียสละเวลาให้ความรู้ ให้แนวทาง ให้คำปรึกษา ตลอดจนให้กำลังใจในคราวที่การดำเนินงานวิจัยไม่ได้ราบรื่นอย่างที่คาดหวัง ซึ่งหลายสิ่งหลายอย่างที่ผ่านมาทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกว่า ข้าพเจ้าโชคดีเป็นอย่างมากที่ได้เป็นลูกศิษย์และได้อาจารย์ธาริณี เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในระดับการศึกษานี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงครับ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.จรรยาพร สไตเลอร์ จากศูนย์วิจัยนวัตกรรมเพื่อการส่องสว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในการอนุเคราะห์ให้ยืมเครื่องมือวัดแสงและอุณหภูมิแสง ครับ

และต่อมาคือผู้ที่ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณอย่างมากกับการให้โอกาสและให้การสนับสนุนการศึกษาครั้งนี้ คือ พี่ ดร.ประณตี กุลนิตยากรณ์ อดีตผู้อำนวยการอาวุโส ฝ่ายบริหารระบบอาคาร สายงานอำนวยการกลาง ธนาคารกรุงศรีอยุธยา ที่สนับสนุนให้ข้าพเจ้าได้ศึกษาในครั้งนี้ รวมถึง พี่นิติธาร วรรณวาณิชย์ ผู้อำนวยการอาวุโสปัจจุบัน และ ผู้บริหารส่วนงาน พี่ธนครและพี่ชาลี ตลอดจน พี่ๆน้องๆ ในสายงานและนอกสายงานของข้าพเจ้าที่เข้าใจและร่วมสนับสนุนงานวิจัยทุกอย่างด้วยดีเสมอมา

ท้ายสุดต้องขอขอบคุณอย่างมากมายกับผู้เป็นพลังในเบื้องหลังข้าพเจ้า ก็คือครอบครัวคนที่รักของข้าพเจ้าที่มีความเข้าใจในทุกสิ่งอย่างและมีอบอุ่นอย่างดีที่สุดเสมอมา และ ความสำเร็จทั้งมวลจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย ถ้าข้าพเจ้าไม่มี พ่อ และ แม่ ผู้เป็นปฐมบทและเป็นทุกสิ่งแห่งตัวข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงสุดด้วยครับ

ธีริทธิ์ บริสุทธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ..... ช

สารบัญ..... ฌ

สารบัญตาราง..... ฑ

สารบัญภาพ..... ฒ

บทที่1 บทนำ..... 1

1.1 ความหมายของ Circadian rhythm..... 1

1.2 ปัญหาและที่มา..... 5

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย..... 7

1.4 สมมุติฐานการวิจัย..... 8

1.5 กรอบเวลาการศึกษา..... 8

1.6 ขอบเขตการวิจัย..... 8

1.6.1 ขอบเขตการศึกษาด้านกายภาพอาคารที่ศึกษา..... 8

1.6.2 ขอบเขตการศึกษาด้านกายภาพภายในชั้นที่ศึกษา..... 9

1.6.3 ขอบเขตการศึกษาด้านกลุ่มผู้ตัวอย่างผู้เข้าร่วม..... 9

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 11

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม..... 12

2.1 แสงส่องสว่างกับมนุษย์..... 12

2.2 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่าง..... 13

2.2.1 ความส่องสว่าง (Illuminance)..... 13

2.2.2 Spectral Distribution ของแสง 14
2.3 อุณหภูมิสี (color temperature) 16
2.3.1 อุณหภูมิสี และ Circadian rhythm 16
2.4 การวัดปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่าง 18
2.4.1 เครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux Meter) 19
2.4.2 การวัดค่าความส่องสว่าง Illumination 19
2.4.3 Lys Button ปุ่มประเมินคุณสมบัติการสัมผัสแสง (Lys รุ่น 1.0) 20
2.4.4 สเปกโตรมิเตอร์ (Spectrometer) 21
2.5 ผลกระทบของแสงส่องสว่างผ่านระบบการมองเห็น (Visual System) 22
2.6 ผลกระทบของแสงส่องสว่างผ่านระบบ Circadian rhythm 24
2.7 การวัดผลค่าแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm (The Equivalent Equivalent Melanopic Lux: EML) 25
2.8 ข้อแนะนำแสงส่องสว่างมาตรฐานสำหรับ Circadian rhythmตามคำแนะนำของ WELL Buildin Standard: Q4 2020 version 26
2.8.1 ส่วนที่ 1 ปริมาณ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า สำหรับพื้นที่ทำงาน(Q4, 2020 version) 26
2.8.2 ส่วนที่ 2 ปริมาณ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า ในสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย (Q4, 2020 version) 26
2.8.3 ส่วนที่ 3 ปริมาณ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า ในห้องพัก (Q4, 2020 version) 27
2.8.4 ส่วนที่ 4 ปริมาณ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า ในพื้นที่การเรียนรู้ (Q4, 2020 version) 27
2.9 การกระตุ้น Circadian rhythm 28
2.10 แสงส่องสว่างในสำนักงาน 30
2.10.1 แสงธรรมชาติ 30

2.10.2 แสงประดิษฐ์ 32
2.11 ความเสี่ยงต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับแสงประดิษฐ์ 34
2.12 การประเมินผลคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนส่วนบุคคลด้วยแบบประเมินด้านคุณภาพการนอนหลับ (Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI) และแบบประเมินความรุนแรงของอาการง่วงนอน (Epworth Sleepiness Scale: ESS) 35
2.12.1 ผลกระทบจากการนอนหลับที่ไม่มีคุณภาพ 36
2.12.2 แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ (Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI) 36
2.12.3 แบบประเมินความรุนแรงของอาการง่วงนอน (Epworth Sleepiness Scale: ESS) 37
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 39
3.1 บทนำ 39
3.2 การเตรียมการดำเนินงานวิจัย 40
3.3 วิธีดำเนินงานวิจัยและขอบเขตการวิจัย 42
บทที่4 ผลการศึกษา 58
4.1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามทั่วไป 58
4.1.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา 58
4.1.2 ระยะห่างจากช่องแสงของที่นั่งของผู้ตอบแบบสอบถาม 59
4.1.3 การเปิด - ปิดม่านรับแสงธรรมชาติในบริเวณพื้นที่นั่งทำงานของกลุ่มตัวอย่าง 60
4.1.4 แสงส่องสว่างที่นั่งกลุ่มตัวอย่างใช้งานในตำแหน่งพื้นที่นั่ง 60
4.1.5 กลุ่มตัวอย่างมีการนั่งทำงานระหว่าง 7 – 11 ชั่วโมง 61
4.1.6 กลุ่มตัวอย่างมีการนั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์อยู่ระหว่าง 4 – 10 ชั่วโมง 63
4.1.7 ขนาดจอคอมพิวเตอร์ 63
4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างและอุณหภูมิแสง 64
4.2.1 ระดับค่าความส่องสว่าง 70

4.2.2 อุณหภูมิแสง..... 72

4.3 ผลการประเมินคุณภาพการนอนหลับโดยแบบสอบถามของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI)..... 74

4.3.1 สรุปจำนวนคุณภาพการนอนหลับจากแบบสอบถามพิตส์เบิร์ก (PSQI) ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของกลุ่มตัวอย่าง (n = 41)..... 76

4.3.2 เปรียบเทียบสัดส่วนการของ 7 องค์ประกอบในแบบประเมินคุณภาพการ นอนหลับของพิตส์เบิร์ก..... 77

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างและคะแนนการประเมินจากแบบสอบถามของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) ที่ส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับ..... 84

4.5 ผลการประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม (Epworth Sleepiness Scale : ESS)..... 87

4.5.1 สรุปค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินระดับความง่วงตอนกลางวัน โดยแบบทดสอบ Epworth Sleepiness Scale : ESS ก่อนปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของกลุ่มตัวอย่าง (n = 41).... 90

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 99

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย..... 99

5.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 99

5.2.1 ลักษณะสำคัญของ Circadian rhythm..... 99

5.2.2 แสงกับผลกระทบต่อมนุษย์..... 100

5.2.3 เกณฑ์การวัดผลกระทบของแสงที่มีต่อ Circadian rhythm..... 101

5.3 วิธีดำเนินงานวิจัย..... 101

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 102

5.5 สรุปผลการวิจัย..... 103

5.5.1 การศึกษาสภาพแสงก่อนและหลังปรับปรุงตามเกณฑ์ WELL Building Standard. 103

5.5.2 ข้อมูลผลการประเมินคุณภาพการนอนหลับโดยแบบสอบถามของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI), เป็นข้อมูลที่สอบถามก่อนและหลังการ

ติดตั้งแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาและผู้ตอบแบบประเมินมีทั้งสิ้น 41 คน ได้ผลสรุปดังนี้ 104

5.5.3 ข้อมูลจากผลการประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม : Epworth Sleepiness Scale: ESS 106

โ 106

5.6 อภิปรายผลการวิจัย 110

5.6.1 สมมติฐานที่ 1 110

5.6.2 สมมติฐานที่ 2 113

5.7 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ 118

5.8 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต 120

ภาคผนวก 122

ภาคผนวก ก 123

ภาคผนวก ข 124

ภาคผนวก ค 125

ภาคผนวก ง 126

ภาคผนวก จ 127

ภาคผนวก ช 128

ภาคผนวก ซ 129

รายการอ้างอิง 130

ประวัติผู้เขียน 136

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 Melanopic Ratio (R)..... 25

ตารางที่ 2 ตารางแสดง Melanopic Ratio (R)..... 49

ตารางที่ 3 การแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลปริมาณ Lux และอุณหภูมิแสงก่อนและหลังจากของปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm..... 65

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบข้อความส่องสว่างและอุณหภูมิแสงก่อนและหลังจากของปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm..... 68

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความส่องสว่างและอุณหภูมิแสงก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm..... 69

ตารางที่ 6 ตารางแสดง Melanopic Ratio (R)..... 72

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับของแบบสอบถาม PSQI ก่อนและหลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm..... 74

ตารางที่ 8 สรุปคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับของแบบสอบถาม PSQI ก่อนและหลังจากของปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm..... 74

ตารางที่ 9 จำนวนคุณภาพการนอนหลับจากแบบสอบถามพิตส์เบิร์ก (PSQI) ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของกลุ่มตัวอย่าง (n = 41)..... 76

ตารางที่ 10 ตารางเปรียบเทียบคะแนนประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale : ESS ก่อนและหลังจากของการการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm..... 88

ตารางที่ 11 ตารางสรุปคะแนนประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale : ESS ก่อนและหลังจากการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm..... 89

ตารางที่ 12 สรุปคะแนนประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale : ESS ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm 90

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แผนภาพแสดงเส้นทางของตาและสมอง 3

รูปที่ 2 แสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์และปริมาณความเข้มแสงที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวัน 5

รูปที่ 3 ปัญหาแสงที่ส่องเข้ามายังภายในพื้นที่สำนักงานธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนัก เพลินจิต ชั้นที่ 24 ขณะปิดม่านบังแสงภายในช่วงระยะเวลาการทำงาน 6

รูปที่ 4 ปัญหาแสงที่ส่องเข้ามายังภายในพื้นที่สำนักงานธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักพระรามที่ 3 ชั้นที่ 25 ขณะปิดม่านบังแสงภายในช่วงระยะเวลาการทำงาน 7

รูปที่ 5 ช่วงเวลาการศึกษา 8

รูปที่ 6 อาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารกรุงศรีอยุธยา ถนนพระราม 3 กรุงเทพมหานคร (ก) 9

รูปที่ 7 ลักษณะการจัดที่นั่งภายในอาคารกรณีศึกษา ชั้น 23, 25 และ 27 (ข) 9

รูปที่ 8 ขอบเขตการวิจัยในสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันของสำนักงาน 10

รูปที่ 9 ขอบเขตการวิจัยในสภาพแสงส่องสว่างที่ปรับปรุงตามเกณฑ์แสง Circadian ของ WELL Building Standard 11

รูปที่ 10 Visible Spectrum ที่ดวงตาของมนุษย์สามารถรับรู้ได้ 15

รูปที่ 11 เครื่องวัดแสงและอุณหภูมิแสง Chroma Meter CL-200 Konica Minolta 20

รูปที่ 12 เครื่องมือประเมินการสัมผัสแสงส่องสว่าง (Lys รุ่น 1.0) (ซ้าย) 21

รูปที่ 13 ลักษณะการติดเครื่องมือประเมินการสัมผัสแสงส่องสว่าง (Lys รุ่น 1.0) (ขวา) 21

รูปที่ 14 ความไวทางสเปกตรัมและสัมบูรณ์ของระบบ Circadian rhythm 23

รูปที่ 15 ตำแหน่งการวัดปริมาณความส่องสว่างในแนวนอนบนระนาบโต๊ะทำงาน 28

รูปที่ 16 ตำแหน่งการวัดปริมาณความส่องสว่างตามมาตรฐาน WELL Building Standard 28

รูปที่ 17 การปิดม่านบังแสงธรรมชาติขณะส่องเข้ามายังพื้นที่สำนักงานในระหว่างวันอาคารสำนักงานธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักพระรามที่ 3 ชั้น 25 (ซ้าย) 32

รูปที่ 18 การปิดม่านบังแสงธรรมชาติขณะส่องเข้ามายังพื้นที่สำนักงานในระหว่างวัน อาคารสำนักงานธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักเพลินจิต ชั้น 23 (ขวา)..... 32

รูปที่ 19 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันก่อนปรับปรุงแสงของสำนักงานและเปรียบเทียบมาตรฐานตามเกณฑ์ Circadian rhythm และประเมินสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่าง..... 40

รูปที่ 20 ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาสภาพแสงส่องสว่างหลังปรับปรุงแสงของสำนักงานและเปรียบเทียบมาตรฐานตามเกณฑ์ Circadian rhythm และประเมินสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่าง..... 41

รูปที่ 21 ภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 23 (ซ้าย)..... 43

รูปที่ 22 ภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 23 (ขวา)..... 43

รูปที่ 23 ภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 25 (ซ้าย)..... 43

รูปที่ 24 ภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 25 (ขวา)..... 43

รูปที่ 25 สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 27 (ซ้าย)..... 43

รูปที่ 26 สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 27 (ขวา)..... 43

รูปที่ 27 ผังการสำรวจแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 23..... 44

รูปที่ 28 ผังการสำรวจแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 25..... 45

รูปที่ 29 ผังการสำรวจแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 27..... 45

รูปที่ 30 เครื่องมือสำรวจแสงสองสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ (ซ้าย)..... 46

รูปที่ 31 เครื่องมือสำรวจแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ (ขวา)..... 46

รูปที่ 32 ตำแหน่งการวัดสำรวจแสงส่องสว่าง (วัดเหนือจากระดับ Top โต๊ะ = 0.40 ม.)..... 47

รูปที่ 33 ตำแหน่งการวัดสำรวจแสงส่องสว่าง (วัดเหนือจากระดับ Top โต๊ะ = 0.40 ม., เหนือระดับพื้น = 1.20 ม.)..... 47

รูปที่ 34 แหล่งกำเนิดแสงสว่างปัจจุบันจากโคมตะแกรงฝังฝ้า หลอด Fluorescent T8 /54 36W DAYLIGHT, CRI > 80 จำนวน 2 หลอดต่อโคม..... 48

รูปที่ 35 ชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips (ซ้าย)..... 52

รูปที่ 36 ชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips (ขวา) 52

รูปที่ 37 ลักษณะการติดตั้งชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ใน Partition ที่ระดับ 0.45 ม.เหนือระนาบโต๊ะทำงาน (ระยะความสูงรวม 1.20 ม. จากพื้นภายในอาคาร) (ซ้าย) 52

รูปที่ 38 ลักษณะการติดตั้งชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ใน Partition ที่ระดับ 0.45 ม.เหนือระนาบโต๊ะทำงาน (ระยะความสูงรวม 1.20 ม. จากพื้นภายในอาคาร) (ขวา) 52

รูปที่ 39 โคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips 53

รูปที่ 40 ลักษณะการติดตั้งโคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200 - 6,500K 53

รูปที่ 41 ปุ่มเซ็นเซอร์/เครื่องมือบันทึกการสัมผัสแสง LYS รุ่น 1.0 ของ LYS Technologies LTD. (ซ้าย) 54

รูปที่ 42 ลักษณะการติดเครื่องมือบันทึกการสัมผัสแสงส่องสว่าง (Lys รุ่น 1.0) (ขวา) 54

รูปที่ 43 เพศ กลุ่มตัวอย่าง และจำนวนร้อยละ 58

รูปที่ 44 อายุเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเพศชายและหญิง 59

รูปที่ 45 ระยะการนั่งของกลุ่มตัวอย่างกับช่องแสงธรรมชาติ 59

รูปที่ 46 ลักษณะการเปิด-ปิดม่านของช่องแสงในพื้นที่ตำแหน่งที่นั่งกลุ่มตัวอย่าง 60

รูปที่ 47 ลักษณะแสงส่องสว่างเพื่อการทำงานระหว่างวันในตำแหน่งที่นั่งกลุ่มตัวอย่าง 61

รูปที่ 48 จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยการนั่งทำงานของกลุ่มตัวอย่าง 62

รูปที่ 49 จำนวนปีที่นั่งทำงานในตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่าง 62

รูปที่ 50 จำนวนชั่วโมงที่นั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ของกลุ่มตัวอย่าง 63

รูปที่ 51 ขนาดจอคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำงานของกลุ่มตัวอย่าง 64

รูปที่ 52 แผนภูมิแสดงการแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลความส่องสว่างก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm 66

รูปที่ 53 แผนภูมิแสดงการแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลความส่องสว่างหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm 7 วัน 66

รูปที่ 54 แผนภูมิแสดงการแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลอุณหภูมิแสง ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm 67

รูปที่ 55 แผนภูมิแสดงการแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลอุณหภูมิแสง หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm 67

รูปที่ 56 สรุปค่าเฉลี่ยแสงส่องสว่างของสำนักงานก่อนการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm 70

รูปที่ 57 ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm (ซ้าย) 71

รูปที่ 58 ค่าเฉลี่ย EML เทียบเท่าและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm (ขวา) 71

รูปที่ 59 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิแสงและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm 73

รูปที่ 60 ค่าผลคะแนนการประเมินคุณภาพการนอนหลับ (PSQI) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm 75

รูปที่ 61 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจำนวนและคะแนนที่ได้รับของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินแบบสอบถามคุณภาพการนอนหลับ ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm (n = 41) 75

รูปที่ 62 จำนวนร้อยละผลคะแนนคุณภาพการนอนหลับจากแบบประเมิน PSQI ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง 76

รูปที่ 63 จำนวนร้อยละผลคะแนนคุณภาพการนอนหลับจากแบบประเมิน PSQI หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 76

รูปที่ 64 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับคุณภาพการนอนหลับของส่วนบุคคลก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 77

รูปที่ 65 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับคุณภาพการนอนหลับของส่วนบุคคลหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 77

รูปที่ 66 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระยะเวลาตอบสนองต่อการนอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 78

รูปที่ 67 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระยะเวลาตอบสนองต่อการนอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 78

รูปที่ 68 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระยะเวลาการนอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 79

รูปที่ 69 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระยะเวลาการนอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 79

รูปที่ 70 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับประสิทธิภาพการนอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 80

รูปที่ 71 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับประสิทธิภาพการนอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 80

รูปที่ 72 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับปัญหารบกวนการนอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 81

รูปที่ 73 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับปัญหารบกวนการนอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 81

รูปที่ 74 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับการใช้ยานอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 82

รูปที่ 75 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับการใช้ยานอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 82

รูปที่ 76 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับความผิดปกติในเวลากลางวันก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 83

รูปที่ 77 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับความผิดปกติในเวลากลางวันหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง 83

รูปที่ 78 ความสัมพันธ์ในเชิง Negative Correlation ของความส่องสว่างก่อนและหลังใช้แสงมาตรฐาน Circadian rhythm กับคะแนนประเมิน PSQI คุณภาพการนอนหลับ 84

รูปที่ 79 ความสัมพันธ์เชิง Positive Correlation และเส้นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเป็น Nagative Correlation ของอุณหภูมิแสงก่อนใช้แสงมาตรฐาน Circadian rhythm กับคะแนนประเมิน PSQI คุณภาพการนอนหลับ 85

รูปที่ 80 กราฟแสดงความสัมพันธ์ในของข้อมูลแสงหลังใช้แสงมาตรฐาน Circadian rhythm กับคะแนนประเมิน PSQI คุณภาพการนอนหลับก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างrhythm 86

รูปที่ 81 ค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมินระดับความง่วงนอน ESS ตอนกลางวันและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm 87

รูปที่ 82 แบบประเมิน ESS ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันก่อนและหลังก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm 88

รูปที่ 83 เปรียบเทียบคะแนนประเมินความง่วงนอนตอนกลางวันก่อนและหลังการปรับปรุงแสงมาตรฐาน Circadian rhythm 90

รูปที่ 84 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระดับความง่วงนอนขณะนั่งอ่านหนังสือก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง 91

รูปที่ 85 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระดับความง่วงนอนขณะนั่งอ่านหนังสือหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 91

รูปที่ 86 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระดับความง่วงตอนกลางวันขณะดูโทรทัศน์ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง 92

รูปที่ 87 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระดับความง่วงตอนกลางวันขณะดูโทรทัศน์หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 92

รูปที่ 88 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะนั่งเฉยๆ หรือกำลังประชุมหรือนั่งชมภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง 93

รูปที่ 89 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะนั่งเฉยๆ หรือกำลังประชุมหรือนั่งชมภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 93

รูปที่ 90 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงตอนกลางวันขณะนั่งรถโดยสารเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1ชั่วโมง ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง 94

รูปที่ 91 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงตอนกลางวันขณะนั่งรถโดยสารเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1ชั่วโมง หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 94

รูปที่ 92 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงตอนกลางวันถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวันก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง 95

รูปที่ 93 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงตอนกลางวันถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวันหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 95

รูปที่ 94 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งคุยกับคนอื่นก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง 96

รูปที่ 95 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งคุยกับคนอื่นหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 96

รูปที่ 96 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยไม่ได้ดื่มเหล้า ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง 97

รูปที่ 97 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยไม่ได้ดื่มเหล้า หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 97

รูปที่ 98 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนเมื่อติดสัญญาณไฟแดงในขณะหยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรนาน 2 - 3 นาทีก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง..... 98

รูปที่ 99 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนเมื่อติดสัญญาณไฟแดงในขณะหยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรนาน 2 - 3 นาทีหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง..... 98

รูปที่ 100 เครื่องวัดแสงและอุณหภูมิแสง Chroma Meter CL-200 Konica Minolta 126

รูปที่ 101 เครื่องมือเซ็นเซอร์และบันทึกการสัมผัสแสงส่องสว่างแบบติดตามตัว (Lys รุ่น 1.0).....126

รูปที่ 102 ชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips,.....127

รูปที่ 103 โคม Smart LED 100w. 1521 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips,.....127

บทที่1
บทนำ

1.1 ความหมายของ Circadian rhythm

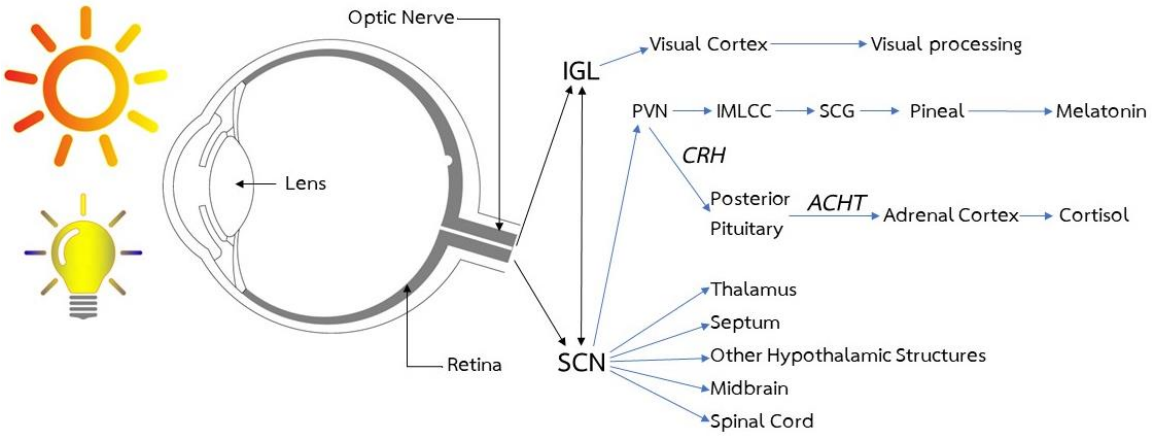
Circadian rhythm คือ วงจรของระบบการทำงานในร่างกายมนุษย์ที่มีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นการตื่นนอน การนอนหลับ หรือการหลั่งฮอร์โมน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในร่างกาย โดย Circadian rhythm จะมีรอบเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ตามเวลาโดยทั่วไป ซึ่ง Circadian rhythm จะถูกควบคุมโดยแสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสง ซึ่งเมื่อร่างกายได้รับแสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงในระดับที่เหมาะสม ร่างกายก็จะเริ่มทำงานตามรอบวงจร Circadian rhythm ในแต่ละวันโดย Circadian rhythm ภายในร่างกายจะถูกควบคุมด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีชื่อว่า *นิวเคลียส ซูปราเคียสมาติก* (Suprachiasmatic Nucleus: SCN) ที่อยู่ในสมองส่วนของไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมการทำงานของยีนเวลา (Clock Genes) (POBPAD, 2565: 29 - 32) โดยสัญญาณ SCN ที่เกิดจากการสัมผัสแสงในสภาพแวดล้อมผ่านทางระบบสายตาจะส่งสัญญาณทางสรีรวิทยาภายในร่างกายให้ระบบบอกเวลาซิงโครไนซ์กัน โดยสัญญาณจาก SCN จะทำหน้าที่ประสานกับระบบของเซลล์ทั่วทั้งสมองและร่างกาย เพื่อควบคุมระบบทำงานต่างๆของร่างกายให้ทำงานไปตามกลไกของธรรมชาติภายในร่างกาย ซึ่งเป็นกลไกพื้นฐานที่สำคัญต่อการรักษาภาวะธำรงดุลของร่างกาย (อรพินทร์ เชียงปิ๋ว, 2555: 145 - 155) ทั้งนี้ร่างกายของเราจะอยู่ในสภาวะหลับหรือตื่นได้นั้น จะขึ้นอยู่กับสัญญาณเอสซีเอ็นที่ส่งมาจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส หากเป็นตอนเช้าสัญญาณจะส่งผลให้ร่างกายมีอุณหภูมิมากขึ้น และกระตุ้นให้ร่างกายสร้างฮอร์โมนคอร์ติซอล (Cortisol) และชะลอการหลั่งฮอร์โมนเมลาโทนิน (Melatonin) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการนอนหลับ (POBPAD, 2565) การเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนคอร์ติซอลในช่วงเช้าจะช่วยกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการตื่นตัวและปรับสภาพร่างกายให้พร้อมสำหรับการทำงานและกิจกรรมต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพ และในช่วงบ่ายก่อนดวงอาทิตย์ตก การรับรู้ได้ของแสงสีน้ำเงินที่ลดลงจะกระตุ้นให้ร่างกายยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอลที่ไวต่อแสงสีน้ำเงินและจะเพิ่มการหลั่งฮอร์โมนเมลาโทนิน (Melatonin) ส่งผลให้ร่างการรู้สึกเกิดความรู้สึกผ่อนคลายและง่วงนอนเตรียมพร้อมสำหรับการนอนหลับพักผ่อน (Chanyaporn Bstieler, 2019)

Circadian rhythm ของร่างกายเราอาจเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ, วิถีชีวิตหรือกิจกรรม หรือจากปัจจัยในการสัมผัสแสงธรรมชาติตามช่วงเวลาและปริมาณของแสงในรอบวัน ซึ่งก็จะเป็นผลทำให้ร่างกายเกิดการตอบสนองในด้านต่างๆ ทั้งพฤติกรรม, อารมณ์หรือสภาพของจิตใจรวมถึงสุขภาพต่างกัน เนื่องจากอวัยวะและระบบต่างๆในร่างกายจะทำงานและมีประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกันเนื่องจากผลของการสัมผัสแสงส่องสว่างที่ต่างกัน และจากที่ระบบ Circadian rhythm มีสภาวะสอดคล้องกับสัญญาณสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น แสงธรรมชาติที่ส่งผลต่อ Circadian rhythm และระดับความตื่นตัวที่จะมีทั้งลดลงและเพิ่มขึ้นตลอดช่วง 24 ชั่วโมง จนส่งผลต่อปริมาณความง่วงและความตื่นตัวในระหว่างวัน โดยสำหรับคนส่วนใหญ่ Circadian rhythm ในชีวิตจะเปลี่ยนในสามช่วงเวลาสำคัญ ได้แก่ ในช่วงวัยทารก วัยรุ่น และวัยชรา

วัยทารกแรกเกิด Circadian rhythm ยังคงมีการพัฒนาด้าน Circadian rhythm ที่ยังไม่สมบูรณ์ วงจรการนอนหลับของทารกแรกเกิดจึงต้องใช้เวลานอนหลับรวมนานถึง 18 ชั่วโมง และแบ่งออกเป็นช่วงสั้นๆ หลายช่วง โดยเด็กทารกจะค่อยๆมีการพัฒนา Circadian rhythm ที่อายุประมาณ 4-6 เดือนขึ้นไป และหลังจากนั้น เด็กทารกจะเริ่มมีการนอนหลับในแต่ละช่วงเวลาที่นานขึ้นและมีช่วงการตื่นที่ลดลง

วัยรุ่น ประมาณ 16% จะมีปัญหาการนอนหลับล่าช้าเนื่องจากด้านพฤติกรรมส่วนบุคคลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามกิจกรรมต่างๆในระหว่างวัน จึงทำให้ระดับเมลาโทนินจะมักเริ่มขึ้นในช่วงเย็นเป็นผลทำให้เกิดความรู้สึกตื่นตัวในตอนกลางคืน การนอนหลับก่อน 23.00 น. จึงทำได้ยากเป็นผลให้วัยรุ่นเกิดอาการนอนหลับได้ยาก

วัยชรา เมื่ออายุมากขึ้นวงจรการนอนหลับจะเริ่มขยับเข้ามาเร็วขึ้น หรือจะมีมากกว่าช่วงวัยต่างๆรวมถึงการเปลี่ยนแปลงด้านอุณหภูมิของร่างกายที่ต่ำลงจะขยับเข้ามาเร็วกว่าปกติเมื่อเทียบกับตอนหนุ่มสาวทำให้ง่วงเร็วขึ้น โดยส่วนใหญ่อุณหภูมิร่างกายผู้สูงอายุจะเริ่มต่ำตอนประมาณ 1 – 2 ทุ่ม แล้วเริ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ หลังจากเข้านอนไปประมาณ 8 ชั่วโมง และจะสูงที่สุดเมื่อเวลาประมาณ ตี 3 ถึง ตี 4 ดังนั้นผู้สูงอายุจึงมักเข้านอนแต่หัวค่ำแล้วตื่นนอนมาเช้ากว่าปกติเกิดภาวะที่เรียกว่า Advanced sleep phase syndrome : ASPS. (B Ondzé et al., 2001: 130 - 134) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและปริมาณของแสงสว่างที่ได้รับในแต่ละวันก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดสภาวะดังกล่าวด้วยเช่นกัน



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงเส้นทางของตาและสมอง[1]

ที่มา: ดัดแปลงจาก The Impact of Light in Buildings on Human Health. (Peter Robert Boyce, 2010)

Circadian rhythm กับผลกระทบต่อมนุษย์

จากการศึกษาพบว่าแสงสว่างและสภาพแวดล้อมในการมองเห็นส่งผลต่อระบบการทำงานเกือบทุกด้านในชีวิตของมนุษย์ แสงสว่างส่งผลต่ออารมณ์และประสิทธิภาพการทำงาน รวมถึงคุณภาพการนอนหลับตอนกลางคืน (Jennifer A. Veitch et al., 2008: 133 - 151) แสงสว่างสามารถสร้างความพึงพอใจในการทำงานให้เพิ่มมากขึ้นได้ (Jennifer A. Veitch et al., 2008: 133 - 151) โดยแสงสว่างและสภาพแวดล้อมจะมีผลต่อ Circadian rhythm ตามธรรมชาติอย่างมากและ Circadian rhythm ตามธรรมชาติจะอยู่ที่ประมาณ 24.2 ชั่วโมงโดยเฉลี่ย ซึ่งมนุษย์จะใช้สิ่งเร้าตามสภาพแวดล้อมที่สัมผัส เช่น การสัมผัสรับแสงธรรมชาติหรือแสงประดิษฐ์เป็นสัญญาณการควบคุม Circadian rhythm ในร่างกายทุกวันตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อ Circadian rhythm ทำงานปกติ กลไกสั่งการภายในร่างกายจะรู้ว่าเวลาไหนควรตื่นนอน ทานอาหาร ทำงาน เดินทาง พักผ่อน หรือ นอนหลับ เพราะฉะนั้นการเปลี่ยนปริมาณหรือเวลาของการเปิดรับแสงธรรมชาติ หรือแสงประดิษฐ์ หรือการเปลี่ยนกิจกรรม,พฤติกรรมประจำวัน อาจสามารถส่งผลกระทบ

[1] แสงที่ได้รับจากดวงตาจะถูกแปลงเป็นสัญญาณประสาท ส่งผ่านเส้นประสาทตาไปยังสองทางเดิน คือ one visual and one non-visual. RHT = Retino-hypothalamic tract. IGL = Intergeniculate leaflet. SCN= Suprachiasmatic nucleus of the hypothalamus. PVN = Paraventricular nucleus of the hypothalamus. IMLCC = Intermediolateral cell column. SCG = Superior cervical ganglion. CRH = Corticotropic releasing hormone. ACTH = adrenocorticotro

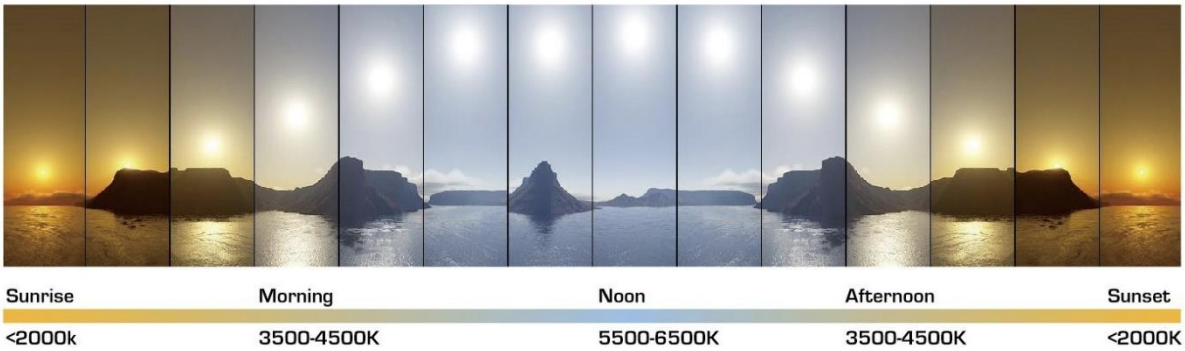
ไปยัง Circadian rhythm ตามธรรมชาติของบุคคลนั้นได้ และเมื่อต่อมไพเนียล (Pineal gland)[2] ซึ่งเป็นต่อมไร้ท่อเหนือสมองหลั่งเมลาโทนินอย่างเป็นปกติ จะทำมนุษย์มีความสดชื่นในเวลาตื่นนอน, รู้สึกตื่นตัวและมีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพโดย Circadian rhythm ของมนุษย์จะช่วยควบคุมการนอนหลับ, เช่น การหลับ, การตื่นนอน, การกิน,การปล่อยฮอร์โมน, ความดันโลหิตและอุณหภูมิของร่างกายซึ่งเมื่ออุณหภูมิในร่างกายต่ำลงจะมีการหลั่งของเมลาโทนินมากขึ้น เมลาโทนินจะทำให้เรารู้สึกง่วง แต่ในทางตรงกันข้าม หากอุณหภูมิในร่างกายของเราสูงขึ้น ระดับเมลาโทนินก็จะต่ำลงทำให้เราเริ่มตื่น ฮอร์โมนเมลาโทนินเป็นฮอร์โมนที่มีผลอย่างมากต่อการนอนหลับ หากเมลาโทนินสูงจะทำให้นอนหลับได้ง่ายขึ้น

แสงแดดในตอนเช้าและการเปลี่ยนแปลงโทนสีของแสงจากสีส้มในรุ่งเช้ามาเป็นสีขาวในช่วงสาย ที่จะเป็นการกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนเมลาโทนินที่จะมีการหลั่งออกมามากในช่วงตอนกลางคืน กลับเปลี่ยนเป็นการหลั่งฮอร์โมนคอลติซอลเพื่อกระตุ้นความตื่นตัวและเตรียมพร้อมการทำงานหรือการทำกิจกรรมต่างๆในระหว่างวันต่อไป รวมทั้งยังช่วยเพิ่มพลังงานให้แก่ร่างกายเพื่อให้สามารถรับมือกับความเครียดและคืนความสมดุลให้กับร่างกาย (POBPAD, 2565)

Circadian rhythm จะส่งผลต่อระบบการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายระหว่างวัน ตั้งแต่ช่วงเช้าจนกระทั่งถึงช่วงเวลาบ่าย, เย็นก่อนดวงอาทิตย์ตก เช่น แสงสีน้ำเงินที่ลดลงในช่วงเย็นและมีแสงสีเหลือง - ส้มเพิ่มขึ้นทดแทน ก็จะเป็นสิ่งกระตุ้นการทำงานให้ร่างกายเกิดการยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอลที่ไวต่อแสงสีน้ำเงิน และเพิ่มการหลั่งฮอร์โมนเมลาโทนินที่ไวต่อแสงสีเหลือง – ส้ม หรือแสงน้อย จนส่งผลให้ร่างการเกิดความรู้สึกรู้สึกผ่อนคลาย, เกิดความง่วงนอน และเกิดการเตรียมพร้อมสำหรับการนอนหลับพักผ่อนในตอนกลางคืนต่อไป (Chanyaporn Bstieler, 2019) ซึ่ง Circadian rhythm จะเป็นวัฏจักรเช่นนี้จนกว่าจะมีเหตุการณ์เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการรับแสงส่องสว่างอย่างใดอย่างหนึ่ง และจากปรากฏการณ์นี้จึงทำให้รับรู้ว่าแสงส่องสว่างมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการควบคุมรูประบบการทำงานภายในร่างกาย และพฤติกรรมมนุษย์ในระหว่างวัน โดยส่งผลการควบคุมผ่านกลไก Circadian rhythm ภายในร่างกาย (Mariana G. Figueiro et al., 2015)

---

[2] ต่อมไพเนียล ตั้งอยู่บริเวณกึ่งกลางของสมอง มีหน้าที่หลัก คือ การตรวจรับข้อมูลสถานะของแสงส่องสว่างจากสภาพแวดล้อมและถ่ายทอดข้อมูลของแสงสว่างที่ได้รับจากช่วงเวลาต่างๆไปสู่การผลิตหรือการหลั่งฮอร์โมนเมลาโทนิน ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของช่วงระยะเวลาแสงส่องสว่าง ก็จะมีผลต่อการหลั่งเมลาโทนิน, ต่อมไพเนียลจะถูกกำหนดจากกรรมพันธุ์โดยทางสรีรวิทยาของร่างกาย และโดยปกติแล้วในการผลิตฮอร์โมนเมลาโทนินหรือการหลั่งฮอร์โมนเมลาโทนินจะมีเฉพาะในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างน้อย หรือเวลาค่ำมืดของแต่ละวัน (Arendt, 2022)



รูปที่ 2 แสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์และปริมาณความเข้มแสงที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวัน

ที่มา :(iotnerd, 2020)

1.2 ปัญหาและที่มา

จากความจ้าของแสงธรรมชาติที่ส่องผ่านจากหน้าต่างช่องแสงเข้ามายังพื้นที่สำนักงานในทางด้านต่าง ๆ ตามลักษณะพื้นที่สำนักงานแบบเปิดโล่ง ทำให้นำมาซึ่งการป้องกันแสงในรูปแบบของการติดตั้งวัสดุปิดบังแสง,วัสดุกรองแสงธรรมชาติเพื่อปิดกันแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามายังพื้นที่ทำงานในระหว่างวันทำงาน และสลับมาใช้แสงส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Artificial light) ทดแทนแสงส่องสว่างจากธรรมชาติ แต่จากการศึกษาก็พบว่า Daylight หรือแสงกลางวันตามธรรมชาติถือเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่เหมาะสำหรับการซิงโครไนซ์ Circadian rhythm (Mariana G. Figueiro et al., 2001: 29 -32) เนื่องจากมีปริมาณคลื่นแสง, ความถี่, จังหวะเวลาและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการขับเคลื่อนของ Circadian rhythm มากที่สุด (Mariana G. Figueiro et al., 2015) โดยระบบการขับเคลื่อนหลักจะเริ่มต้นในสมองและควบคุมจังหวะทางสรีรวิทยาและอวัยวะของร่างกายจนทำให้มีผลต่อระดับฮอร์โมนของร่างกายในที่สุด มีรายงานวิจัยพบว่าการทำงานของยีนในร่างกายเกือบ 80% จะทำงานตาม Circadian rhythm ในแต่ละวัน ดังนั้นหากมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมหรือกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างวันและมีผลกระทบต่อ Circadian rhythm อาจจะมีผลสะสมทำให้ระบบต่างๆของร่างกายเกิดการทำงานที่บกพร่องจนเป็นบ่อเกิดแห่งโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ได้ (ไพศิษฐ์ ตระกูลก้องสมุท, 2563) โดยทั่วไปแสงสว่างจะทำให้ผู้คนรู้สึกตื่นตัว และส่วนใหญ่ของผู้ใช้งานในพื้นที่อาคารจะเห็นว่าพื้นที่ที่มีแสงสว่างที่เพียงพอจะดีกว่าพื้นที่ที่แสงน้อยหรือแสงมืดมนสลัว ๆ (John Mardaljevic et al., 2012) ในปัจจุบันอาคารสำนักงานต่าง ๆ จะมีการออกแบบแสงสว่างที่เน้นไปที่ปริมาณแสงส่องสว่างเพื่อการมองเห็นเป็นส่วนใหญ่ หรือเป็นแสงที่เพียงพอเพื่อตอบสนองต่อใช้งานตามกิจกรรมของพื้นที่ใช้สอยเท่านั้น เช่น แสงเพื่อการกระตุ้นของระบบการมองเห็น แต่มักขาดองค์ประกอบของสเปกตรัมหรืออุณหภูมิแสงที่เหมาะสมสอดคล้องกับ

แสงส่องสว่างที่จำเป็นในการกระตุ้น Circadian rhythm (Konis Kyle, 2017: 22 - 38) จนอาจส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับหรือมีการนอนหลับที่ไม่ดีเพียงพอจนมีผลต่อสุขภาวะและประสิทธิภาพการทำงานหรือความปลอดภัยในบุคคลได้ และจากปัญหาด้านแสงส่องสว่างในสำนักงานที่มีการจัดผังแบบเปิดโล่งในปัจจุบัน ที่มักจะลดปริมาณการรับแสงธรรมชาติจากภายนอกอาคารโดยการปิดม่านบังแสงในระหว่างวันทำการ และใช้แสงประดิษฐ์เป็นแสงส่องสว่างหลักทดแทน ซึ่งการจัดการด้านแสงส่องสว่างในลักษณะเช่นนี้จะส่งผลกระทบกับ Circadian rhythm มีผลต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการทำงานของบุคคลหรือไม่ และหากมีผลกระทบจะมีแนวทางในการปรับปรุงหรือการเลือกใช้แสงส่องสว่างสว่างจากธรรมชาติหรือแสงประดิษฐ์ให้เหมาะสมสอดคล้องกับ Circadian rhythm ของร่างกาย เพื่อการส่งเสริมสุขภาวะและประสิทธิภาพในการทำงานได้อย่างไร

โดยจากการศึกษาข้อมูลในด้านงานวิจัยที่ศึกษาลักษณะของการควบคุมแสงธรรมชาติกับผลกระทบต่อสุขภาวะหรือประสิทธิภาพการทำงานในสำนักงานโดยเฉพาะในประเทศไทยยังมีช่องว่างของข้อมูลนี้อยู่ ซึ่งยังไม่พบงานวิจัยที่จะสามารถบ่งชี้ได้ว่าจากพฤติกรรมการใช้งานของพนักงาน และการสัมผัสกับสภาพของแสงสว่างภายในของพนักงานในพื้นที่สำนักงานแบบเปิดตามลักษณะนี้ จะมีผลกระทบต่อเนื่องกับช่วงระยะเวลาการทำงาน, สุขภาวะหรือประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมอย่างไร

รูปที่ 3 ปัญหาแสงที่ส่องเข้ามายังภายในพื้นที่สำนักงานธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักเพลินจิต ชั้นที่ 24 ขณะปิดม่านบังแสงภายในช่วงระยะเวลาการทำงาน

ที่มา ผู้วิจัย, 2566

รูปที่ 4 ปัญหาแสงที่ส่องเข้ามายังภายในพื้นที่สำนักงานธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักพระรามที่ 3 ชั้นที่ 25 ขณะปิดม่านบังแสงภายในช่วงระยะเวลาการทำงาน

ที่มา: ผู้วิจัย, 2566

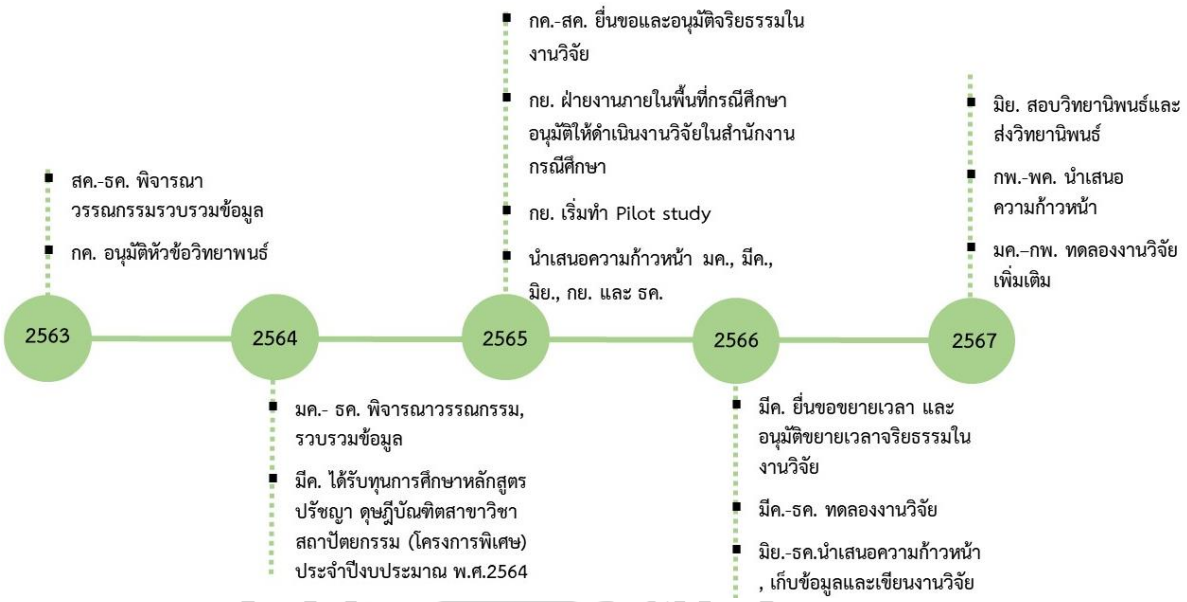
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในปัจจุบันของอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิดซึ่งเป็นตัวแทนของสำนักงานที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพของแสงในพื้นที่นั่งทำงานที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian Rhythm ตามเกณฑ์ของ WELL Building Standard
2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสุขภาวะด้านคุณภาพการนอนหลับตามเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ (PSQI) และระดับความง่วงนอนตอนกลางวันตามเกณฑ์ของแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน (ESS) ของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานในสำนักงาน
3) เพื่อศึกษาอิทธิพลของ Circadian rhythm ต่อคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน
4) เพื่อเป็นแนวทางการใช้ Circadian rhythm ในการส่งเสริมสุขภาวะที่ดีของพนักงานภายในสำนักงานที่มีผังพื้นที่ทำงานแบบเปิด

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

1) แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ภายในอาคารสำนักงานที่มีผังแบบเปิดที่ไม่ส่งเสริมการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารในระหว่างวันจะมีผลต่อ Circadian rhythm ด้านสุขภาวะที่ดีและประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานผู้เข้าใช้งานภายในพื้นที่
2) การประยุกต์ใช้ Circadian rhythm ภายในอาคารสำนักงานที่มีผังแบบเปิดเพื่อตอบสนอง Circadian rhythm ของผู้เข้าใช้งานในพื้นที่จะช่วยส่งเสริมสุขภาวะและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผู้เข้าใช้งานในอาคาร

1.5 กรอบเวลาการศึกษา



รูปที่ 5 ช่วงเวลาการศึกษา

1.6 ขอบเขตการวิจัย

1.6.1 ขอบเขตการศึกษาด้านกายภาพอาคารที่ศึกษา

พื้นที่สำนักงานกรณีศึกษา คือ อาคารธนาคารกรุงศรีอยุธยาสำนักงานใหญ่ อาคาร A ถนนพระราม 3 ชั้นที่ 23, 25 และ 27 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีไม่มีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่องานวิจัย อาทิ การบังแสงธรรมชาติจากอาคารสูงข้างเคียงจนเกิดการเกิดเงาแสงเข้าสู่อาคารจนทำให้ไม่ได้รับแสงธรรมชาติที่ความแปรผันตามแสงธรรมชาติระหว่างวัน รวมถึงผลกระทบอื่นๆจากภายนอกที่จะส่งผล

(ก)

(ข)

รูปที่ 6 อาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารกรุงศรีอยุธยา ถนนพระราม 3 กรุงเทพมหานคร (ก)
รูปที่ 7 ลักษณะการจัดที่นั่งภายในอาคารกรณีศึกษา ชั้น 23, 25 และ 27 (ข)

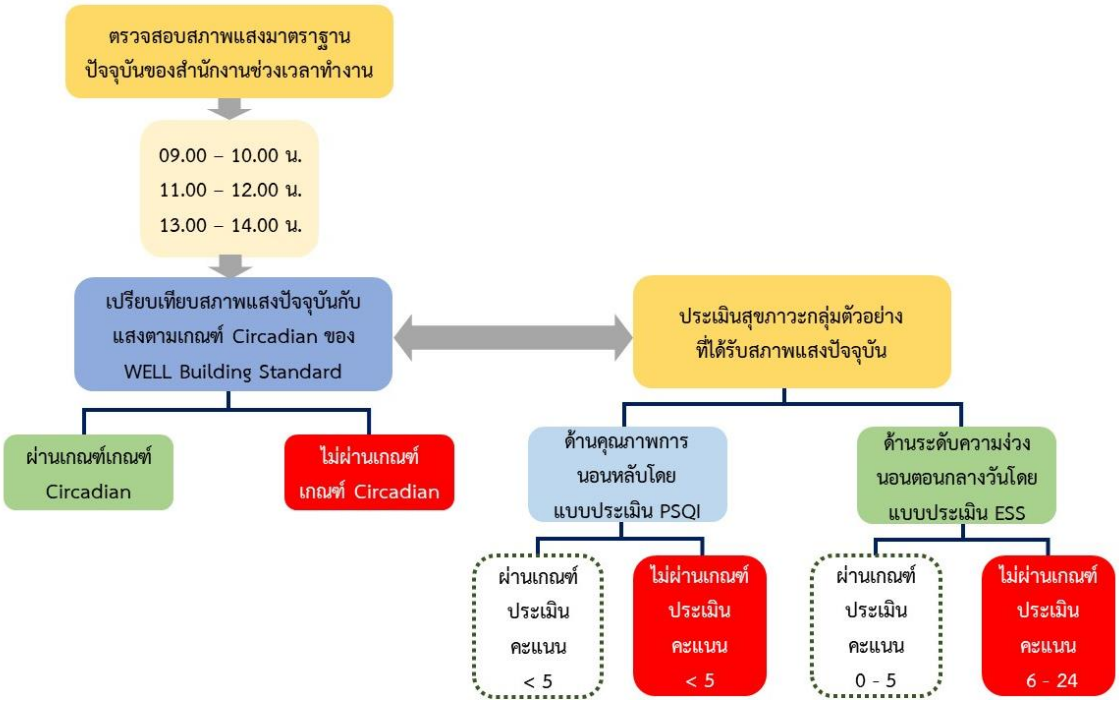
1.6.2 ขอบเขตการศึกษาด้านกายภาพภายในชั้นที่ศึกษา

1) ศึกษาสภาพแสงส่องสว่างธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในปัจจุบันของบริเวณที่นั่งทำงานกลุ่มตัวอย่างในอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิด เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแสงส่องสว่างที่เหมาะสมกับการกระตุ้นระบบนาฬิกาชีวภาพของร่างกายตามเกณฑ์ Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard
2) ศึกษาสภาพแสงส่องสว่างในพื้นที่ทำงานของกลุ่มตัวอย่างที่ถูกปรับปรุงให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับการกระตุ้นระบบนาฬิกาชีวภาพของร่างกายภายในอาคารสำนักงานที่มีผังแบบเปิดกรณีศึกษา เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงด้านสภาพของแสงส่องสว่างกับการกระตุ้น Circadian Rhythm ตามเกณฑ์ของ WELL Building Standard

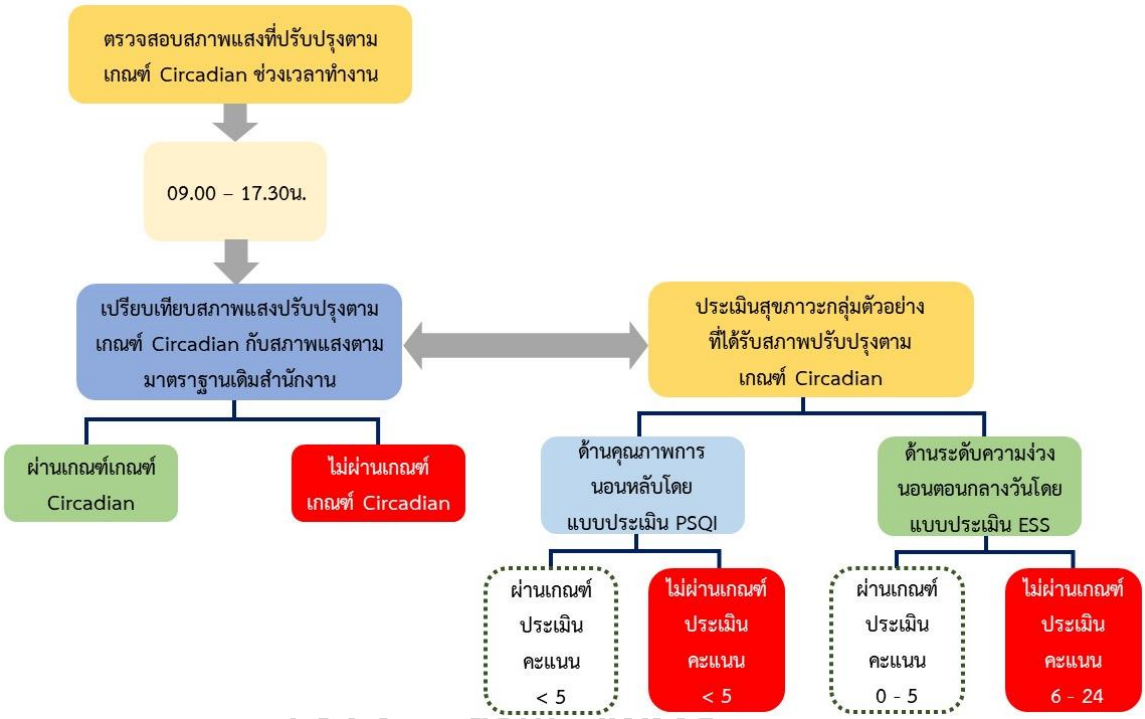
1.6.3 ขอบเขตการศึกษาด้านกลุ่มผู้ตัวอย่างผู้เข้าร่วม

1) 1.6.3.1 ศึกษาสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมฯทั้งก่อนและหลังการรับแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ผ่านแบบสอบถามการประเมินด้านคุณภาพการนอนหลับตามเกณฑ์แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ (PSQI) และด้านระดับความง่วงนอนตอนกลางวันตามเกณฑ์แบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน (ESS)

2) ศึกษาอิทธิพลของ Circadian rhythm ด้านสุขภาวะและประสิทธิภาพของผู้เข้าร่วมฯ และแนวทางการใช้ Circadian rhythmต่อสุขภาวะที่ดีและการส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานภายในสำนักงานที่มีผังพื้นที่ทำงานแบบเปิด
3) ช่วงเวลาศึกษาและเก็บข้อมูล มีนาคม 2566 - มกราคม 2567



รูปที่ 8 ขอบเขตการวิจัยในสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันของสำนักงาน



รูปที่ 9 ขอบเขตการวิจัยในสภาพแสงส่องสว่างที่ปรับปรุงตามเกณฑ์แสง Circadian ของ WELL Building Standard

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงความสำคัญของ Circadian Rhythm และผลกระทบที่อาจเกิดต่อพนักงานผู้เข้าใช้ภายในอาคารกรณีศึกษาหรืออาคารที่มีการควบคุมด้านการเปิดรับแสงธรรมชาติและใช้แสงประดิษฐ์เป็นแสงส่องสว่างหลักทดแทนในช่วงระหว่างเวลาทำงาน ทั้งในด้านสุขภาวะและประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน อีกทั้งเพื่อเป็นแนวทางการใช้ Circadian rhythm ในการส่งเสริมสุขภาวะที่ดีและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของของพนักงานภายในสำนักงานที่มีการจัดผังพื้นที่ทำงานแบบเปิดโล่ง

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 แสงส่องสว่างกับมนุษย์

โดยทั่วไปเชื่อกันว่าแสงสว่างจ้าจะทำให้ผู้คนตื่นตัวมากขึ้น และผู้ใช้งานในพื้นที่ที่มีแสงสว่างที่เพียงพอจะรู้สึกยินดีหรือมีความพึงพอใจมากกว่าเข้าใช้งานในพื้นที่ที่มีแสงน้อยหรือมีแสงมืดสลัว ๆ (John Mardaljevic et al., 2012) แสงสว่างตอนกลางวันสัมพันธ์กับอารมณ์ที่ดีขึ้น ลดผลกระทบด้านความเหนื่อยล้าให้น้อยลง และสามารถช่วยลดอาการปวดตาได้ถ้าการสัมผัสแสงมีปริมาณหรือระยะเวลาที่เหมาะสม (Claude L. Robbins, 1986) มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลของพนักงานในสำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม สามารถเพิ่มขึ้นได้ด้วยสภาพแวดล้อมและคุณภาพของแสงส่องสว่าง และยังมีข้อมูลว่าบริษัทต่างๆ มีสถิติการเพิ่มขึ้นของผลผลิตจากการปฏิบัติงานของพนักงานประมาณ 15% หลังจากย้ายสถานที่ทำงานจากสถานที่เดิมไปยังสถานที่ใหม่ที่มีสภาพแสงส่องสว่างที่ดี ซึ่งส่งผลให้เกิดมูลค่าทางด้านธุรกิจเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก (L. Edwardsand and P. A. Torcellini, 2002)

ความพึงพอใจต่อสภาพแสงส่องสว่างที่เพิ่มมากขึ้น (ทั้งแสงในเวลากลางวันและแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์) มีส่วนทำให้เกิดความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมและนำไปสู่ความพึงพอใจต่อการทำงานมากขึ้น (Jennifer A. Veitch et al., 2008: 242 - 245) ซึ่งการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมในเวลากลางวันทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีการพบว่านักเรียนในห้องเรียนที่มีพื้นที่ของหน้าต่างหรือมีแสงส่องสว่างเข้ามาในพื้นที่ห้องเรียนมาก จะมีผลคะแนนการทดสอบสูงกว่านักเรียนที่มีพื้นที่หน้าต่างหรือแสงส่องสว่างในห้องเรียนน้อย โดยมีสัดส่วนตั้งแต่ 7% ถึง 18% (Heschong, 2002) และมีข้อบ่งชี้อีกว่าปริมาณแสงที่สร้างความพึงพอใจจะมีระดับสูงกว่าระดับแสงส่องสว่างที่กำหนดตามมาตรฐานแสงส่องสว่างหรือตามระเบียบข้อบังคับด้านแสงส่องสว่างเพื่อการใช้งาน และจากผลการศึกษายังมีข้อแนะนำว่าการได้รับปริมาณแสงส่องสว่างที่สูงขึ้นจะทำให้มนุษย์มีความรู้สึกในเชิงบวกต่อชีวิตมากขึ้น (R. C. Espiritu et al., 1994: 403 - 407) และยังมีข้อมูลที่ว่าการมองเห็นสภาพแวดล้อมภายนอกจากช่องแสงของสำนักงานจะทำให้เกิดความน่าสนใจและมีความสัมพันธ์กับการอาการไม่สบายที่ลดลงรวมถึงส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับที่ดีขึ้น (Myriam Aries et al., 2010: 533 - 541)

2.2 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่าง

2.2.1 ความส่องสว่าง (Illuminance)

ความส่องสว่างเกิดจากแสงที่เกิดจากฟลักซ์ส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงให้พลังงานแสงตกกระทบบนพื้นที่รองรับแสง ดังนั้นความส่องสว่าง (Illuminance) จึงหมายถึง ปริมาณแสงที่กระทบบนพื้นที่หนึ่งตารางหน่วยภายใน 1 วินาที มีหน่วยวัดเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ ซึ่งค่าความส่องสว่างนี้คำนวณได้จากสมการที่ [1] และความส่องสว่างของพื้นที่หรือบริเวณทำงานกับระยะห่างของดวงโคมต่างๆ สามารถคำนวนหาได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มการส่องสว่างและค่าความส่องสว่าง ดังสมการที่ [2]

สมการ

$$E = \frac{\mathrm{F}}{A} \quad [1]$$

$$Ea = \frac{I}{H^2} \quad [2]$$

แทนค่า

E แทนค่า ความสว่าง มีหน่วย ลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m_2) หรือลักซ์ (lx)

F แทนค่า ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบพื้น มีหน่วย ลูเมน (lm)

A แทนค่า พื้นที่รับแสง มีหน่วย ตารางเมตร (m^2)

Ea แทนค่า ความส่องสว่างที่จุด A (lux)

H แทนค่า ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดแสงหรือดวงโคมถึงพื้นที่ (m)

การมองเห็นคือการมองเห็นของดวงตาจากความสว่างของวัตถุ (luminance) ที่สะท้อนแสงออกมาไม่ใช่ความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุ (illumination) ดังนั้นคุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัตถุจึงมีผลต่อการมองเห็นวัตถุนั้นๆเป็นอย่างมาก

(1) ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity)

ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) คือ ความเข้มของปริมาณแสงที่ส่องไปยังทิศทางใดทิศทางหนึ่งต่อวินาทีหรือฟลักซ์การส่องสว่างในทิศทางหนึ่งที่แผ่ออกมาในหนึ่งหน่วยของมุมตัน (steradian) ($I = \frac{F}{4\pi}$) มีหน่วยวัดเป็น แคนเดลา (Candela, cd) เขียนแทนด้วย I ถ้าพิจารณาผิวที่อยู่ห่างจากหลอดไฟที่มีความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลลาในระยะทาง 1 เมตร ความสว่างจะมีค่า 1 ลักซ์ โดยความสว่างจะแปรผันกับระยะทางกำลังสอง $E\ \alpha\ \frac{1}{R^2}$ จึงได้ความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างและระยะทาง (จิราพร บุญพอ: ออนไลน์) ดังสมการ

สมการ

$$E = \frac{I}{R^2} = \frac{F}{4\pi R^2} \qquad [3]$$

แทนค่า

E แทนค่า ความสว่าง มีหน่วย ลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m2) หรือลักซ์ (lx)

I แทนค่า ความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกาเนิดแสง มีหน่วย แคนเดลา (cd)
โดย ($I = \frac{F}{4\pi}$)

R แทนค่า ระยะจากแหล่งกาเนิดแสงถึงผิวของวัตถุในทิศตั้งฉาก มีหน่วย เมตร (m)

F แทนค่า ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบพื้น มีหน่วย ลูเมน (lm)

2.2.2 Spectral Distribution ของแสง

การกระจายสเปกตรัม คือการกระจายตัวของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นหรือความถี่ต่างๆ ภายในสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ พลังงานหรือความเข้มของรังสีถูกกระจายไปตามสีหรือความยาวคลื่นต่างๆ ในบริบทของแสง การกระจายสเปกตรัมจากแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกันจะปล่อยแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆที่แตกต่างกัน การกระจายสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสงจึงเป็นการระบุปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาในแต่ละความยาวคลื่นแสง

แสงเป็นส่วนหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและดวงตาของมนุษย์สามารถรับรู้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้จะอยู่ในช่วงระหว่าง 380 นาโนเมตรถึง 780 นาโนเมตร (Visible Spectrum) แม้ว่าลักษณะของแสงที่แผ่กระจายออกมาจะแตกต่างกันไปตามประเภทของแหล่งกำเนิดแสง เช่น แสงแดด, แสงจากหลอด LED ฯลฯ แต่การรับรู้แสงที่เข้าตานั้นจะเป็นการรับรู้ได้โดยการสะท้อนของแสงจากวัตถุ เช่น กระดาษสีเหลืองดูดซับแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นและสะท้อนแสงได้ดีในช่วงคลื่นยาว ดังนั้นแสงที่เข้าตาน้อยมีความยาวคลื่นสั้นและแสงที่เข้าตามากมีความยาวคลื่นยาว กระดาษจึงดูเป็นสีเหลืองในสายตา หรือกระดาษสีเขียวที่ดูดซับแสงทั้งความยาวคลื่นสั้นและยาว แสงที่มีความยาวคลื่นกลางจะเข้าสู่ดวงตามาก กระดาษจึงดูเป็นสีเขียว

รูปที่ 10 Visible Spectrum ที่ดวงตาของมนุษย์สามารถรับรู้ได้

ที่มา ดัดแปลงจาก (ingimage, n.d.)

(1) สเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสงที่พบในการใช้งานในสำนักงาน

ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เปล่งแสงที่มีพลังงานสูงสุดในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นตามที่นาซา (NASA) ระบุว่า 500 นาโนเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงของส่วนสีเขียว (วิทิต บรมพิชัยชาติกุล, 2566: ออนไลน์) แต่สำหรับดวงอาทิตย์นั้นไม่ได้เปล่งแสงเฉพาะความยาวคลื่นสีเขียวเท่านั้น แต่ยังเปล่งแสงสีน้ำเงิน เหลือง ส้ม และแดงอีกจำนวนมากเช่นกัน แต่เนื่องจากวิวัฒนาการที่พัฒนาของสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์รับภาพ แสง และสี หรือคือเซลล์พิเศษที่เรียกว่า เซลล์แท่ง (Rod Cell) และเซลล์กรวย (Cone Cell) โดยเซลล์แท่งไวต่อความสว่าง, เซลล์กรวยช่วยให้รับรู้เรื่องสี Cone Cell มี 3 ประเภทคือ L (Long, ไวต่อช่วงคลื่นยาว), M (Medium, ไวต่อช่วงคลื่นกลาง) และ S (Short, ไวต่อช่วงคลื่นสั้น) การตอบสนองของเซลล์ทั้ง 3 ชนิดช่วยให้สมองตีความสีของวัตถุได้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น สีม่วงคือแสงที่เกิดจากการผสมระหว่างสีน้ำเงินที่อยู่ในช่วงคลื่นสั้น และสีแดงที่อยู่ในช่วงคลื่นยาว แม้ดวงอาทิตย์จะเปล่งพลังงานสูงสุดที่สีเขียว หรือประมาณ 500 nm.แต่สำหรับดวงตามนุษย์ดวงอาทิตย์เปล่งแสงสว่างไปทุกช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ ดังนั้น การรับรู้ของมนุษย์ดวงอาทิตย์จึงมีสีขาว (NGThai, 2023: ออนไลน์)

หลอด LED

หลอด LED เป็นประเภทหลอดไฟที่พบมากและเป็นที่ยอมรับได้ หลอด LED คือ ไดโอดเปล่งแสงดิจิตอลที่ให้แสงสว่างในหลอด ซึ่งแหล่งกำเนิดแสงประเภทนี้จะมีสเปกตรัมของแสงที่ใกล้เคียงเป็นธรรมชาติมากที่สุด (Wan, 2022: ออนไลน์)

หลอดไส้ (Incandescent Lamp)

หลอดไส้ (Incandescent Lamp) เป็นหลอดไฟฟ้าชนิดเดียวที่ให้สเปกตรัมของแสงที่ต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 2,700 K ขณะที่หลอดไฟชนิดอื่น ๆ จะให้สเปกตรัมของแสงที่ไม่ต่อเนื่อง (ขวัญชัย กุลสันติธำรง, 2566)

หลอดฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescent Lamp)

หลอดฟลูออเรสเซนซ์มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน เช่น รูปทรงกระบอก รูปวงกลมหรือรูปตัวยู ภายในหลอดฟลูออเรสเซนซ์จะบรรจุก๊าซเฉื่อยสารปรอท และเคลือบด้วยสารเรืองแสง ก๊าซที่บรรจุอยู่ในหลอดฟลูออเรสเซนซ์นี้จะแตกตัวเป็นไอออน (Ion) และเมื่อก๊าซแตกตัวเป็นไอออน ความต้านทานภายทางไฟฟ้าภายในหลอดฟลูออเรสเซนซ์ก็จะต่ำลงทันที ทำให้กระแสไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนซ์ไปกระทบไอปรอทที่บรรจุอยู่ภายในหลอดฟลูออเรสเซนซ์ ไอปรอทนี้จะเปล่งแสงอัลตราไวโอเลตออกมา ซึ่งมีความยาวคลื่นแสงประมาณ 253.7 นาโมเมตร และรังสีที่เกิดขึ้นนี้จะวิ่งไปทั่วทั้งหลอดฟลูออเรสเซนซ์ เมื่อไปกระทบกับสารเรืองแสงสว่างที่เคลือบอยู่ที่ผิวด้านในของหลอดฟลูออเรสเซนซ์ก็จะทำให้เกิดแสงสว่างขึ้น (อรรถพล สิทธิสาร: ออนไลน์)

2.3 อุณหภูมิสี (color temperature)

อุณหภูมิสี (Color Temperature) คืออุณหภูมิที่เกิดจากการให้ความร้อนกับ Black body หมายถึง สีที่เกิดขึ้นจากการให้ความร้อนผ่าน Black body เมื่อมีความร้อนเกิดขึ้นจะมีการดูซับความร้อนจนได้ในระดับต่างๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิที่ได้รับและมีหน่วยเป็นเคลวิน (Kelvins หรือ K) โดยอุณหภูมิสีที่ใช้ในการวัดค่ามาตรฐานของสีของแสงเกิดจากการผสมของแม่สีแสง (Red, Green และ Blue)

2.3.1 อุณหภูมิสี และ Circadian rhythm

จากข้อมูลงานวิจัยที่หลากหลายที่แสดงให้เห็นว่าแสงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อ Circadian rhythm ผ่านทางดวงตาและเซลล์ตัวรับพิเศษที่มีความไวต่อแสงจะส่งสัญญาณทางสรีรวิทยาภายในร่างกายให้ระบบบอกเวลาซิงโครไนซ์กัน โดยสัญญาณจาก SCN จะทำหน้าที่ประสานกับระบบของเซลล์ทั่วทั้งสมองและร่างกาย จนทำให้มนุษย์มีรูปแบบกิจกรรมทางชีวภาพตลอด 24 ชั่วโมง เช่น ตื่นนอน รับประทานอาหาร ออกกำลังกาย และนอนหลับ ซึ่งก็รวมถึงการรับรู้ถึงอุณหภูมิสีด้วย เนื่องจากเมื่อดวงอาทิตย์ค่อยๆ เปลี่ยนตำแหน่งบนท้องฟ้า อุณหภูมิสีของแสงจะเปลี่ยนจากอบอุ่นไปเย็นในช่วงค่ำและกลับมาอบอุ่นอีกครั้งในช่วงเช้า ระยะช่วงเวลาของแสงอาทิตย์ตามธรรมชาติเหล่านี้เป็นเสมือนการตั้งโปรแกรมตามธรรมชาติไว้ในระบบชีววิทยาของมนุษย์ โดยหลักแล้ว ที่พักอาศัยหรือที่ทำงานควรจะเปิดโอกาสในการเลียนแบบอุณหภูมิสีของแสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามา เพื่อที่ได้รับประโยชน์จากแสงเพื่อการกระตุ้น Circadian rhythm หรืออาจจะปรับปรุง/เพิ่มเติมดวงโคมที่มีอุณหภูมิสูงเหมาะสำหรับการใช้งานในช่วงกลางวันที่มีแสงสอดคล้องกับอุณหภูมิแสงธรรมชาติ เพื่อช่วยกระตุ้นความตื่นตัวและอาจช่วยรักษาพลังงานและสมาธิในการทำงานหรือทำกิจกรรมต่างๆในระหว่างวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการเลือก

แหล่งกำเนิดแสงที่จะช่วยส่งเสริมหรือกระตุ้น Circadian rhythm ในร่างกายอาจพิจารณาได้จากมาตรฐานของลักษณะกระจายพลังงานจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆที่ทางคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยความส่องสว่าง หรือ CIE (Commission International de I'Eclairage) ได้กำหนดมาตรฐานของลักษณะกระจายพลังงานของแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ เพื่อการนำมาปรับใช้ในพื้นที่ที่พักอาศัยได้ต่อไป โดยแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิดจะมีอุณภูมิแสง (หน่วยเป็น K, เคลวิน) ที่แตกต่างกันตามลักษณะแหล่งกำเนิดแสง และแหล่งกำเนิดแสงตามมาตรฐาน CIE แต่ละชนิดจะมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

A incandescent หรือ narrow tri-band fluorescent 2856 K

แหล่งกำเนิดแสง A คือ หลอดไส้ ที่ส่วนใหญ่ใช้ทังสเตนเป็นไส้หลอดและได้แสงออกมาจะเป็นสีเหลืองอมส้ม มีหลักการทำงานคือเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดจะเกิดความร้อนแล้วเปล่งแสงออกมา และการสูญเสียพลังงานออกมาในรูปของความร้อนที่สูง ดังนั้นประสิทธิภาพของแสงจึงลดลงเมื่อใช้หลอดไปนานๆ

F2 (FCW, CWF, F, F02): cool White fluorescent narrow tri - band fluorescent 4100 K

แหล่งกำเนิดแสง F2 คือ หลอดฟลูออเรสเซนซ์สีขาวนวล มีอุณหภูมิสีจะออกไปในทางโทนอ่อนๆ ให้ความรู้สึกสบายตา อบอุ่น และเป็นส่วนตัว แสง Warm White มีประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างสูงพอสมควร โดยการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนซ์ อาศัยพลังงานจากแสงอัลตราไวโอเลตซึ่งเกิดขึ้นจากการที่ไอปรอทที่บรรจุไว้ในก๊าซเฉื่อย เช่น คริปตอน ก๊าซอาร์กอน นีออน ที่ความดันต่ำ ภายในหลอดแก้วได้รับการกระตุ้นจากแหล่งปลดปล่อยพลังงาน (Discharge Source) ให้ไอปรอทปลดปล่อยพลังงานออกมา แสงอัลตราไวโอเลตที่เปล่งออกมานี้จะกระทบเข้ากับผิวข้างในหลอดที่เคลือบด้วยสารเรืองแสง Fluorescent material หรือ Phosphor (ฟอสฟอร์) (ภิเษก ทัศนะนาคะจิตต์, 2564)

F7 broad brand fluorescent lamp: เทียบเท่ากับ CIE illuminant D65 narrow tri - band fluorescent 6500 K, CRI 90

แหล่งกำเนิดแสง F7 คือ หลอดฟลูออเรสเซนซ์แสงอาทิตย์หรืออาจเรียกกันว่า เดย์ไลท์ (Day Light) เป็นโทนแสงเดียวกับแสงกลางวันให้แสงสว่างสูง แสงที่ได้ออกไปในโทนสีฟ้ามองเห็นได้ชัด ช่วยให้เกิดให้ความรู้สึกกระฉับกระเฉง ตื่นตัว เหมาะสำหรับพื้นที่การทำงานเป็นหลัก เช่น ห้องทำงาน สำนักงาน ห้องครัว มุมอ่านหนังสือ มุมทำงาน , ส่วนใหญ่แล้วมีค่าดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) ในระดับค่อนข้างสูง

F11: narrow tri-band fluorescent มีอุณหภูมิแสงประมาณที่ 4000 K, CRI 83

F12: narrow tri-band fluorescent มีอุณหภูมิแสงประมาณที่ 3000 K, CRI 83

D50: ค่าเฉลี่ยของแสงของดวงอาทิตย์ ช่วงดวงอาทิตย์กำลังขึ้นหรือกำลังตก มีอุณหภูมิแสงประมาณที่ 5000 K (รวมรังสี UV)

D55: ค่าเฉลี่ยของแสงของดวงอาทิตย์ช่วงสายหรือบ่าย มีอุณหภูมิแสงประมาณที่ 5500 K

D65: เป็นแหล่งแสงที่นิยมและอ้างอิงกันมากหรือ คือ ค่าเฉลี่ยของแสงจากดวงอาทิตย์ช่วงตอนเที่ยง มีอุณหภูมิแสงประมาณที่ 6504 K (รวมรังสี UV)

C: ค่าเฉลี่ยแสงของดวงอาทิตย์ หรือ แสงของดวงอาทิตย์ที่อยู่เหนือก้อนเมฆที่มีอุณหภูมิแสงประมาณที่ 6774 K (ไม่รวมรังสี UV)

D75: เป็นแสงของดวงอาทิตย์ช่วงท้องฟ้ามีเมฆครึม มีอุณหภูมิแสงประมาณที่ 7500 K

Ultralume 3000 (ULT, ULT3000): Philips warm white, tri-band fluorescent lamp มีอุณหภูมิแสงประมาณที่ 3000 K, CRI85 ซึ่งเทากับ CIE F 12 นิยมใช้กันมากใน Sears stores หรืออดีตห้างค้าปลีกที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งของอเมริกาซึ่งเป็นห้างสรรพสินค้าเก่าแก่ว่า 100 ปี

TL84: Philips narrow tri-band fluorescent lamp มีอุณหภูมิแสงประมาณที่ 4000 K เทียบเท่า CIE F11 หลอดฟลูออเรสเซนซ์ที่ใช้มากใน Marks & Spencer Stores หรือห้างค้าปลีกที่มีสินค้าหลากหลาย เช่น เสื้อผ้า อาหาร และของใช้ในชีวิตประจำวัน ในทวีปยุโรป

ALTO T8: Philips fluorescent lamp (มีอุณหภูมิ 4100 K, CRI86) หลอดฟลูออเรสเซนซ์ใช้กันมากใน Wal-Mart Store หรือผู้ประกอบการห้างค้าปลีกรายใหญ่ในสหรัฐฯ

ในปัจจุบันแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้กันในอุตสาหกรรม หรือภาคธุรกิจต่าง ๆ พบว่าจะมีการใช้แหล่งกำเนิดหลักๆ อยู่ 4 แหล่ง คือ แหล่งกำเนิดแสง A, F2, D65 และ C ซึ่งเป็นแหล่งแสงที่ใช้กันบ่อยมากๆ ทั้งในที่พักอาศัย, สำนักงาน, ห้างสรรพสินค้าหรือพื้นที่อื่น ๆ และที่ใช้กันมากที่สุดคือ D65

2.4 การวัดปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่าง

การวัดปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสงส่องสว่างและทิศทางที่แผ่ส่องสว่าง ปริมาณแสงส่องสว่างที่ตกลงมาบนพื้นผิวเป็นความส่องสว่างและวัดค่าเป็นหน่วยลักซ์ โดยเครื่องวัดแสง (Photometer) ซึ่งความเข้มของการแสงส่องสว่างคือการวัดพลังงานรังสีที่ปล่อยออกมาจากวัตถุในทิศทางใดทิศทางหนึ่งและความยาวคลื่นของแสงที่ปล่อยออกมา สิ่งที่สำคัญที่สุดในของการวัดความเข้มของแสงส่องสว่าง คือ จำนวนลูเมนที่ตกบนพื้นผิวที่โดยการวัดระดับแสงส่องสว่างและเครื่องมือที่ใช้วัดแสงส่องสว่าง มีดังนี้

2.4.1 เครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux Meter)

เครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux Meter) คือ เครื่องวัดมือวัดแสงที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่ง เพื่อให้ทราบว่าพื้นที่ที่ใช้งานนั้นมีค่าของแสงเป็นอย่างไร หรือมีเหมาะสมกับกิจกรรมการใช้งานหรือไม่ มีหน่วยวัดเป็นลูเมนต่อตารางฟุต (Foot-candle) หรือลูเมนต่อตารางเมตรหรือลักซ์ (Lux) เครื่องวัดแสงหรือมิเตอร์วัดแสงแบ่งเป็น 3 ชนิด (เฉลิมพล สุขเกษม และ รุ่งระวี สินธุรัตน์, 2542) คือ

1) เครื่องวัดแสงแบบวัดแสงตกกระทบ (Incident Light Meter) ใช้สำหรับวัดแสงธรรมชาติและวัดแสงแฟลช
2) **เครื่องวัดแสงแบบวัดแสงสะท้อน (Reflect Light Meter)** มักจะเป็น Spotmeter หรือเครื่องวัดแสงสะท้อนเฉพาะจุดที่มีมุมการวัดแคบประมาณ 1 องศา
3) เครื่องวัดอุณหภูมิสี (Color Temperature Meter) ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสง

2.4.2 การวัดค่าความส่องสว่าง Illumination

การตรวจวัดในเครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux meter) ใช้วัดความสว่างของการตกลงบนวัตถุในพื้นที่เฉพาะ หรือการวัดความเข้มหรือความสว่างที่ปรากฏต่อสายตา การวัดค่าความส่องสว่างที่ตกลงบนพื้นผิวต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่มีหน่วยการตรวจวัดเป็นลักซ์ (Lux)[3] หรืออาจจะมีหน่วยวัดเป็นลูเมนต่อตารางฟุต หรือ FC (foot candle)[4]

เครื่องวัดแสงในงานด้านความปลอดภัยจะใช้เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิสี โดยปกติสีมาตรฐานหรืออุณหภูมิสีจะแสดงเป็นองศาเคลวิน (K) อุณหภูมิสีมาตรฐานสำหรับการสอบเทียบของลักซ์มิเตอร์ส่วนใหญ่คือ 2,856 °K ซึ่งเป็นปริมาณที่มีสีเหลืองมากกว่าสีขาวบริสุทธิ์ โดยหลักเกณฑ์วิธีการตรวจวัด และการวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง ระบุไว้ว่า การตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง ต้องใช้เครื่องวัดแสงที่ได้มาตรฐาน CIE 1931 (ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการตรวจวัด และการวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง รวมทั้งระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ, 2561) และของคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยความส่องสว่าง (International

---

[3] Lux หมายถึง การส่องสว่างที่ผลิตโดยแหล่งกำเนิด 1 ลูเมนบนพื้นที่ในรัศมี 1 ตารางเมตร

[4] Foot Candle หรือ Lumens/Square foot หมายถึง ไฟส่องสว่างที่ผลิตโดยแหล่งกำเนิด 1 1 ลูเมนบนพื้นที่ในรัศมี 1 ตารางฟุต

Commission on Illumination) หรือ ISO/CIE 10527 หรือเทียบเท่า เช่น JIS ก่อนเริ่มการตรวจวัด ต้องปรับ ให้เครื่องวัดแสงอ่านค่าที่ศูนย์ (Photometer Zeroing) (Innovative-instrument, 2567)

รูปที่ 11 เครื่องวัดแสงและอุณหภูมิแสง Chroma Meter CL-200 Konica Minolta
ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

2.4.3 Lys Button ปุ่มประเมินคุณสมบัติการสัมผัสแสง (Lys รุ่น 1.0)

เป็นเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์สำหรับการประเมินคุณสมบัติของการสัมผัสแสง เพื่อตรวจสอบ,ติดตามและบันทึกแสงส่องสว่าง (รูปที่ 12) ความเข้มของสเปกตรัมและการสัมผัสแสง ในรูปแบบของอุปกรณ์สวมใส่โดยการหนีบติดตัวกับส่วนที่เป็นเสื้อผ้าสวมใส่ อาทิ กระเป๋าเสื้อ, เนคไท (รูปที่ 13) เพื่อการบันทึกข้อมูลแสงและข้อมูลอื่นๆ แก่นักวิจัย ผู้ปฏิบัติงาน หรือบุคคล เพื่อรับรู้ถึง ความสัมพันธ์ระหว่างแสงที่ได้รับกับการพฤติกรรมด้านอารมณ์, ความเข้าใจ และการนอนหลับ โดย การทำงานหรือการเรียกดูข้อมูลของปุ่มเซ็นเซอร์จะเชื่อมต่อกับแอปในโทรศัพท์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถ วัดและตรวจสอบปริมาณแสงที่ได้รับแบบทันทีหรือในเวลานั้นๆ รวมทั้งการบันทึกและโหลดข้อมูล เพื่อการวิเคราะห์เพิ่มเติมได้จากแอปพลิเคชั่น ปุ่มเซ็นเซอร์ประกอบด้วยอาร์เรย์ฟิวเตอร์, Tristimulus สำหรับการวัดค่าสีที่ไม่ซับซ้อน และสามารถจับแสงในแถบคลื่นแสงความไวสูงสุดที่ 465, 525 และ 615 นาโนเมตร และปุ่มเซ็นเซอร์นี้สามารถใช้วัดและตรวจสอบค่าแสงได้ทั้งสภาพแสง ธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยมีข้อผิดพลาดตามมาตรฐานเฉลี่ยที่

รูปที่ 12 เครื่องมือประเมินการสัมผัสแสงส่องสว่าง (Lys รุ่น 1.0) (ซ้าย)

รูปที่ 13 ลักษณะการติดเครื่องมือประเมินการสัมผัสแสงส่องสว่าง (Lys รุ่น 1.0) (ขวา)

ที่มา: ผู้วิจัย, 2567

2.4.4 สเปกโตรมิเตอร์ (Spectrometer)

สเปกโตรมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในการวัดความยาวคลื่นของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำปฏิกิริยากับแบบทดลอง โดยแสงตกกระทบสามารถ*สะท้อน*ออก, *ดูดซับ*หรือ*ส่ง*ผ่านแบบทดลองได้ (LibreTexts libraries: ออนไลน์) และยังทำหน้าที่แยกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกตามความยาวคลื่นต่างๆ เพื่อช่วยในการศึกษา,การการวิเคราะห์องค์ประกอบของสเปกตรัม โดยสเปกโตรมิเตอร์ที่ใช้งานส่วนใหญ่มี 3 ประเภท ดังนี้

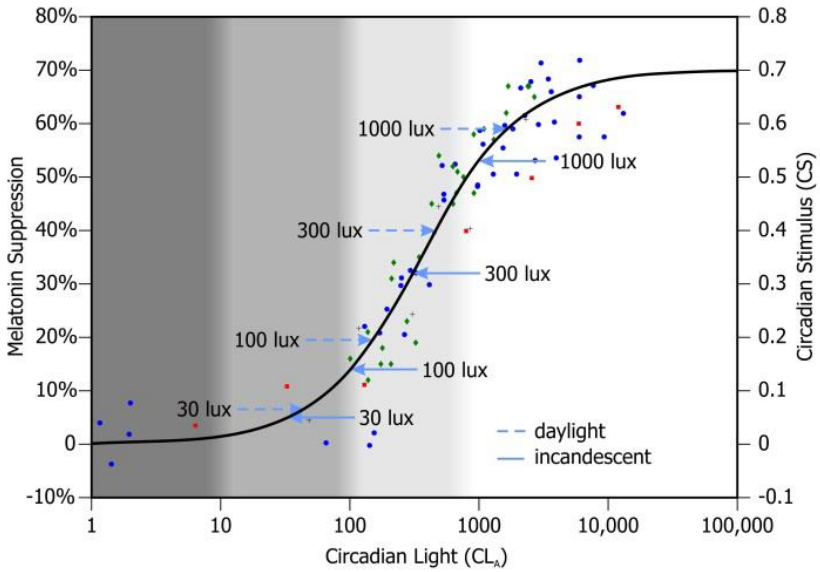
1) **แมสสเปกโตรมิเตอร์** ใช้วัดการวิเคราะห์องค์ประกอบของโมเลกุลของสาร ถือว่าเป็นเทคนิคสำคัญในการวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของสารที่นิยมใช้ในด้านวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม (Petro - Instruments, 2567)
2) **สเปกโตรมิเตอร์ NMR** วัดความแปรผันของความถี่เรโซแนนซ์นิวเคลียร์ หรือ เทคนิคการวัดระดับพลังงานที่แตกต่างกันของนิวเคลียสที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของสนามแม่เหล็ก มีประโยชน์ในการศึกษาสูตรโครงสร้างทางเคมีและการเคลื่อนที่ของสาร (MTEC, 2561)
3) **สเปกโตรมิเตอร์เชิงแสง** ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนและการแผ่รังสีของแสงตามความยาวคลื่น

2.5 ผลกระทบของแสงส่องสว่างผ่านระบบการมองเห็น (Visual System)

การสัมผัสแสงส่องสว่างมีทั้งผลดีและผลเสียต่อสุขภาพ แสงส่องสว่างเป็นรังสีสามารถทำให้เนื้อเยื่อเสียหายต่อดวงตาและผิวหนังได้ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง แต่ก็สามารถสร้างวิตามินดีที่ใช้รักษาอาการเจ็บป่วยได้เช่นกัน การสัมผัสแสงส่องสว่างแบบเฉพาะเจาะจงอาจทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อดวงตา เช่น การเกิดต้อกระจก หรืออาการปวดตาจากการใช้กล้ามเนื้อในการควบคุมดวงตามากเกินไป และอาจรวมถึงทำความเสียหายต่อผิวหนัง ,เกิดผื่นแดงหรือการถูกแดดเผาหรือมีริ้วรอยที่ผิว (Peter Robert Boyce et al., 2006: 191 - 223) รวมถึงการเกิดไมเกรนที่เกิดจากความไวต่อแสงส่องสว่างที่จ้าและแสงส่องสว่างที่สั่นไหว, การเกิดผลกระทบต่อผู้เป็นออทิสติกที่มีความผิดปกติของระบบประสาทที่มักมีพฤติกรรมไม่ชอบมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนหรือผู้อื่น จนไม่สามารถเข้ากับเพื่อน, สภาพแวดล้อมหรือกิจวัตรประจำวันต่างๆได้ โดยมูลเหตุเหล่านี้อาจเป็นผลจากพฤติกรรมของการสัมผัสแสงส่องสว่างที่สั่นไหว เช่น หลอดฟลูออเรสเซนซ์ ที่จะมีการสั่นไหวมากกว่าหลอดไส้ (D. M. FentonandR. and Penney, 2009: 137 - 141) แต่ถ้าการสัมผัสแสงส่องสว่างในช่วงเวลาที่เหมาะสมก็สามารถช่วยคนที่มีความผิดปกติในขั้นตอนการนอนหลับยากได้เช่นกัน (Terman et al, 1995)

ความเข้มของแสงส่องสว่างบนจอประสาทตาจะเป็นสิ่งกระตุ้นหลักในการขับเคลื่อน Circadian rhythm ลักษณะแสงส่องสว่างมีความสำคัญต่อระบบ Circadian rhythm คือพลังงานสเปกตรัมจากแหล่งกำเนิดแสงส่องสว่าง และยังรวมถึงช่วงเวลาและระยะเวลาในการรับแสงส่องสว่าง โดยระบบการตอบสนองต่อแสงส่องสว่างจะแตกต่างจากระบบการมองเห็นโดยปริมาณ Polychromatic (หลายความยาวคลื่นรวมกัน) ของแสงส่องสว่างสีขาวที่จำเป็นเพื่อเปิดใช้งานระบบ Circadian rhythm ของมนุษย์จะอยู่ที่ประมาณ 30 lux. (Mariana G. Figueiro et al., 2015) แต่ความต้องการเพื่อกระตุ้นระบบภาพหรือการมองเห็นจะใช้เพียงประมาณ 0.001 lux ในด้านของสเปกตรัม Circadian rhythm จะมีความไวสูงสุดต่อแสงความยาวคลื่นสั้น (สีน้ำเงิน) หรือมีสเปกตรัมประมาณ 460 นาโนเมตร ในขณะที่ระบบการมองเห็นที่วัดในส่วนของการมองเห็นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ 555 นาโนเมตร และด้านของระบบของการมองเห็นหรือระบบภาพจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาเปิดรับแสงส่องสว่าง ดังนั้นการตอบสนองต่อการกระตุ้นระบบการมองเห็นจึงมีเพียงเล็กน้อยหรือใช้เวลาเพียงเล็กน้อยก็สามารถกระตุ้นได้ทั้งในเวลากลางวันและเวลากลางคืน

การเปิดรับแสงส่องสว่างที่ส่งผลกระทบต่อ Circadian rhythm จะสามารถทำให้ระบบ Circadian rhythm เร็วขึ้นหรือช้าลงได้ (การเปลี่ยนช่วงระยะเวลา) ระยะเวลาของการเปิดการสัมผัสแสงส่องสว่างจึงมีผลกระทบต่อ Circadian rhythm ซึ่งต่างจากระบบการมองเห็น เช่น การอ่านตัวอักษรสีดำบนกระดาษสีขาวที่ใช้เวลาเพียงไม่กี่นาที โดยระบบการมองเห็นจะตอบสนองต่อการกระตุ้นแสงส่องสว่างอย่างรวดเร็ว (น้อยกว่าหนึ่งวินาที)



รูปที่ 14 ความไวทางสเปกตรัมและสัมบูรณ์ของระบบ Circadian rhythm

ที่มา : (Mariana G. Figueiro et al., 2015)

รูปแบบแสงส่องสว่างหรืออุณหภูมิสีที่สูงผิดปกติหรือการสัมผัสกับแสงส่องสว่างในเวลาต่างๆ อาจนำไปสู่การหยุดชะงักของ Circadian rhythm และการหยุดชะงักของ Circadian rhythm จะมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Mariana G. Figueiro, 2017: 76 - 84) ที่อาจรวมถึงโรคเบาหวาน, โรคอ้วน โรคหัวใจ, โรคหลอดเลือดและมะเร็งฯ (Peter Robert Boyce et al., 2006: 191 - 223) และจากกรณีศึกษาของการศึกษาด้านรับรู้เกี่ยวกับแสงส่องสว่างโดยทั่วไปในแคนาดา พบว่าแสงส่องสว่างธรรมชาติช่วงกลางวันจะเป็นแหล่งกำเนิดแสงหลักเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ (Jennifer A. Veitch and Robert Gifford, 1996: 446 - 470) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ใช้เวลาส่วนใหญ่ช่วงเวลากลางวันภายในพื้นที่อาคาร ซึ่งการใช้แสงธรรมชาติจะถือเป็นแหล่งแสงที่เหมาะต่อการใช้ในชีวิตประจำวัน (Yao et al.,2020) (Mariana G. Figueiro et al., 2001: 29 - 32) และเหมาะสำหรับการซิงโครไนซ์ระบบ Circadian rhythm (Mariana G. Figueiro et al., 2001: 29 - 32) โดยร่างกายจะมีปริมาณจากคลื่นความถี่ จังหวะและระยะเวลาที่เหมาะสม ในทางตรงกันข้ามกัน แสงจากไฟฟ้าได้ออกแบบโดยระบุให้ตรงตามข้อกำหนดของการส่องสว่างเพื่อการมองเห็น แต่แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในอาคารที่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการกระตุ้น Circadian rhythm ก็อาจกลายเป็นแหล่งกำเนิดแสงส่องสว่างสำหรับการขับเคลื่อนและควบคุม Circadian rhythm ของมนุษย์ได้เช่นกัน (Mariana G. Figueiro et al., 2015)

2.6 ผลกระทบของแสงส่องสว่างผ่านระบบ Circadian rhythm

จากผลการวิจัยในเรื่องเกี่ยวกับพนักงานที่ทำงานในที่ที่มีแสงส่องสว่างจากธรรมชาติในที่ทำงานมากจะมีแนวโน้มที่มีการนอนหลับยาวนานขึ้น รวมถึงมีคุณภาพการนอนหลับดีขึ้นและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับพนักงานในที่ทำงานที่มีแสงส่องสว่างในที่ทำงานน้อย รวมถึงมีความพึงพอใจในสถานที่ทำงานมากขึ้น (Jennifer A. Veitch et al., 2008) และยังพบข้อมูลอีกว่าการทำงานภายใต้แสงธรรมชาติจะมีผลดีต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีมากกว่าแสงประดิษฐ์ (Lighting Research Center, 2014) ซึ่งจากข้อมูลของงานวิจัยเหล่านี้ ทำให้รับทราบข้อควรตระหนักที่ว่าความสุขทางร่างกายและจิตใจของพนักงานสำนักงานควรได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยการส่งเสริมแสงส่องสว่างภายในที่มีประสิทธิภาพต่อการกระตุ้น Circadian rhythm สำหรับช่วงเวลากลางวันให้เพียงพอสำหรับสำนักงานในปัจจุบัน รวมถึงควรเน้นการปรับปรุงช่องเปิดรับแสงส่องสว่างในการออกแบบสำนักงานในอนาคต (Mohamed Boubekri et al., 2014: 603 - 611) และถ้ากล่าวโดยสรุปผลกระทบของ Circadian rhythm ต่อสุขภาพจะเกิดได้จาก 3 สาเหตุดังต่อไปนี้ (Peter Robert Boyce, 2010)

สาเหตุแรก เกิดจากการแผ่รังสีแสงส่องสว่าง การสัมผัสกับรังสีอุลตร้าไวโอเล็ตที่มองเห็นและรังสีอินฟราเรดที่เกิดจากแสงส่องสว่าง โดยแหล่งกำเนิดแสงสามารถทำลายทั้งดวงตาและผิวหนังโดยผ่านทางความร้อนและกลไกของโฟโตเคมี (ปฏิกิริยาจากแสง) ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากการออกแบบแสงส่องสว่างในอาคารที่ออกแบบตามมาตราฐานเพื่อการส่องสว่าง, หรือเพื่อกิจกรรมการใช้งานในพื้นที่

สาเหตุที่สอง เกิดจากแสงส่องสว่างทำงานผ่านระบบภาพ แสงส่องสว่างช่วยให้เรามองเห็น แต่สภาพแสงส่องสว่างก็ทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายทางสายตาและมีแนวโน้มที่จะนำไปสู่อาการปวดตาได้เช่นกัน อาการปวดตาจะทำให้รู้สึกไม่ดีกับสุขภาพ. แต่สภาพแสงส่องสว่างที่ทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายตาในอาคารนี้ก็อาจจะสามารถแก้ไขหรือหลีกเลี่ยงได้เช่นกัน

สาเหตุสาม เกิดจากแสงส่องสว่างผ่านระบบปฏิบัติการ Circadian rhythm การปฏิบัติการผ่าน Circadian rhythm ของแสงส่องสว่างมีอิทธิพลต่อรูปแบบการนอนหลับเชื่อมโยงกับการพัฒนาของมะเร็งเต้านมในหมู่คนงานที่ทำงานในช่วงเวลากลางคืน โดยมีข้อมูลความถี่ของผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น มะเร็งเต้านมที่เพิ่มขึ้นในสังคมอุตสาหกรรม (Chu et al, 1996) จากสมมุติฐานที่ว่าการได้รับแสงส่องสว่างในเวลากลางคืนจะเป็นผลในการยับยั้งฮอร์โมนเมลาโทนินและมีความเชื่อมโยงกับการเติบโตของเนื้องอกและอุบัติการณ์ของมะเร็งเต้านม (R. G. Stevens, 1987: 556 - 561)

2.7 การวัดผลค่าแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm (The Equivalent Equivalent Melanopic Lux: EML)

Equivalent Melanopic Lux (EML) ถูกนำเสนอโดย Lucas (Lucas et al.,2014) เป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่าสเปกตรัมที่ต้องการ โดยค่า α - opic lux (การใช้เซลล์รับแสงของห้าอวัยวะสำหรับยับยั้งเมลาโทนินที่เกิดจากการสัมผัสแสง) ซึ่งจะเทียบเท่ากันตัวรับแสงส่องสว่างทั้งห้าในตามนุษย์ คือ เซลล์กรวยสามอัน, เซลล์แท่ง, และ ipRGC ซึ่งแต่ละค่าจะมีมาตรฐานของค่าความสว่างของแสง (Lux) สำหรับสเปกตรัมแสงสม่ำเสมอ (CIE Standard Illuminant E) ด้วยสเปคตรัมของแสงส่องสว่าง α - opic lux ที่เทียบเท่าในแต่ละตัวและจะสัมพันธ์กันโดยค่าคงที่ ดังสมการ

$$EML = LxR \qquad [4]$$

โดย ค่า L คือ ค่าแสงส่องสว่าง (Lux) ที่วัดได้หรือค่าที่ใช้ออกแบบค่าแสงในพื้นที่, ค่า Ratio (R) เป็นตัวคูณสำหรับค่า CCT หรืออุณหภูมิแสงของแต่ละแหล่งกำเนินแสง (ตาราง 1) ดังตัวอย่างเช่น

หากหลอดไฟ Incandescent ให้ค่าแสงส่องสว่างที่ 200 lux ในที่พื้นที่ว่างจะผลิต Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า 108 จากการคำนวณโดยสมการ [4]

EML = 200 x 0.54

EML = 108

โดย L = 200 Lux, R = 0.54 (ดูตาราง Incandescent / CCT < 3,000 K, ค่า R = 0.54

ตารางที่ 1 Melanopic Ratio (R)

ที่มา : ดัดแปลงจาก (WELL, n.d.)

CCT·(K)¤	Light·source¤	Ratio¤
2700¤	LED¤	0.45¤
3000¤	Fluorescent¤	0.45¤
2800¤	Incandescent¤	0.54¤
4000¤	Fluorescent¤	0.58¤
4000¤	LED¤	0.76¤
5450¤	CIE·E·(Equal·Energy)¤	1.00¤
6500¤	Fluorescent¤	1.02¤
6500¤	Daylight¤	1.10¤
7500¤	Fluorcent¤	1.11¤

2.8 ข้อแนะนำแสงส่องสว่างมาตรฐานสำหรับ Circadian rhythmตามคำแนะนำของ WELL Buildin Standard: Q4 2020 version

ค่าระดับแสงส่องสว่างที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อ Circadian rhythm ในพื้นที่และสภาพแวดล้อมภายในสำนักงาน ตามคำแนะนำของ WELL Building Standard : Q4 2020 version มีดังนี้

2.8.1 ส่วนที่ 1 ปริมาณ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า สำหรับพื้นที่ทำงาน (Q4, 2020 version)

การจำลองสภาพแสงและการคำนวณแสงส่องสว่างต้องแสดงให้เห็นว่าเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้อย่างน้อยหนึ่งข้อ : คือ

1) สำหรับตำแหน่งพื้นที่นั่งทำงาน 75% ของพื้นที่นั่งทำงานต้องมี Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่าอย่างน้อย 200 โดยการวัดบนระนาบแนวตั้งทางด้านหน้าของตำแหน่งที่นั่งที่ระยะ 1.20 ม. (4 ฟุต) เหนือระดับพื้นภายในอาคาร (เพื่อจำลองมุมมองระดับสายตาของผู้เข้าใช้พื้นที่) ระดับแสงส่องสว่างนี้สามารถรวมแสงธรรมชาติได้ และแสงต้องส่องเป็นเวลาอย่างน้อยระหว่าง 9.00 น. ถึง 13.00 น. ทุกวันตลอดทั้งปี (รูปที่ 15)
2) สำหรับบริเวณพื้นที่ทำงานทั้งหมด แสงส่องสว่างต้องให้ความสว่างคงที่บนระนาบแนวตั้งด้านหน้า (เพื่อจำลองมุมมองของผู้ใช้งานในพื้นที่) ต้องมี Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า เท่ากับ150 หรือมากกว่า

2.8.2 ส่วนที่ 2 ปริมาณ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า ในสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย (Q4, 2020 version)

ในห้องนอนทุกห้อง, ห้องน้ำและห้องที่มีหน้าต่างติดตั้งตั้งแต่หนึ่งบานขึ้นไปมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1) ช่วงแสงส่องสว่างกลางวันต้องมี Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า เท่ากับ 200 หรือมากกว่า โดยการวัดต้องหันหน้าเข้าหาผนังกลางห้องและวัดที่ความสูง 1.20 ม. (4 ฟุต) เหนือระดับพื้นที่ภายในที่พักอาศัย
2) ช่วงเวลากลางคืนต้องมี Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า เท่ากับ 50 ซึ่งระดับการวัดสูงจาระดับพื้นภายในที่พักอาศัย 0.76 เมตร (30 นิ้ว)

2.8.3 ส่วนที่ 3 ปริมาณ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า ในห้องพัก (Q4, 2020 version)

สถานที่ทำงานที่พนักงานใช้เวลาส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีระดับแสงสว่างจำกัดตามประเภทงาน (เช่น พนักงานเสิร์ฟในร้านอาหารหรือพนักงานแผนกในโรงพยาบาล) จะมีข้อกำหนดต่อไปนี้:

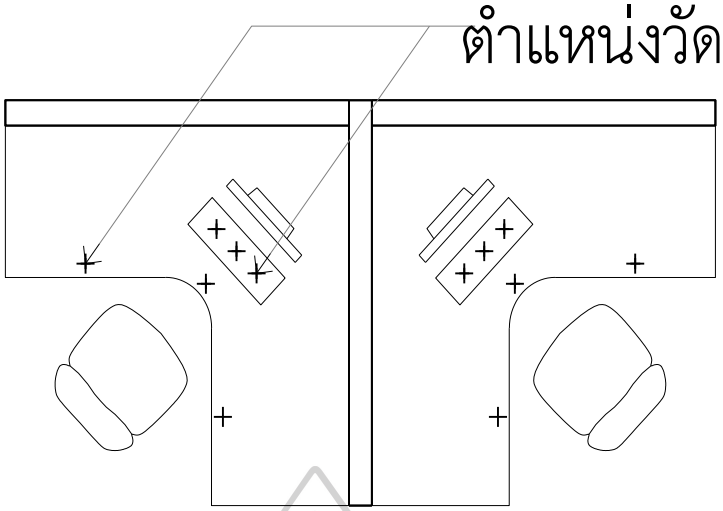
1) แสงต้องมีค่าเฉลี่ยคงที่หรือ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่าอย่างน้อย 250 ลักซ์ โดยใช้การในระนาบแนวตั้งด้านหน้าที่พื้นพื้นภายในอาคารที่ระยะความสูง 1.20 ม. (4 ฟุต) โดยแสงประดิษฐ์อาจจะหรี่ลงเมื่อมีแสงช่วงกลางวันส่องสว่างในพื้นที่แต่ต้องมี Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่าตามเกณฑ์

2.8.4 ส่วนที่ 4 ปริมาณ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า ในพื้นที่การเรียนรู้ (Q4, 2020 version)

ดำเนินการตามข้อกำหนดต่อไปนี้อย่างน้อยหนึ่งข้อ :

1) การศึกษาปฐมวัย โรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา และการศึกษาผู้ใหญ่ สำหรับนักเรียนที่มีอายุต่ำกว่า 25 ปี : แบบจำลองแสง (ซึ่งอาจรวมแสงธรรมชาติด้วย) ต้องมี Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า อย่างน้อย 125 ในพื้นที่โต๊ะทำงาน 75% ขึ้นไป บนระนาบแนวตั้งทางด้านหน้าที่ระยะความสูง 1.20 ม. (4 ฟุต) เหนือพื้นภายในอาคาร (เพื่อจำลองมุมมองของผู้อยู่อาศัย) ระดับปริมาณ Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า นี้จะต้องมีอยู่อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวัน และทุกวันตลอดทั้งปี
2) แสงส่องสว่างโดยรอบที่ให้ความสว่างคงที่บนระนาบแนวตั้ง Equivalent Melanopic Luxเทียบเท่าต้องมากกว่าหรือเท่ากับตามคำแนะนำของ IES-ANSI RP-3-13 ตามกลุ่มและอายุที่เหมาะสม,พื้นที่บริการสำหรับบุคคลทั่วไป เช่น สตูดิโอศิลปะในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา จะต้องมี Equivalent Melanopic Lux เทียบเท่า 150 จากแสงธรรมชาติหรือแสงประดิษฐ์

Melanopic มาจากชื่อของเมลาโทนิน (Melatonin) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการตื่นตัวและการนอนหลับฯ โดยการผลิตฮอร์โมนนี้จะถูกระงับหรือยับยั้งในระหว่างวันได้ ถ้าสภาพแวดล้อมที่สัมผัสมีแสงสีน้ำเงิน ทั้งจากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์



รูปที่ 15 ตำแหน่งการวัดปริมาณความส่องสว่างในแนวนอนบนระนาบโต๊ะทำงาน
ที่มา: ผู้วิจัย, 2566

รูปที่ 16 ตำแหน่งการวัดปริมาณความส่องสว่างตามมาตรฐาน WELL Building Standard
ที่มา: ผู้วิจัย, 2566

2.9 การกระตุ้น Circadian rhythm

Circadian rhythm เป็นรูปแบบการขับเคลื่อนระบบต่างๆภายในร่างกายตลอด 24 ชั่วโมง ที่พบได้ในทุกชีวิตโดยทั่วไปโดยอาศัยนาฬิกาชีวภาพของร่างกาย อาทิ พืชใช้นาฬิกาเพื่อวิวัฒนาการร่วมกับผู้ล่า (Jade Boyd, 2012) สัตว์ฟันแทะใช้นาฬิกาเพื่อกำหนดความพร้อมของอาหาร ความปลอดภัย และเวลาผสมพันธุ์ (Martha Merrow et al., 2005 - 935) สิ่งมีชีวิตทุกรูปแบบใช้นาฬิกาชีวภาพเพื่อการควบคุมระบบและเพิ่มประสิทธิภาพภายในร่างกายและยังเพื่อความอยู่รอด (T. M. Brown, 2016: 1779 - 1792) ภายในร่างกายมนุษย์แต่ละเซลล์จะมี Circadian rhythm (Amir Zarrinpar et al., 2016: 63 - 83) มีการเชื่อมโยงโดยตรงระหว่างเซลล์ไวแสงในเรตินากับบริเวณ

ของสมองส่วนกลางที่มีนาฬิกาชีวภาพตั้งอยู่ในส่วนนี้ (David M. Berson et al., 2002: 1070 - 1073) โดยมีแสงเป็นองค์ประกอบหลักในการซิงโครไนซ์ระบบนาฬิกาชีวภาพของมนุษย์ในแต่ละวัน (G. Gaggioni et al., 2014) เพื่อส่งเสริมให้ระบบสั่งการภายในของอวัยวะต่างๆ ขับเคลื่อนกลไกพื้นฐานที่สำคัญต่อการรักษาภาวะธำรงดุลของร่างกาย (อรพินทร์ เชียงปิ่ว, 2555: 145 - 155) เพื่อการปรับตัว, ปรับพฤติกรรมรับความเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปรอบตัว

แต่จากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ใน โดยในขณะนี้เราใช้เวลามากกว่าร้อยละ 90 ในอาคารภายใต้แสงประดิษฐ์เป็นหลัก (R. C. Espiritu et al., 1994: 403 - 407) จึงไม่ได้สัมผัสแสงธรรมชาติอย่างเพียงพอ ระบบแสงสว่างในปัจจุบันผู้ออกแบบที่เกี่ยวข้องมักออกแบบแสงส่องสว่างเท่าที่เพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานด้านการมองเห็นเพียงเท่านั้น แต่มักขาดองค์ประกอบสเปกตรัมหรืออุณหภูมิแสงที่เหมาะสมกับความส่องสว่างที่จำเป็นในการกระตุ้นระบบ Circadian rhythm (Konis Kyle, 2017: 22 - 38) แสงส่องสว่างภายในเหล่านี้จึงมักไม่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm ซึ่งอาจนำไปสู่ความไม่ซิงค์โครไนซ์กับ Circadian rhythm แต่หลังจากการตีพิมพ์ข้อมูลที่เกี่ยวกับเซลล์รับแสงจากสมองที่ค้นพบใหม่ หรือที่รู้จักในชื่อของเซลล์ปมประสาทที่ไวต่อแสงจากภายใน หรือ ipRGCs (George Brainard et al., 2001: 6405 - 6412) ซึ่งเป็นตัวช่วยในการประสาน Circadian rhythm ในมนุษย์ทำให้ Circadian rhythm จะถูกซิงค์โครไนซ์โดยสัญญาณต่างๆ รวมถึงแสงส่องสว่างที่ร่างกายตอบสนองในลักษณะของการได้รับจากเซลล์ปมประสาทที่ไวต่อแสงจากภายใน (ipRGCs) ซึ่งเป็นเซลล์รับแสงที่ไม่ใช่เพื่อการมองเห็นของดวงตา (WELL, 2019) และในปัจจุบันสามารถมีตัวชี้วัดในการคำนวนประสิทธิภาพของแสงในการกระตุ้น Circadian rhythm ได้อยู่ 2 วิธีการ ได้แก่

1. Melanopic lux เทียบเท่า (R. J. Lucas et al., 2014: 1 - 9)
2. การกระตุ้น Circadian rhythm (CS) (Mariana G. Figueiro et al., 2008: 242-255)

การกระตุ้นระบบ Circadian rhythm จะมีความสำคัญอย่างมากกับคนที่ถูกจำกัดในพื้นที่ที่มีการตกแต่งภายในหรือในพื้นที่ที่การออกแบบแสงส่องสว่างคิดถึงการส่องสว่างเพื่อการมองเห็นอย่างเดียว ที่ผู้เข้าใช้พื้นที่อาจจะได้รับผลกระทบของแสงส่องสว่างในด้านความมืดหรือคุณภาพแสงที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการกระตุ้น Circadian rhythm และยังรวมถึงผู้ที่ต้องทำงานในกะกลางคืนในที่ระบบ Circadian rhythm อาจจะไม่ได้รับการปรับเปลี่ยนตามระบบได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งแสงส่องสว่างในพื้นที่ปฏิบัติงานในเวลากลางคืนจะมีการยับยั้งเมลาโทนิน และอาจนำไปสู่ผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น คุณภาพการนอนหลับไม่ดี จึงสามารถสรุปได้ว่าการที่เมลาโทนินถูกยับยั้งเป็นระยะเวลานานหรือมีความถี่บ่อยครั้ง อาจจะมีผลกระทบที่มากกว่าด้านการมองเห็นอันเกิดจากแสงส่องสว่างที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งานในพื้นที่

2.10 แสงส่องสว่างในสำนักงาน

2.10.1 แสงธรรมชาติ

แสงธรรมชาติเป็นตัวเลือกที่ดีกว่าแสงส่องสว่างในรูปแบบใดๆ แสงธรรมชาติตอนกลางวันมีความสัมพันธ์กับอารมณ์ที่ดีขึ้น ลดอาการเหนื่อยล้าให้น้อยลง และยังลดอาการปวดตา (Claude L. Robbins, 1986) ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของพนักงานในสำนักงาน, โรงงานอุตสาหกรรมและธุรกิจการค้าปลีกสามารถเพิ่มขึ้นได้ด้วยคุณภาพของแสงส่องสว่างภายใน และมีพบรายงานการเพิ่มขึ้นของผลผลิตประมาณ 15% หลังจากพนักงานได้ย้ายไปยังอาคารที่ทำงานแห่งใหม่ที่มีสภาพแสงส่องสว่างและแสงธรรมชาติที่ดีขึ้นกว่าเดิม (L. Edwards and P. A. Torcellini, 2002) แสงธรรมชาติในตอนกลางวันยังทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น มีการศึกษาที่พบว่านักเรียนในห้องเรียนที่มีพื้นที่หน้าต่างหรือมีแสงสว่างมากจะมีคะแนนการทดสอบที่มีมาตรฐานสูงกว่านักเรียนที่มีพื้นที่หน้าต่างหรือแสงสว่างน้อย 7% ถึง 18% (Heschong, 2002) และจากการสำรวจพบว่าพนักงานในสำนักงานมากกว่า 60% ต้องการแสงธรรมชาติโดยตรงที่แสงสามารถส่องสว่างเข้ามาในพื้นที่ทำงานหรือสำนักงานของตนอย่างน้อยหนึ่งฤดูกาลของปี (Christoffersen, 1999) และเชื่อว่าการทำงานภายใต้แสงธรรมชาติดีต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีมากกว่าแสง จากไฟฟ้าหรือแสงประดิษฐ์(Lighting Research Center, 2014) พนักงานในอาคารสำนักงานให้ความสำคัญกับการเข้าถึงหน้าต่างช่องแสงมากกว่าความเป็นส่วนตัวในสำนักงาน (Wotton, 1983) ผลการศึกษาหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่าพนักงานจะชอบแสงธรรมชาติมากกว่าแสงประดิษฐ์ในที่ทำงาน สิ่งนี้มักเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงความเข้ม สี และทิศทางการแปรผันของแสงธรรมชาติในช่วงกลางวัน และผลเชิงบวกที่สิ่งเหล่านี้มีต่อประสบการณ์และอารมณ์ของมนุษย์ มีการศึกษาที่ได้มีการระบุว่าแสงกลางวันควรเป็นแหล่งกำเนิดแสงหลักเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ (Jennifer A. Veitch and Robert Gifford, 1996: 446 - 470) และยังมีการศึกษาบางส่วนในที่พักอาศัยที่แสดงให้เห็นว่าแสงธรรมชาติเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดประการเดียวในบ้าน โดยผู้ตอบแบบสอบถามมากกว่าร้อยละ 60 จัดอันดับว่าแสงธรรมชาติเป็นสิ่งสำคัญ (Finlay, 2012) การสำรวจของ WHO แสดงให้เห็นว่าบุคคลที่มีแสงธรรมชาติที่ไม่เพียงพอในบ้านของตนมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคซึมเศร้า (T. M. Brown, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับมีข้อมูลที่ว่าโดยธรรมชาติแล้วผู้คนมักนิยมใช้แสงธรรมชาติมากกว่าแสงประดิษฐ์ เนื่องจากเหตุผลทางจิตวิทยาบางประการ ตัวอย่างเช่น แสงธรรมชาติในเวลากลางวันทำให้การมองเห็นดี และมีลักษณะของแสงที่แตกต่างกันอย่างน่าสนใจในท้องฟ้าเวลามองออกผ่านทางช่องหน้าต่าง (Ann Webb, 2006: 721 - 727) และยังมีความเชื่อกันว่าการได้รับแสงธรรมชาติจะส่งผลต่อร่างกายเชิงบวก เช่น ส่งเสริมจังหวะการกระตุ้นการเต้นของหัวใจ (Yu Bian and Yuan Ma, 2017: 347 - 354) ซึ่งจะช่วยรักษาจังหวะการเต้นของหัวใจให้สม่ำเสมอแข็งแรง

ปัจจุบันหลายองค์กรมีความตระหนักถึงสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ทำงานที่มีผลต่อการลดประสิทธิภาพของพนักงาน (ทั้งด้านปริมาณหรือคุณภาพ) หรือมีผลต่อความเสี่ยงการขาดงาน หรือมีส่วนทำให้เกิดการลาออก องค์กรจะมีแนวคิดว่าประสิทธิภาพของบุคลากรมีมูลค่าราคาแพงกว่าราคาการดำเนินงานปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้ดีขึ้น (Jennifer A. Veitch, 2006: 206 - 222) และมีการศึกษาภาคสนามเกี่ยวกับสำนักงานแบบเปิดโล่งในอเมริกาเหนือ พบว่าปัจจัยในความพึงพอใจต่อระบบแสงสว่างที่มีความชัดเจนที่สุดคือ การมีหน้าต่างช่องแสงในพื้นที่ทำงาน และผู้ทำงานในพื้นที่ที่มีหน้าต่างหรือผู้ที่สามารถเข้าถึงแสงสว่างภายในระยะ 5 เมตร (15 ฟุต) มีความพึงพอใจต่อแสงสว่างมากกว่าผู้ที่ไม่มีหน้าต่าง จึงอาจสามารถสรุปได้ว่า การมีหน้าต่างหรือช่องแสงในพื้นที่สำนักงานจะเป็นอีกกรณีที่มีส่วนช่วยในกระบวนการรับมือเพื่อตอบสนองต่อความเครียดในที่ทำงานและที่บ้านได้ (Kaplan, 2001) (Leather et al., 1998)

การสัมผัสกับแสงส่องสว่างธรรมชาติไม่เพียงแต่เพิ่มความพึงพอใจให้กับพนักงานในสถานที่ทำงาน แต่ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน แสงส่องสว่างธรรมชาติยังส่งผลดีต่ออารมณ์และพฤติกรรมที่แสงประดิษฐ์ไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและกายภาพของอาคารที่ทำงานเช่นกัน โดยแสงส่องสว่างธรรมชาติไม่ได้เป็นตัวเลือกที่ใช้ได้ดีเสมอไปถ้าพื้นที่ใช้สอยไม่เหมาะสมกับช่องแสง

การรับแสงธรรมชาติในช่วงเวลากลางวันจะต้องได้รับการพิจารณาตั้งแต่เริ่มต้นของการออกแบบอาคาร และควรเป็นหนึ่งในประเด็นสำคัญสำหรับแนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรม แสงธรรมชาติช่วงเวลากลางวันไม่เพียงแทนที่แสงประดิษฐ์เพื่อการลดการใช้พลังงานแสงเท่านั้น แต่ก็อาจจะส่งผลกระทบด้านอุณหภูมิภายในพื้นที่สำนักงานด้วยเช่นกัน การวางแผนการออกแบบควบคุมด้านแสงส่องสว่างจึงเกี่ยวข้องกับความต้องการใช้สอยในพื้นที่ต่างๆหรือรวมถึงการพิจารณาที่ตั้งของอาคารและสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร เช่น อาคารข้างเคียง, แนวโคจรของดวงอาทิตย์ตามฤดูกาล, การได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศถือเป็นสิ่งสำคัญ การเปลี่ยนแปลงของแสงตามฤดูกาลคือสิ่งสำคัญในการพิจารณาความน่าจะเป็นของทิศทางแสงส่องสว่างที่จะสิ่งมายังพื้นที่ภายในอาคาร การศึกษาสภาพอากาศและผลกระทบจากแสงธรรมชาติ ควรเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญในการออกแบบเพื่อการใช้งานแสงธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อการส่งเสริมการกระตุ้น Circadian rhythm (ระบบนาฬิกาชีวภาพ) ของร่างกายผู้เข้าใช้งานในพื้นที่ต่อไป

รูปที่ 17 การปิดม่านบังแสงธรรมชาติขณะส่องเข้ามายังพื้นที่สำนักงานในระหว่างวันอาคารสำนักงานธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักพระรามที่ 3 ชั้น 25 (ซ้าย)

รูปที่ 18 การปิดม่านบังแสงธรรมชาติขณะส่องเข้ามายังพื้นที่สำนักงานในระหว่างวัน อาคารสำนักงานธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักเพลินจิต ชั้น 23 (ขวา)

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

2.10.2 แสงประดิษฐ์

โดยทั่วไปแล้วแสงประดิษฐ์มักจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายใดๆ เว้นแต่สำหรับบางแหล่งกำเนิดแสงที่มีการเปล่งแสงส่องสว่างสีฟ้าและรังสีอัลตราไวโอเลต สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้เกิดอาการรุนแรงขึ้นกับผู้ที่เคยมีอาการเป็นโรคต่างๆ มาก่อนหน้านี้ เช่น โรคผิวหนังเรื้อรัง และลมพิษแสงอาทิตย์ (James Gara, 2023) โดยข้อดีและข้อเสียของแสงประดิษฐ์สามารถแยกได้ดังนี้

ข้อดี

ช่วยยืดระยะเวลาการทำงาน: ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของแสงประดิษฐ์คือความสามารถในการยืดเวลาการทำงานขอมนุษย์ให้ยาวนานกว่าแสงธรรมชาติ, แสงประดิษฐ์จะสามารถเป็นตัวช่วยให้การทำงานเป็นได้ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยไม่คำนึงถึงช่วงเวลาของวัน

ความอเนกประสงค์: แสงประดิษฐ์แตกต่างจากแสงธรรมชาติตรงที่มีทางเลือกในการควบคุมความสว่าง อุณหภูมิสี รวมถึงการนำไฟประเภทต่างๆเมาปรับปรุงในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่ต่างๆเพื่อสร้างอารมณ์และบรรยากาศตามที่ต้องการได้อย่างง่ายและสะดวก ช่วยสร้างสรรค์อารมณ์และบรรยากาศที่แตกต่างจากเดิม, ทำให้มีประโยชน์การใช้สอยมากขึ้น, เพิ่มความสวยงามและความพึงพอใจได้อย่างไม่จำกัด

ความปลอดภัยเพิ่มขึ้น: แสงประดิษฐ์มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความปลอดภัยและการรักษาความปลอดภัยทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมถึงช่วยส่งเสริมความปลอดภัยในพื้นที่ทำงาน เช่น พื้นที่ที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอหรือแสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถส่องเข้าถึงได้ แสงประดิษฐ์จะสามารถช่วยลดจุดอันตรายเหล่านี้เพื่อยับยั้งการบุกรุกหรืออาชญากรรมได้ รวมถึงแสงสว่างในพื้นที่สาธารณะยังช่วยเพิ่มทัศนวิสัยทั้งสำหรับผู้ใช้ถนนและผู้ขับขี่ยานพาหนะต่างๆ ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ ช่วยให้เกิดความรู้สึกปลอดภัยต่อพื้นที่สาธารณะ รวมถึงยังช่วยให้กล้องวงจรปิดจับภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ความยืดหยุ่นในการออกแบบ: แสงประดิษฐ์ช่วยให้นักออกแบบและสถาปนิกปลดปล่อยความคิดสร้างสรรค์ของตนโดยการผสมผสานการออกแบบแสงที่เป็นนวัตกรรมเข้ากับโครงสร้างต่างๆ ได้อย่างอิสระมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้ไฟ LED ปรับเปลี่ยนสี, ปรับการส่องสว่าง, ปรับเป็นภาพเพื่อการสื่อสารในด้านต่างๆ ได้อย่างไร้ข้อจำกัด

อารมณ์และประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น: พื้นที่ทำงานที่มีสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างที่เพียงพอหรือมีแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm สามารถสร้างผลเชิงบวกต่ออารมณ์ในมนุษย์ (Yu BianandYuan Ma, 2017: 347 - 354) และแสงประดิษฐ์ที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm สามารถช่วยสร้างสุขภาวะและส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานภายในสำนักงานได้ (Peter Robert Boyce et al., 2003) แสงส่องสว่างที่กระตุ้นความตื่นตัวหรือมีประสิทธิภาพ Circadian rhythm หรือแสงประดิษฐ์ที่สามารถเลียนแบบแสงธรรมชาติได้ดีจะมีผลเชื่อมโยงกับอารมณ์และระดับเมลาโทนิน และแสงประดิษฐ์ในอาคารที่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการกระตุ้น Circadian rhythm ก็สามารถเป็นแหล่งกำเนิดแสงเพื่อการขับเคลื่อนและควบคุม Circadian rhythm ของมนุษย์ได้เช่นกัน(Mariana G. Figueiro et al., 2015)

ซึ่งเหล่านี้จะเป็นข้อดีของแสงประดิษฐ์ในภาพรวม ซึ่งแสงประดิษฐ์แม้จะมีข้อดีอยู่มากแต่ทั้งนี้ก็จะยังคงมีข้อด้อยหรือข้อเสียควบคู่ด้วยเช่นกัน ตามที่สรุปได้ดังนี้

ข้อเสีย

ความเสี่ยงต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นจากการสัมผัสกับแสงสีฟ้าหรือลำแสงช่วงคลื่นสั้น: การสัมผัสแสงสีฟ้าช่วงความยาวคลื่นสั้นในแสงประดิษฐ์อาจจะมีผลกระทบหลายอย่าง เช่น การส่งผลต่อความเป็นอยู่ภาพรวมของมนุษย์ เช่น ส่งผลกระทบต่อรูปแบบการนอนหลับ เนื่องจากความยาวคลื่นแสงบางช่วงเวลาสามารถรบกวน Circadian rhythm ตามธรรมชาติของมนุษย์ได้ การได้รับแสงสีฟ้าจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือแสงประดิษฐ์ที่สว่างจ้าก่อนเข้านอนจะสามารถยับยั้งการผลิตฮอร์โมนเมลาโทนิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ส่งเสริมการนอนหลับและการพักผ่อนได้ ส่งผลให้เกิดการรบกวน Circadian rhythm ที่สัมพันธ์กับวงจรการนอนหลับและการตื่น สามารถนำไปสู่การนอนไม่หลับและ

ความผิดปกติด้านการนอนหลับ จนอาจส่งผลกระทบด้านลบต่อสุขภาพจิตและประสิทธิภาพการทำงาน

แสงประดิษฐ์อาจทำให้รู้สึกซึมเศร้าหรือเซื่องซึมได้ เนื่องจากมนุษย์มีความเชื่อมโยงกับธรรมชาติ และการจำกัดการเข้าถึงการรับแสงธรรมชาติเป็นเวลานานๆ อาจส่งผลเสียต่อสุขภาวะที่ดีทางจิตใจของมนุษย์ นอกจากนี้แสงประดิษฐ์ยังทำให้เกอดการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นหนึ่งในมูลเหตุของการเกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันการส่องสว่างจะมีไฟส่องสว่างที่เป็นตัวเลือกประหยัดพลังงานขึ้น เช่น LED แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในส่วนของวัสดุผลิตและกระบวนการผลิตซึ่งยังมีผลกระทบต่อระบบนิเวศ

แม้ว่าแสงประดิษฐ์จะมีความสำคัญในการช่วยส่งเสริมกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ แต่สิ่งที่สำคัญคือความตระหนักถึงผลกระทบด้านลบที่อาจเกิดขึ้นกับความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้งานด้วยเช่นกัน เช่น รังสี UV/แสงสีฟ้าได้ถูกระบุว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงที่อาจจะทำให้อาการไวต่อแสงรุนแรงขึ้นในผู้ป่วยบางรายที่เป็นโรค เช่น โรคผิวหนังอักเสบเรื้อรังและลมพิษจากแสงอาทิตย์ (Mats-Olof Mattsson et al., 2008) อีกทั้งแสงประดิษฐ์ที่มีส่วนประกอบสีฟ้าที่เข้มข้นอาจจะส่งผลกระทบต่อวงจร Circadian rhythm ของมนุษย์และระบบฮอร์โมนและมีส่วนร่วมเป็นผลให้เกิดเงื่อนไขตั้งแต่ความผิดปกติของการนอนหลับ ระบบภูมิคุ้มกันที่ผิดปกติและการเสื่อมสภาพ ,โรคหัวใจและหลอดเลือด ,โรคเบาหวาน, โรคกระดูกพรุนและมะเร็งเต้านม โดยแสงส่องสว่างมีอิทธิพลต่อรูปแบบการนอนหลับและเชื่อมโยงกับการพัฒนาของมะเร็งเต้านมในหมู่คนงานที่ทำงานในช่วงเวลากลางคืน (Chu et al, 1996)

2.11 ความเสี่ยงต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับแสงประดิษฐ์

บุคคลที่มีสุขภาพดีทุกคนอาจมีความเสี่ยงจากรังสียูวีและแสงสีฟ้าจากภายในอาคารได้เช่นกัน โดยแสงส่องสว่างแม้ว่าจะมีระดับที่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากความแตกต่างทางพันธุกรรมของแต่ละบุคคลและประเภทของแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ ผลกระทบจากรังสี UV ในระยะสั้นนั้นมักจะไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความเสี่ยงระยะยาวก็อาจจะมีความเป็นไปได้ การประเมินกรณีสถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุดจากการสัมผัสแสงในโรงเรียนและสถานที่ทำงานของหลอดแสงส่องสว่างที่ปล่อยรังสี UV ในระดับสูงในระหว่างวัน จะมีความเทียบเท่ากับปริมาณรังสียูวีที่ได้รับคล้ายกับการอยู่ในสถานที่ที่มีแดดในวันหยุดเทียบเท่า 3 ถึง 5 วัน จากข้อมูลการประมาณการคร่าวๆ มีผู้คนกว่า 250,000 คนในสหภาพยุโรปที่มีความผิดปกติที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของแสงส่องสว่าง โดยเฉพาะการได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดแสงที่ปล่อยรังสียูวีหรือแสงสีน้ำเงิน (SCENIHR, 2012)

คนที่สัมผัสกับแสงส่องสว่างไฟภายในอาคารสำนักงานจะเป็นผู้มีความเสี่ยงต่อการได้รับรังสียูวีที่สะสมตลอดชีวิตในแต่ละบุคคลและก่อให้เกิดความเสี่ยงของการพัฒนาโรคมะเร็งผิวหนัง แต่การได้รับแสงส่องสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนซ์ในบ้านจะมีความเสี่ยงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับที่โรงเรียนและที่ทำงาน เนื่องจากชั่วโมงการได้รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนซ์ในบ้านที่อาจจะมี

ช่วงเวลาที่น้อยกว่า ดังนั้นการตระหนักต่อการเปิดรับแสงธรรมชาติแบบมีที่มีลักษณะการเปิดรับตลอดทั้งวันควรได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของแสงส่องสว่างในที่พักอาศัยหรือในสถานที่ทำงาน (SCENIHR, 2012)

การออกแบบแสงส่องสว่างสำหรับอาคารสำนักงานโดยส่วนใหญ่ที่เน้นไปที่ปริมาณแสงที่ตอบสนองต่อการมองเห็นได้เป็นส่วนใหญ่ (Konis Kyle, 2017: 22 - 38) ส่วนด้านการลดความรู้สึกไม่สบายตาหรือการใช้แสงธรรมชาติเป็นเพียงวิธีการลดพลังงานในอาคารสำนักงาน ซึ่งจะมีการให้ความสนใจเพียงเล็กน้อย แต่ความเป็นจริงแล้วแสงส่องสว่างจะมีผลกระทบอย่างมากต่อผู้เข้าใช้พื้นที่ในด้านระบบจิตวิทยาและสรีรวิทยารวมถึง Circadian rhythm ที่เป็นระบบควบคุมการนอนหลับและอารมณ์ต่างๆของมนุษย์ในรอบวัน และโดยปกติแล้วมนุษย์จะชอบแสงธรรมชาติในสภาพแวดล้อมการทำงาน (Peter Robert Boyce et al., 2003) (Cuttle,1983) (Heerwagen, 1986) การออกแบบแสงส่องสว่างในสำนักงานเพื่อสุขภาวะและการส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานจึงเป็นสิ่งสำคัญและผู้ที่เป็นเจ้าของอาคารควรตระหนักในข้อมูลส่วนนี้ให้มากยิ่งขึ้น เพราะในปัจจุบันผู้คนใช้เวลาส่วนใหญ่ในการทำงานในสถานที่ทำงาน (ประมาณ 33% ต่อสัปดาห์) ซึ่งทำให้สภาพแวดล้อมในอาคารมีอิทธิพลต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของพนักงานอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และยังมีข้อมูลการศึกษาที่ยืนยันด้วยว่าการสัมผัสแสงธรรมชาติที่ปริมาณ 42,000 lux เป็นเวลา 30 นาทีในช่วงบ่ายจะมีผลโดยตรงต่อความตื่นตัวของบุคคล (Kosuke Kaida et al., 2007: 301 - 308) และการสัมผัสแสงตามระยะเวลาดังกล่าวผ่านทางหน้าต่างช่องแสงที่ปริมาณค่า 42,000 lux จะเพิ่มความรู้สึกของความสุขและระดับความรู้สึกง่วงนอนลดลงในระหว่างการเปิดรับแสง (Kosuke Kaida et al., 2007: 301 - 308) และแสงธรรมชาติคือแหล่งกำเนิดแสงที่เหมาะสำหรับระบบ Circadian rhythm มากที่สุด (Mariana G. Figueiro et al., 2001: 29 - 32) (Yao et al.,2020) และถ้าการใช้แสงส่องสว่างภายในสำนักงานสามารถดำเนินการให้เป็นไปตามเกณฑ์แสงที่มีคุณภาพ Circadian rhythm หรือแสงที่มีความสอดคล้องกับแสงธรรมชาติ หรือการได้ใช้แสงธรรมชาติโดยตรง ผลลัพธ์ด้านสุขภาวะและประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานในสำนักงานจะมีทิศทางที่ดีขึ้นได้ต่อไป

2.12 การประเมินผลคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนส่วนบุคคลด้วยแบบประเมินด้านคุณภาพการนอนหลับ (Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI) และแบบประเมินความรุนแรงของอาการง่วงนอน (Epworth Sleepiness Scale: ESS)

การนอนหลับที่มีคุณภาพ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ (คลินิกสุขภาพเชิงป้องกันและฟื้นฟู, 2567)

1. **ระยะเวลา (Sleep Duration)** ที่เหมาะสมตามช่วงอายุ
2. **ความต่อเนื่อง (Sleep Continuity)** เริ่มนับตั้งแต่เข้านอนจนนอนหลับ (Sleep Latency) จนกระทั่งตื่นนอน การนอนที่มีคุณภาพต้องมีความต่อเนื่อง ไม่ตื่นระหว่างการนอนหลับระยะเวลารวมกันมากกว่า 20 นาที

3. **ความลึก (Sleep Depth)** ความถี่ของคลื่นสมองจะลดลงอยู่ในช่วงคลื่นเดลต้า (Delta Waves) เป็นช่วงเวลาที่ร่างกายจะหลั่งโกรทฮอร์โมน (Growth Hormone) ได้มากเพื่อที่จะช่วยฟื้นฟูและเสริมสร้างการทำงานของร่างกาย ในการนอนหลับหนึ่งคืนควรมีช่วงเวลาหลับลึก 13-23 % ของระยะเวลาการนอนหลับทั้งหมด หากนอนหลับเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ควรมีช่วงเวลาหลับลึกประมาณ 65-125 นาที

2.12.1 ผลกระทบจากการนอนหลับที่ไม่มีคุณภาพ

คุณภาพของการหลับส่วนหนึ่งเกิดจากปัจจัยภายในร่างกายทางด้านพันธุกรรมเข้ามาเกี่ยวข้องและการปรับตัวของร่างกาย ปัจจุบันมีปัญหาความผิดปกติในการนอน เป็นต้นเหตุสำคัญที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ อาทิ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน โรคหลอดเลือดสมองอุดตัน โรคหลอดเลือดหัวใจ โดยอาการที่อาจเกิดขึ้นจากการนอนหลับไม่เต็มที่ซึ่งพบได้บ่อย เช่น ง่วงและเพลียกลางวัน ประสิทธิภาพความคิดความจำลดลง ลืมง่าย กลางคืนหลับ ๆ ตื่น ๆ นอนกรนร่วมกับหยุดหายใจชั่วขณะ ฉะนั้นการนอนหลับที่มีคุณภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับเวลาแค่จำนวน 7 – 8 ชั่วโมงเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับระดับความลึกของการนอนหลับเพื่อให้ร่างกายและสมองได้รับการพักผ่อนอย่างเต็มที่ โดยปัญหาเกี่ยวกับการนอนหลับ มีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ เช่น การนอนไม่หลับ การตื่นบ่อยช่วงกลางดึก ประสิทธิภาพในการนอนหลับลดลง การนอนหลับลึกสั้นลง หรือเกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับ (Obstructive Sleep Apnea: OSA) เป็นต้น สาเหตุปัญหาของคุณภาพการนอนหลับส่วนหนึ่งเกิดจากกิจกรรมส่วนบุคคล แต่สภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยก็ถือเป็นส่วนสำคัญในการทำให้เกิดปัญหาการนอนหลับได้เช่นกัน อาทิ คุณภาพแสงสว่างที่ได้รับระหว่างวัน, อุณหภูมิ, ผลกระทบทางด้านจิตใจฯลฯ

การประเมินคุณภาพการนอนหลับ จึงเป็นทาง 1 ในช่องทางเพื่อรับรู้ปัญหาคุณภาพการนอนหลับส่วนบุคคล โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การประเมินเกี่ยวกับการนอนหลับตามวัตถุประสงค์งานวิจัย ดังนี้

2.12.2 แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ (Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI)

เป็นแบบสัมภาษณ์ที่แปลและดัดแปลงมาจาก The Pittsburgh SleepQuality Index (PSQI) แปลเป็นภาษาไทยโดย ตะวัน จิรประมุขพิทักษ์ และ วรัญ ตันชัยสวัสดิ์ ประกอบด้วย7 องค์ประกอบ ได้แก่ คุณภาพการนอนหลับเชิงอัตนัย, ระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับ, ระยะเวลาในการนอนหลับในแต่ละคืน, ประสิทธิผลการนอนหลับโดยปกติวิสัย, การรบกวนการนอนหลับ, การใช้ยานอนหลับ, ผลกระทบต่อการทำกิจกรรมในเวลากลางวัน

โดยการประเมินตนเองถึงคุณภาพการนอนหลับช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา แต่ละข้อและองค์ประกอบมีการแบ่งคะแนนเป็น 4 ระดับการแปลผลคะแนนรวมทั้ง 7 องค์ประกอบของแบบประเมิน อยู่ระหว่างคะแนน 0 - 21 คะแนน โดยแบบสอบถามคุณภาพการนอนหลับของพิตต์สเบิร์ก (PSQI) แบ่งรูปแบบของแบบสอบถามออกเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบประเมินตนเอง จำนวน 19 คำถาม และแบบประเมินโดยผู้ที่นอนพักร่วมห้องนอน จำนวน 5 คำถาม โดยเน้นพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการนอนหลับใน 7 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่

- คุณภาพการนอนหลับ (Subjective Sleep Quality)
- ระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนถึงเริ่มหลับ (Sleep Latency)
- ระยะเวลาการนอนหลับ (Sleep Duration)
- ประสิทธิภาพการนอนหลับตามปกติ (Habitual Sleep Efficiency)
- สิ่งรบกวนการนอนหลับ (Sleep Disturbances)
- การใช้ยานอนหลับ (Use of Sleeping Medication)
- ความผิดปกติด้านการนอนหลับในช่วงกลางวัน (Daytime Dysfunction)

แบบสอบถามการประเมินคุณภาพการนอนหลับ มีคำถามประเมินตนเองแบบจัดอันดับจำนวน 19 ข้อ และอีก 5 ข้อ สำหรับผู้ที่นอนกับเรา จาก 7 องค์ประกอบข้างต้น ซึ่งมีช่วงคะแนนประเมินอยู่ที่ 0 ถึง 21 คะแนน โดยคะแนน 0 – 5 คะแนน ถือว่ามีคุณภาพการนอนหลับดี และหากสูงกว่า 5 คะแนนขึ้นไปอาจหมายถึงมีปัจจัยที่รบกวนการนอนของตัวผู้ตอบแบบประเมิน

2.12.3 แบบประเมินความรุนแรงของอาการง่วงนอน (Epworth Sleepiness Scale: ESS)

แบบประเมินความรุนแรงของอาการง่วงนอน (Epworth Sleepiness Scale: ESS) โดย Dr. Murray Johns จากโรงพยาบาล Epworth ในเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย เป็นแบบสอบถามที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเน้นประเมินความรุนแรงของอาการง่วงนอน หรือโอกาสในการผล็อยหลับในช่วงกลางวันภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่างกัน และสถานการณ์ในคำถามแบบประเมินระดับความง่วงนอน (Epworth Sleepiness Scale: ESS) ได้แก่

- ขณะกำลังนั่งและอ่านหนังสือ
- ขณะกำลังดูโทรทัศน์
- ขณะกำลังนั่งเฉยๆ ในที่สาธารณะ เช่น โรงภาพยนตร์ หรือที่ประชุมสัมมนา
- ขณะกำลังนั่งเป็นผู้โดยสารในรถนานกว่า 1 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง
- ขณะกำลังได้นอนเอนหลังเพื่อพักผ่อนในตอนบ่ายถ้ามีโอกาส
- ขณะกำลังนั่งและพูดคุยกับผู้อื่น

- ขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยที่ไม่ได้ดื่มแอลกฮอล์

4) ขณะกำลังขับรถแต่หยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรนาน 2-3 นาที

คำตอบแบบประเมินจะเป็นตัวเลือก 4 ความหมายดังนี้

0 หมายถึง ไม่มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับ

1 หมายถึง มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือ หรือเผลอหลับเล็กน้อย (นานๆ ครั้ง)

2 หมายถึง มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับปานกลาง

3 หมายถึง มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับสูง (เป็นประจำ)

คะแนนประเมินของแบบสอบถาม ESS จะมีช่วงวัดค่าระดับความง่วงนอนระหว่าง

0 - 5 มีความง่วงนอนตอนกลางวันปกติ

6 - 10 มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากกว่าปกติ

11 - 12 มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปเล็กน้อย

13 - 15 มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปปานกลาง

16 - 24 มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปอย่างรุนแรง

โดยผลสรุปคะแนนที่ได้จากผลแบบประเมินทั้ง 2 แบบ (PSQI และ ESS) จะใช้เป็นข้อมูลวิเคราะห์คุณภาพแสงส่องสว่างในพื้นที่สำนักงานปัจจุบันทั้งแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติว่าสภาพแสงส่องสว่างมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการในการกระตุ้น Circadian Rhythm (ระบบนาฬิกาชีวภาพของร่างกาย) หรือไม่และส่งผลหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับสุขภาวะด้านคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 บทนำ

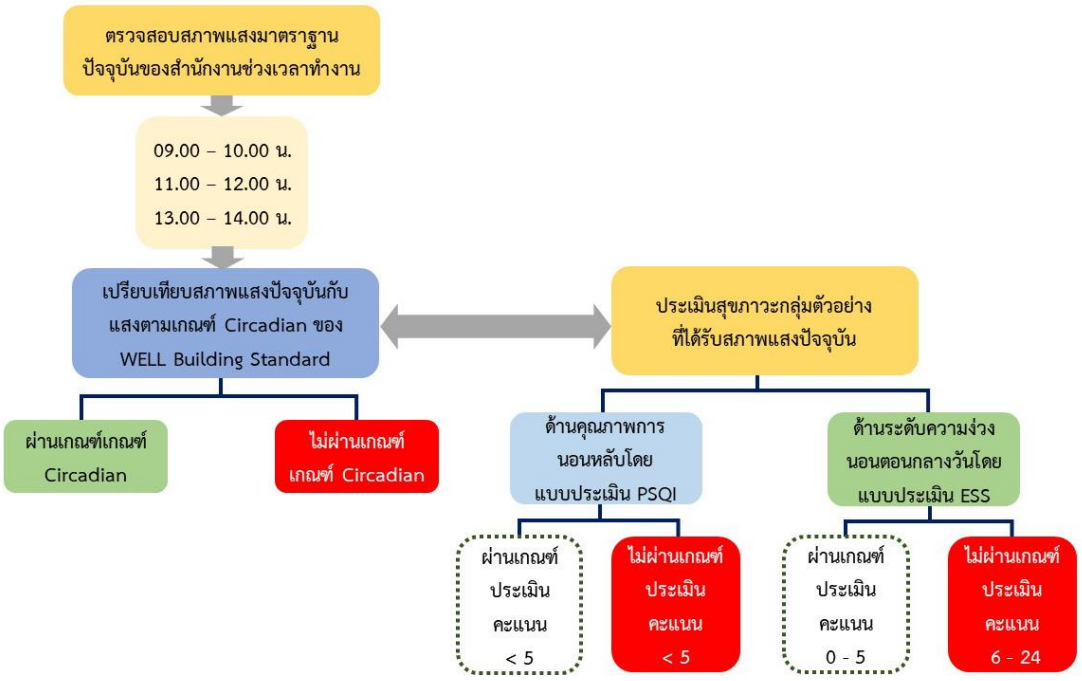
การทดลองนี้เป็นการทดลองเชิงเปรียบเทียบประสิทธิภาพสภาพแสงส่องสว่างที่บริเวณโต๊ะทำงาน ในสำนักงานใหญ่ของธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักงานถนนพระราม3 ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์แสง Circadian rhythm ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างเป็นเจ้าหน้าที่ของธนาคารจำนวน 41 คน โดยทำการวัดความส่องสว่างทั้งในส่วนแสงใช้งานตามมาตรฐานปกติของธนาคาร และแสงที่เพิ่มเติมตามเกณฑ์มาตรฐานแสง Circadian rhythm (WELL Building Standard, Circadian rhythm Design, Q3 2020 version, International WELL Building Institute : IWBI) ที่โต๊ะทำงานจำนวน 41 โต๊ะ โดยใช้เครื่องมือวัด เครื่องมือ Chroma Meter CL-200 Konica Minolta ทำการวัดสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันและใช้ปุ่มบันทึกแสง/เซ็นเซอร์แสง LYS รุ่น 1.0 ของ LYS Technologies LTD. ติดตามตัวกลุ่มตัวอย่างที่สาบเสื้อ, กระเป๋าเสื้อหรือสายคล้องคอติดบัตรพนักงานหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างในพื้นที่ทำงาน เพื่อการบันทึกแสงส่องสว่างหลังการปรับปรุง พร้อมกับให้ทำแบบประเมินแบบสอบถามทั้งแบบการประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS โดยการประเมินคุณภาพการนอนหลับและประเมินระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่างเป็นการประเมินจากการสภาพแสงก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง ในบริเวณพื้นที่โต๊ะทำงานในสำนักงานเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างสภาพแสงก่อนและหลังการปรับปรุงตามมาตรฐานแสง Circadian rhythm ว่ามีความสัมพันธ์กับสภาพแสงส่องสว่างทั้งก่อนและหลังปรับปรุงแสงหรือไม่ รวมถึงการวิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงแสงสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm เพื่อสุขภาวะแก่ผู้เข้าใช้พื้นที่และส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานต่อไป

3.2 การเตรียมการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้จะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน คือ

ขั้นตอนที่ 1

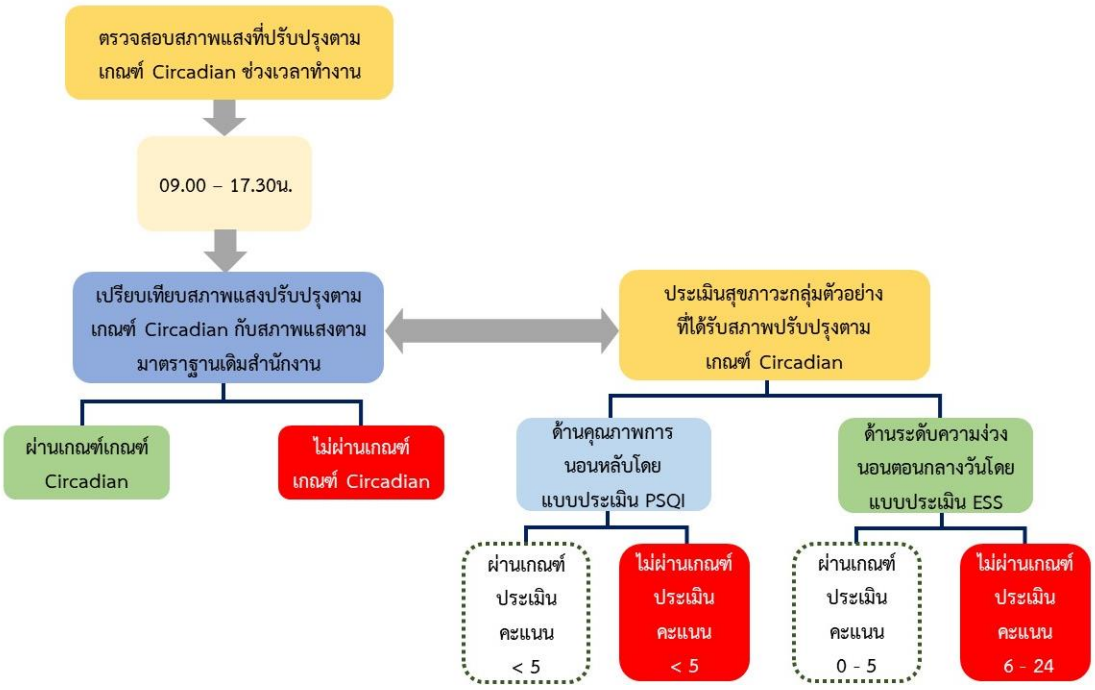
ศึกษาสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันก่อนปรับปรุงแสงตามเกณฑ์มาตรฐานของอาคารสำนักงานและเปรียบเทียบสภาพแสงปัจจุบันกับเกณฑ์มาตรฐานของแสงส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm ตามเกณฑ์ Well Building standard และประเมินสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่างที่ได้สัมผัสแสงส่องสว่างก่อนปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ฯ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS เพื่อประเมินคุณภาพการนอนหลับและประเมินระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์สุขภาวะและประสิทธิภาพในการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง พิจารณาได้จากกรอบแนวคิดการวิจัย (รูปที่ 19)



รูปที่ 19 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันก่อนปรับปรุงแสงของสำนักงานและเปรียบเทียบมาตรฐานตามเกณฑ์ Circadian rhythm และประเมินสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2

ศึกษาสภาพแสงส่องสว่างหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์มาตรฐานแสงส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm ตามเกณฑ์ Well Building standard และเปรียบเทียบสภาพแสงฯ ก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์แสงส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm และประเมินสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่างที่ได้สัมผัสแสงส่องสว่างหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ฯ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS เพื่อประเมินคุณภาพการนอนหลับและประเมินระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่างหลังการสัมผัสแสงที่ปรับปรุงตามเกณฑ์แสงส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm เพื่อวิเคราะห์สุขภาวะและประสิทธิภาพในการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง และเปรียบเทียบคะแนนด้านสุขภาวะและประสิทธิภาพการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm ตามเกณฑ์ Well Building standard จากแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรและมีความสัมพันธ์กับแสงส่องสว่างที่ได้สัมผัสทั้งก่อนและหลังหรือไม่ พิจารณาได้จากกรอบแนวคิดการวิจัย (รูปที่ 20)



รูปที่ 20 ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาสภาพแสงส่องสว่างหลังปรับปรุงแสงของสำนักงานและเปรียบเทียบมาตรฐานตามเกณฑ์ Circadian rhythm และประเมินสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3

สรุปและวิเคราะห์ผลข้อมูล จากการวิจัยสภาพแสงส่องสว่างในสำนักงานกรณีศึกษาทั้งก่อนและหลังปรับปรุงสภาพแสงตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian Rhythm และผลคะแนนจากแบบประเมินสุขภาวะทั้งด้านคุณภาพการนอนหลับและด้านระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพแสงส่องสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard จาก International WELL Building Institute ในสำนักงาน

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัยและขอบเขตการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1

ศึกษาสภาพแสงปัจจุบันก่อนปรับปรุงแสงของอาคารสำนักงานและเปรียบเทียบมาตรฐาน ตามเกณฑ์ Circadian rhythm และประเมินสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่าง เป็นขั้นตอนการศึกษาสภาพแสงส่องสว่างก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์มาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm ของ Well Building standard โดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดำเนินการดังนี้

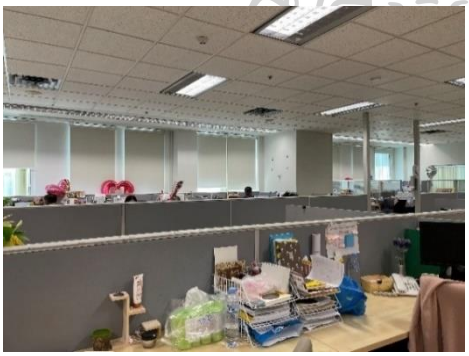
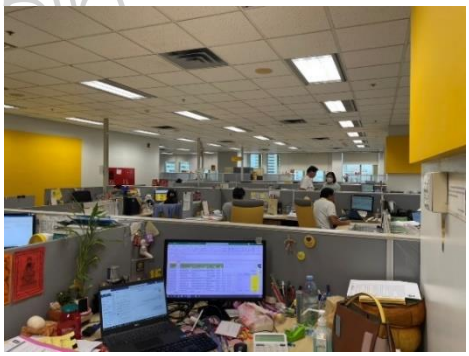
(1) การประชาสัมพันธ์เพื่อเปิดหากลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วม ซึ่งเบื้องต้นจะประชาสัมพันธ์กับกลุ่มพนักงานที่มีช่วงระยะการนั่งตามเกณฑ์ที่กำหนดความใกล้-ไกลของตำแหน่งที่นั่งทำงานกับช่องแสงอาคารเป็นลำดับแรก โดยการประชาสัมพันธ์เป็นลักษณะของเข้าพบและการพูดคุยเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม (กรณีที่มีผู้สนใจเข้าร่วมฟังการประชาสัมพันธ์) โดยการนำเสนอโครงการและชี้แจงละเอียดของการวิจัย พร้อมมอบเอกสารชี้แจงฯ และ และถ้ามีการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยนี้จะมีขั้นตอนตามระเบียบของจริยธรรมในงานวิจัยในมนุษย์ คือ

- การเซ็นหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และการนัดหมาย เมื่อตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยอาสาสมัครหรือในที่นี้จะเรียกว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยจะเซ็นหนังสือแสดงเจตนายินยอมการเข้าร่วมการวิจัย และกรอกข้อมูลเกี่ยวกับผู้เข้าร่วมการวิจัย
- ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะถูกนัดหมายเพื่อสำรวจและตรวจวัดแสงส่องสว่างในพื้นที่ทำงานปัจจุบันของกลุ่มผู้ตัวอย่างการวิจัยต่อไป

(2) สำรวจสภาพแสงส่องสว่างในพื้นที่ปัจจุบัน เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแสงตามพื้นที่นั่งทำงานปัจจุบันกับแสงที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian Rhythm ตามเกณฑ์ของ WELL Building Standard โดยมีขั้นตอน ดังนี้

(2.1) สำรวจสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันตามมาตรฐานแสงของอาคารสำนักงานโดยการสำรวจตามตำแหน่งที่นั่งของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล

รูปที่ 21 ภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 23 (ซ้าย)
รูปที่ 22 ภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 23 (ขวา)

รูปที่ 23 ภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 25 (ซ้าย)
รูปที่ 24 ภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 25 (ขวา)

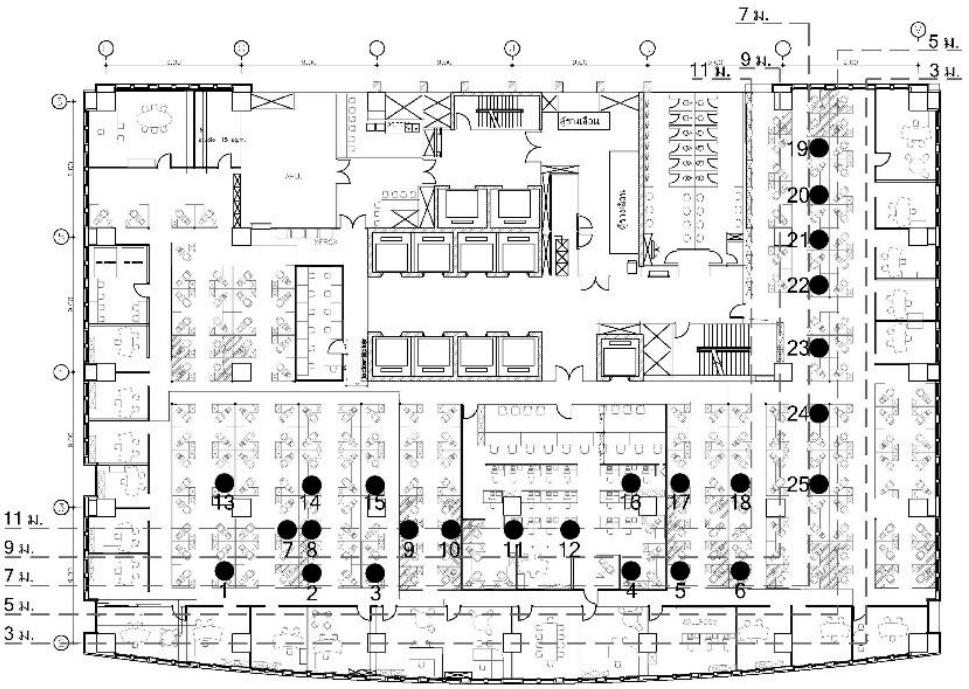
รูปที่ 25 สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 27 (ซ้าย)

รูปที่ 26 สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่สำรวจและสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 27 (ขวา)

(2.2) สำรวจค่าแสงส่องสว่างของกลุ่มตัวอย่างตามระดับความใกล้ – ไกลของตำแหน่งที่นั่งกลุ่มตัวอย่างจากช่องแสงของอาคารโดยมาจากสมมุติฐานเบื้องต้นที่ว่า ผู้ที่นั่งในตำแหน่งใกล้กับช่องแสงจะมีโอกาสในการได้สัมผัสแสงที่มีคุณภาพ Circadian rhythm มากกว่าผู้ที่มีตำแหน่งที่นั่งห่างจากช่องแสง ซึ่งระยะการสำรวจมีดังนี้ (ระยะห่างจากช่องแสงธรรมชาติ ; เมตร)

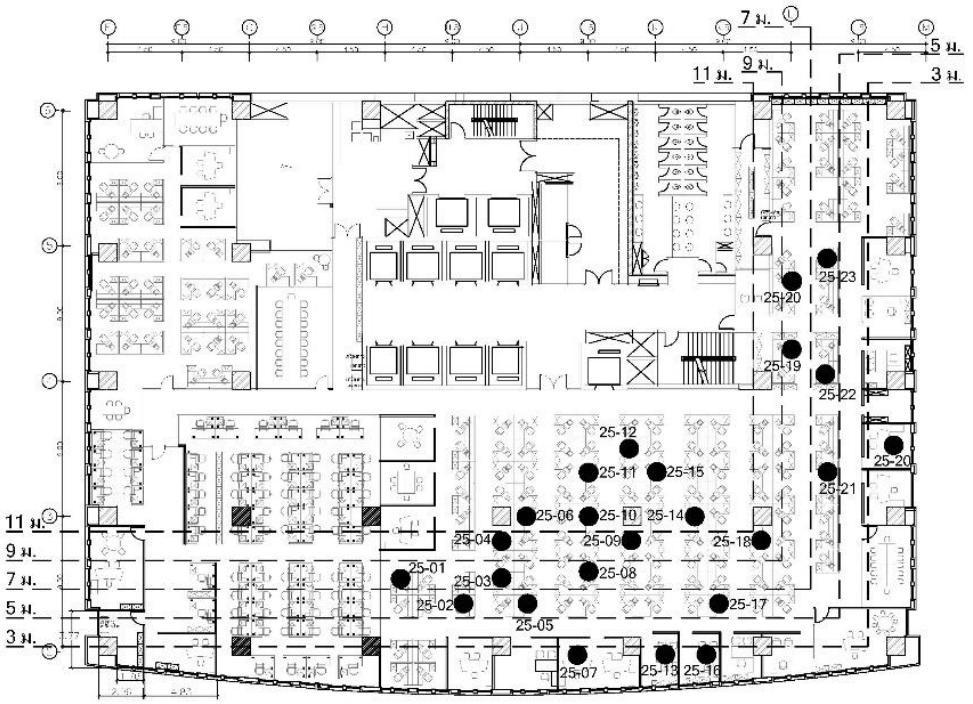
1. สำรวจในตำแหน่งระยะห่างจากช่องแสง 3.00 ม.
2. สำรวจในตำแหน่งระยะห่างจากช่องแสง 5.00 ม.
3. สำรวจในตำแหน่งระยะห่างจากช่องแสง 7.00 ม.
4. สำรวจในตำแหน่งระยะห่างจากช่องแสง 9.00 ม.
5. สำรวจในตำแหน่งระยะห่างจากช่องแสง 11.00 ม.

โดยทั้ง 5 ตำแหน่งสำรวจใช้การคละสลับเป็นจำนวน ใกล้เคียงกันในทุกตำแหน่งเพื่อที่จะได้รับข้อมูลความแตกต่างของสภาพแสงในพื้นที่ แต่ละตำแหน่งมีค่าส่องสว่างแตกต่างกันหรือไม่



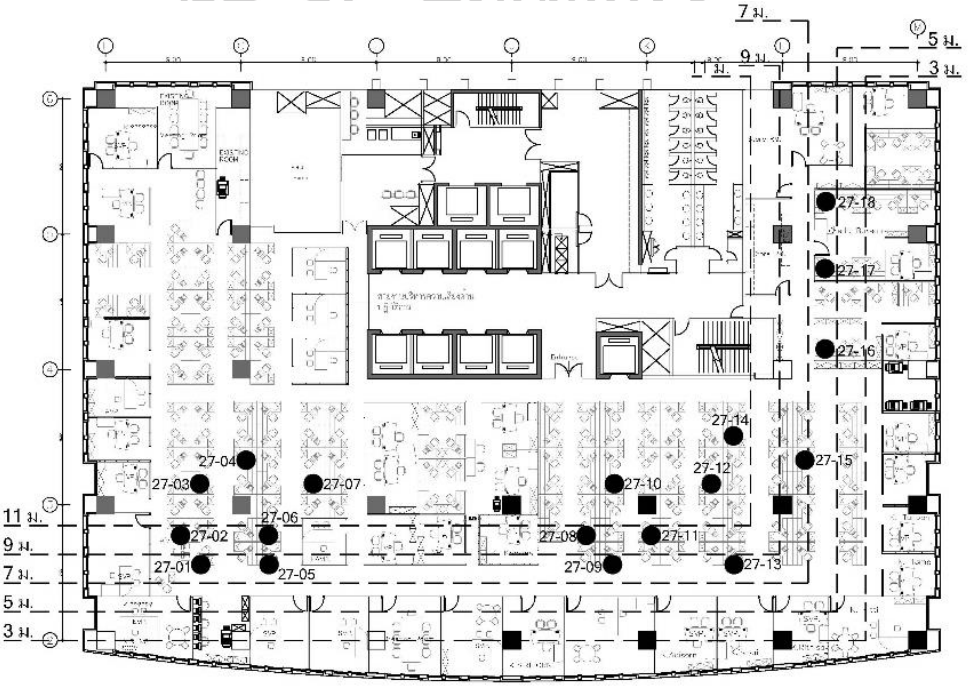
รูปที่ 27 ผังการสำรวจแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 23

ที่มา: ผู้วิจัย, 2566



รูปที่ 28 ผังการสำรวจแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 25

ที่มา: ผู้วิจัย, 2566



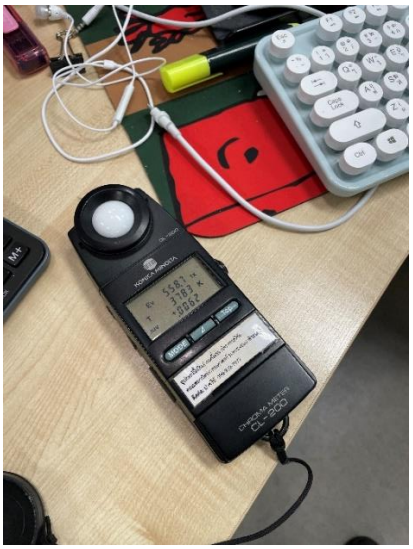
รูปที่ 29 ผังการสำรวจแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ ชั้น 27

ที่มา: ผู้วิจัย, 2566

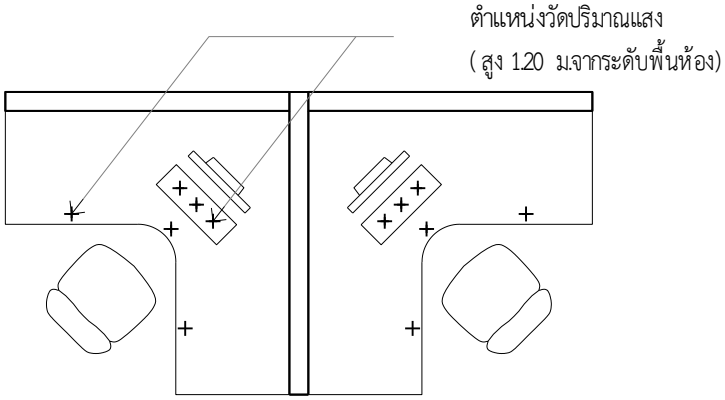
(3) เครื่องมือสำรวจและวิธีการสำรวจสภาพแสง ใช้การวัดค่าโดยเครื่องมือ Chroma Meter CL-200 Konica Minolta ที่ระดับเหนือพื้นหน้าโต๊ะทำงาน 0.40 ม. และ 1.20 ม. จากระดับพื้นอาคาร แล้วนำมาคำนวณ Melanopic Lux เทียบเท่าตามสมการ

$$EML = LxR \qquad [4]$$

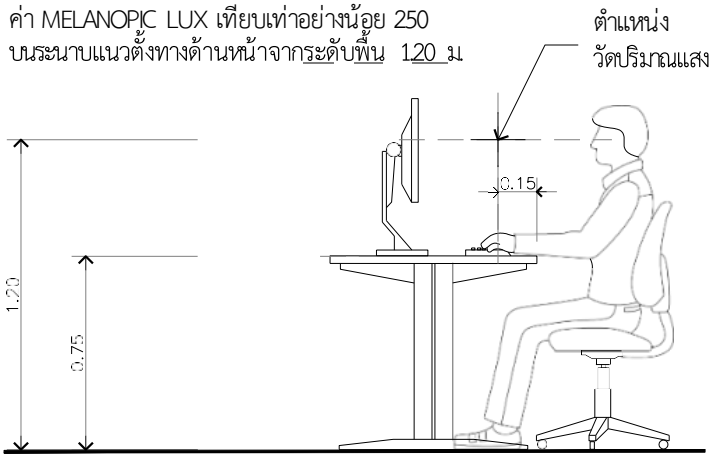
โดยเป็นสมการการคำนวนค่าMelanopic Lux เทียบเท่าตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard จาก International WELL Building Institute ที่กำหนดว่าพื้นที่ทำงานเฉพาะทาง (พื้นที่สำรวจเป็น พื้นที่งานด้านบัญชี, วิศวกรรมและสถาปัตยกรรม) ต้องมี 250 Melanopic Lux เทียบเท่าขึ้นไป อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวันและทุกวันตลอดทั้งปี



รูปที่ 30 เครื่องมือสำรวจแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ (ซ้าย)
รูปที่ 31 เครื่องมือสำรวจแสงส่องสว่างปัจจุบันในระยะต่างๆ (ขวา)
ที่มา: ผู้วิจัย, 2566



รูปที่ 32 ตำแหน่งการวัดสำรวจแสงส่องสว่าง (วัดเหนือจากระดับ Top โต๊ะ = 0.40 ม.)
ที่มา: ผู้วิจัย, 2566



รูปที่ 33 ตำแหน่งการวัดสำรวจแสงส่องสว่าง (วัดเหนือจากระดับ Top โต๊ะ = 0.40 ม., เหนือระดับพื้น = 1.20 ม.)
ที่มา: ผู้วิจัย, 2566

การสำรวจจะดำเนินการเป็นจำนวน 3 รอบในระหว่างวัน คือ 09.00-10.00 น., 11.00-12.00 น. และ 13.00- 14.00 น. เพื่อให้ได้ข้อมูลค่าความแปรผันของแสงในระหว่างวันที่มีความสอดคล้องกับแสงธรรมชาติ หรือสอดคล้องกับแสงที่กระตุ้น Circadian rhythm ซึ่งโดยเกณฑ์มาตรฐาน Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard จาก International WELL Building Institute กำหนดว่าพื้นที่ทำงานเฉพาะทาง (พื้นที่สำรวจเป็น พื้นที่งานด้านบัญชี, วิศวกรรมและสถาปัตยกรรม) ต้องมี 250 Melanopic Lux เทียบเท่าขึ้นไป อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวัน

และทุกวันตลอดทั้งปี และสภาพแสงส่องสว่างในพื้นปัจจุบันใช้แหล่งกำเนิดแสงสว่างจากโคมตะแกรงฝังฝ้าดานติดตั้งหลอด Fluorescent T8 /54 36W DAYLIGHT , CRI > 80 จำนวน 2 หลอดต่อโคม เป็นแสงส่องสว่างหลักในการใช้งาน การสำรวจจะบันทึกเป็นข้อมูลในแต่ละชั้น เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของแสงส่องสว่างของแต่ละชั้นในแต่ละวัน แล้วนำมาคำนวณ Melanopic Lux เทียบเท่าตามสมการและเปรียบเทียบกับแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ต่อไป

รูปที่ 34 แหล่งกำเนิดแสงสว่างปัจจุบันจากโคมตะแกรงฝังฝ้า หลอด Fluorescent T8 /54 36W DAYLIGHT, CRI > 80 จำนวน 2 หลอดต่อโคม

ที่มา: ผู้วิจัย, 2566

(4) การนำค่าแสงส่องสว่างที่ได้จากการสำรวจมาคำนวณ Melanopic Lux เทียบเท่ากับเกณฑ์แสง Circadian rhythm โดยใช้สมการ [1] โดยค่า Ratio ของแสงส่องสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard, Circadian Lighting Design, Q3 2020 version จาก International WELL Building Institute โดยค่า L คือ ค่าแสงส่องสว่าง (Lux) ที่วัดได้ในพื้นที่ และค่า Ratio (R) จะใช้แทนค่า CCT หรืออุณหภูมิแสงที่วัดได้ในพื้นที่เป็นค่าแทนที่สามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ของ International Well Building Institute (ตาราง 3.1) ซึ่งค่า Melanopic Lux เทียบเท่าที่นำมาคำนวน EML (Melanopic Lux) ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ทำงานตามประเภทงาน (ในที่นี้คือประเภทงานบัญชี,การเงินและงานด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม) เทียบเท่าตามเกณฑ์ WELL Building Standard ของ International Well Building Institute ต่อไป

ตารางที่ 2 ตารางแสดง Melanopic Ratio (R)

ที่มา: ดัดแปลงจาก (WELL, 2017)

CCT (K)	Light source	Ratio
2700	LED	0.45
3000	Fluorescent	0.45
2800	Incandescent	0.54
4000	Fluorescent	0.58
4000	LED	0.76
5450	CIE E (Equal Energy)	1.00
6500	Fluorescent	1.02
6500	Daylight	1.10
7500	Fluorcent	1.11

(5) เปรียบเทียบสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันกับเกณฑ์แสงตามมาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm ของ Well Building standard และใช้แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS ประเมินคุณภาพการนอนหลับและประเมินระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่างจากการรับสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันก่อนปรับปรุงแสงตามเกณฑ์มาตราฐาน Circadian rhythm

(6) ศึกษาข้อมูลเปรียบเทียบสภาพแสงสองสว่างปัจจุบันกับเกณฑ์แสงตามมาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm ของ Well Building standard และศึกษาข้อมูลสุขภาวะด้านคุณภาพการนอนหลับตามเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และระดับความง่วงนอนตอนกลางวันตามเกณฑ์ของแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน (Epworth Sleepiness Scale : ESS) ของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานในสำนักงาน เพื่อประเมินคุณภาพการนอนหลับของกลุ่มตัวอย่างที่นั่งตามตำแหน่งในพื้นที่ที่มีสภาพแสงปัจจุบัน หรือแสงตามมาตรฐานอาคาร โดยเกณฑ์การประเมินของแบบสอบถามเป็นดังนี้

(6.1) แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตซ์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI)

แปลภาษาไทยโดย ตะวันชัย จิรประมุข และ วรัญ ตันชัยสวัสดิ์ เป็นแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ และการรบกวนการนอน หลับในระยะ 1 เดือนที่ผ่านมา ประกอบด้วย 9 ข้อคำถาม แบ่งเป็น 7 องค์ประกอบ คือ

(1) การรายงานคุณภาพการนอนหลับเชิงอัตนัย
(2) ระยะเวลาตั้งแต่เข้านอนจนกระทั่งหลับ
(3) ระยะเวลาใน การนอนหลับแต่ละคืน
(4) ประสิทธิภาพของการนอนหลับโดยปกติวิสัย
(5) การรบกวนการนอนหลับ
(6) การใช้ยานอนหลับ และ
(7) ผลกระทบต่อการทำกิจกรรมในเวลากลางวัน

โดยคะแนนการประเมินเป็นการวัดผลคุณภาพการนอนหลับ คือ คุณภาพการนอนหลับดี จะมีคะแนนรวมทุกองค์ประกอบ ≤ 5 , และคุณภาพการนอนหลับไม่ดีจะมีคะแนนรวมทุกองค์ประกอบ >5

(6.2) แบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม (Epworth Sleepiness Scale : ESS) Epworth Sleepiness Scale (ESS)

เป็นแบบสอบถามเน้นประเมินความรุนแรงของอาการง่วงนอน หรือโอกาสในการผล็อยหลับในช่วงกลางวันภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่างกัน แบบสอบถามประกอบด้วยคำถาม 8 ข้อ หากผู้ตอบแบบสอบถามได้คะแนนสูง จะแสดงถึงระดับความง่วงนอนในช่วงกลางวันที่มากขึ้น มีเกณฑ์การให้คะแนนความรู้สึกง่วงในสถานการณ์ที่กำหนด ดังนี้

0 หมายถึง ไม่มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับ
1 หมายถึง มีความเป็นไปได้ที่จะงีบ หรือเผลอหลับเล็กน้อย (นานๆ ครั้ง)
2 หมายถึง มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับปานกลาง
3 หมายถึง มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับสูง (เป็นประจำ)

และสถานการณ์ในคำถามแบบประเมินระดับความง่วงนอน (Epworth Sleepiness Scale: ESS) ได้แก่

5) ขณะกำลังนั่งและอ่านหนังสือ
6) ขณะกำลังดูโทรทัศน์
7) ขณะกำลังนั่งเฉยๆ ในที่สาธารณะ เช่น โรงภาพยนตร์ หรือที่ประชุมสัมมนา

8) ขณะกำลังนั่งเป็นผู้โดยสารในรถนานกว่า 1 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง

9) ขณะกำลังได้นอนเอนหลังเพื่อพักผ่อนในตอนบ่ายถ้ามีโอกาส

10) ขณะกำลังนั่งและพูดคุยกับผู้อื่น

11) ขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยที่ไม่ได้ดื่มแอลกฮอล์

12) ขณะกำลังขับรถแต่หยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรนาน 2-3 นาที

โดยคะแนนประเมินของแบบสอบถาม ESS จะมีช่วงระหว่าง

0-5	มีความง่วงนอนตอนกลางวันปกติ
6-10	มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากกว่าปกติ
11-12	มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปเล็กน้อย
13-15	มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปปานกลาง
16-24	มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปอย่างรุนแรง

โดยผลสรุปคะแนนที่ได้จากผลแบบประเมินทั้ง 2 (PSQI และ ESS) จะใช้เป็นข้อมูลวิเคราะห์คุณภาพแสงส่องสว่างในพื้นที่สำนักงานปัจจุบันทั้งแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติว่าสภาพแสงส่องสว่างมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการในการกระตุ้น Circadian Rhythm หรือไม่และส่งผลอย่างไรต่อสุขภาวะด้านคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2

ศึกษาสภาพแสงหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian rhythm และเปรียบเทียบสภาพแสงฯก่อนและหลังปรับปรุงฯ, ประเมินสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่างหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian rhythm และเปรียบเทียบสุขภาวะของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian rhythm

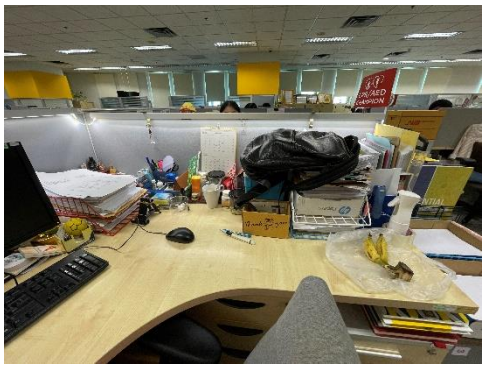
ขั้นตอนการศึกษาสภาพแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm หลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์มาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm ของ Well Building standard มีรายละเอียดตามขั้นตอนดำเนินการดังนี้

(1) ปรับปรุงสภาพแสงที่มีความแปรผันสอดคล้องกับวัฏจักรแสงตามธรรมชาติในรอบวัน โดยการติดตั้งชุดโคม LED Strip 1,600 lm. และ Smart LED 100w. 1521 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips ทั้ง 2 ชนิดไฟ

รูปที่ 35 ชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips (ซ้าย)

รูปที่ 36 ชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips (ขวา)

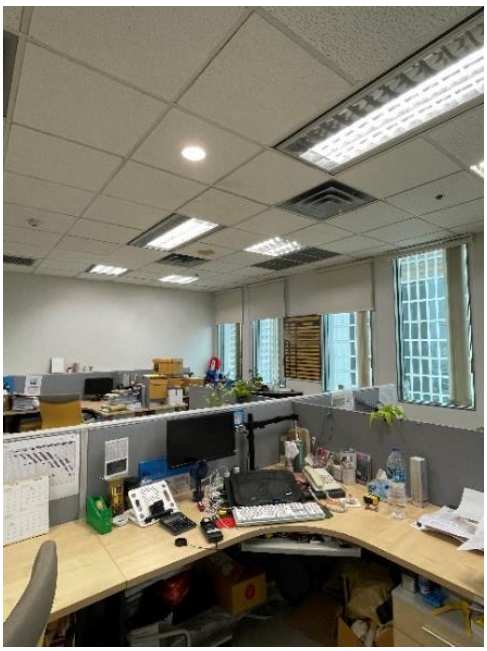
ที่มา: ผู้วิจัย, 2566



รูปที่ 37 ลักษณะการติดตั้งชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ใน Partition ที่ระดับ 0.45 ม. เหนือระนาบโต๊ะทำงาน (ระยะความสูงรวม 1.20 ม. จากพื้นภายในอาคาร) (ซ้าย)

รูปที่ 38 ลักษณะการติดตั้งชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ใน Partition ที่ระดับ 0.45 ม. เหนือระนาบโต๊ะทำงาน (ระยะความสูงรวม 1.20 ม. จากพื้นภายในอาคาร) (ขวา)

ที่มา: ผู้วิจัย, 2566



รูปที่ 39 โคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips

รูปที่ 40 ลักษณะการติดตั้งโคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200 - 6,500K

ที่มา: ผู้วิจัย, 2566

(2) บันทึกการสัมผัสแสงปรับปรุงตามเกณฑ์ฯ โดยใช้ปุ่มเซ็นเซอร์เพื่อการบันทึกแสง LYS รุ่น 1.0 ของ LYS Technologies LTD. ที่ติดตัวกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับติดที่สาบเสื้อ, กระเป๋าเสื้อเพื่อบันทึกข้อมูลแสงระหว่างวัน โดย ปุ่ม LYS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยด้านการนอนหลับและด้านแสง ปุ่ม LYS ช่วยให้ติดตามการสัมผัสแสงของกลุ่มตัวอย่างได้ง่าย รวมถึงติดตามการเคลื่อนไหวส่วนบุคคลได้ด้วยการติดไว้กับเสื้อผ้าในชีวิตประจำวัน และผู้ใช้ปุ่ม LYS ยังสามารถวัดปริมาณแสงได้โดยเข้าถึงแอป LYS Light Diet ช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจผลกระทบของแสงที่ตนสัมผัสแบบเรียลไทม์ และยังช่วยระบุลำดับเหตุการณ์ต่างๆ ระหว่างการใช้งานและยังช่วยให้กระบวนการรวบรวมข้อมูลแม่นยำยิ่งขึ้น โดยขั้นตอนก่อนการเก็บข้อมูลการสัมผัสแสง จะมีการชี้แจงรายละเอียดกับทางกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

รูปที่ 41 ปุ่มเซ็นเซอร์/เครื่องมือบันทึกการสัมผัสแสง LYS รุ่น 1.0 ของ LYS Technologies LTD. (ซ้าย)

รูปที่ 42 ลักษณะการติดเครื่องมือบันทึกการสัมผัสแสงส่องสว่าง (Lys รุ่น 1.0) (ขวา)

ที่มา: ผู้วิจัย, 2566

1. **ขอบเขตระยะเวลาการเข้าร่วมสัมผัสแสงหลังการปรับปรุงตามเกณฑ์ฯ ของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการประเมิน** คือ เวลาระหว่าง 9:00 น. ถึง 17:00 น. โดยใช้เครื่องมือชนิดสวมใส่ปุ่มบันทึกแสง LYS หรือ เซ็นเซอร์วัดแสงและวัดปริมาณแสงวัดการสัมผัสแสงในพื้นที่ทำงาน โดยผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะสวมใส่ ปุ่มบันทึกแสง LYS ที่กระเป๋าเสื้อ โดยเป็นการใช้วัดปริมาณและระยะเวลาของแสงส่องสว่างที่ได้รับ ในแต่ละช่วงเวลาหรือระหว่างวัน โดยขั้นตอนการปฏิบัติของผู้เข้าร่วมวิจัยมีดังนี้

2. **ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องสวมชุดเครื่องมือนี้อย่างต่อเนื่อง** เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ (7วัน) ในระหว่างวันทำการ

3. **ตลอดช่วงระยะเวลาที่กำหนดให้ดำเนินการสวมใส่ โดยข้อมูลปริมาณ, ระยะเวลาของแสงส่องสว่างที่ได้รับจะถูกบันทึกได้ประมาณ 6 ถึง 10 วัน** ซึ่งข้อมูลที่บันทึกหลังจะสามารถตรวจสอบได้โดยการเชื่อมต่อกับแอพ LYS Light Diet เพื่อวิเคราะห์รายละเอียดการสัมผัสสัมผัสแสง ,วัดกิจกรรมและพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างจากการสัมผัสแสงในพื้นที่ทำงาน โดยการวิเคราะห์และคำนวณระยะเวลาการสัมผัสแสงจะคิดเป็นค่าเฉลี่ยจากวันทำงานของผู้เข้าร่วมแต่ละราย ซึ่งมีช่วงเวลาเริ่มตั้งแต่

13) **เวลา 09:00 - 17:00 น.** ในส่วนของช่วงเวลาการทำงานในพื้นที่ศึกษา

14) **หลังเวลาเลิกงานตอนเย็นตั้งแต่ เวลา17:00 น.** ซึ่งใช้สำหรับวิเคราะห์กิจกรรมที่เป็นตัวแปรต่อการสัมผัสแสงในช่วงเวลาหลังเลิกงาน-ช่วงกลางคืน

15) **ช่วงเวลาบันทึกการสัมผัสแสง** คือช่วงเวลากลางวันในระหว่างเวลาการทำการ

(3) กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS เพื่อประเมินคุณภาพการนอนหลับและประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของกลุ่มตัวอย่างจากการสัมผัสแสงตามเกณฑ์มาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm

(4) เปรียบเทียบสภาพแสงสองสว่างหลังการปรับปรุงตามเกณฑ์ฯ กับเกณฑ์แสงตามมาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm ของ Well Building standard และใช้แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS ประเมินคุณภาพการนอนหลับและประเมินระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่างจากการรับสภาพแสงส่องสว่างหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์มาตราฐาน Circadian rhythm ของ Well Building standard

(5) เปรียบเทียบข้อมูลสภาพแสงส่องสว่างก่อนและหลังการปรับปรุงตามเกณฑ์การกระตุ้น Circadian rhythm ของ Well Building standard ว่าแสงส่องสว่างก่อนและหลังได้คุณภาพตามเกณฑ์ Circadian rhythm หรือไม่ หรือ มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงเป็นอย่างไร โดยใช้ผลข้อมูลการสำรวจและเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างจากพื้นที่นั่งกลุ่มตัวอย่าง โดยการหาค่าเฉลี่ยของแสงและอุณหภูมิแสงทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงฯ ทั้ง 3 ชั้น และนำค่าแสงส่องสว่างและอุณหภูมิของแสงมาคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่า และเปรียบเทียบค่าที่ได้กับเกณฑ์ของ Circadian rhythm โดยใช้สมการ EML = L × R (WELL Building Standard, Circadian rhythmDesign, Q3 2020 version)

(6) เปรียบเทียบข้อมูลคะแนนที่ได้จากผลของแบบประเมินทั้ง 2 ชุด คือ แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS โดยเป็นการเปรียบเทียบจากกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ว่ามีความแตกต่างของแสงส่องสว่างและผลกระทบของสุขภาวะทั้งด้านคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของกลุ่มตัวอย่างเป็นอย่างไร

โดยเกณฑ์แสงส่องสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard กำหนดว่าต้องมี 250 Melanopic Lux เทียบเท่าขึ้นไป อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวันและทุกวันตลอดทั้งปี และคะแนนการประเมินด้านการวัดผลคุณภาพการนอนหลับดี จะต้องมีคะแนนรวมทุกองค์ประกอบ ≤ 5 และเกณฑ์ปะเมินระดับการง่วงนอนตอนกลางวัน (ESS) จะต้องมีช่วงคะแนนระหว่าง 0-5 ถึงผ่านเกณฑ์การมีความง่วงนอนตอนกลางวันปกติ

ขั้นตอนที่ 3

สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแสงในสำนักงานกรณีศึกษากับแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm และผลคะแนนแบบประเมินสุขภาวะ ทั้งด้านคุณภาพการนอนหลับและด้านระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพแสงส่องสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard จาก International WELL Building Institute ในสำนักงาน โดยแยกเป็นประเด็นการวิเคราะห์ตามหัวข้อดังนี้

(1) ด้านคุณภาพแสงปัจจุบันก่อนปรับปรุงสภาพแสง ปัจจุบันที่สำรวจพบและนำมาคำนวณหา Melanopic lux เทียบเท่าตามเกณฑ์ Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลความส่องสว่างในอาคารกรณีศึกษาทั้ง 3 ชั้นที่สำรวจพบ จากการวัดค่าโดยใช้เครื่องมือ Chroma Meter CL-200 Konica Minolta ที่ระดับเหนือพื้นหน้าโต๊ะทำงาน 0.45 ม. และการคำนวณหา Melanopic Lux (EML) เทียบเท่าตามเกณฑ์ฯ จะมีค่าแสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงที่เพียงพอต่อการกระตุ้น Circadian Rhythm หรือไม่ ซึ่ง Melanopic lux เทียบเท่าที่เหมาะสมตามเกณฑ์ Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard สำหรับพื้นที่ทำงานจะต้องเท่ากับ 250 Melanopic Lux ขึ้นไปอย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวัน

(2) ด้านคุณภาพแสงหลังการปรับปรุงสภาพแสงหลังการปรับปรุงสภาพแสงส่องสว่างให้เป็นไปตามเกณฑ์ Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard, เพื่อนำมาคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าตามเกณฑ์ Circadian Rhythm ของ WELL Building Standard จากข้อมูลค่าเฉลี่ยความส่องสว่างในอาคารกรณีศึกษาทั้ง 3 ชั้น ที่ถูกบันทึกข้อมูลโดยเครื่องมือ ปุ่มเซ็นเซอร์บันทึกแสง LYS รุ่น 1.0 ของ LYS ที่ติดตัวกับกลุ่มตัวอย่างระหว่างวันเป็นเวลา 7 วันทำการ และคำนวณหา Melanopic Lux (EML) เทียบเท่าตามเกณฑ์ Circadian rhythm เพื่อตรวจสอบว่าค่าแสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงหลังจากการปรับปรุงสภาพแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian Rhythm จะมีค่าแสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงที่เพียงพอต่อการกระตุ้น Circadian Rhythm หรือไม่ โดยแสงส่องสว่างหรือค่าอุณหภูมิแสงที่มีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ทำงานต้องมีระดับ Melanopic Lux ที่ 250 เทียบเท่าขึ้นไปขึ้นไปอย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวัน

(3) ด้านคุณภาพการนอนหลับ คุณภาพแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงกับผลข้อมูลที่สำรวจและเก็บบันทึกได้ สามารถบ่งชี้อย่างมีนัยสำคัญได้หรือไม่ว่าการสัมผัสแสงส่องสว่างระหว่างวันทั้งก่อนและหลังปรับปรุงสภาพแสงฯ มีผลต่อคุณภาพการนอนหลับและประสิทธิภาพการทำงานหรือมีทิศทางและแนวโน้มเป็นอย่างไร และผลการประเมินแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะที่สำคัญของแสงส่องสว่าง กับบทบาทสำคัญในการควบคุมรูปแบบ

พฤติกรรมของมนุษย์โดยผ่านทางกลไกการกำหนดเวลาภายในร่างกายในแต่ละวัน (M. E. Jewett et al., 1997: 1800 - 1809) เพื่อสามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการนอนหลับ อารมณ์ และความเป็นอยู่โดยทั่วไปได้ (Blume et. al., 2019) หรือเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมด้านคุณภาพการนอนหลับและสุขภาวะที่ดีอย่างมีนัยสำคัญได้หรือไม่

การดำเนินงานวิจัยในส่วนของการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ภายในพื้นที่ทำงานครั้งนี้จะแสดงถึงความสำคัญของแสงส่องสว่างต่อสุขภาวะของพนักงานที่สอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับแสงที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm ที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มตัวอย่างได้อย่างไร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่4

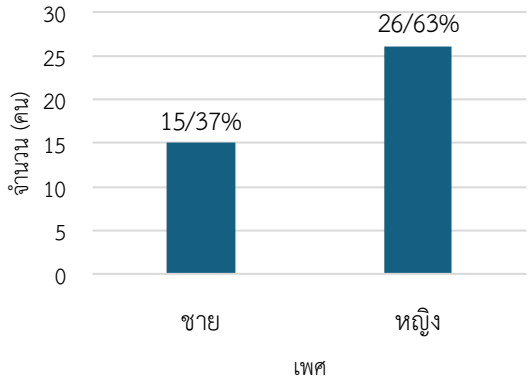
ผลการศึกษา

4.1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามทั่วไป

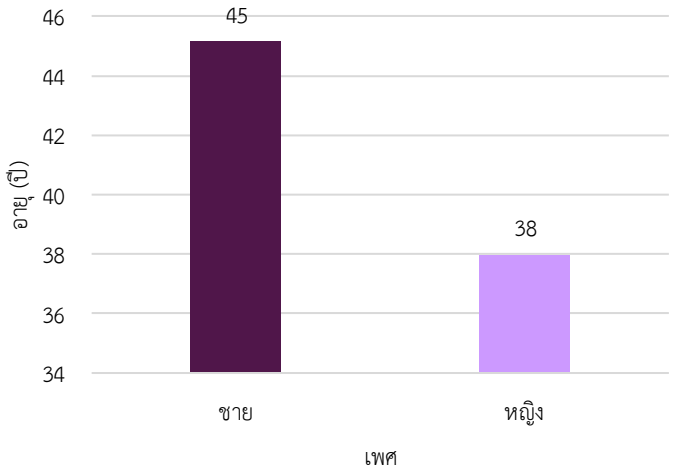
ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจสภาพแสงส่องสว่างที่บริเวณโต๊ะทำงานของเจ้าหน้าที่กลุ่มตัวอย่างภายในสำนักงานใหญ่ของธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักงานถนนพระราม3 ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างเป็นเจ้าหน้าที่ของธนาคารจำนวน 41 คน และได้ทำการวัดค่าความส่องสว่างทั้งในส่วนแสงส่องสว่างที่ใช้งานตามมาตรฐานปกติของธนาคาร และแสงที่เพิ่มเติมตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian rhythm (WELL Building Standard, Circadian rhythm Design, Q3 2020 version, International WELL Building Institute : IWBI) ที่บริเวณพื้นที่โต๊ะทำงานพนักงาน จำนวน 41 โต๊ะ และได้ให้ปุ่มเซ็นเซอร์และบันทึกแสง LYS รุ่น 1.0 ของ LYS Technologies LTD. เพื่อบันทึกแสงส่องสว่างแก่กลุ่มตัวอย่างสำหรับติดที่สาบเสื้อ, กระเป๋าเสื้อหรือสายคล้องคอติดบัตรพนักงานขณะสัมผัสแสงส่องสว่างที่ปรับปรุงในพื้นที่ทำงาน พร้อมกันนี้ยังได้แจกแบบสอบถามแก่กลุ่มตัวอย่างที่ติดตั้งแสงส่องสว่างเพิ่มเติมตามมาตรฐานแสง Circadian rhythm บริเวณโต๊ะทำงานภายในสำนักงาน เพื่อประเมินสุขภาวะตนเองหลังจากได้ผ่านการสัมผัสแสงปรับปรุงมาครบ 7 วันทำการ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างสภาพแสงส่องสว่างก่อนและหลังการปรับปรุงแสงฯเพิ่มเติมตามเกณฑ์มาตรฐาน Circadian rhythm และศึกษาความสัมพันธ์ของกับผลการประเมินสภาพแสงส่องสว่าง โดยข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามและพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการสัมผัสแสงปรับปรุงฯ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

4.1.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาและผู้ตอบแบบสอบถามมีทั้งสิ้น 41 คน มีค่าเฉลี่ยอายุเพศชาย 45 ปี เพศหญิง 38 ปี ค่าเฉลี่ยอายุรวมเท่ากับ 42 เป็นเพศชายร้อยละ 37 เพศหญิงร้อยละ 63 (SD = 9.72) (รูปที่ 43) และ (รูปที่ 44)



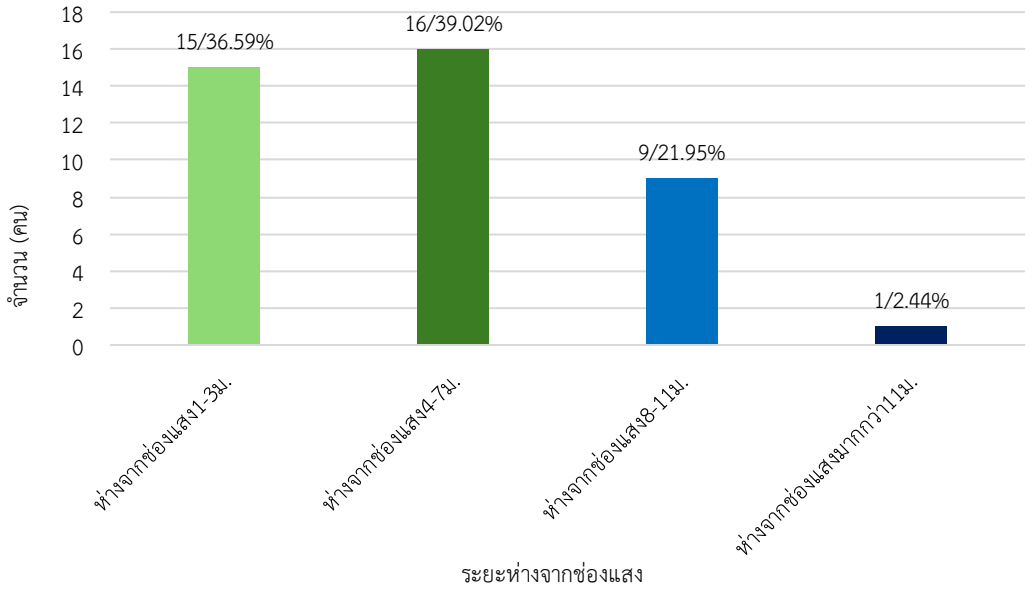
รูปที่ 43 เพศ กลุ่มตัวอย่าง และจำนวนร้อยละ



รูปที่ 44 อายุเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเพศชายและหญิง

4.1.2 ระยะห่างจากช่องแสงของที่นั่งของผู้ตอบแบบสอบถาม

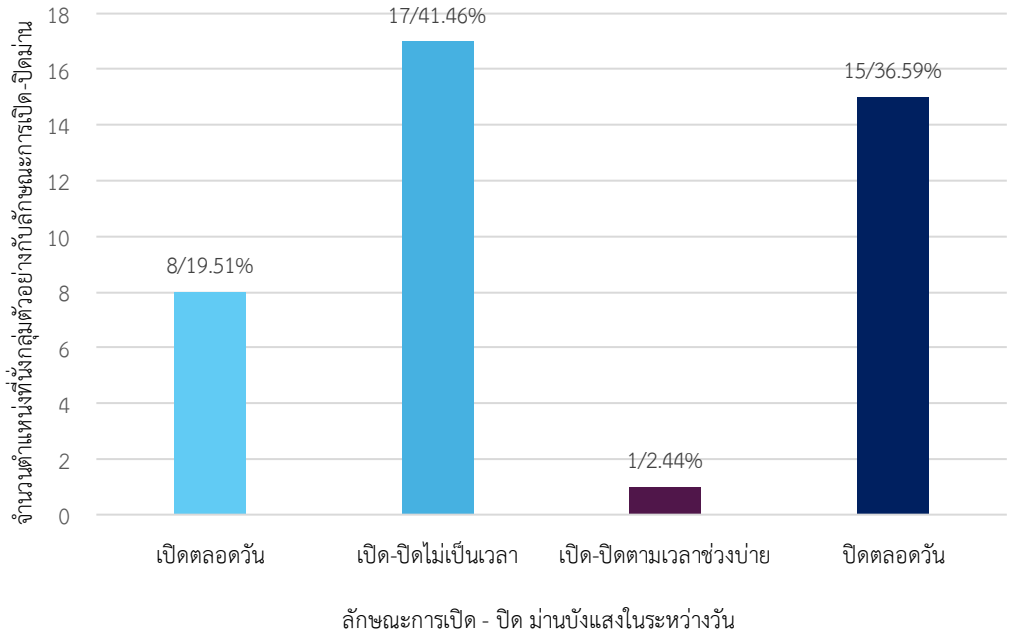
ระยะห่างจากช่องแสงของที่นั่งของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นดังนี้ กลุ่มตัวอย่างมีที่นั่งห่างจากช่องแสงอาคาร 4 - 7 เมตร จำนวน 16 คน (ร้อยละ 39.02), รองลงมาเป็นกลุ่มตัวอย่างนั่งห่างจากช่องแสง 1 - 3 เมตร จำนวน 15 คน (ร้อยละ 36.59), กลุ่มตัวอย่างนั่งห่างจากช่องแสง 8 - 11 เมตร 9 คน (ร้อยละ 21.95) และกลุ่มตัวอย่างนั่งห่างจากช่องแสงมากกว่า 11 เมตรมีจำนวนน้อยที่สุด คือ 1 คน (ร้อยละ 2.44) ตามลำดับ (รูปที่ 45)



รูปที่ 45 ระยะการนั่งของกลุ่มตัวอย่างกับช่องแสงธรรมชาติ

4.1.3 การเปิด - ปิดม่านรับแสงธรรมชาติในบริเวณพื้นที่นั่งทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

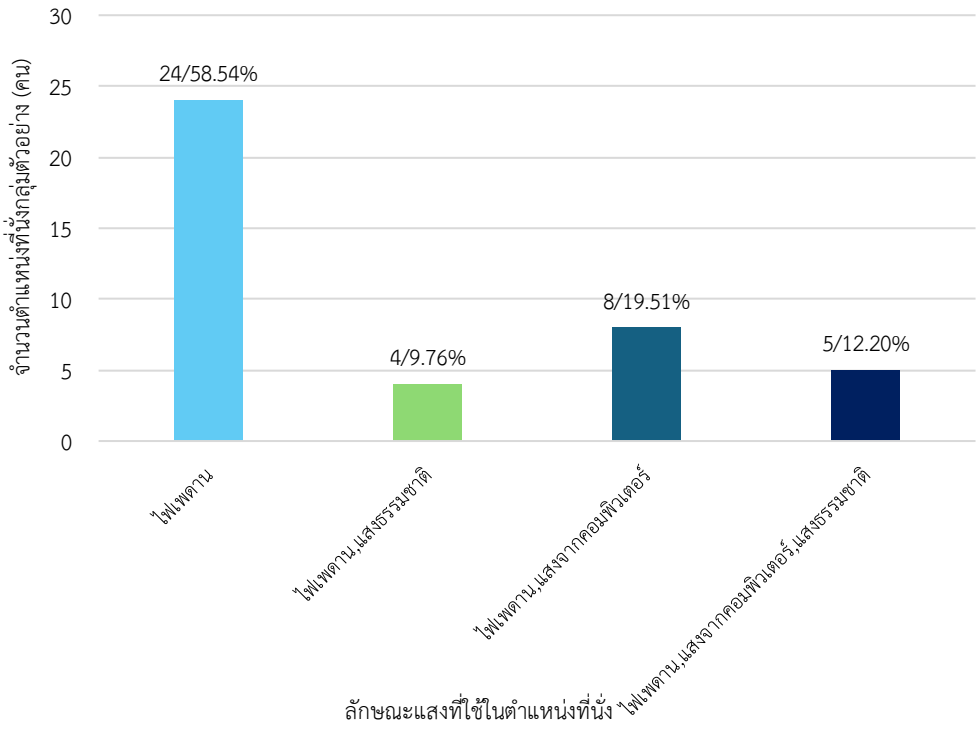
การเปิด – ปิดม่านรับแสงธรรมชาติในบริเวณพื้นที่นั่งทำงานของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีจำนวนตำแหน่งที่นั่งที่มีลักษณะการเปิด-ปิดม่านบังแสงแบบไม่เป็นเวลาสูงสุดเท่ากับ 17 ตำแหน่ง (ร้อยละ 41.46) รองลงมาจะเป็นการปิดม่านเพื่อบังแสงธรรมชาติตลอดทั้งวันอยู่ที่ 15 ตำแหน่ง (ร้อยละ 36.59) ถัดมาเป็นตำแหน่งที่มีการเปิดม่านตลอดทั้งวัน 8 ตำแหน่ง (ร้อยละ 19.51) และมีเพียง 1 ตำแหน่งที่มีการเปิด-ปิดเฉพาะในเวลาช่วงบ่าย (ร้อยละ 2.44) (รูปที่ 46)



รูปที่ 46 ลักษณะการเปิด-ปิดม่านของช่องแสงในพื้นที่ตำแหน่งที่นั่งกลุ่มตัวอย่าง

4.1.4 แสงส่องสว่างที่นั่งกลุ่มตัวอย่างใช้งานในตำแหน่งพื้นที่นั่ง

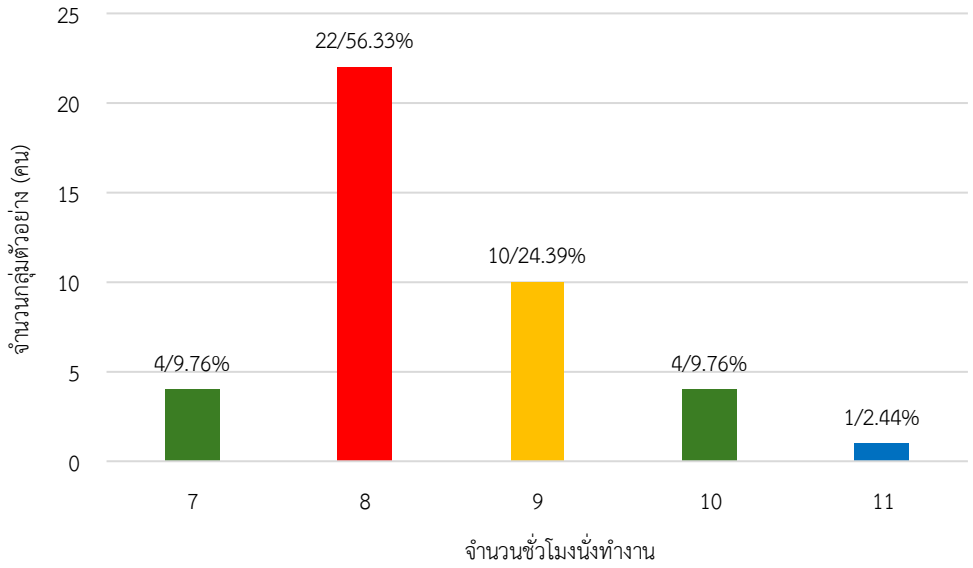
แสงส่องสว่างที่นั่งกลุ่มตัวอย่างใช้งานในตำแหน่งพื้นที่นั่งส่วนใหญ่เป็นโคมฟลูออเรสเซนซ์จากฝ้าเพดาน จำนวน 24 คน (ร้อยละ 58.54) รองลงมาเป็นการใช้ผสมผสานระหว่างแสงส่องสว่างจากไฟเพดานและแสงส่องสว่างจากจอคอมพิวเตอร์ที่ 8 คน (ร้อยละ 19.5 1) ถัดมามีการใช้แสงผสมผสานระหว่างไฟเพดาน, แสงส่องสว่างจากจอคอมพิวเตอร์และแสงธรรมชาติจำนวน 5 คน ร้อยละ (12.20) และอีก 4 คน (ร้อยละ 9.76) ที่ปรับปรุงแสงจากเพดานและแสงธรรมชาติในการส่องสว่างเพื่อการทำงานระหว่างวัน (รูปที่ 47)



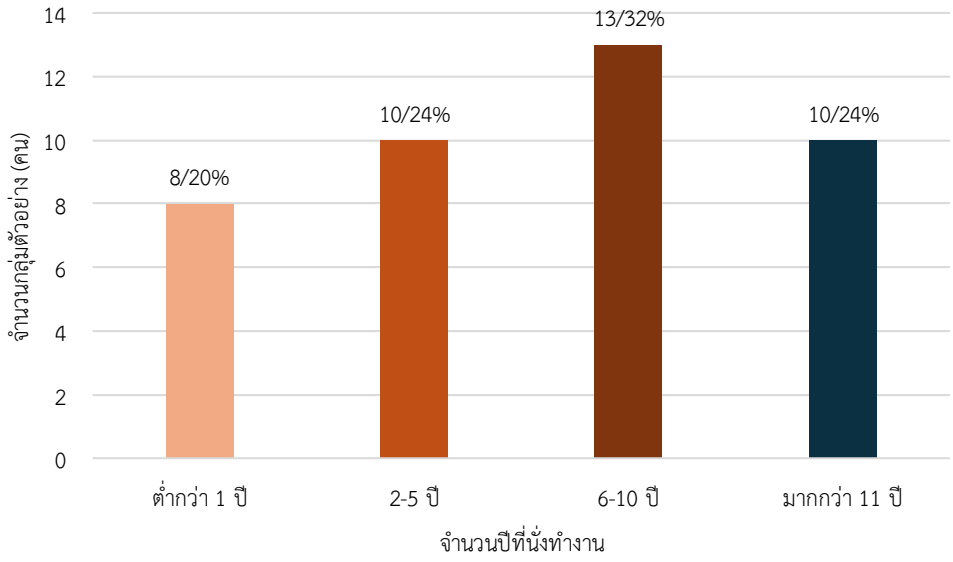
รูปที่ 47 ลักษณะแสงส่องสว่างเพื่อการทำงานระหว่างวันในตำแหน่งที่นั่งกลุ่มตัวอย่าง

4.1.5 กลุ่มตัวอย่างมีการนั่งทำงานระหว่าง 7 – 11 ชั่วโมง

การนั่งทำงานระหว่างของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าจำนวนชั่วโมงที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างนั่งทำงานมากที่สุดคือ 8 ชั่วโมง ร้อยละ (53.66) มีจำนวน 22 คน รองลงมาคือนั่งทำงานที่ 9 ชั่วโมง (ร้อยละ 24.39) มีจำนวน 10 คน และมีชั่วโมงนั่งทำงานต่อวันเท่ากันคือ 7 และ 10 ชั่วโมง (ร้อยละ 9.76) จำนวนอย่างละ 4 คน และจำนวนชั่วโมงที่มีกลุ่มตัวอย่างนั่งทำงานต่อวันน้อยที่สุดคือ 11 ชั่วโมง (ร้อยละ 2.44) มีจำนวน 1 คน (รูปที่ 48) และกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีระยะเวลาในการนั่งทำงานในพื้นที่ที่สำรวจเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างต่ำกว่า 1 ปีถึงมากกว่า 11 ปี และมีกลุ่มตัวอย่างนั่งทำงานอยู่ที่ช่วงระยะเวลา 6 - 10 ปีมากที่สุด หรือคิดเป็นร้อยละ 32 มีจำนวน 13 คน รองลงมาคือนั่งทำงานมากกว่า 11 ปี (ร้อยละ 24) จำนวน 10 คน ซึ่งเท่ากับจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ทำงาน 2 - 5 ปี โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่นั่งทำงานน้อยกว่า 1 ปี หรือร้อยละ 20 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีสัดส่วนการนั่งทำงานน้อยที่สุดคือ (รูปที่ 49)



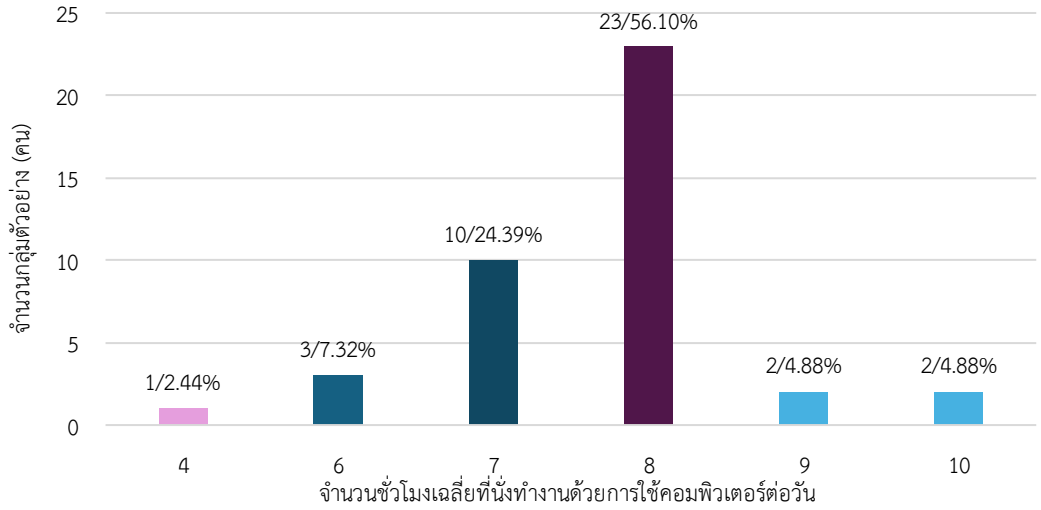
รูปที่ 48 จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยการนั่งทำงานของกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 49 จำนวนปีที่นั่งทำงานในตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่าง

4.1.6 กลุ่มตัวอย่างมีการนั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์อยู่ระหว่าง 4 – 10 ชั่วโมง

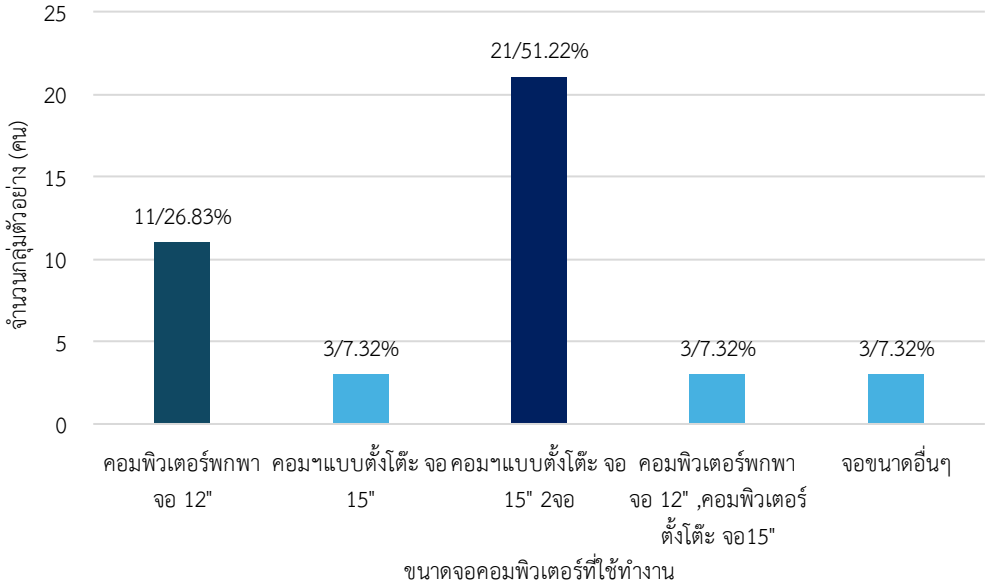
การนั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีจำนวนชั่วโมงนั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ที่ 8 ชั่วโมง (ร้อยละ 56.10) มีจำนวน 23 คน รองลงมาคือนั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ 7ชั่วโมง (ร้อยละ 24.39) จำนวน 10 คน และนั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ 6 ชั่วโมง (ร้อยละ 7.32) จำนวน 3 คน, และนั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ 9 กับ10 ชั่วโมง มีจำนวนเท่ากัน (ร้อยละ 4.88) หรือมีจำนวน 2 คน และจำนวนชั่วโมงที่นั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์น้อยที่สุดคือ 4 ชั่วโมง (ร้อยละ 2.44) จำนวน 1 คน (รูปที่ 50)



รูปที่ 50 จำนวนชั่วโมงที่นั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ของกลุ่มตัวอย่าง

4.1.7 ขนาดจอคอมพิวเตอร์

ขนาดจอคอมพิวเตอร์ใช้งานส่วนใหญ่จะเป็นจอคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะขนาดจอ 15 นิ้ว จำนวน 2 จอต่อคน (ร้อยละ 51.22) มีจำนวน 21 คน รองลงมาคือคอมพิวเตอร์แบบพกพาขนาด 12 นิ้ว (ร้อยละ 26.83) มีจำนวน 11 คน และ ขนาดจอคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ 15 นิ้ว, คอมพิวเตอร์แบบพกพา 12 นิ้ว, จอคอมฯแบบตั้งโต๊ะ 15 นิ้ว และ จอขนาดอื่นๆ (ร้อยละ 7.32) หรือมีจำนวน 3 คน เท่ากัน (รูปที่ 51)



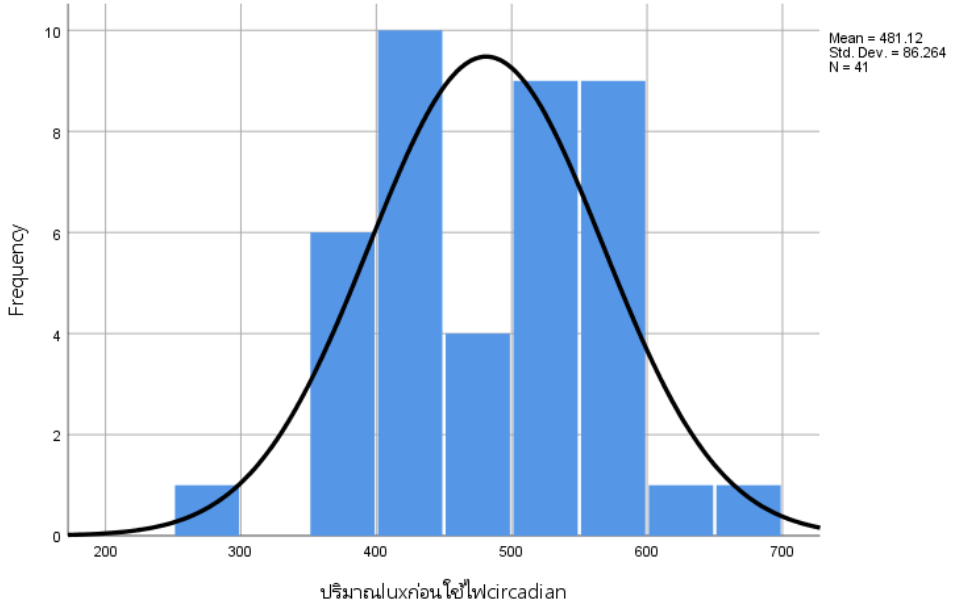
รูปที่ 51 ขนาดจอคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างและอุณหภูมิแสง

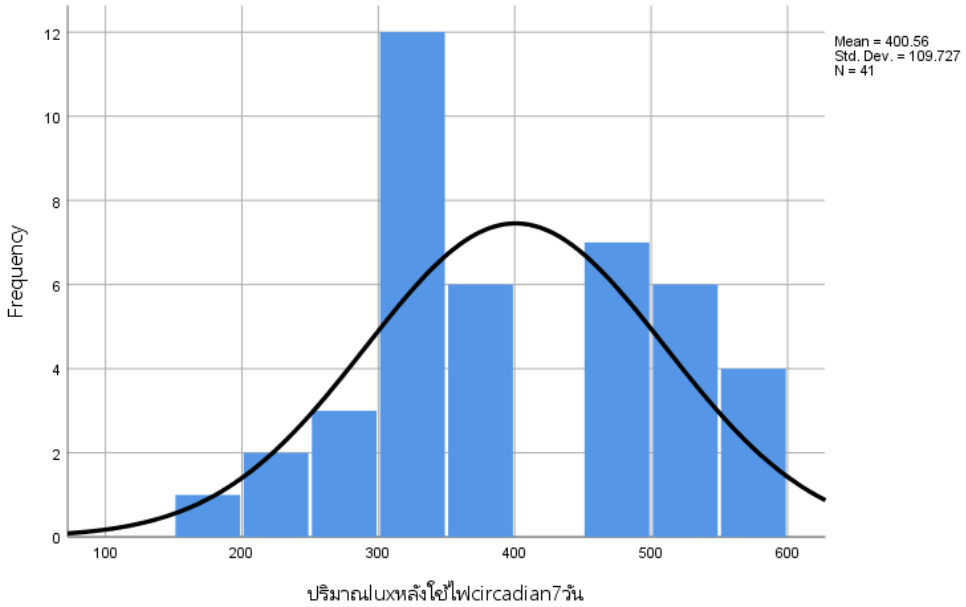
ผลการสำรวจค่าความส่องสว่าง (Illuminance) และอุณหภูมิแสงก่อนและหลังของปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ของ Circadian rhythm ในพื้นที่นั่งกลุ่มตัวอย่าง เป็นดังตาราง 1 จากการตรวจสอบค่าความเบ้ (Skewness) และ ความโด่ง (Kurtosis) ของข้อมูลพบค่า + และ – ของทั้ง Skewness และ Kurtosis ที่น้อยกว่า 2 จึงถือว่าข้อมูลแจกแจงเป็นเส้นโค้งปกติ (Normality) และสามารถนำไปใช้ทดสอบสมมุติฐานโดยใช้สถิติ Parametrics ประเภท Paired T-Tests เพื่อเปรียบค่าแสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงก่อนและหลังการปรับปรุงแสงว่ามีความแตกต่างในด้านคุณภาพตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของ WELL Building Standard หรือไม่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลปริมาณ Lux และอุณหภูมิแสงก่อนและหลังจากของปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm

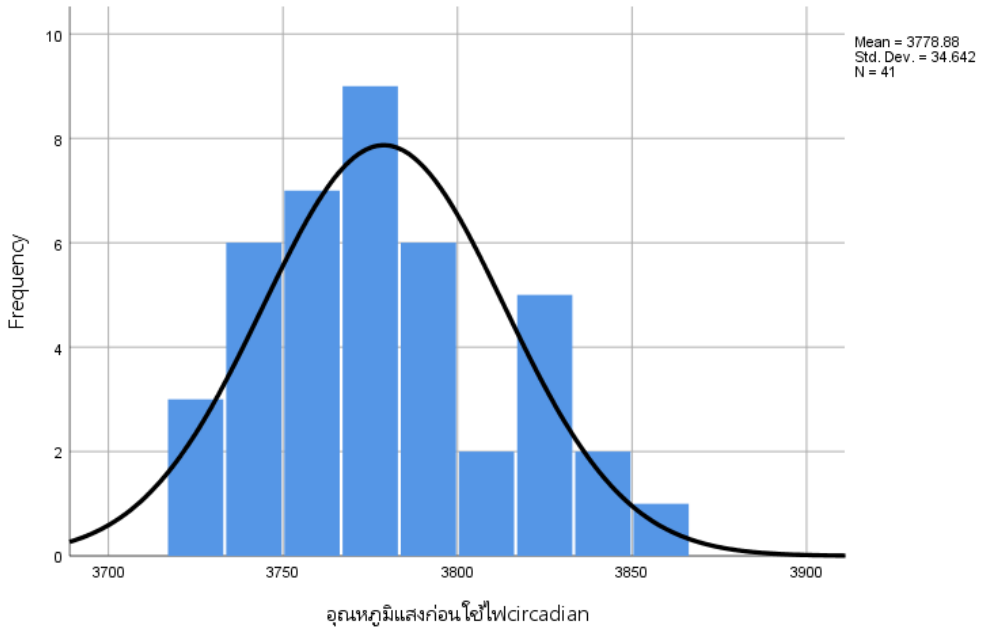
Descriptive Statistics									
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
ความส่องสว่างก่อนปรับปรุงแสง Circadian rhythm (Lux)	41	280	668	481.12	86.264	- 0.04	.369	-.706	.724
ความส่องสว่างหลังปรับปรุงแสง Circadian rhythm3วัน (Lux)	41	169	567	361.32	114.843	.127	.369	-1.179	.724
ความส่องสว่างหลังปรับปรุงแสง Circadian rhythm7วัน (Lux)	41	198	588	400.56	109.727	.182	.369	-1.200	.724
อุณหภูมิแสงก่อนปรับปรุงแสง Circadian rhythm (K)	41	3723	3865	3778.88	34.642	.565	.369	-.232	.724
อุณหภูมิแสงหลังปรับปรุงแสง Circadian rhythm3วัน (K)	41	3954	4652	4303.44	186.102	.171	.369	-.892	.724
อุณหภูมิแสงหลังปรับปรุงแสง Circadian rhythm7วัน (K)	41	4036	4640	4309.93	147.739	.182	.369	-.334	.724
Valid N (listwise)	41								



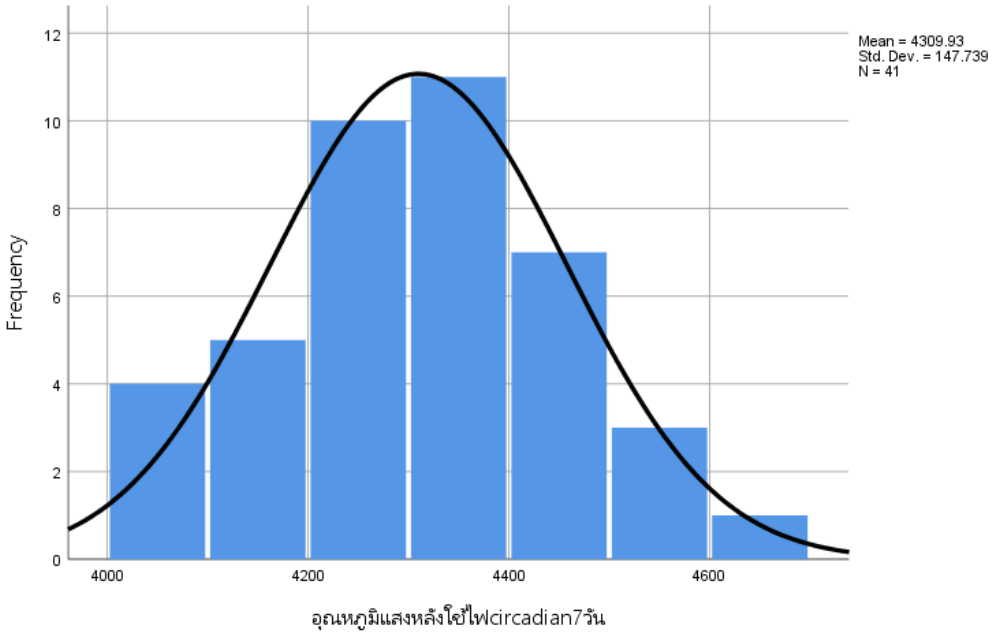
รูปที่ 52 แผนภูมิแสดงการแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลความส่องสว่างก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm



รูปที่ 53 แผนภูมิแสดงการแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลความส่องสว่างหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm 7 วัน



รูปที่ 54 แผนภูมิแสดงการแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลอุณหภูมิแสง ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm



รูปที่ 55 แผนภูมิแสดงการแจกแจงข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง Skewness และKurtosis ของข้อมูลอุณหภูมิแสง หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm

จากผลข้อมูลการสำรวจและเปรียบเทียบก่อนและหลังของปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ของ Circadian rhythm ในพื้นที่นั่งกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ความส่องสว่างและอุณหภูมิของแสงสามารถคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าที่มีปริมาณที่สอดคล้องกับเกณฑ์ของ Circadian rhythm โดยใช้สมการ EML = L × R (WELL Building Standard, Circadian rhythm Design, Q3 2020 version)

พบว่าความส่องสว่างและอุณหภูมิของแสงก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p<0.01$) แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้การปรับปรุงแสงที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm หรือความส่องสว่างและอุณหภูมิของแสงที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านปรับปรุง Melanopic lux หรือ EML ที่มีส่วนสำคัญทำให้เกิดการกระตุ้นของระบบนาฬิกาชีวภาพได้ โดย Melanopic lux เทียบเท่าตามเกณฑ์ Circadian rhythm ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ทำงานเท่ากับ 250 Melanopic lux ขึ้นไป อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวันและทุกวันตลอดทั้งปี (WELL Building Standard : Circadian rhythm Design, 2020) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยพื้นฐานทางชีววิทยาเชิงแสงของร่างกาย (Arendt, 1995) (Klein, 1993) (Moore, 1997) ที่ชี้ให้เห็นว่าแสงมีบทบาทสำคัญในการควบคุมรูปแบบพฤติกรรมของมนุษย์โดยผ่านทางกลไกการกำหนดเวลาภายในร่างกายในแต่ละวัน (M. E. Jewett et al., 1997: 1800 - 1809) และแสงก็ยังสามารถใช้เพื่อการปรับปรุงการนอนหลับ อารมณ์ และความเป็นอยู่โดยทั่วไปได้ (Blume et al, 2019) หรืออีกนัยแสงคือนาฬิการชีวภาพของร่างกายที่เป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมด้านคุณภาพการนอนหลับและสุขภาวะที่ดีอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบข้อความส่องสว่างและอุณหภูมิแสงก่อนและหลังจากของปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
air 1	ความส่องสว่างก่อนปรับปรุงการปรับปรุงแสง Circadian rhythm	481.12	41	86.264	13.472
	ความส่องสว่างหลังปรับปรุงการปรับปรุงแสง Circadian rhythm7วัน	400.56	41	**109.727**	17.136
air 2	อุณหภูมิแสงก่อนปรับปรุงการปรับปรุงแสง Circadian rhythm	3776.44	41	41.513	6.483
	อุณหภูมิแสงหลังปรับปรุงการปรับปรุงแสง Circadian rhythm7วัน	4309.93	41	**147.739**	23.073

จากตารางที่ 4 พบว่าค่า Sd.เพิ่มขึ้นหลังการการปรับปรุงแสงที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm ซึ่งแสดงว่ามีการแปรผันในระดับที่สูงขึ้น โดยการกระจายของข้อมูลหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีการกระจายตัวมากกว่า เนื่องจากค่าแสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงที่ปรับปรุงมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับ Circadian rhythm และอาจเนื่องมาจากการวัดค่าแสงปรับปรุงตามเกณฑ์ Circadian rhythm มีช่วงเวลาที่นานกว่าการวัดค่าแสงก่อนปรับปรุง แต่ทั้งนี้ก็ยังเป็นข้อพิจารณาได้ว่าแสงส่องสว่างที่ทางกลุ่มตัวอย่างได้รับในระหว่างวันเป็นลักษณะของแสงและอุณหภูมิแสงที่มีการผันแปรในระหว่างวันตามช่วงเวลาซึ่งมีความสอดคล้องกับเกณฑ์ของแสงที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm ตามเกณฑ์ WELL Building Standard และสอดคล้องกับการแปรผันของแสงธรรมชาติในระหว่างวัน และการปรับปรุงแสงในระหว่างวันยังส่งผลต่อระยะเวลาการนอนหลับ เนื่องจากผลเชิงบวกของระยะเวลาการนอนหลับเกิดจากการปรับปรุงและการสัมผัสแสงแสงที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm ในระหว่างวัน แสงที่ปรับปรุงจึงมีบทบาทสำคัญในการซิงโครไนซ์ กับ Circadian rhythm ในรูปแบบการพักผ่อนและกิจกรรมประจำวัน ด้วยเช่นกัน (Konis Kyle, 2017: 22 - 38)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความส่องสว่างและอุณหภูมิแสงก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm

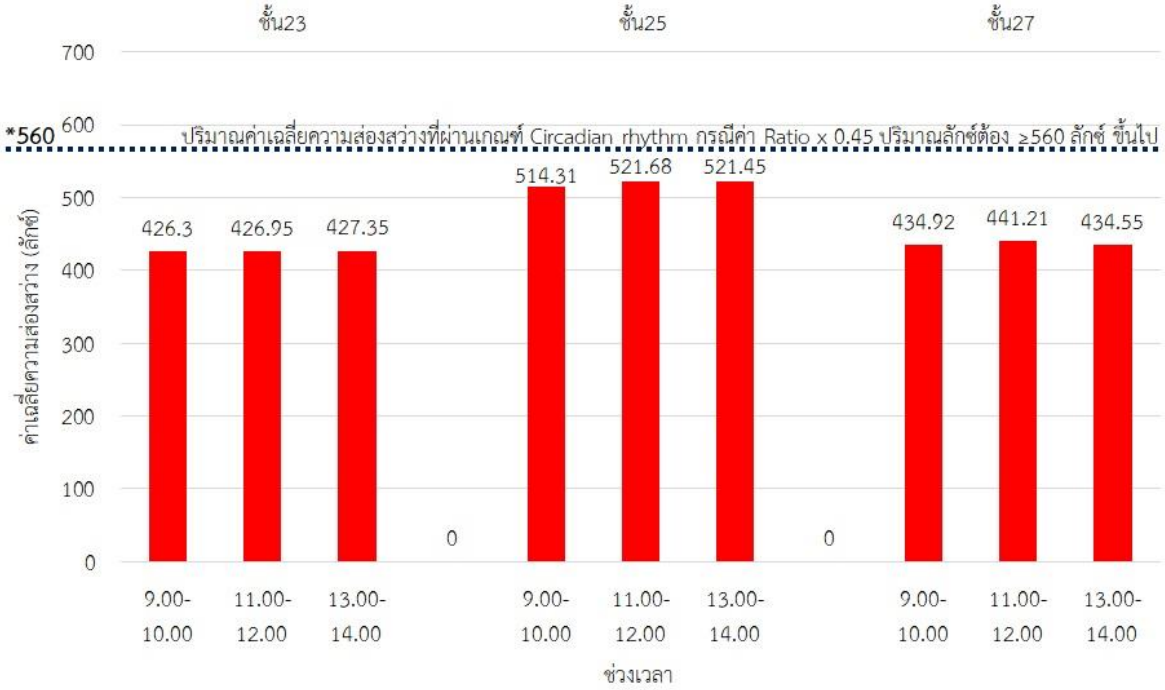
Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
air 1	ความส่องสว่างก่อนปรับปรุงการปรับปรุงแสง Circadian rhythm - ความส่องสว่างหลังการปรับปรุงแสง Circadian rhythm 7 วัน	80.561	121.509	18.976	42.208	118.914	4.245	40	.000
air 2	อุณหภูมิแสงก่อนปรับปรุงแสง Circadian rhythm – อุณหภูมิแสงหลังการปรับปรุงแสงCircadian rhythm 7 วัน	-533.488	161.609	25.239	-584.498	-482.478	-21.137	40	.000

4.2.1 ระดับค่าความส่องสว่าง

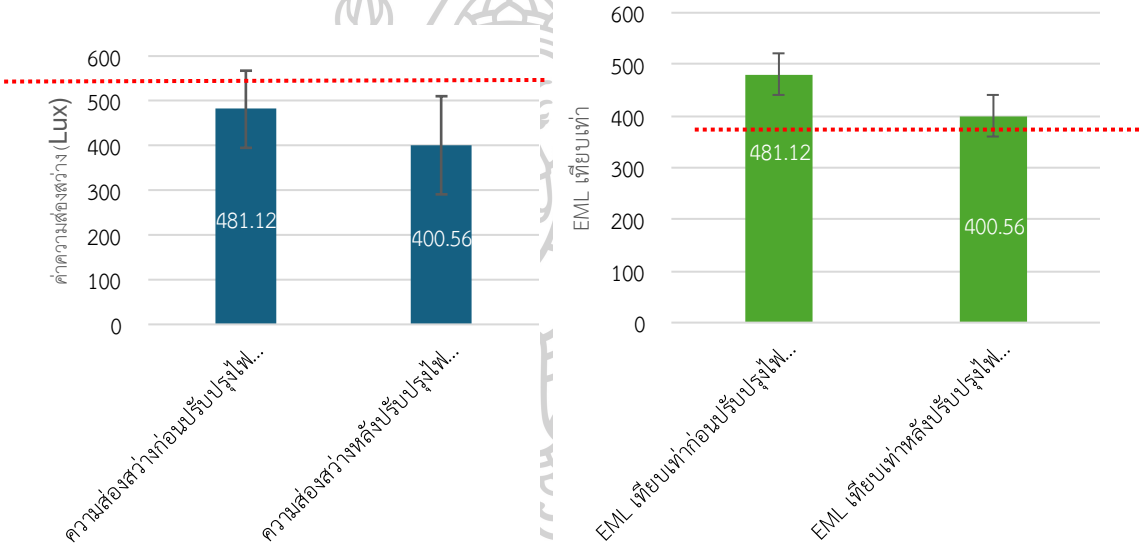
ผลค่าเฉลี่ยความส่องสว่างก่อนการปรับปรุงโดยการวัดความส่องสว่างโดยใช้เครื่องมือวัดแสง Chroma Meter CL-200 Konica วัดที่ระดับพื้นหน้าโต๊ะทำงาน และค่าเฉลี่ยความส่องสว่างหลังการปรับปรุงอาคารให้สอดคล้องกับมาตรฐาน Circadian rhythm โดยใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์แสงปุ่ม LYS ชนิดติดตามตัวเพื่อวัดความส่องสว่างที่ได้รับในระหว่างวันของแต่ละบุคคล เพื่อนำมาคำนวนหา Melanopic lux เทียบเท่า โดยใช้สมการ [4]

(1) ผลค่าเฉลี่ยความสว่างก่อนการปรับปรุงในอาคารกรณีศึกษา คือ 481.12 Lux โดยทั้งนี้การวัดค่ามีข้อจำกัดด้านเวลาการทำงาน โดยสามารถทำการวัดเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่ 09.00 น. ถึงช่วงเวลาประมาณ 14.30 น. และเครื่องมือที่ใช้วัดค่าคือ Chroma Meter CL-200 Konica Minolta ที่ระดับเหนือพื้นหน้าโต๊ะทำงาน 0.40 ม. ซึ่งสามารถคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าตามสมการ [1] และใช้ Melanopic Ratio แทนค่าตามตาราง 4.4 คือ EML = 216.6 (รูปที่ 4.15 และ 4.16) ได้ผลลัพธ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน Circadian rhythm ของ WELL Building Standard จาก International WELL Building Institute ที่กำหนดว่าต้องมี 250 Melanopic lux เทียบเท่าขึ้นไป อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวันและทุกวันตลอดทั้งปี



รูปที่ 56 สรุปค่าเฉลี่ยแสงส่องสว่างของสำนักงานก่อนการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm

(2) ผลค่าเฉลี่ยความส่องสว่างหลังการปรับปรุงในอาคารกรณีศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐาน Circadian rhythm โดยใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์แสงปุ่ม LYS ชนิดติดตามตัว (ตามรายละเอียดในบทที่ 3) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 400.56 Lux ซึ่งการใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์แสงปุ่ม LYS ชนิดติดตามตัวนี้ ผลของการวัดหรือบันทึกแสงจะได้รับผลบันทึกตั้งแต่เวลา 9.00 น. ถึง เวลา 17.00 น. ซึ่งจะมีระยะเวลาในการวัดหรือบันทึกข้อมูลการสัมผัสแสงและอุณหภูมิแสงที่นานกว่าการวัดค่าก่อนปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ฯประมาณ 2.30 ชม. และผลค่าเฉลี่ยความส่องสว่างหลังการปรับปรุงแสงสามารถคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าตามสมการ [1] คือ 400.56 x 0.76 = 304.42 (รูปที่ 57 และ 58) ซึ่งมีผลสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน Circadian rhythm ของ WELL Building Standard จาก International WELL Building Institute



รูปที่ 57 ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm (ซ้าย)

รูปที่ 58 ค่าเฉลี่ย EML เทียบเท่าและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm (ขวา)

การพิจารณาค่า Ratio ของหลอดไฟ Fluorescent ที่ใช้ติดตั้งเพื่อส่องสว่างในพื้นที่ปัจจุบันจากผลการวัด ค่า CCT ที่ได้ระหว่าง 2,000-3,000 จึงแทนค่าด้วย 0.45 จากเกณฑ์ของ International Well Building Institute (ตารางที่ 6) และการพิจารณาค่า Ratio หลังการปรับปรุงโดยปรับปรุงแสง LED ที่ใช้ติดตั้งเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐาน Circadian rhythm ในพื้นที่ และมีผลการวัด ค่า CCT ได้ระหว่าง 3,000-4,000 จึงแทนค่าด้วย 0.76 จากเกณฑ์ของ International Well Building Institute (ตารางที่ 6) ซึ่งค่าMelanopic lux เทียบเท่าทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

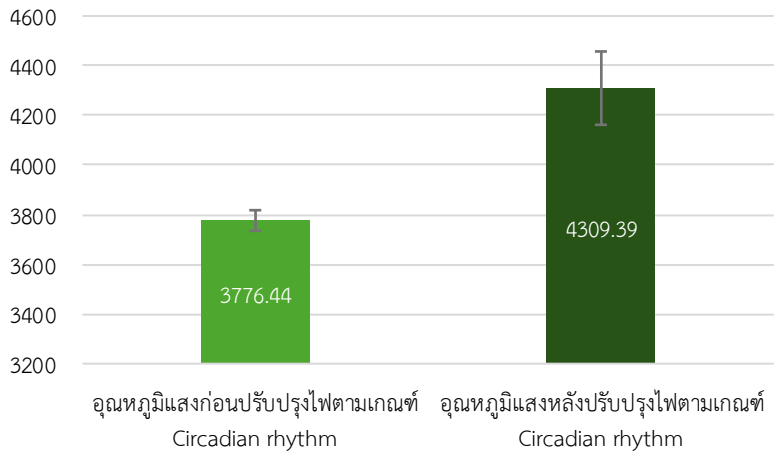
จำนำมาคำนวน EML (Melanopic Lux) ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ทำงานตามประเภทงาน (ในที่นี้คือประเภทงานบัญชี,การเงินและงานด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม) เทียบเท่าตามเกณฑ์ WELL Building Standard ของ International Well Building Institute ต่อไป

ตารางที่ 6 ตารางแสดง Melanopic Ratio (R)
ที่มา : ดัดแปลงจาก (WELL, 2017)

CCT (K)	Light source	Ratio
2700	**LED**	0.45
3000	**Fluorescent**	0.45
2800	**Incandescent**	0.54
4000	**Fluorescent**	0.58
4000	**LED**	0.76
5450	**CIE E (Equal Energy)**	1.00
6500	**Fluorescent**	1.02
6500	**Daylight**	1.10
7500	**Fluorescent**	1.11

4.2.2 อุณหภูมิแสง

จากข้อมูลผลสำรวจก่อนการปรับปรุงแสงฯโดยการวัดความส่องสว่างที่ระดับความสูง 0.40 เหนือระนาบพื้นโต๊ะโดยใช้เครื่องมือวัดแสง Chroma Meter CL-200 Konica Minolta ตามอุณหภูมิแสงปัจจุบันของมาตรฐานแหล่งกำเนิดแสงภายในอาคารกรณีศึกษา (โคมตะแกรงติดตั้งไฟ Fluorescent) พบว่ามีปริมาณอุณหภูมิแสงเฉลี่ยอยู่ 3776.44 เคลวิน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Sd.= 41.51) ซึ่งไม่พบความสอดคล้องกับอุณหภูมิแสงที่สัมพันธ์กับความผันแปรของแสงธรรมชาติและสัมพันธ์กับระบบนาฬิกาชีวภาพของมนุษย์ในระหว่างวันที่จะอยู่ที่ประมาณ 3,000k - 6,500 K (เคลวิน) และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแสงที่ได้จากการติดตั้งแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm ที่ติดตั้งที่ระดับฝ้าเพดานและระดับสายตาหรือความสูงในระดับสายตาขณะนั่งทำงานที่ 1.20 ม.จากระดับพื้นห้องหรือระดับความสูง 0.45 เหนือระนาบพื้นโต๊ะทำงาน โดยใช้อุปกรณ์วัดความส่องสว่างแบบปุ่ม LYS รุ่น 1.0 ชนิดติดตามตัวกลุ่มตัวอย่างในลักษณะของการติดที่สาบเสื้อ ,กระเป๋าเสื้อหรือสายคล้องคอบัตรพนักงานโดยจะเป็นลักษณะของการเซ็นเซอร์แสง พบว่ามีค่าอุณหภูมิแสงเฉลี่ยอยู่ที่ 4309.39 K.และ Sd.= 147.73 (รูปที่ 59)



รูปที่ 59 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิแสงและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm

จากแผนภูมิค่าอุณหภูมิแสงเฉลี่ยหลังการปรับปรุงแสง Circadian rhythm พบว่าอุณหภูมิแสงก่อนที่มีการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ตามตารางที่ 5 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Sd.) จะใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแสงที่ใช้ปกติอย่างมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิแสงปกติที่ใช้ภายในสำนักงานมีลักษณะค่อนข้างคงที่ แต่เมื่อพิจารณาจากแสงส่องสว่างตามมาตรฐาน Circadian rhythm ที่ปรับปรุงเพิ่มเติมจะพบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิแสงจะห่างจากค่าเฉลี่ยมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิแสงระหว่างวันจะมีการผันแปรสอดคล้องกับช่วงอุณหภูมิสีที่สัมพันธ์กับแสงธรรมชาติและสัมพันธ์กับระบบนาฬิกาชีวภาพของมนุษย์ในระหว่างวันหรืออยู่ที่ประมาณ 3,000k - 6,500 K ซึ่งเป็นอุณหภูมิแสงในช่วงระยะเวลาทำงานปกติจึงมีส่วนช่วยส่งเสริมให้ระบบ Circadian rhythm หรือนาฬิกาชีวภาพของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างทดลองทำงานได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น หรือสามารถอธิบายได้ว่าช่วงอุณหภูมิแสงที่ประมาณ 3,000 K เป็นเวลาช่วงก่อนเริ่มงาน ประมาณ 8 - 9 โมงเช้าที่แสงธรรมชาติจะเป็นสีฟ้าสดใสแต่เมื่อเวลาพระอาทิตย์ใกล้ตกดิน แสงจะนุ่มลงและมีสีแดงมากขึ้น หรืออุณหภูมิแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงสีจากฟ้าใสสู้สีน้ำเงินเข้มและค่อยๆลดลงมาเป็นสีฟ้าและเป็นสีแดงอย่างช้าๆ ในที่สุด, ค่าอุณหภูมิแสงก็จะเพิ่มสูงตั้งแต่เช้าและค่อยๆลดลงในตอนเย็นของรอบวันสอดคล้องกับสีของอุณหภูมิแสง ในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแสง แสงก็จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณภาพไปยังสมองที่ควบคุมจังหวะการทำงานของร่างกายหรือ Circadian rhythm ให้ทำงานอย่างสมดุลในทุกส่วนร่างกายตามรอบวันอย่างสม่ำเสมอ

4.3 ผลการประเมินคุณภาพการนอนหลับโดยแบบสอบถามของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI)

ผลคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับจากแบบสอบถาม PSQI ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของ International Well Building Institute แสดงดังตารางที่ 7 โดยก่อนปรับปรุงแสงสว่างมีค่าคะแนนเฉลี่ย PSQI อยู่ที่ 7.32 และหลังปรับปรุงแสงสว่างมีค่าเฉลี่ยคะแนน PSQI อยู่ที่ 6.22 จำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ประเมินก่อนปรับปรุงแสงสว่างอยู่ที่ 11 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 27 มีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ 30 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 73 และหลังการปรับปรุงแสงสว่างมีจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้น 11 ราย อยู่ที่ 22 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 54 และมีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ 19 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 46

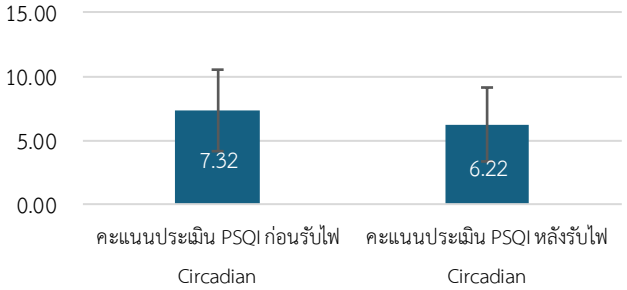
ตารางที่ 7 เปรียบเทียบคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับของแบบสอบถาม PSQI ก่อนและหลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm

Paired Samples Statistics				
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนน PSQI ก่อนปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm	7.32	41	3.182	.497
คะแนน PSQI หลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm	6.22	41	2.885	.451

ตารางที่ 8 สรุปคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับของแบบสอบถาม PSQI ก่อนและหลังจากของปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm

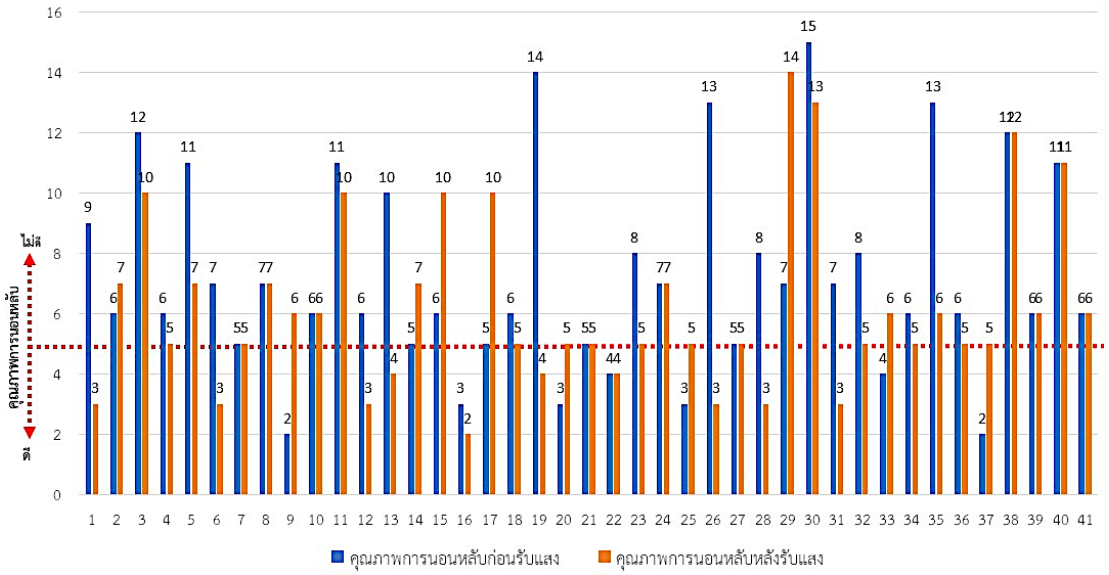
Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
คะแนน PSQI ก่อนปรับปรุงแสง Circadian rhythm - คะแนนประเมิน PSQI หลังปรับปรุงแสง Circadian rhythm	1.098	2.364	.369	.351	1.844	2.972	40	.005

จากการวิเคราะห์ด้วย Paired T-Test พบความแตกต่างของคุณภาพการนอนหลับ ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงแสงสว่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงแสงสว่างสามารถเพิ่มคุณภาพการนอนหลับได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

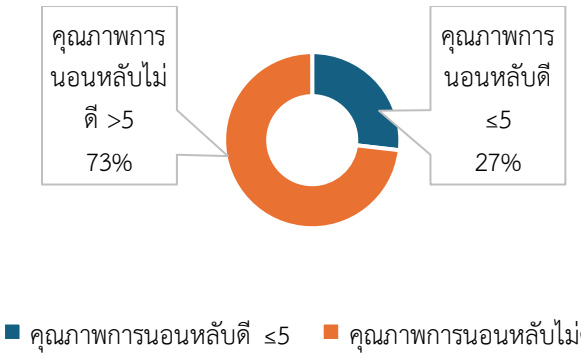


รูปที่ 60 ค่าผลคะแนนการประเมินคุณภาพการนอนหลับ (PSQI) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm

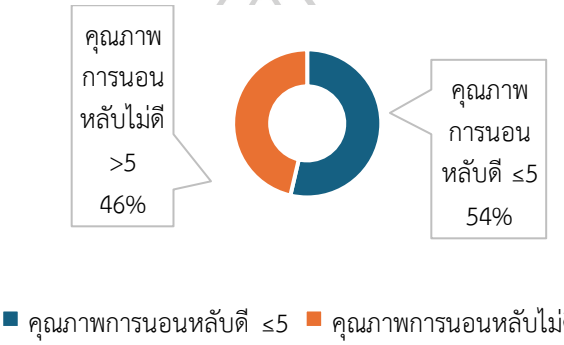
จากรูปที่ 60 แสดงผลคะแนนการประเมินคุณภาพการนอนหลับจากแบบสอบถามพิตส์เบิร์ก (PSQI) และ Error bar ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับและค่า Sd.มีค่าต่ำลงกว่าก่อนการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ฯ (คุณภาพการนอนหลับดี คะแนน ≤ 5 , คุณภาพการนอนหลับไม่ได้ >5) , (Sd.ก่อนปรับปรุงแสง = 3.18 , Sd.หลังปรับปรุงแสง = 2.88) ซึ่งสามารถพิจารณาได้ว่าคะแนนการประเมินคุณภาพการนอนหลับจากแบบสอบถามพิตส์เบิร์ก (PSQI) มีทิศทางดีขึ้นหลังจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างได้ทำแบบประเมินหลังจากการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm



รูปที่ 61 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจำนวนและคะแนนที่ได้รับของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินแบบสอบถามคุณภาพการนอนหลับ ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm (n = 41)



รูปที่ 62 จำนวนร้อยละผลคะแนนคุณภาพการนอนหลับจากแบบประเมิน PSQI ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง



รูปที่ 63 จำนวนร้อยละผลคะแนนคุณภาพการนอนหลับจากแบบประเมิน PSQI หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง

4.3.1 สรุปจำนวนคุณภาพการนอนหลับจากแบบสอบถามพิตส์เบิร์ก (PSQI) ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของกลุ่มตัวอย่าง (n = 41)

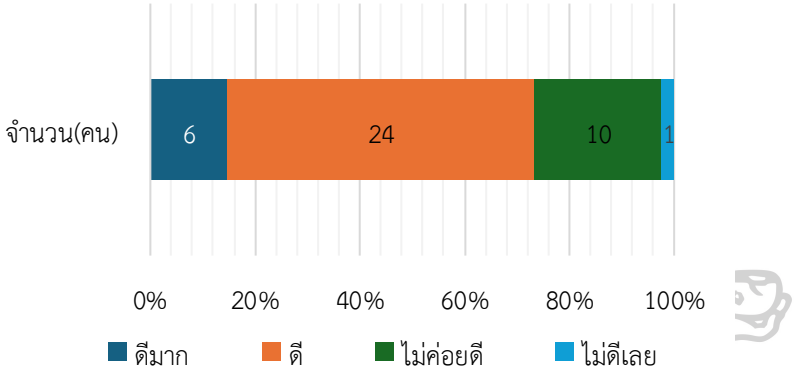
ตารางที่ 9 จำนวนคุณภาพการนอนหลับจากแบบสอบถามพิตส์เบิร์ก (PSQI) ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของกลุ่มตัวอย่าง (n = 41)

ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm	จำนวน	ร้อยละ
≤ 5 คะแนน (คุณภาพการนอนหลับดี)	11	27
> 5 คะแนน (คุณภาพการนอนหลับไม่ดี)	30	73
หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm	**จำนวน**	**ร้อยละ**
≤ 5 คะแนน (คุณภาพการนอนหลับดี)	22	54
> 5 คะแนน (คุณภาพการนอนหลับไม่ดี)	19	46

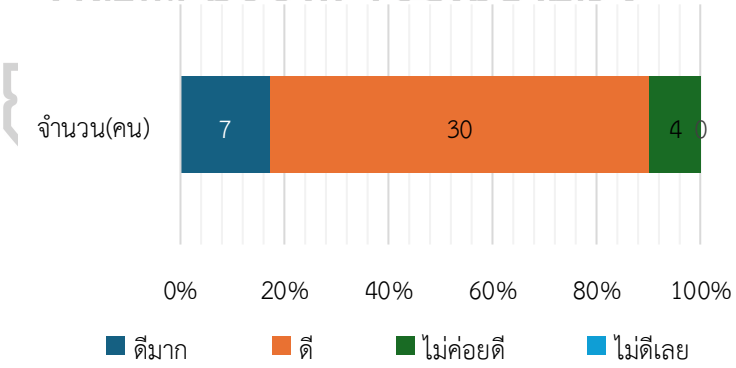
4.3.2 เปรียบเทียบสัดส่วนการของ 7 องค์ประกอบในแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก

เปรียบเทียบสัดส่วนการของ 7 องค์ประกอบในแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm มีดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คุณภาพการนอนหลับของส่วนบุคคล



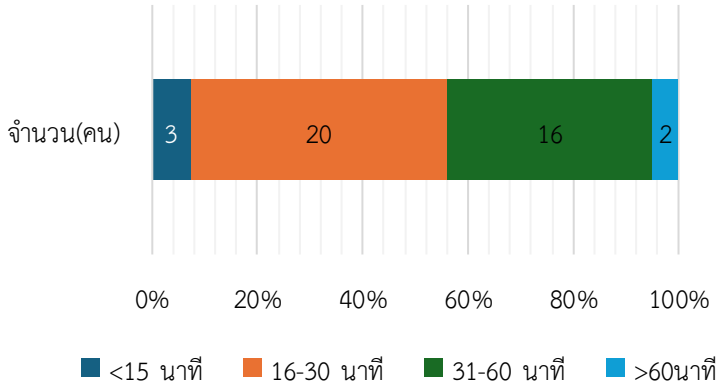
รูปที่ 64 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับคุณภาพการนอนหลับของส่วนบุคคลก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง



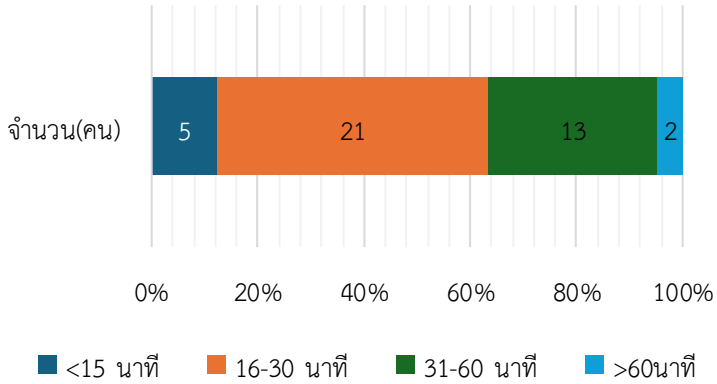
รูปที่ 65 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับคุณภาพการนอนหลับของส่วนบุคคลหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง

คุณภาพการนอนของส่วนบุคคลดีมาเพิ่มขึ้นเป็น 7 คน (ร้อยละ 17) จากเดิม 6 คน (ร้อยละ 15) ด้านคุณภาพกานนอนหลับดีเพิ่มขึ้นเป็น 30 คน (ร้อยละ 73.17) จากเดิมก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 24 คน (ร้อยละ 58.54) คะแนนเฉลี่ยคุณภาพการนอนหลับอยู่ที่ 0.93 คะแนน เดิมอยู่ที่ 1.15 คะแนน และจัดอยู่ในเกณฑ์มีคุณภาพการนอนหลับส่วนบุคคลดี (รูปที่ 64 และ 65)

องค์ประกอบที่ 2 ระยะเวลาตอบสนองต่อการนอนหลับ



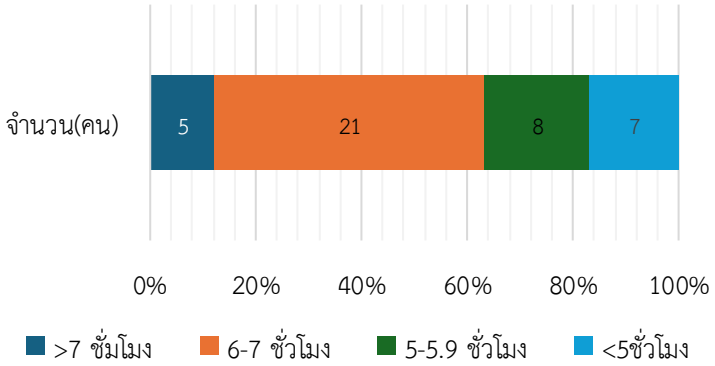
รูปที่ 66 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระยะเวลาตอบสนองต่อการนอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง



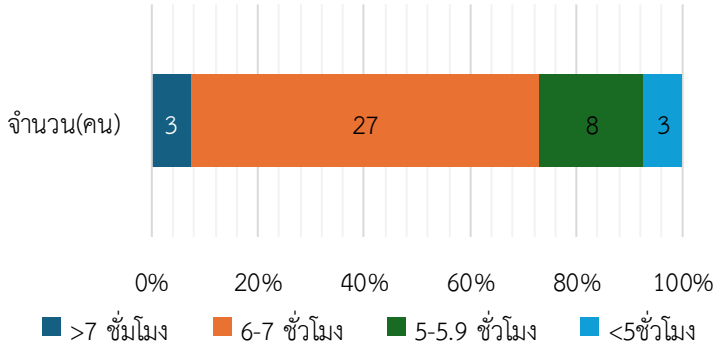
รูปที่ 67 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระยะเวลาตอบสนองต่อการนอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง

องค์ประกอบ 2 ระยะเวลาตอบสนองต่อการนอนหลับดีหลังการได้สัมผัสแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm พบว่าดีขึ้นเป็น 21 คน (ร้อยละ 51.22) จากเดิมก่อนการปรับปรุงแสงอยู่ที่ 20 คน (ร้อยละ 48.78) และคะแนนเฉลี่ยคุณภาพการนอนหลับอยู่ที่ 1.29 คะแนน จากเดิมก่อนการปรับปรุงแสงอยู่ที่ 1.41 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์มีระยะเวลาตอบสนองต่อการนอนหลับดี (รูปที่ 66 และ 67)

องค์ประกอบที่ 3 ระยะเวลาการนอนหลับ



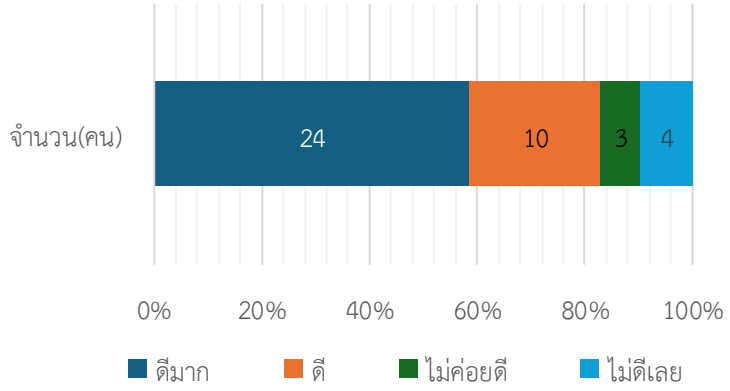
รูปที่ 68 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระยะเวลาการนอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง



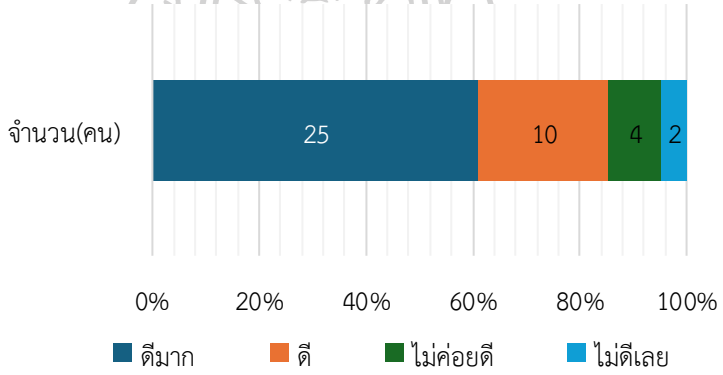
รูปที่ 69 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระยะเวลาการนอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง

องค์ประกอบ 3 ระยะเวลาการนอนหลับที่มากกว่า 7 ชั่วโมงมีจำนวนน้อยลงอยู่ที่ 3 คน จากเดิม 5 คน, จำนวนชั่วโมงการนอนหลับระหว่าง 6-7 ชั่วโมงดีขึ้นจากเดิมอยู่ที่ 27 คน (ร้อยละ 65.85) เดิมอยู่ที่ 21 คน (ร้อยละ 51.22), คะแนนเฉลี่ยระยะการนอนหลับอยู่ที่ 1.27 คะแนน มีค่าเฉลี่ยที่ดีขึ้นจากเดิมที่ 1.41 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ระยะเวลาชั่วโมงการนอนหลับดี (รูปที่ 68 และ 69)

องค์ประกอบที่ 4 ประสิทธิภาพการนอนหลับ



รูปที่ 70 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับประสิทธิภาพการนอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง

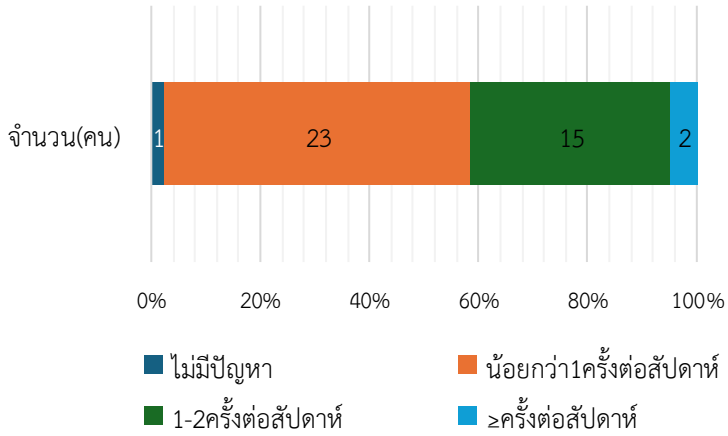


ง

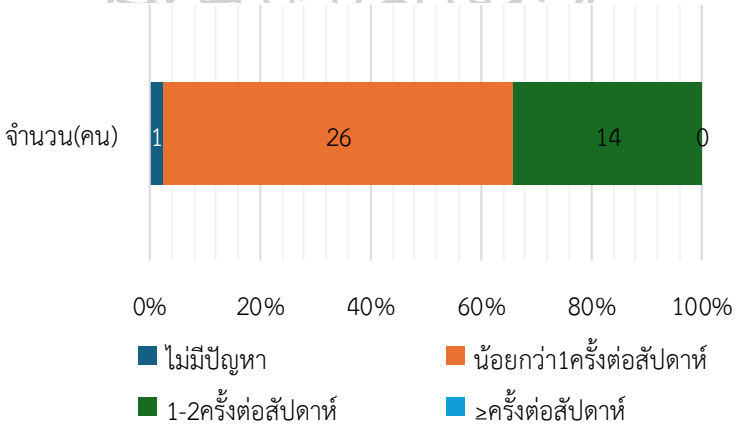
รูปที่ 71 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับประสิทธิภาพการนอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง

องค์ประกอบ 4 ประสิทธิภาพการนอนหลับดีขึ้น จากเดิมอยู่ที่ 24 คน (ร้อยละ 58.54) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างเพิ่มเป็น 25 คน (ร้อยละ 60.98) และมีคะแนนเฉลี่ยของประสิทธิภาพการนอนหลับที่ 0.59 คะแนน จากเดิมที่ 0.68 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ของประสิทธิภาพการนอนหลับดี (รูปที่ 70 และ 71)

องค์ประกอบที่ 5 ปัญหารบกวนการนอนหลับ



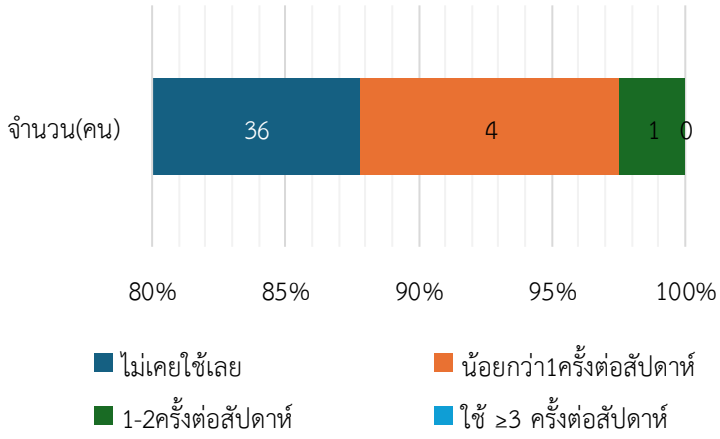
รูปที่ 72 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับปัญหารบกวนการนอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง



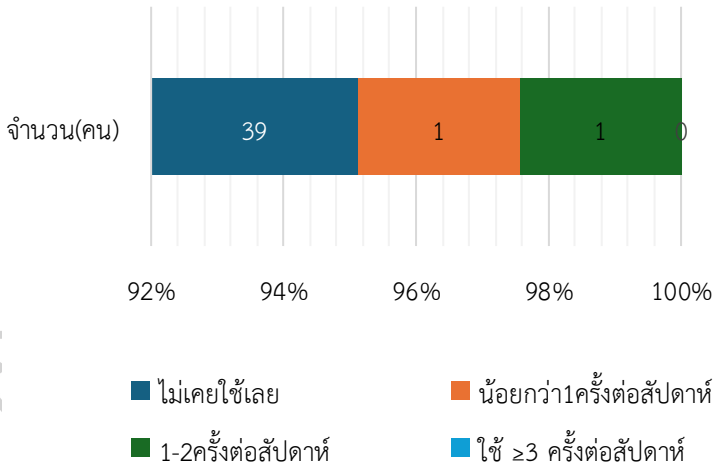
รูปที่ 73 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับปัญหารบกวนการนอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง

องค์ประกอบ 5 ปัญหารบกวนการนอนหลับน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ดีขึ้น จากเดิมอยู่ที่ 23 คน(ร้อยละ 56.10) แต่หลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างเพิ่มเป็น 26 คน (ร้อยละ 63.41) และคะแนนเฉลี่ยของประสิทธิภาพการนอนหลับอยู่ที่ 1.32 คะแนน จากเดิมอยู่ที่ 1.44 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ของการมีปัญหารบกวนการนอนหลับที่น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ (รูปที่ 72 และ 73)

องค์ประกอบที่ 6 การใช้ยานอนหลับ



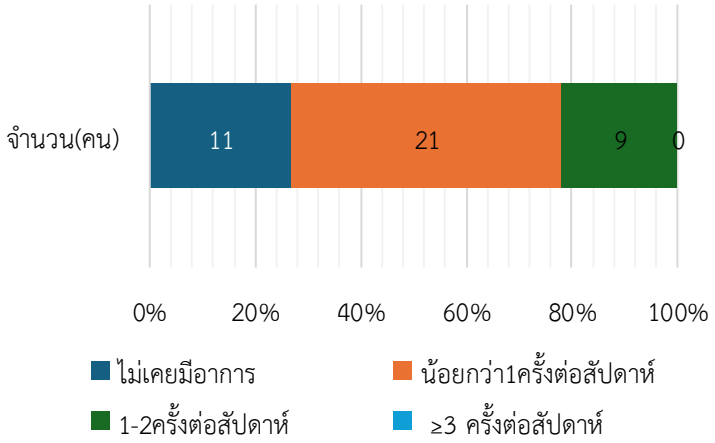
รูปที่ 74 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับการใช้ยานอนหลับก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง



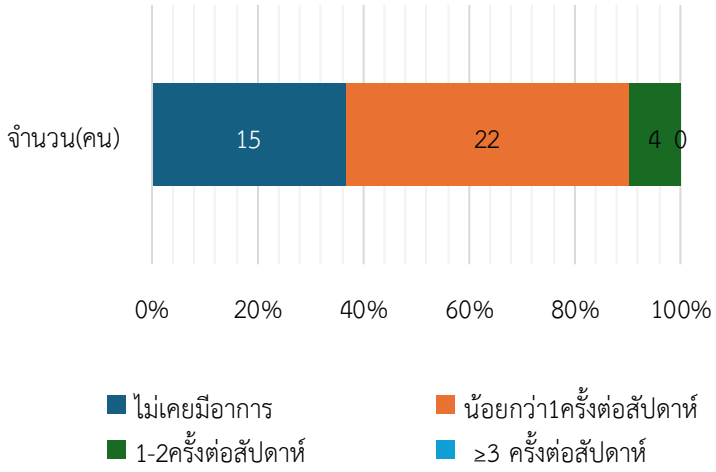
รูปที่ 75 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับการใช้ยานอนหลับหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง

องค์ประกอบ 6 แสดงการไม่เคยใช้ยานอนหลับต่อสัปดาห์ที่ดีขึ้นจากเดิม เดิมอยู่ที่ 36 คน (ร้อยละ 87.80) หลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 39 คน (ร้อยละ 95.12) และการใช้ยานอนหลับน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ลดลงเหลือ 1 คน จากเดิม 4 คน คะแนนเฉลี่ยของการใช้ยานอนหลับอยู่ที่ 0.07 คะแนน จากเดิมอยู่ที่ 0.15 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ของการไม่เคยใช้ยานอนหลับในระหว่างสัปดาห์ (รูปที่ 74 และ 75)

องค์ประกอบที่ 7 ความผิดปกติในเวลากลางวัน



รูปที่ 76 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับความผิดปกติในเวลากลางวันก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่าง

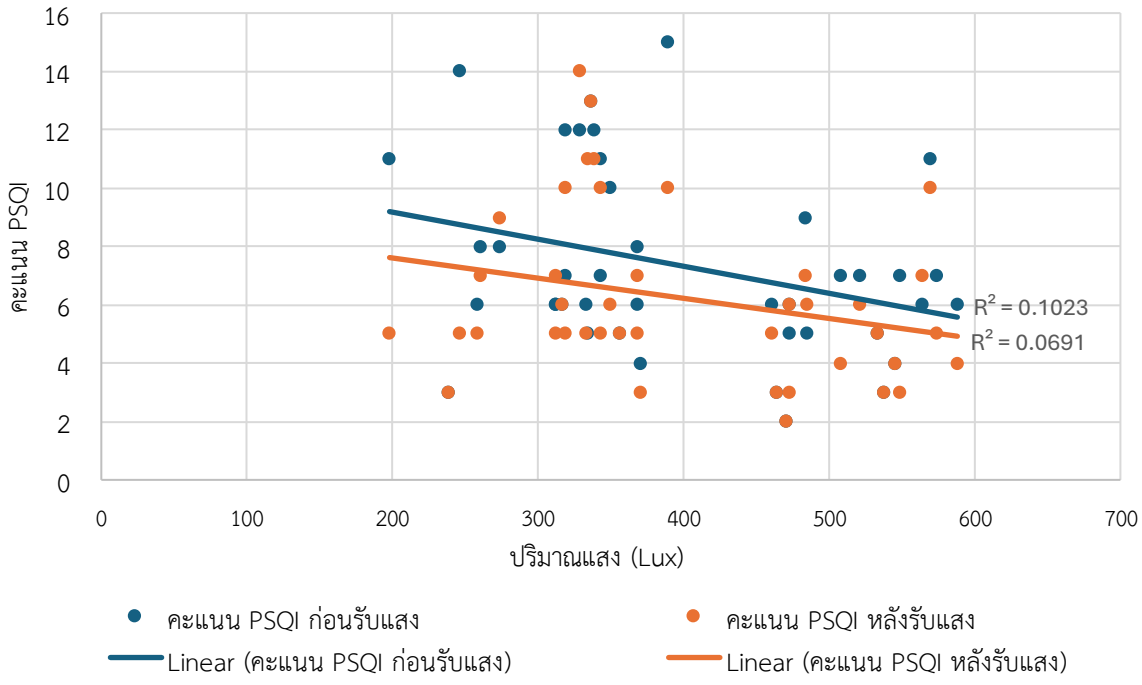


รูปที่ 77 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับความผิดปกติในเวลากลางวันหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง

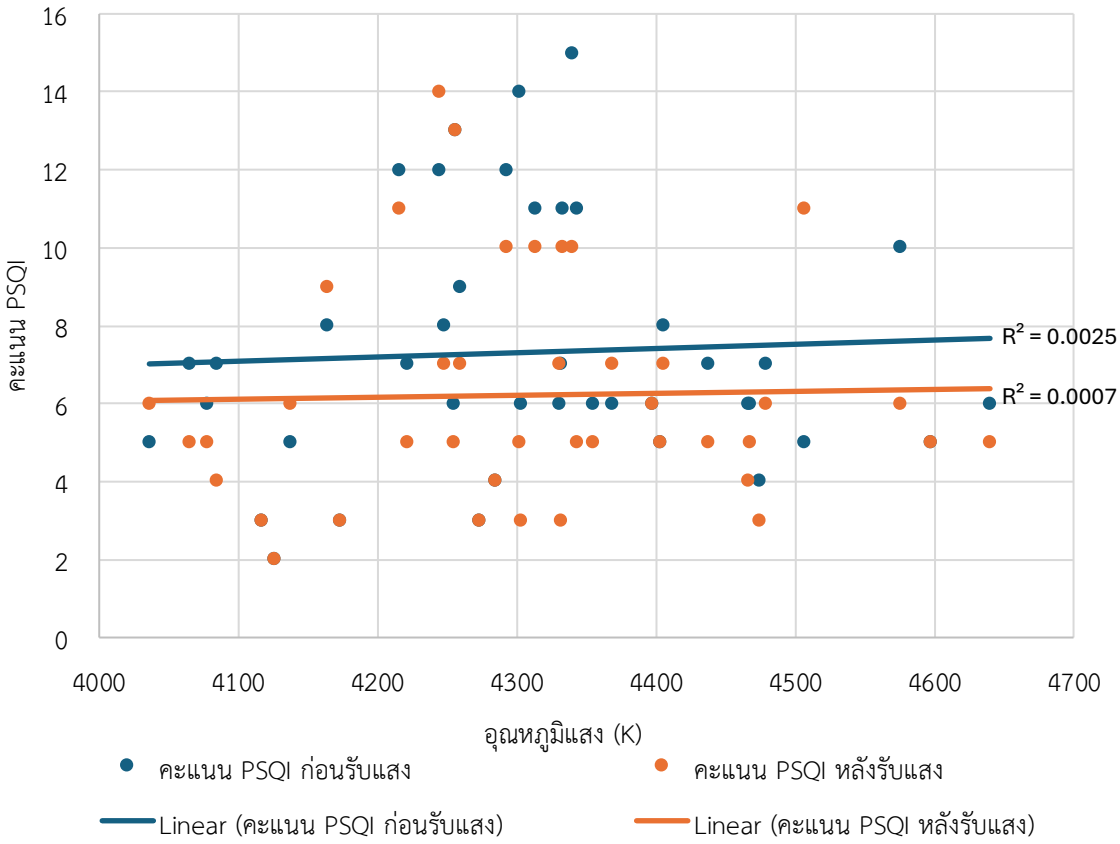
องค์ประกอบ 7 แสดงการความผิดปกติในเวลากลางวัน เช่น ง่วงนอน, เผลอหลับต่อสัปดาห์ โดยหัวข้อไม่มีอาการผิดปกติดีขึ้นจากเดิม ซึ่งเดิมอยู่ที่ 11 คน (ร้อยละ 26.83) หลังการปรับปรุงแสงส่องสว่าง เพิ่มขึ้นเป็น 15 คน (ร้อยละ 36.59) และจำนวนผู้ที่มีอาการ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ลดลงเหลือ 4 คน จากเดิม 9 คน คะแนนเฉลี่ยของความผิดปกติในเวลากลางวันอยู่ที่ 0.73 คะแนน จากเดิมที่ 0.95 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์มีอาการผิดปกติในเวลากลางวันน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ (รูปที่ 76 และ 77)

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างและคะแนนการประเมินจากแบบสอบถามของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) ที่ส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับ

จากการพิจารณาค่าของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ คือ ค่าความส่องสว่าง ก่อนและหลังปรับปรุงแสงมาตรฐาน Circadian rhythm และ คะแนนการประเมินคุณภาพการนอนหลับก่อนและหลังปรับปรุงแสง Circadian rhythm ดังที่แสดงจุดบนแผนภูมิ Scatter Plot (รูปที่ 4.36) พบว่าข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัว แต่ก็สามารถช่วยอธิบายถึงความสัมพันธ์และแนวโน้มของค่าทั้งสองได้ ในส่วนของข้อมูลที่ออกมาเป็น Trend Line ในลักษณะของประเภท Negative Correlation หรือการแสดงผลของข้อมูลไปในทิศทางลบ กล่าวคือผลของปริมาณ Lux (ค่า X) มีปริมาณที่มากขึ้น ระดับคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับ (ค่า Y) จะมีค่าน้อยลงหรือมีคุณภาพการนอนหลับดีขึ้น (คุณภาพการนอนหลับดี ต้องมีผลคะแนน ≤ 5 คะแนน) โดยเส้นแนวโน้มนี้บอกถึงแนวโน้มการเกิดขึ้นของข้อมูลคุณภาพการนอนหลังจากได้การปรับปรุงแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm ว่ามีแนวโน้มที่ลดลง อันเนื่องมาจากการประเมินคุณภาพการนอนหลับหลังปรับปรุงแสงที่มีประสิทธิภาพหรือแสงมาตรฐาน Circadian rhythm ที่ช่วยช่วยส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับให้ดีขึ้นได้



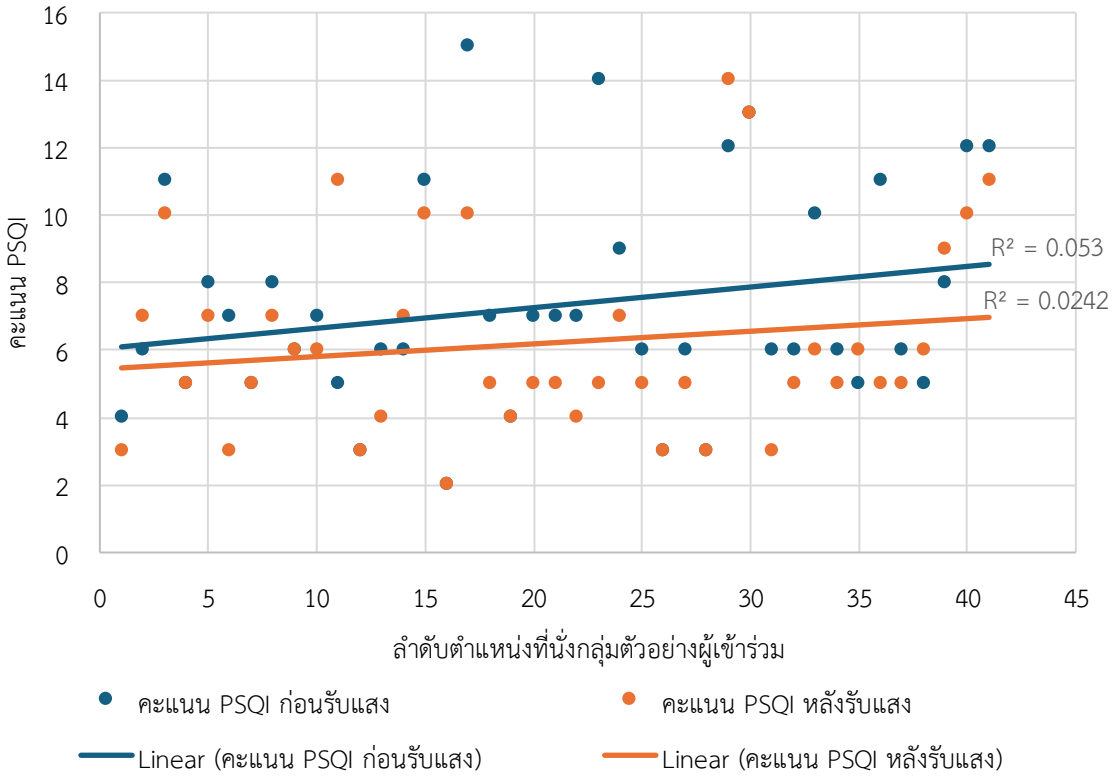
รูปที่ 78 ความสัมพันธ์ในเชิง Negative Correlation ของความส่องสว่างก่อนและหลังใช้แสงมาตรฐาน Circadian rhythm กับคะแนนประเมิน PSQI คุณภาพการนอนหลับ



รูปที่ 79 ความสัมพันธ์เชิง Positive Correlation และเส้นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเป็น Nagative Correlation ของอุณหภูมิแสงก่อนใช้แสงมาตรฐาน Circadian rhythm กับคะแนนประเมิน PSQI คุณภาพการนอนหลับ

จากการพิจารณาค่าของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ค่าปริมาณอุณหภูมิแสงก่อนและหลังปรับปรุงแสงมาตรฐาน Circadian rhythm และ คะแนนการประเมินคุณภาพการนอนหลับก่อนและหลังปรับปรุงแสง Circadian rhythm ดังที่แสดงจุดบนแผนภูมิ Scatter Plot (รูปที่ 78 และ 79) ที่พบว่าข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัว และแม้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) อาจจะไม่บ่งชี้หรือแสดงถึงไม่ได้มีความสัมพันธ์กัน แต่แผนภูมิการกระจายตัวของข้อมูลก่อนและหลังก็สามารถช่วยอธิบายถึงความสัมพันธ์และแนวโน้มของค่าทั้งสองได้ว่ามีทิศทางแนวโน้มเป็นไปตามความคาดหวัง คือคะแนนคุณภาพการนอนดีหลังจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างได้การปรับปรุงแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm ซึ่งพิจารณาได้จากในส่วนของข้อมูลที่ออกมาเป็น Trend Line ในลักษณะของประเภท Positive Correlation หรือการแสดงผลของข้อมูลไปในทิศทางบวก กล่าวคือถ้าการได้รับอุณหภูมิแสงที่มากขึ้นตามเกณฑ์ Circadian (ค่า X) ก็จะทำให้มีผู้ที่ทำคะแนนคุณภาพการนอนหลับดี มีมากขึ้นค่าหรือมีแนวโน้มมีคุณภาพการนอนหลับดีผ่านเกณฑ์คุณภาพการนอนหลับที่มากขึ้น (ค่า Y) (ระดับคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับดีต้องมีผลคะแนน ≤ 5 คะแนน) ซึ่งจากแผนภูมิจะเห็น

ถึงจำนวนผู้ทดสอบคุณภาพการนอนหลับมีคะแนนทดสอบที่ลดลงหลังจากได้การปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ซึ่งสังเกตุได้ว่าเส้นแนวโน้มนี้แสดงถึงแนวโน้มที่ค่อยๆเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางของ Negative Correlation หลังจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างได้การปรับปรุงแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm และตอบแบบสอบถามคุณภาพการนอนหลับ (PSQI) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าปรับปรุงแสงที่มีประสิทธิภาพหรือแสงมาตรฐาน Circadian rhythm ให้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างแล้วจะมีแนวโน้มที่สามารถช่วยส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับให้ดียิ่งขึ้นได้

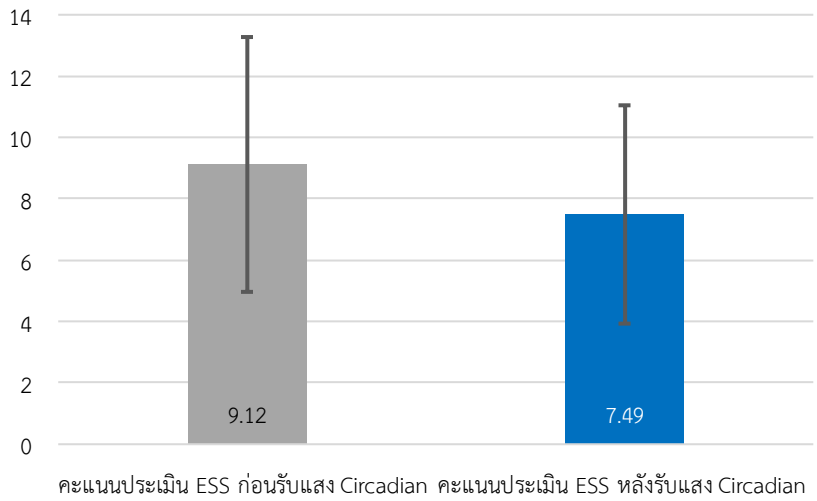


รูปที่ 80 กราฟแสดงความสัมพันธ์ในของข้อมูลแสงหลังใช้แสงมาตรฐาน Circadian rhythm กับคะแนนประเมิน PSQI คุณภาพการนอนหลับก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างrhythm

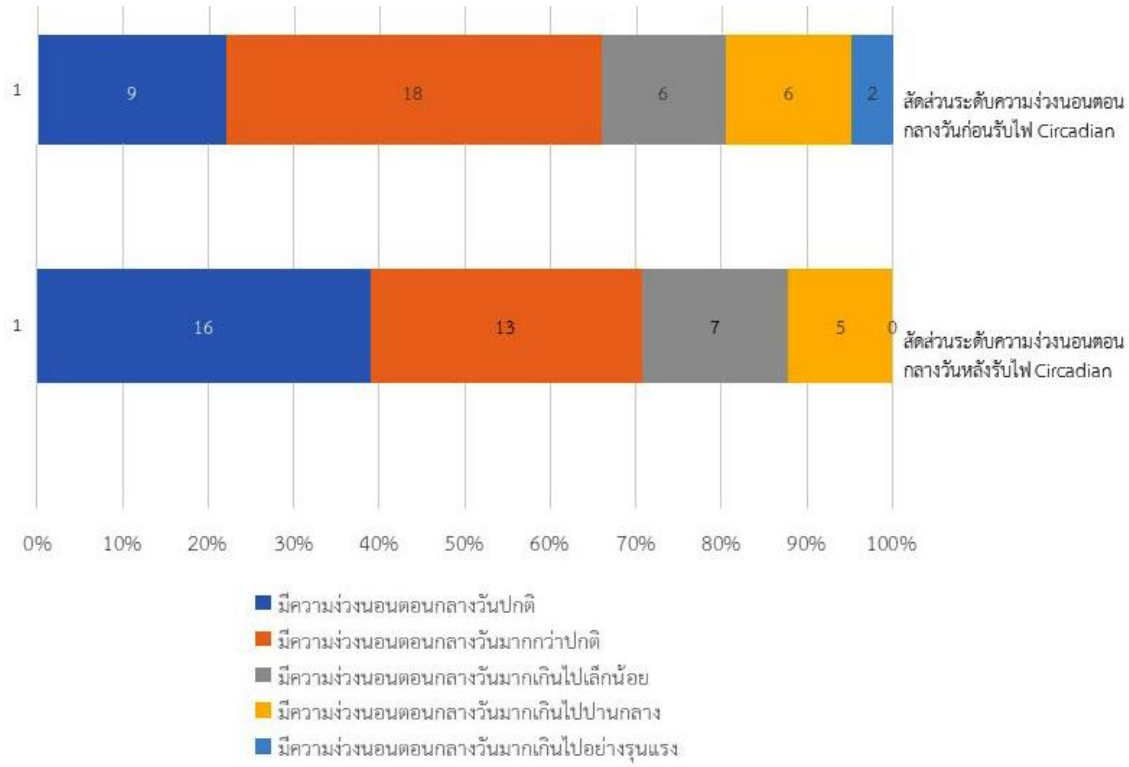
4.5 ผลการประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม (Epworth Sleepiness Scale : ESS)

จากการทดสอบระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่างโดยแบบทดสอบ Epworth Sleepiness Scale (ESS) ก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm พบสัดส่วนระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ผลคะแนนประเมินระดับความง่วงนอนก่อนและหลังการปรับปรุงแสงสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของ International Well Building Institute แสดงดังตารางที่ 4.8 โดยก่อนปรับปรุงแสงสว่างมีค่าคะแนนเฉลี่ย ESS อยู่ที่ 9.12 และหลังปรับปรุงแสงสว่างมีค่าเฉลี่ยคะแนน ESS ลดลงมาที่ 7.49 (รูปที่ 81) โดยมีจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ประเมินหรือผู้มีความง่วงนอนตอนกลางวันปกติก่อนปรับปรุงแสงสว่างอยู่ที่ 9 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 22 และหลังการปรับปรุงแสงสว่างมีจำนวนผู้มีความง่วงนอนตอนกลางวันปกติเพิ่มขึ้น 7 ราย อยู่ที่ 16 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 39 นอกจากนี้ผู้มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากกว่าปกติลดลงเหลือที่ 13 รายหรือร้อยละ 32 จากเดิมมีจำนวนอยู่ที่ 18 รายหรือร้อยละ 44 ส่วนระดับมีความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปเล็กน้อยมีจำนวนเพิ่มขึ้น 1 รายหรือมียอดรวมที่ 7 ราย คิดเป็นร้อยละ 17 จากเดิมมี 6 หรือร้อยละ 15 และมีระดับความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปปานกลาง อยู่ที่ 5 รายหรือร้อยละ 15 จากเดิมมี 6 รายหรือร้อยละ 14 และไม่มีกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในระดับความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปอย่างรุนแรง สำหรับผู้เขาร่วมที่ได้การปรับปรุงแสงมาตรฐาน Circadian rhythm แต่เดิมมี 2 รายหรืออยู่ที่ร้อยละ 5 (รูปที่ 82)



รูปที่ 81 ค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมินระดับความง่วงนอน ESS ตอนกลางวันและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm



รูปที่ 82 แบบประเมิน ESS ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันก่อนและหลังก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm

จากการวิเคราะห์ด้วย Paired T-Test พบความแตกต่างของระดับความง่วงนอนตอนกลางวันระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงแสงสว่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงแสงสว่างสามารถเพิ่มจำนวนระดับความง่วงนอนปกติตอนกลางวันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

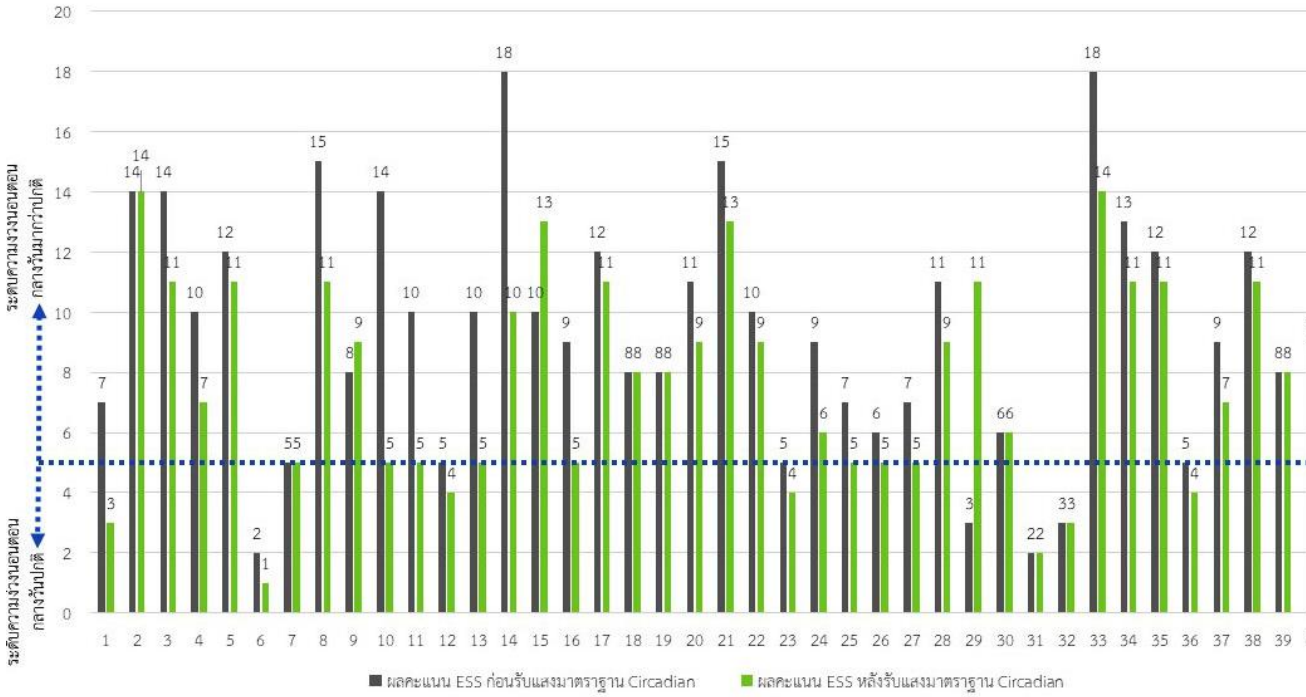
ตารางที่ 10 ตารางเปรียบเทียบคะแนนประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale : ESS ก่อนและหลังจากของการการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
air 1	ผลคะแนนประเมินESSก่อนการปรับปรุงแสงCircadian rhythm	9.12	41	4.154	.649
	ผลคะแนนประเมินESSหลังการปรับปรุงแสงCircadian rhythm	7.49	41	3.558	.556

ตารางที่ 11 ตารางสรุปคะแนนประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale : ESS ก่อนและหลังจากการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
air 1	ผลคะแนนประเมิน ESS ก่อนการปรับปรุงแสง Circadian rhythm – ผลคะแนนประเมิน ESS หลังการปรับปรุงแสง Circadian rhythm	1.634	2.709	.423	.779	2.489	3.863	40	.000

จากตารางที่ 11 แสดงผลคะแนนจากแบบสอบถามระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน ESS และ Error bar ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับและค่า Sd.มีค่าต่ำลงกว่าก่อนการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ฯ (ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันปกติ คะแนน ≤ 5 , ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันไม่ปกติ >5) , (Sd.ก่อนปรับปรุงแสง = 4.154 , Sd.หลังปรับปรุงแสง = 3.558) ซึ่งสามารถพิจารณาได้ว่าคะแนนการประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน (ESS) มีทิศทางและแนวโน้มที่มีระดับความง่วงนอนตอนกลางวันดีขึ้นหลังจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างได้ทำแบบประเมินหลังจากการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm



รูปที่ 83 เปรียบเทียบคะแนนประเมินความง่วงนอนตอนกลางวันก่อนและหลังการปรับปรุงแสงมาตรฐาน Circadian rhythm

4.5.1 สรุปค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินระดับความง่วงตอนกลางวัน โดยแบบทดสอบ Epworth Sleepiness Scale : ESS ก่อนปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของกลุ่มตัวอย่าง (n = 41)

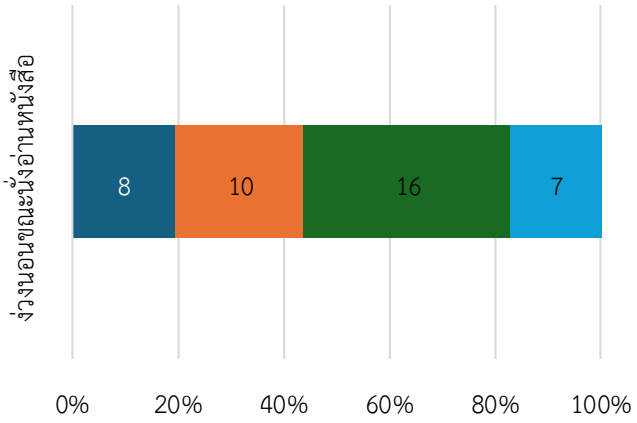
ตารางที่ 12 สรุปคะแนนประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale : ESS ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm

ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm	จำนวน	ร้อยละ
≤ 5 คะแนน (ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันปกติ)	3.56	25
> 5 คะแนน (ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันมากกว่าปกติ)	10.69	75
หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm	**จำนวน**	**ร้อยละ**
≤ 5 คะแนน (ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันปกติ)	3.88	28
> 5 คะแนน (ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันมากกว่าปกติ)	9.80	72

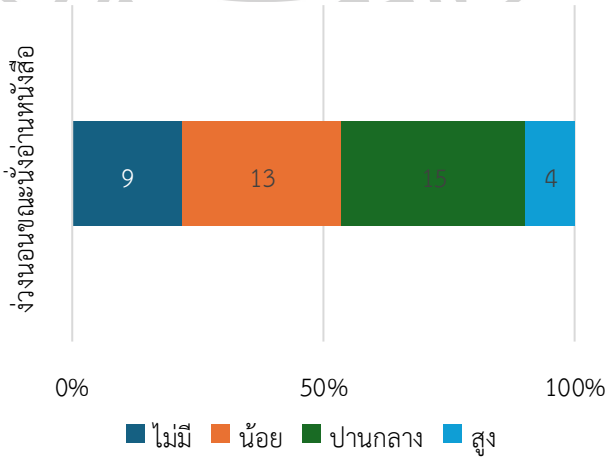
สรุปจำนวนและสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างและระดับ ความง่วงนอนตอนกลางวันก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm ในแต่ละหัวข้อทดสอบ

หัวข้อทดสอบที่ 1 ระดับความง่วงนอนขณะนั่งอ่านหนังสือ

หัวข้อทดสอบที่ 1 ระดับความง่วงนอนขณะนั่งอ่านหนังสือ พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะนั่งอ่านหนังสือเพิ่มขึ้นหลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างที่ 9 คน หรือร้อยละ 22 จากเดิม 8 คน (ร้อยละ 20) และระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 10 คน (ร้อยละ 24) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 13 คน (ร้อยละ 32) , ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 16 คน (ร้อยละ 39) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 15 คน (ร้อยละ 36) และระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงพบว่า ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวน 7 คน (ร้อยละ 17) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างได้ทีจำนวนลดลงเหลือ 4 คน (ร้อยละ 10) (รูปที่ 84 และ 85)



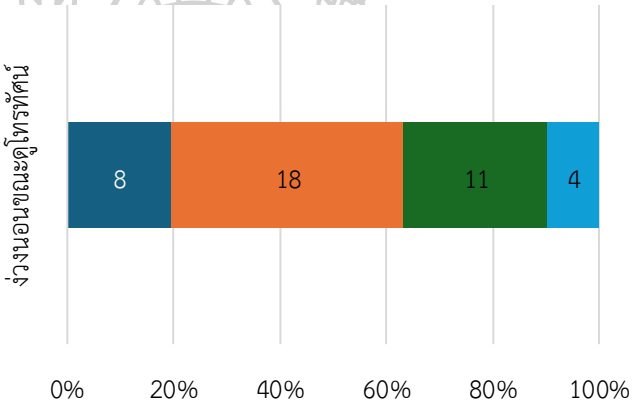
รูปที่ 84 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระดับความง่วงนอนขณะนั่งอ่านหนังสือก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง



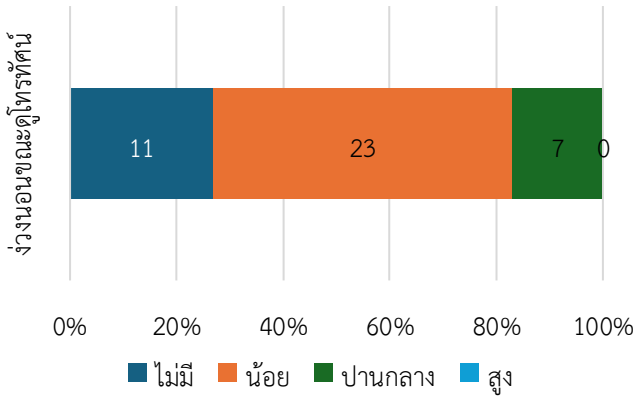
รูปที่ 85 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระดับความง่วงนอนขณะนั่งอ่านหนังสือหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง

หัวข้อทดสอบที่ 2 ระดับความง่วงนอนขณะดูโทรทัศน์

หัวข้อทดสอบที่ 2 ระดับความง่วงนอนขณะดูโทรทัศน์ พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะดูโทรทัศน์เพิ่มขึ้นหลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างเป็น 11 คน (ร้อยละ 27) จากเดิม 8 (ร้อยละ 19) และระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 18 คน (ร้อยละ 44) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 23 คน (ร้อยละ 56) , ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 11 คน (ร้อยละ 27) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 7 คน (ร้อยละ 17) และ ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงพบว่าก่อนการปรับปรุงแสงมีจำนวน 4 คน (ร้อยละ 10) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างไม่พบจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีความง่วงนอนขณะดูโทรทัศน์ในระดับสูง (รูปที่ 86 และ 87)



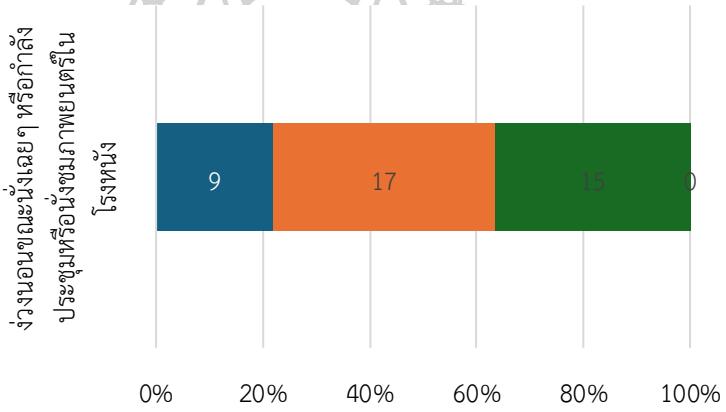
รูปที่ 86 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระดับความง่วงตอนกลางวันขณะดูโทรทัศน์ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง



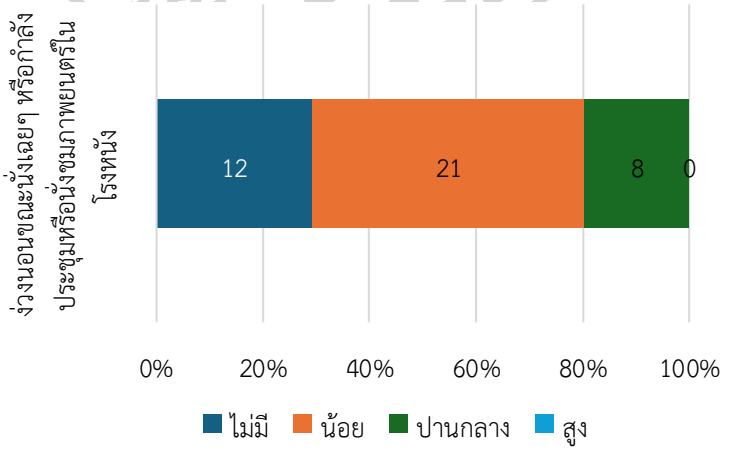
รูปที่ 87 จำนวนกลุ่มตัวอย่างกับระดับความง่วงตอนกลางวันขณะดูโทรทัศน์หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง

หัวข้อทดสอบที่ 3 ระดับความง่วงนอนขณะนั่งเฉยๆ หรือกำลังประชุมหรือนั่งชมภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์

หัวข้อทดสอบที่ 3 ระดับความง่วงนอนขณะนั่งเฉยๆ หรือกำลังประชุมหรือนั่งชมภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะนั่งเฉยๆ หรือกำลังประชุมหรือนั่งชมภาพยนตร์ในโรงหนังเพิ่มขึ้นหลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างเป็น 12 คน (ร้อยละ 29) จากเดิม 9 คน (ร้อยละ 22) และระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 17 คน (ร้อยละ 41) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 21 คน (ร้อยละ 51), ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 15 คน (ร้อยละ 37) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างลดลงเหลือ 8 คน (ร้อยละ 20) และไม่มีระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามมาตรฐาน Circadian rhythm (รูปที่ 88 และ 89)



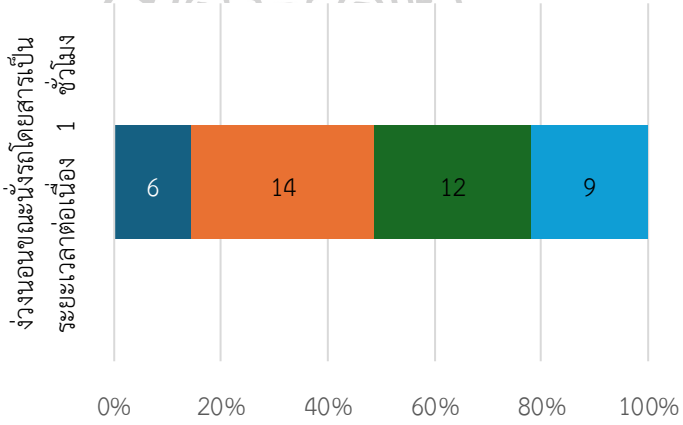
รูปที่ 88 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะนั่งเฉยๆ หรือกำลังประชุมหรือนั่งชมภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง



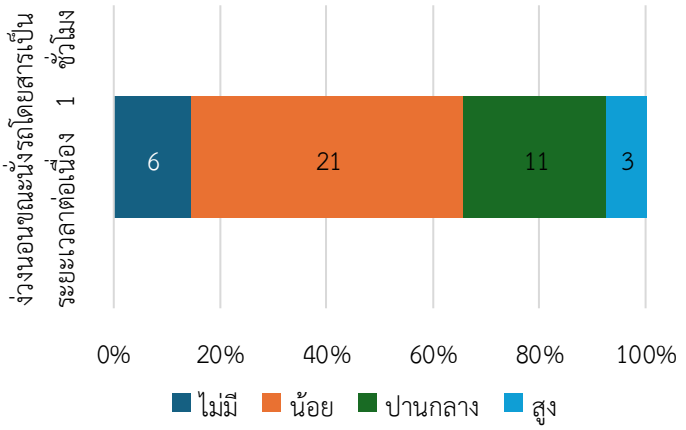
รูปที่ 89 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะนั่งเฉยๆ หรือกำลังประชุมหรือนั่งชมภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง

หัวข้อทดสอบที่ 4 ระดับความง่วงนอนขณะนั่งรถโดยสารเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง

หัวข้อทดสอบที่ 4 ระดับความง่วงนอนขณะนั่งรถโดยสารเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะนั่งรถโดยสารเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง มีจำนวนเท่ากันทั้งก่อนและหลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างคือ 6 คน (ร้อยละ 15) และระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 14 คน (ร้อยละ 34) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 21 คน (ร้อยละ 51), ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 12 คน (ร้อยละ 29) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 11 คน (ร้อยละ 27) และ ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงพบว่า ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวน 9 คน (ร้อยละ 22) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีความง่วงนอนขณะดูโทรทัศน์ในระดับสูงที่ 3 คน (ร้อยละ 7) (รูปที่ 90 และ 91)



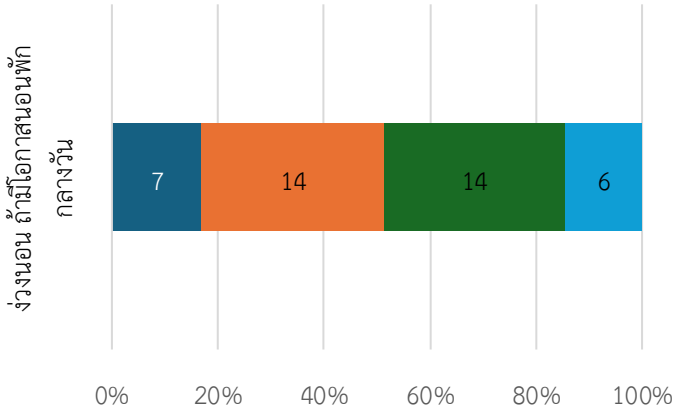
รูปที่ 90 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงตอนกลางวันขณะนั่งรถโดยสารเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1ชั่วโมง ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง



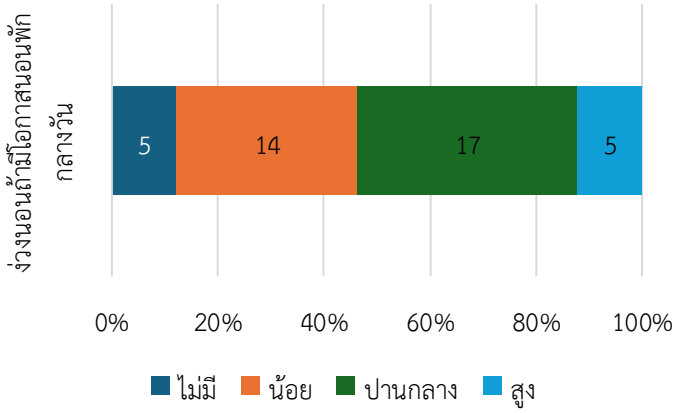
รูปที่ 91 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงตอนกลางวันขณะนั่งรถโดยสารเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1ชั่วโมง หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง

หัวข้อทดสอบที่ 5 ระดับความง่วงนอนถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวัน

หัวข้อทดสอบที่ 5 ระดับความง่วงนอนถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวันพบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวันก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนมากกว่าหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง คือ 7 คน (ร้อยละ 17) และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีระดับน้อยกว่าก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 5คน (ร้อยละ 12) ,ระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 14 คน (ร้อยละ 34) ซึ่งมีจำนวนเท่ากันกับกลุ่มตัวอย่างหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง, ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 14 คน (ร้อยละ 34) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 17 คน (ร้อยละ 42)และระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงพบว่าก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวน 6 คน (ร้อยละ 15) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีความง่วงนอนถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวันในระดับสูงที่ 5 คน (ร้อยละ 12) (รูปที่ 92 และ 93)



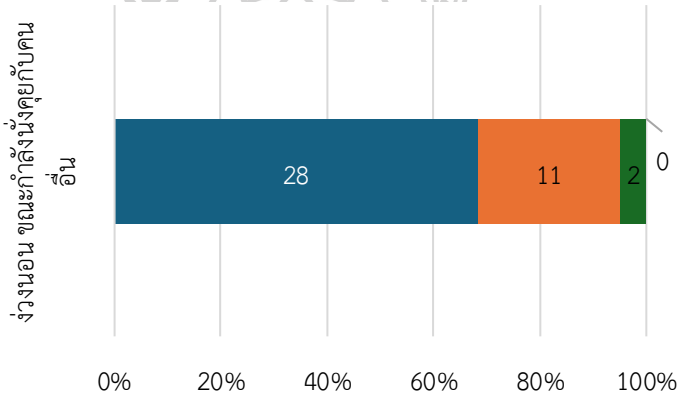
รูปที่ 92 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงตอนกลางวันถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวันก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง



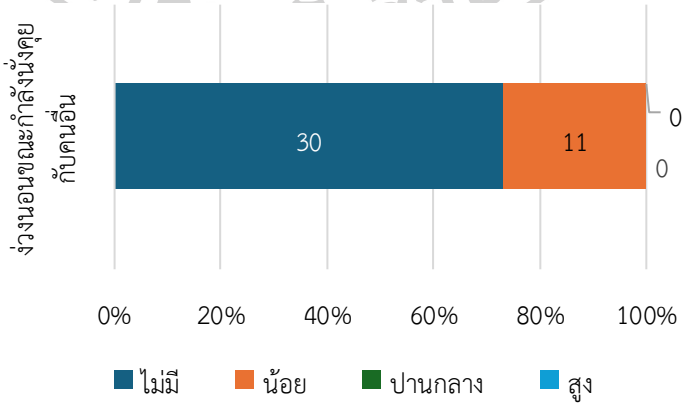
รูปที่ 93 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงตอนกลางวันถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวันหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง

หัวข้อทดสอบที่ 6 ระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งคุยกับคนอื่น

หัวข้อทดสอบที่ 6 ระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งคุยกับคนอื่นพบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะกำลังนั่งคุยกับคนอื่นก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวน 28 คน (ร้อยละ 68) และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 30 คน (ร้อยละ 73), ระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนรับและหลังแสงฯมีจำนวนเท่ากัน หรืออยู่ที่ 11 คน (ร้อยละ 27), ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 2 คน (ร้อยละ) ด้านระดับความง่วงหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างไม่พบในกลุ่มตัวอย่าง ด้านระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูง พบว่าทั้งก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างไม่มีกลุ่มตัวอย่างที่มีความง่วงนอนในระดับนี้ (รูปที่ 94 และ 95)



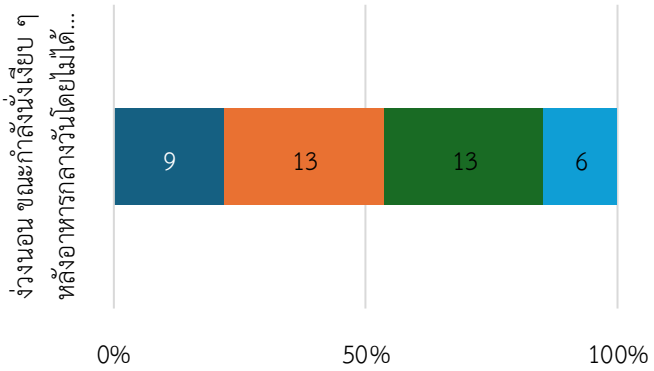
รูปที่ 94 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งคุยกับคนอื่นก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง



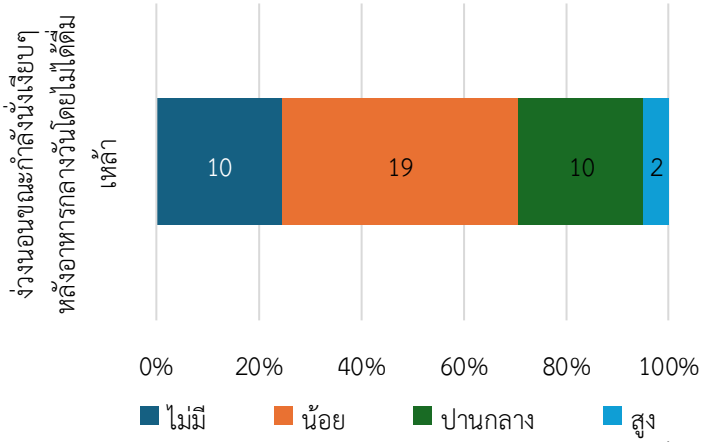
รูปที่ 95 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งคุยกับคนอื่นหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง

หัวข้อทดสอบที่ 7 ระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยไม่ได้ดื่มเหล้า

หัวข้อทดสอบที่ 7 ระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยไม่ได้ดื่มเหล้าพบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยไม่ได้ดื่มเหล้าก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างที่ 9 คน (ร้อยละ 22), หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรืออยู่ที่ 10 คน (ร้อยละ 25), ระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 13 คน (ร้อยละ 32) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 19 คน (ร้อยละ 46) , ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 13 คน (ร้อยละ 32) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 10 คน (ร้อยละ 24) และ ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูง พบว่าก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวน 6 คน (ร้อยละ 14) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนลดลงเหลือ 2 คน (ร้อยละ 5) (รูปที่ 96 และ 97)



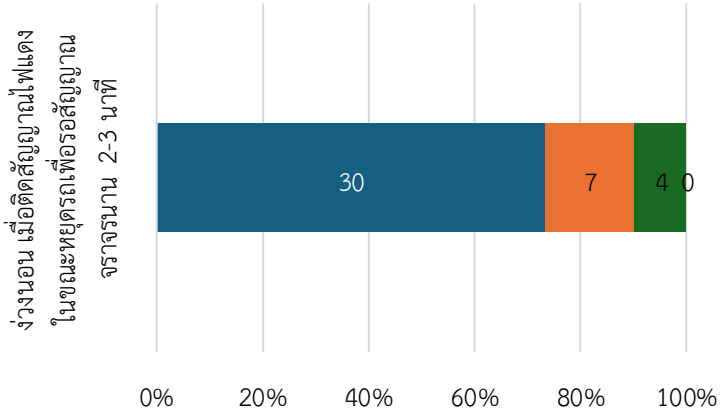
รูปที่ 96 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยไม่ได้ดื่มเหล้า ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง



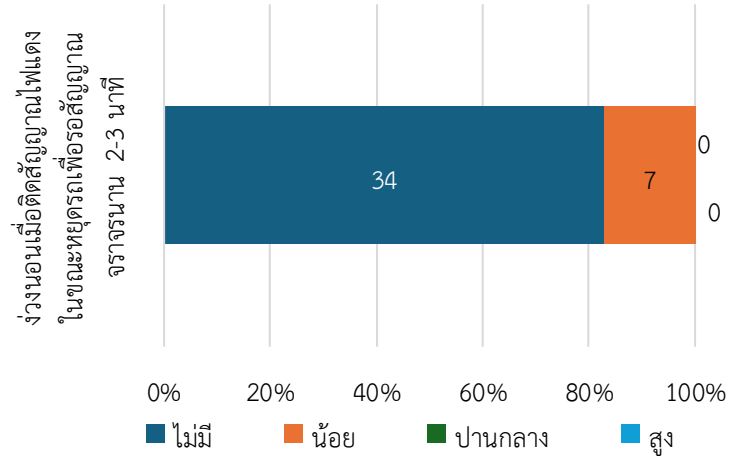
รูปที่ 97 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยไม่ได้ดื่มเหล้า หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง

หัวข้อทดสอบที่ 8 ระดับความง่วงนอนเมื่อติดสัญญาณไฟแดงในขณะหยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรนาน 2 - 3 นาที

หัวข้อทดสอบที่ 8 ระดับความง่วงนอนเมื่อติดสัญญาณไฟแดงในขณะหยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรนาน 2-3 นาที พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงเมื่อติดสัญญาณไฟแดงในขณะหยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรฯ ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 30 คน (ร้อยละ 73) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 34 คน (ร้อยละ 83), ระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนเท่ากันที่ 7 คน (ร้อยละ 17) และในระดับปานกลาง ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 4 คน (ร้อยละ 10) ส่วนหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างไม่พบกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความง่วงในระดับปานกลาง และสุดท้ายระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูง ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างไม่พบกลุ่มตัวอย่างมีความง่วงอยู่ในระดับนี้ (รูปที่ 98 และ 99)



รูปที่ 98 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนเมื่อติดสัญญาณไฟแดงในขณะหยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรนาน 2 - 3 นาทีก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง



รูปที่ 99 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนเมื่อติดสัญญาณไฟแดงในขณะหยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรนาน 2 - 3 นาทีหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องแนวทางการใช้แสงสว่างที่สอดคล้องกับ Circadian rhythm เพื่อส่งเสริมสุขภาวะและประสิทธิภาพการทำงานภายในอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิด มีข้อสรุป และการอภิปรายผล รวมถึงข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในปัจจุบันของอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิดซึ่งเป็นตัวแทนของสำนักงานที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพของแสงในพื้นที่นั่งทำงานที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm ตามเกณฑ์ของ WELL Building Standard
2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสุขภาวะด้านคุณภาพการนอนหลับตามเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ (PSQI) และระดับความง่วงนอนตอนกลางวันตามเกณฑ์ของแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน (ESS) ของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานในสำนักงาน
3) เพื่อศึกษาอิทธิพลของ Circadian rhythm ต่อคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน
4) เพื่อเป็นแนวทางการใช้ Circadian rhythm ในการส่งเสริมสุขภาวะที่ดีของพนักงานภายในสำนักงานที่มีผังพื้นที่ทำงานแบบเปิด

5.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ได้มีการศึกษาข้อมูลด้านแสงส่องสว่างภายในพื้นที่อาคารกับความสอดคล้องกับ Circadian rhythm ดังนี้

5.2.1 ลักษณะสำคัญของ Circadian rhythm

Circadian rhythm เกิดจากดวงตาที่เป็นอวัยวะประสาทสัมผัสรับแสงที่มีการกระจายของพลังงานสเปกตรัม (Spectral power distribution) จากแหล่งกำเนิดแสงในระยะเวลาหนึ่งๆ ซึ่งแสงนี้จะไปกระตุ้นสมองส่วน suprachiasmatic (SCN) ที่อยู่ในบริเวณไฮโปทาลามัสของสมองส่วนฐาน

Circadian rhythm จะเป็นไปตามจังหวะการสัมผัสแสงของมนุษย์ เสมือนนาฬิกาชีวิภาพภายในร่างกายตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีพื้นที่ของสมองหรือไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ซึ่งควบคุมนาฬิการชีวภาพของร่างกายและควบคุมการทำงานของระบบต่างๆของมนุษย์ เช่น การควบคุมปล่อยการฮอร์โมน, การควบคุมอุณหภูมิร่างกาย, การรักษาวัฏจักรทางสรีรวิทยาประจำวัน

โดยการรับสัญญาณจากดวงตาที่ทำหน้าที่รายงานช่วงเวลาทั้งกลางวันและกลางคืนและคอยควบคุมปริมาณของเมลาโทนินที่ปล่อยออกมาเป็นตัวกระตุ้นความง่วงนอนหรือเพื่อลดเมลาโทนินและเพิ่มฮอร์โมนคอร์ติซอลเพื่อกระตุ้นความตื่นตัวในช่วงเวลากลางวัน

5.2.2 แสงกับผลกระทบต่อมนุษย์

การเปิดรับและการสัมผัสแสงที่มีผลทั้งผลดีและผลเสียต่อสุขภาพ โดยผลดีและผลเสียของแสง มีดังนี้

ผลดีของแสงส่องสว่าง มีงานวิจัยที่แสดงให้ถึงว่าพนักงานที่ทำงานในบริเวณที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติมากจะมีแนวโน้มที่มีการนอนหลับยาวนานขึ้น รวมถึงมีคุณภาพการนอนหลับดีขึ้น (Mohamed Boubekri et al., 2014: 603 - 611) และการสัมผัสกับแสงจ้าในเวลาที่เหมาะสมจะสามารถช่วยคนที่มีความผิดปกติของการนอนหลับยากได้ (Terman et al., 1995), ประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานในองค์กรและการเรียนในสถานศึกษาจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในพื้นที่ทำงานหรือในพื้นที่ที่มีการศึกษาเรียนรู้ (Greets, 2003) นอกจากนี้แสงยังช่วยให้หลอดเลือดขยายตัว ลดโอกาสการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ทำให้หัวใจของเราแข็งแรง ช่วยลดความเสี่ยงต่อมะเร็งหลายชนิด เช่น มะเร็งเต้านม มะเร็งรังไข่ มะเร็งลำไส้ และ มะเร็ง (Peter Robert Boyce et al., 2006: 191 - 223) นอกจากนี้การเปิดรับแสง,เปิดมุมมองที่เห็นธรรมชาติสามารถสร้างมูลค่าราคาค่าเช่าของอาคารสำนักงานได้ (Kim and Wineman, 2005) และมุมมองธรรมชาติยังมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความรู้สึกที่ดีของบุคคล (Kaplan, 2001) ทำให้สุขภาพจิตดีขึ้น (Kaplan, 1993), ฯลฯ

นอกจากผลดีแล้ว**แสงสว่างที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพ** อาทิเช่น รังสี UV การสัมผัสกับรังสี UV (รังสีอุล ตร้าไวโอเล็ต) ที่มองเห็นและรังสีอินฟราเรดที่เกิดจากแสงสามารถทำลายทั้งดวงตาและผิวหนังโดยผ่านทางความร้อนที่ทำต่อเนื้อเยื่อดวงตารวมถึงผิวหนังทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง (Peter Robert Boyce et al., 2006: 191 - 223) รวมถึงความเชื่อมโยงของการนอนหลับที่ไม่เพียงพอหรือมีคุณภาพการนอนหลับไม่ดีอาจมีผลต่อการสูญเสียความทรงจำ, การตอบสนองทางจิตใจที่ช้าลง (Peter Robert Boyce et al., 2006: 191 - 223) นอกจากนี้แสงจ้าและแสงที่มีการสั่นไหวอาจทำให้เกิดอาการไมเกรน เช่น การสั่นของแสงในหลอดฟลูออเรสเซนซ์ส่องสว่างที่ติดตั้งภายในพื้นที่พักอาศัย ซึ่งมักจะมีการเกิดการสั่นไหวมากกว่าการติดตั้งไฟส่องสว่างแบบหลอดไส้ M. (Fenton and R. Penney, 2009: 137 - 141) รวมถึงแสงอาจส่งผลกระทบต่อผู้เป็นออทิสติกหรือ Autism Spectrum Disorder (ASD) หรือโรคที่เกิดจากการพัฒนาทางระบบประสาท โดย ASD มักเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของการนอนหลับและมีระดับเมลาโทนินต่ำ และการรบกวนระบบ Circadian rhythm อาจส่งผลกระทบต่อสมองและพฤติกรรมความผิดปกติของการนอนหลับได้ ฯลฯ

5.2.3 เกณฑ์การวัดผลกระทบของแสงที่มีต่อ Circadian rhythm

เกณฑ์การวัดผลกระทบของแสงที่มีต่อ Circadian rhythm ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ตัวชี้วัดตามหลักของ WELL Building Standard™ (WELL) หรือ แนวทางที่ลดการรบกวนของระบบ Circadian rhythm ให้น้อยที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและสนับสนุนคุณภาพการนอนหลับที่ดีโดยใช้คุณลักษณะแนวทางการออกแบบแสงสว่างแบบเซอร์คาเดียนในข้อ 54 ของ WELL Building Standard เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ โดยใช้เมตริก Equivalent Melanopic Lux (EML) เป็นหน่วยคำนวณ EML แสงสว่างแบบเซอร์คาเดียนของหลอดไฟแต่ละดวงในพื้นที่ศึกษา โดยการคำนวณในจุดตามทิศทางที่กำหนดและใช้การคูณค่าความส่องสว่างทางสายตาที่มีหน่วยเป็นลักซ์กับอัตราส่วน Melanopic lux โดยอัตราส่วน Melanopic lux คืออัตราส่วนของการตอบสนองของเซลล์ในดวงตาที่ช่วยควบคุมจังหวะ Circadian rhythm เพื่อพิจารณาสภาพแสงในพื้นที่ศึกษาก่อนและหลังการปรับปรุงสภาพแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ที่อาจมีผลต่อการลดหรือเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานหรือคุณภาพการนอนหลับที่ดี (WELL, 2016)

5.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

1) สำรวจสภาพแสงส่องสว่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเพื่อคำนวณหา Melanopic lux เทียบเท่าตามเกณฑ์ของแสงที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm
2) เปรียบเทียบสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบันกับเกณฑ์แสงตามมาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm ของ Well Building standard และใช้แบบการประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS ประเมินคุณภาพการนอนหลับและประเมินระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่างจากการรับสภาพแสงส่องสว่างปัจจุบัน
3) สรุปคะแนนที่ได้จากผลแบบประเมินทั้ง 2 (PSQI และ ESS) เป็นข้อมูลวิเคราะห์คุณภาพแสงส่องสว่างในพื้นที่สำนักงานปัจจุบันทั้งแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติ ว่าสภาพแสงส่องสว่างมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการในการกระตุ้น Circadian rhythm หรือไม่และส่งผลอย่างไรกับสุขภาวะด้านคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของกลุ่มตัวอย่าง

4) ปรับปรุงแสงส่องสว่างในพื้นที่ที่มีแสงตามเกณฑ์มาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm ของ Well Building standard และเป็นแสงที่มีสภาพแปรผันสอดคล้องกับวัฏจักรแสงตามธรรมชาติในรอบวันโดยการติดตั้งชุดโคม LED Strip 1,600 lm. และ Smart LED 100w. 1521 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips ทั้ง 2 ชนิดไฟ และแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS ประเมินคุณภาพการนอนหลับและประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของกลุ่มตัวอย่างจากการรับแสงตามเกณฑ์มาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm
5) เปรียบเทียบข้อมูลสภาพแสงส่องสว่างที่ปรับปรุงกับเกณฑ์แสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm และสรุปคะแนนที่ได้จากแบบประเมินทั้ง 2 ชุด (PSQI และ ESS) หลังรับแสงปรับปรุงตามมาตรฐานฯ ว่าส่งผลอย่างไรกับสุขภาวะด้านคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงของกลุ่มตัวอย่าง
6) เปรียบเทียบข้อมูลแสงส่องสว่างและคะแนนที่ได้จากผลแบบประเมินทั้ง 2 คือ แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) และแบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ว่ามีความแตกต่างด้านแสงส่องสว่างและด้านสุขภาวะทั้งด้านคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของกลุ่มตัวอย่างเป็นอย่างไร

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) **เครื่องมือวัดแสงและอุณหภูมิแสง** Chroma Meter CL-200 ของ Konica Minolta
2) **เครื่องมือบันทึกการรับแสงแบบติดตามตัว** (LYS รุ่น 1.0)
3) แ**บบสอบถาม (Questionnaire) ด้านสุขภาวะ**ของกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 3 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ และเป็นแบบสอบถามปลายปิด เพื่อใช้เป็น ข้อมูลในการอธิบายลักษณะของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย เพศ และ อายุ

ชุดที่ 2 แบบการประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) เป็นแบบสอบถามตามกรอบแนวคิดในการวิจัยซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

ชุดที่ 3 แบบประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม Epworth Sleepiness Scale: ESS เป็นแบบสอบถามตามกรอบแนวคิดในการวิจัยซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

5.5 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการให้แสงสว่างในสำนักงานเพื่อส่งเสริม Circadian rhythm โดยการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวันก่อนและหลังปรับปรุงแสงสว่างตามเกณฑ์ WELL Building Standard โดยมีผลสรุปของการศึกษาดังนี้

5.5.1 การศึกษาสภาพแสงก่อนและหลังปรับปรุงตามเกณฑ์ WELL Building Standard

(1) การศึกษาสภาพแสงส่องสว่างสว่างก่อนปรับปรุงฯในพื้นที่ทำงานของอาคารสำนักงานของธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักงานถนนพระราม 3 กรุงเทพมหานคร ทั้งหมด 3 ชั้น คือ 23, 25 และ 27 ซึ่งเป็นชั้นที่มีการจัดผังแบบเปิดโล่ง มีที่นั่งทำงานในลักษณะเป็นแถวตามแนวลึกของพื้นที่ชั้น ซึ่งถือเป็นลักษณะหนึ่งในการใช้งานพื้นที่ของสำนักงานอาคารสูงที่พบได้ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร โดยระดับชั้นที่ศึกษาเป็นชั้นไม่มีอาคารข้างเคียงบังแสงธรรมชาติจนเกิดผลกระทบของเงาแสงตกกระทบมายังพื้นที่ศึกษา สภาพแสงส่องสว่างในพื้นปัจจุบันใช้แสงสว่างจากโคมตะแกรงฝังฝ้าดานติดตั้งหลอดหลอด Fluorescent T8 /54 36W DAYLIGHT , CRI > 80 จำนวน 2 หลอดต่อโคมเป็นแสงส่องสว่างหลักในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของชั้นที่ 23 และ 27 อยู่ที่ 420 - 430 Lux และชั้นที่ 25 โดยการวัดค่าความส่องสว่างจะใช้การวัดในระดับตามข้อกำหนดของคุณลักษณะแนวทางการออกแบบแสงสว่างแบบCircadian rhythm ในข้อ 54 ของ WELL Building Standard คือ วัดที่ระดับ 1.20 ม.จากระดับพื้น หรือ 0.40 ม. จากระดับระนาบบนของโต๊ะทำงาน และค่าเฉลี่ยความส่องแสงสว่างของทั้ง 3 ชั้นอยู่ที่ 514-521 Lux หรือค่าเฉลี่ยรวม 3 ชั้นเท่ากับ 460.97 หรือ Melanopic lux เทียบเท่า เท่ากับ 207.44 และจากการศึกษาค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 207.44 จะไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นการทำงานของ Circadian rhythm เนื่องจากตามเกณฑ์ของ WELL Building standard ในพื้นที่ทำงานเฉพาะต้องมี Melanopic lux เทียบเท่า 250 ขึ้นไป อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวันและทุกวันตลอดทั้งปีหรือมีความส่องสว่าง ≥ 560 Lux

(ใช้ไฟส่องสว่าง Fluorescent / Ratio 0.45) โดยสภาพความส่องสว่างที่สำรวจได้นี้ สามารถใช้ได้เฉพาะการส่องสว่างในอาคารเพื่อการใช้งานปกติทั่วไปเท่านั้นแต่ไม่มีประสิทธิของการกระตุ้น Circadian rhythm ตามเกณฑ์ของ Well Building standard

(2) การศึกษาสภาพแสงหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ฯ และเป็นแสงที่มีสภาพแปรผันสอดคล้องกับวัฏจักรแสงตามธรรมชาติในรอบวัน โดยการติดตั้งชุดโคม LED Strip 1,600 lm. และ Smart LED 100w. 1521 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips ทั้ง 2 ชนิดไฟ โดยตำแหน่งการติดตั้งแสงเป็นดังนี้

1. แสงที่มาจากระดับฝ้าเพดานและส่องลงมาในบริเวณตำแหน่งที่นั่งกลุ่มตัวอย่าง ใช้ไฟ Smart LED 100w. 1521 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips โดยมีการวัดค่าความส่องสว่างในระดับ 1.20 ม. จากระดับพื้นอาคาร

2. แสงส่องสว่างที่ติดตั้งใน Partition กั้นระหว่างที่นั่งกลุ่มตัวอย่าง เป็นแสงที่อยู่ในระดับ 1.20 ม.หรือสูงจากระนาบบนโต๊ะทำงานที่ 0.40 ตามเกณฑ์ฯ ใช้ไฟ LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips

การตรวจวัดสภาพแสงหลังปรับปรุงตามเกณฑ์ฯ จะใช้ปุ่มเซ็นเซอร์รับแสง LYS รุ่น 1.0 เป็นเครื่องมือบันทึกแสงระหว่างวันที่กลุ่มตัวอย่างจะได้รับ โดยเครื่องมือบันทึกการรับแสงแบบติดตามตัว LYS จะติดกับเสื้อผ้าของกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้บันทึกการรับแสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงในระหว่างวันตลอด 7 วันทำการ และหลังจากการกลุ่มตัวอย่างได้รับสภาพแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ฯ พบว่าค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างจากการถอดข้อมูลของปุ่มเซ็นเซอร์รับแสง LYS มีค่าเฉลี่ยการรับแสงส่องสว่างระหว่างวัน (รายละ 7 วัน) ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 ราย อยู่ที่ 400.56 Lux และสามารถคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าตามสมการ EML = 304.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน Circadian rhythm ของ WELL Building Standard จาก International WELL Building Institute ที่กำหนดว่าต้องมี 250 Melanopic lux เทียบเท่าขึ้นไป อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวันและทุกวันตลอดทั้งปี

5.5.2 ข้อมูลผลการประเมินคุณภาพการนอนหลับโดยแบบสอบถามของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI), เป็นข้อมูลที่สอบถามก่อนและหลังการติดตั้งแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาและผู้ตอบแบบประเมินมีทั้งสิ้น 41 คน ได้ผลสรุปดังนี้

(1) ผลคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับจากแบบสอบถาม The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) ก่อนและหลัง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .005 (<CI95) ซึ่งจากการประเมินกลุ่มตัวอย่างก่อนรับแสงคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับเฉลี่ยอยู่ที่ 7.32 มีจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ประเมินคุณภาพการนอนหลับจากแบบสอบถาม PSQI ที่ 11 ราย (คะแนนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 คะแนน) หรือคิดเป็นร้อยละ 27 และมีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ 30 ราย (คะแนนมากกว่า

5 คะแนนขึ้นไป) หรือคิดเป็นร้อยละ 73 และจากการประเมินกลุ่มตัวอย่างหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง พบว่าคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับเฉลี่ยอยู่ที่ 6.22 หรือมีจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ประเมินคุณภาพการนอนหลับดีจากแบบสอบถาม PSQI เพิ่มขึ้นเป็น 22 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 54 และมีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ลดลงเหลือ 19 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 46

(2) เปรียบเทียบสัดส่วนการของ 7 องค์ประกอบในแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (The Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI) ทั้งก่อนและหลังจากการได้รับแสง ตามมาตรฐาน Circadian rhythm พบว่า

องค์ประกอบที่ 1 ด้านคุณภาพการนอนของส่วนบุคคลดีมาก เพิ่มขึ้นเป็น 7 คน (ร้อยละ 17) จากเดิม 6 คน (ร้อยละ15) ด้านคุณภาพกานนอนหลับดี เพิ่มขึ้นเป็น 30 คน (ร้อยละ 73.17) จากเดิมก่อนสัมผัสแสงอยู่ที่ 24 คน (ร้อยละ 58.54) มีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพการนอนหลับที่ 0.93 คะแนน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ดีขึ้นจากเดิมที่ 1.15 คะแนน และจัดอยู่ในเกณฑ์มีคุณภาพการนอนหลับส่วนบุคคลดี,

องค์ประกอบที่ 2 ระยะเวลาตอบสนองต่อการนอนหลับดี หลังการได้สัมผัสแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm พบว่าดีขึ้นเป็น 21 คน (ร้อยละ 51.22) จากเดิมก่อนรับแสงอยู่ที่ 20 คน (ร้อยละ 48.78) และมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพการนอนหลับที่ 1.29 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ดีขึ้นจากเดิมก่อนรับแสงที่ 1.41 คะแนนซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์มีระยะเวลาตอบสนองต่อการนอนหลับดี,

องค์ประกอบ 3 ระยะเวลาการนอนหลับที่มากกว่า 7 ชั่วโมงมีจำนวนน้อยลงหรืออยู่ที่ 3 คน จากเดิม 5 คน แต่จำนวนชั่วโมงการนอนหลับระหว่าง 6-7 ชั่วโมงดีขึ้นจากเดิมหรืออยู่ที่ 27 คน (ร้อยละ 65.85) ซึ่งจากเดิมอยู่ที่ 21 คน (ร้อยละ 51.22) และมีคะแนนเฉลี่ยระยะการนอนหลับที่ 1.27 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ดีขึ้นจากเดิมที่ 1.41 คะแนนซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ระยะเวลาชั่วโมงการนอนหลับดี

องค์ประกอบ 4 ประสิทธิภาพการนอนหลับดีขึ้นจากเดิม 24 คน (ร้อยละ 58.54) เพิ่มขึ้นเป็น 25 คน (ร้อยละ 60.98) และมีคะแนนเฉลี่ยของประสิทธิภาพการนอนหลับที่ 0.59 คะแนน ซึ่งมีจากเดิมที่ 0.68 คะแนนซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ของประสิทธิภาพการนอนหลับดี,

องค์ประกอบ 5 ปัญหารบกวนการนอนหลับน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ดีขึ้นจากเดิม อยู่ที่ 23 คน (ร้อยละ 56.10) เพิ่มขึ้นเป็น 26 คน (ร้อยละ 63.41) และมีคะแนนเฉลี่ยของประสิทธิภาพการนอนหลับที่ 1.32 คะแนน ซึ่งมีจากเดิมที่ 1.44 คะแนนซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ของการมีปัญหารบกวนการนอนหลับที่น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์,

องค์ประกอบ 6 การไม่เคยใช้ยานอนหลับต่อสัปดาห์ดีขึ้นจากเดิม ซึ่งเดิมอยู่ที่ 36 คน (ร้อยละ 87.80) เพิ่มขึ้นเป็น 39 คน (ร้อยละ 95.12) และการใช้ยานอนหลับน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ลดลงเหลือ 1 คน จากเดิม 4 คน คะแนนเฉลี่ยการใช้ยานอนหลับอยู่ที่ 0.07 คะแนน จากเดิมที่ 0.15 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ของการไม่เคยใช้ยานอนหลับในระหว่างสัปดาห์,

องค์ประกอบ 7 ความผิดปกติในเวลากลางวัน เช่น ง่วงนอน, เผลอหลับต่อสัปดาห์ ซึ่งหัวข้อไม่มีอาการผิดปกติดีขึ้นจากเดิม โดยเดิมอยู่ที่ 11 คน (ร้อยละ 26.83) เพิ่มขึ้นเป็น 15 คน (ร้อยละ 36.59) และจำนวนผู้ที่มีอาการ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ลดลงเหลือ 4 คน จากเดิม 9 คน คะแนนเฉลี่ยของความผิดปกติในเวลากลางวันอยู่ที่ 0.73 คะแนน จากเดิมที่ 0.95 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์มีอาการผิดปกติในเวลากลางวันน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm คะแนนการประเมินคุณภาพการนอนหลับก่อนและหลังใช้ไฟ Circadian rhythm พบว่าข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวแต่ก็สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์และแนวโน้มของค่าทั้งสองได้ในส่วนของข้อมูลที่ออกมาเป็น Trend Line ในลักษณะของประเภท Negative Correlation หรือการแสดงผลของข้อมูลไปในทิศทางลบ กล่าวคือผลของความส่องสว่าง (ค่า X) มีปริมาณที่มากขึ้น ระดับคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับ (ค่า Y) จะมีค่าน้อยลงหรือมีคุณภาพการนอนหลับดีขึ้น (คุณภาพการนอนหลับดี ต้องมีผลคะแนน ≤ 5 คะแนน) โดยเส้นแนวโน้มนี้บอกถึงคุณภาพการนอนหลับที่ดีขึ้นหลังจากได้รับแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm และอาจมีผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพของผู้ใช้งานในพื้นที่สำนักงานและยังปรับปรุงคุณภาพการนอนหลับของพนักงานให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น (Peter Robert Boyce et al., 2006: 191 - 223)

5.5.3 ข้อมูลจากผลการประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันจากแบบสอบถาม : Epworth Sleepiness Scale: ESS

โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาและผู้ตอบแบบประเมินมีทั้งสิ้น 41 คน ได้ผลสรุปดังนี้

“ความแตกต่างของระดับความง่วงนอนตอนกลางวันระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงแสงสว่างตามเกณฑ์ฯอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงแสงสว่างสามารถเพิ่มจำนวนระดับความง่วงนอนปกติตอนกลางวันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ”

(1) ผลคะแนนจากแบบสอบถามระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน ESS พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Sd.) ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินคุณภาพการนอนหลับและค่า Sd. มีค่าต่ำลงกว่าก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ฯ (ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันปกติ คะแนน ≤ 5 , ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันไม่ปกติ >5) , (Sd.ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างฯ = 4.154 , Sd.หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างฯ = 3.558) ซึ่งสามารถพิจารณาได้ว่าคะแนนการประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน (ESS) มีทิศทางและแนวโน้มที่มีระดับความง่วงนอนตอนกลางวันดีขึ้นหลังจากกลุ่มตัวอย่างได้ทำแบบประเมินหลังจากรับแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm

จากการทดสอบระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่างจากแบบทดสอบ Epworth Sleepiness Scale (ESS) ก่อนและหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm **พบสัดส่วนระดับความง่วงนอนของกลุ่มตัวอย่างมีระดับความง่วงนอนตอนกลางวันปกติเพิ่มขึ้น** เป็น 16 ราย (ร้อยละ 39) จากเดิม 9 ราย (ร้อยละ 22), ผู้มีความง่วงนอนตอนกลางวันมากกว่าปกติลดลงเหลือที่ 13 (ร้อยละ 32) จากเดิมอยู่ที่ 18 ราย (ร้อยละ 44), ระดับมีความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปเล็กน้อยจากเดิม 6 (ร้อยละ 15) มีจำนวนเพิ่มขึ้น 1 ราย เป็น 7 ราย (ร้อยละ 17) และมีระดับความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปปานกลางลดลงเหลือ 5 ราย (ร้อยละ 15) จากเดิม 6 ราย (ร้อยละ 14) และไม่มีกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในระดับความง่วงนอนตอนกลางวันมากเกินไปอย่างรุนแรง ซึ่งแต่เดิมมี 2 ราย (ร้อยละ 5) ด้านผลคะแนนประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน พบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนรวมของค่าเฉลี่ยอาการง่วงนอนตอนกลางวันลดลงมาที่ 7.49 คะแนนจากเดิมก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีค่าเฉลี่ยที่ 9.12 คะแนน

(2) จำนวนและสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างและระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน ก่อนและหลังรับแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm ในแต่ละหัวข้อทดสอบมีดังนี้

หัวข้อทดสอบที่ 1 ระดับความง่วงนอนขณะนั่งอ่านหนังสือ พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะนั่งอ่านหนังสือเพิ่มขึ้น ที่ 9 คน (ร้อยละ 22) จากเดิม 8 คน (ร้อยละ 20), ระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 10 คน (ร้อยละ 24) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 13 คน (ร้อยละ 32), ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง อยู่ที่ 16 คน (ร้อยละ 39) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 15 คน (ร้อยละ 36) และ ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงพบว่า ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง มีจำนวน 7 คน (ร้อยละ 17) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างจำนวนลดลงเหลือ 4 คน (ร้อยละ 10)

หัวข้อทดสอบที่ 2 ระดับความง่วงนอนขณะดูโทรทัศน์ พบว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะดูโทรทัศน์เพิ่มขึ้นหลังจากการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm เป็น 11 คน (ร้อยละ 27) จากเดิม 8 คน (ร้อยละ 19), ระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่าง 18 คน (ร้อยละ 44) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 23 คน (ร้อยละ 56), ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 11 คน (ร้อยละ 27) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 7 คน (ร้อยละ 17) และ ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูง พบว่า ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวน 4 คน (ร้อยละ 10) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างไม่พบจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีความง่วงนอนขณะดูโทรทัศน์ในระดับสูง

หัวข้อทดสอบที่ 3 ระดับความง่วงนอนขณะนั่งเฉยๆ หรือกำลังประชุมหรือนั่งชมภาพยนตร์ในโรงหนัง พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะนั่งเฉยๆ หรือกำลังประชุมหรือนั่งชมภาพยนตร์ในโรงหนังเพิ่มขึ้นหลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm เป็น 12 คน (ร้อยละ 29) จากเดิม 9 คน (ร้อยละ 22) และระดับความง่วงระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 17 คน (ร้อยละ 41) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 21 คน (ร้อยละ 51) ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 15 คน (ร้อยละ 37) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างลดลงเหลือ 8 คน (ร้อยละ 20) และ ไม่มีระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงทั้งก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างตามมาตรฐาน Circadian rhythm

หัวข้อทดสอบที่ 4 ระดับความง่วงนอนขณะนั่งรถโดยสารเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะนั่งรถโดยสารเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1ชั่วโมง มีจำนวนเท่ากันทั้งก่อนและหลังจากการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm คือ 6 คน (ร้อยละ 15) และระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 14 คน (ร้อยละ 34) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง 21 คน (ร้อยละ 51) , ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 12 คน (ร้อยละ 29) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 11 คน (ร้อยละ 27) และ ระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงพบว่า ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวน 9 คน (ร้อยละ 22 และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีความง่วงนอนขณะดูโทรทัศน์ในระดับสูงที่ 3 คน (ร้อยละ 7)

หัวข้อทดสอบที่ 5 ระดับความง่วงนอนถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวัน พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวันก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm มีจำนวนมากกว่าหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างคือ 7 คน (ร้อยละ 17) และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm มีระดับน้อยกว่าก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างหรือ 5คน (ร้อยละ 12) ,ระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 14 คน (ร้อยละ 34) ซึ่งมีจำนวนเท่ากันกับกลุ่มตัวอย่างหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง,

ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 14 คน (ร้อยละ 34) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 17 คน (ร้อยละ 42) และระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงพบว่า ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวน 6 คน (ร้อยละ 15) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีความง่วงนอนถ้ามีโอกาสนอนพักกลางวันในระดับสูง 5 คน (ร้อยละ 12)

หัวข้อทดสอบที่ 6 ระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งคุยกับคนอื่น พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะกำลังนั่งคุยกับคนอื่นก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm มีจำนวน 28 คน (ร้อยละ 68) และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนหลังการปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 30 คน (ร้อยละ 73) ,ระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนเท่ากันที่ 11 คน (ร้อยละ 27) , ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 2 คน ด้านระดับความง่วงหลังรับแสงฯไม่พบในกลุ่มตัวอย่าง ด้านระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงพบว่า ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างไม่มีกลุ่มตัวอย่างที่มีความง่วงนอนในระดับนี้

หัวข้อทดสอบที่ 7 ระดับความง่วงนอนขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยไม่ได้ดื่มเหล้า พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงนอนขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังอาหารกลางวันโดยไม่ได้ดื่มเหล้าก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ที่ 9 คน (ร้อยละ 22) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่ 10 คน (ร้อยละ 25) และระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างที่ 13 คน (ร้อยละ 32) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมี 19 คน (ร้อยละ 46) , ระดับความง่วงในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 13 คน (ร้อยละ 32) หลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง10 คน (ร้อยละ 24) และระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงพบว่า ก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างจำนวน 6 คน(ร้อยละ 14) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนลดลงเหลือ 2 คน(ร้อยละ 5)

หัวข้อทดสอบที่ 8 ระดับความง่วงนอนเมื่อติดสัญญาณไฟแดงในขณะหยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจรนาน 2-3 นาที พบว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการง่วงเมื่อติดสัญญาณไฟแดงในขณะหยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจร ฯ ก่อนการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm อยู่ที่ 30 คน (ร้อยละ 73) และหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 34 คน (ร้อยละ 83) และระดับความง่วงในระดับน้อยก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างมีจำนวนเท่ากันที่ 7 คน (ร้อยละ 17) และในระดับปานกลางก่อนปรับปรุงแสงส่องสว่างอยู่ที่ 4 คน (ร้อยละ 10) ส่วนหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างไม่พบกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความง่วงในระดับปานกลาง และสุดท้ายระดับความง่วงนอนตอนกลางวันในระดับสูงทั้ง ก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างไม่พบกลุ่มตัวอย่างมีความง่วงอยู่ในระดับนี้

และจากการพิจารณาค่าความสัมพันธ์ด้วยปริมาณอุณหภูมิแสงก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่างตามมาตรฐาน Circadian rhythm และ แบบทดสอบระดับความง่วงนอนตอนกลางวัน (Epworth Sleepiness Scale : ESS) ก่อนและหลังปรับปรุงแสงส่องสว่าง พบว่าข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวและมีความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยข้อมูลผลที่ได้มีลักษณะของประเภท Negative Correlation และ Positive Correlation หรือการแสดงผลของข้อมูลไปในทิศทางลบและทิศทางบวกในต่างวาระการพิจารณา แต่เมื่อพิจารณาภาพในภาพรวมแล้วผลของการเพิ่มอุณหภูมิแสงในพื้นที่ทำงานจะมีแนวโน้มที่ทำให้คะแนนระดับความง่วงนอนมีทิศทางที่น้อยลง (ระดับความง่วงนอนปกติต้องมีผลคะแนน ≤ 5 คะแนน) และเส้นแนวโน้มได้บอกถึงแนวโน้มของการเพิ่มของแสงที่มีประสิทธิภาพหรือแสงส่องสว่างมาตรฐาน Circadian rhythm จะถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยในการช่วยส่งเสริมระดับความง่วงนอนปกติในกลุ่มผู้ทำงานในพื้นที่ระหว่างวันให้ดียิ่งขึ้นได้

5.6 อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมุติฐานงานวิจัยนี้ ทำให้รับรู้ข้อมูลด้านแสงส่องสว่างกับผลกระทบด้านสุขภาวะของผู้ใช้สัมผัสแสงในพื้นที่เชิงประจักษ์ ที่แปรความในลักษณะของการประเมินตนเองจากการสัมผัสแสงก่อนและหลังปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของ WELL Building Standard โดยสามารถพิจารณาได้จากสมมุติฐานงานวิจัยดังต่อไปนี้

5.6.1 สมมติฐานที่ 1

แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ภายในอาคารสำนักงานที่มีผังแบบเปิดที่ไม่ส่งเสริมการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารในระหว่างวัน จะมีผลต่อระบบ Circadian rhythm ด้านประสิทธิภาพการทำงาน และสุขภาวะที่ดีของพนักงานผู้เข้าใช้งานภายในพื้นที่

จากผลการวิจัย พบว่าประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ในปัจจุบันของอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิดกรณีศึกษาไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการกระตุ้น Circadian rhythm โดยสามารถแยกเป็นประเด็นหัวข้อตามสมมุติฐานได้ดังนี้

(1) ด้านคุณภาพแสง

พบว่าความส่องสว่างและอุณหภูมิของแสงที่สามารถคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าไม่ที่ผ่านเกณฑ์ Circadian rhythm ของ WELL Building Standard, Circadian Lighting Design, Q3 2020 version ซึ่งค่าเฉลี่ยความส่องสว่างในอาคารกรณีศึกษาทั้ง 3 ชั้นที่ได้ คือ 481.12 Lux ตามการวัดโดยใช้เครื่องมือ Chroma Meter CL-200 Konica Minolta ที่ระดับเหนือพื้นหน้าโต๊ะทำงาน 0.40 ม. และสามารถคำนวณ Melanopic lux (EML) เทียบเท่า = 216.6 ซึ่งตามเกณฑ์ Circadian rhythm แล้ว Melanopic lux (EML) เทียบเท่าที่เพียงพอต่อการกระตุ้น Circadian rhythm และถือว่ามีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ทำงานจะเท่ากับ 250 Melanopic lux ขึ้นไปขึ้นไป

อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวัน หรือกรณีพื้นที่ศึกษานี้ใช้แหล่งกำเนินแสงจากหลอด Fluorescent 3,000 K. ข้อปฏิบัติที่ควรพิจารณาในการปรับปรุงแสงส่องสว่างภายในที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ Circadian rhythm ที่จะต้องมีค่าความส่องสว่างตั้งแต่ 560 Lux ขึ้นไป เพราะเมื่อใช้การคำนวณ Melanopic lux (EML) เทียบเท่าด้วยสมการของ WELL Building Standard แล้วถึงจะมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดขั้นต่ำ หรือ 250 Melanopic lux เทียบเท่า (WELL Building Standard : Circadian rhythm, Lighting Design, 2020) ดังนี้

1) **ปรับเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสง Fluorescent 36 w. D65 จาก 4000 K เป็น 6500 K ขึ้นไป** หรือเพิ่มจำนวนหลอดจาก 2 หลอดในปัจจุบันเป็น 3 หลอด เพื่อที่จะได้ค่าส่องสว่างที่เพิ่มขึ้นในภาพรวมของพื้นที่ และเพื่อผลการคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าจะได้ตามเกณฑ์ Circadian rhythm ที่กำหนด
2) **ปรับเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงจาก Fluorescent 36 w. D65 จาก 4000 K เป็น LED 13 W /6500 K ขึ้นไป** ซึ่งอาจจะคงจำนวนหลอดเท่ากับ 2 หลอดที่ใช้กับหลอด Fluorescent ในปัจจุบันได้ แต่การคำนวนจากสมการจะใช้ค่า Ratio ที่แตกต่างกันคือจะใช้ผลคูณอยู่ที่ 0.76 (LED , CCT = 4000 : ตาราง 4) ผลค่าความส่องสว่างในภาพรวมของพื้นที่และผลการคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าจะแตกต่างจากหลอด Fluorescent และมีความเป็นไปได้ที่ค่าความส่องสว่างจะได้ตามเกณฑ์ Circadian rhythm ที่กำหนด แต่ทั้งนี้อาจจะต้องพิจารณาความสอดคล้องของจุดวัดค่าส่องสว่างกับตำแหน่งที่นั่งเพิ่มเติมด้วย
3) **การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเปิดรับแสงส่องสว่างจากธรรมชาติ** โดยผู้ใช้พื้นที่ภายในหรือ ใช้ระบบการปรับอัตโนมัติตามช่วงเวลาที่แสงธรรมชาติไม่มีผลการกระทบทางด้านความจ้า หรือความร้อนที่ส่องผ่านเข้ามา ทั้งนี้จากเกณฑ์ของ Circadian rhythm ของ WELL Building Standard การคิดคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่า สามารถคิดรวมถึงแสงธรรมชาติ (Daylight) ระหว่างวันได้ด้วยเช่นกัน (Circadian Lighting Design, 2020) แต่การวัดค่าส่องสว่างจะต้องวัดบนระนาบแนวตั้งที่หันไปข้างหน้า 1.2 ม. (4 ฟุต) เหนือพื้นห้อง (เพื่อจำลองมุมมองของผู้ใช้งาน) น้อยระหว่าง 9.00 น. ถึง 13.00 น. ทุกวันตลอดทั้งปี

(2) ด้านคุณภาพการนอนหลับ

คุณภาพการนนอนหลับนี้แสดงในรูปแบบของคะแนนประเมินแบบสอบถามคุณภาพการนอนหลับ (PSQI) และแบบประเมินความง่วงนอนตอนกลางวัน (ESS) จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการรับแสงในพื้นที่ทำงานและคุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วงนอนตอนกลางวันของพนักงานที่ทำงานในสำนักงานทั้งในรูปแบบคุณภาพชีวิตและกิจกรรมระหว่างวัน ซึ่งเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้านแสงสว่างกับตัวแปรตามด้านสุขภาวะที่แปรผันตามสภาพแวดล้อมในส่วนของการส่องสว่างของพื้นที่ปัจจุบัน พบว่า

1) ผลประเมินด้านคุณภาพการนอนหลับกลุ่มตัวอย่างมีสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีคุณภาพการนอนไม่ดีที่ร้อยละ 71 และมีความง่วงนอนในตอนกลางวันมากกว่าปกติที่ร้อยละ 46 ซึ่งจากผลคะแนนประเมินนี้ถือได้ว่ามีความสัมพันธ์กับลักษณะการใช้แสงในพื้นที่ที่มีสัดส่วนการใช้แสงธรรมชาติในอาคารน้อยและใช้แสงประดิษฐ์ (Fluorescent) เป็นแสงหลักในการใช้งาน อีกทั้งยังเป็นแสงที่ไม่มีประสิทธิภาพการกระตุ้น Circadian rhythm
2) ปัจจัยด้านพฤติกรรมส่วนบุคคลอื่นๆ ในระหว่างวันเกี่ยวข้อง อาทิเช่น การเปิด – ปิดม่านบังแสงจากผู้ที่นั่งอยู่ใกล้กับช่องแสงที่ขาดความเข้าใจในการจัดสรรเวลาการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติระหว่างวัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าผู้ใช้งานในพื้นที่มีการเปิด-ปิดม่านบังแสงแบบไม่เป็นเวลาสูงสุดถึงร้อยละ 41.46 และรองลงมาจะเป็นการปิดม่านเพื่อบังแสงธรรมชาติตลอดทั้งวันอยู่ที่ร้อยละ 36.59 ทำให้ทราบได้ว่าการบริหารจัดการอาคารสำนักงานด้านการให้ความสำคัญด้านสภาพแวดล้อมและแสงสว่างภายในยังไม่มีการให้ความสำคัญด้านประสิทธิภาพแสงตามเกณฑ์การกระตุ้น Circadian rhythm เพื่อส่งเสริมสุขภาวะที่ดีและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้สอยพื้นที่ภายในอาคาร
3) ผลการประเมินด้านคุณภาพการนอนหลับสามารถบ่งชี้ตาม*ทฤษฎี*ได้ว่า แสงมีบทบาทสำคัญในการควบคุมรูปแบบพฤติกรรมของมนุษย์โดยผ่านทางกลไกการกำหนดเวลาภายในร่างกายในแต่ละวัน (M. E. Jewett et al., 1997: 1800 - 1809) และแสงยังสามารถใช้เพื่อการปรับปรุงการนอนหลับ อารมณ์ และความเป็นอยู่โดยทั่วไปได้ (Blume et. al., 2019)
4) ผลประเมินระดับความง่วงนอนในตอนกลางวัน (ESS) ซึ่งจากผลคะแนนการประเมินแสดงให้เห็นว่าการเปิดรับแสงตามเกณฑ์ปกติปัจจุบันหรือการเปิดรับแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ในช่วงเวลาทำงานมีผลระดับความง่วงในตอนกลางวันที่ค่อนข้างชัดเจน โดยสรุปด้านการประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันก็มีจำนวนมีระดับ

ความง่วงนอนปกติเพียงร้อยละ 22 หรือมีระดับความง่วงนอนมากกว่าปกติถึงร้อยละ 78 (พิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้ในบทที่ 4)

จากสภาพแวดล้อมด้านแสงส่องสว่างในพื้นที่ศึกษา จะได้ปัจจัยและทฤษฎีด้านแสงส่องสว่างกับประสิทธิภาพการทำงานยังเป็นหนึ่งของประเด็นความเชื่อมโยงกันตามสมมุติฐานที่ว่า แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ภายในอาคารสำนักงานที่มีผังแบบเปิดที่ไม่ส่งเสริมการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารในระหว่างวัน จะมีผลต่อระบบ Circadian rhythm ด้านประสิทธิภาพการทำงาน และสุขภาวะที่ดีของพนักงานผู้เข้าใช้งานภายในพื้นที่ ซึ่งปัจจัยนี้แม้อาจจะเป็นหนึ่งในหลายๆปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้สอยในพื้นที่อาคาร แต่ก็ถือว่าเป็นปัจจัยที่ไม่ควรละเลย

5.6.2 สมมติฐานที่ 2

การประยุกต์ใช้ Circadian rhythm ภายในอาคารสำนักงานที่มีผังแบบเปิดเพื่อตอบสนอง Circadian rhythm ของผู้เข้าใช้งานในพื้นที่ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและส่งเสริมสุขภาพของผู้เข้าใช้งานในอาคาร

(1) ด้านการปรับปรุงคุณภาพแสง

จากการที่พบปัญหาด้านสภาพแสงส่องสว่างที่ไม่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm ของแสงส่องสว่างในพื้นที่ปัจจุบัน ทางผู้วิจัยได้ทำลองประยุกต์ใช้แสงที่มีประสิทธิภาพกระตุ้น Circadian rhythm ให้กับกลุ่มตัวอย่างโดยการติดตั้งแสงในบริเวณตำแหน่งที่แสงจะส่งผลต่อระบบการกระตุ้น Circadian rhythm คือ

1) การเพิ่มแสงส่องสว่างจากด้านบนฝ้าเหนือตำแหน่งที่นั่งกลุ่มตัวอย่างโดยใช้หลอด Smart 13w 6,500 K. ของ Philips ที่แสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงสามารถผันแปรตามค่าใกล้เคียงแสงจากธรรมชาติในช่วงเวลาระหว่างวันทำงาน หรือมีค่าอุณภูมิแสงระหว่าง 2,700 K. – 6,500 K. โดยการควบคุมผ่านระบบ Application WiZ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่
2) การเพิ่มแสงส่องสว่างในระดับตำแหน่งขอบ Partition ที่กั้นระหว่างพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่าง โดยตำแหน่งขอบ Partition จะอยู่ที่ระดับความสูงจากระนาบพื้นโต๊ะทำงาน 0.40 ม. หรือความสูงที่ระดับ 1.20 ม.จากระดับพื้นอาคาร โดยติดตั้งภายในกล่องรอบขอบ Partition ตามตำแหน่งที่นั่งทำงานและมีความยาวรวม 3.00 ม. โดยการใช้หลอด LED Strip WiZ Connected Light ของ Philips ที่แสงส่องสว่างและอุณหภูมิแสงสามารถผันแปรตามค่าใกล้เคียงแสงจากธรรมชาติในช่วงเวลาระหว่างวันทำงาน หรือมี

ค่าอุณภูมิแสงระหว่าง 2,700 K. – 6,500 K. โดยการควบคุมผ่านระบบ Application WiZ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่

3) ใช้ระยะเวลาในการให้ทางกลุ่มตัวอย่างได้รับแสงที่มีประสิทธิภาพกระตุ้นระบบ Circadian rhythm ที่ 7 วันทำงานในช่วงเวลาทำงาน 09.00 – 17.00 น.โดยผ่านปุ่มเซ็นเซอร์รับแสง LYS (รายละเอียดในบทที่ 4) ซึ่งการติดตั้งปุ่มรับแสงนี้จะติดตั้งที่กระเป๋าเสื้อหรือสาบเสื้อหรือสายคล้องคอติดบัตรพนักงาน
4) ผลการประยุกต์ใช้งานแสงที่มีประสิทธิภาพกระตุ้นระบบ Circadian rhythm จากข้อมูลปุ่มเซ็นเซอร์รับแสงจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น จำนวน 41 ราย พบว่าค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 400.56 Lux ซึ่งสามารถคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าตามสมการ EML = 304.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน Circadian rhythm ของ WELL Building Standard จาก International WELL Building Institute ที่กำหนดว่าต้องมี 250 Melanopic lux เทียบเท่าขึ้นไป อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวันและทุกวันตลอดทั้งปี ซึ่งแม้ว่าค่าส่องสว่างจะมีค่าลดลงจากค่าแสงปกติ คือ 481.12 Lux แต่เนื่องด้วยผลการคูณค่า Ratio ของแหล่งกำเนิดแสงจากหลอด Fluorescent และ หลอด LED ต่างกัน คือ ตัวคูณค่า Ratio หลอด Fluorescent = 0.45 และตัวคูณค่า Ratio หลอด LED = 0.76 จึงทำให้ผลคำนวณ Melanopic lux เทียบเท่าต่างกัน แต่ทั้งนี้ยังมีข้อสังเกตุจากข้อโต้แย้งบางประการที่ว่า ถ้าแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm ของ WELL Building Standard ต้องการเพียงแค่ แสงมีประสิทธิภาพ Circadian rhythm อย่างน้อย 4 ชั่วโมงต่อวันและทุกวันตลอดทั้งปี และถ้าปรับปรุงให้แสงมีประสิทธิภาพเพียงแค่ 4 ชม.แล้ว ส่วนที่เหลืออีก 4 ชม.ตามเวลาการทำงานตามมาตรฐานหรือตามกฎหมาย ไม่ทำหรือปิดสภาพแสงที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm อาจจะทำให้ 4 ชั่วโมงหลังนี้ส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับได้เช่นกันเนื่องจากแสงที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm ที่จะส่งผลให้ครบวงจรแสงคุณภาพนอกเหนือจากการกระตุ้นเรื่องการตื่นตัวในช่วงเช้าด้วยแสงคลื่นสั้นสีน้ำเงิน หรือช่วงอุณหภูมิแสงที่ 4,000 – 6,500 K. แล้ว ระบบ Circadian rhythm ยังต้องการแสงคลื่นยาวหรือแสงที่มีอูณหภูมิระหว่าง 2,700 – 3,500 เพื่อการลดระดับของฮอร์โมนคอลติซอล และ เพิ่มการผลิตฮอร์โมนเมลาโทนินเพื่อเตรียมตัวเตรียมร่างกายเพื่อการพักผ่อนในช่วงค่ำต่อไปด้วย และถ้าการได้รับแสงใน 4 ชั่วโมงหลังที่ไม่ส่งเสริมการผลิตฮอร์โมนตามความต้องการของธรรมชาติร่างกาย ก็อาจจะส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับในช่วงกลางคืนได้ แม้ในช่วงเวลาเช้าจะได้รับแสงที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นระบบ Circadian rhythm มาแล้วก็ตามหรือกล่าวคือ Circadian rhythm คือการให้ข้อมูลวงจรชีวิตแก่เซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายเพื่อปรับ

สรีรวิทยาตามเวลาของวัน (Pittendrigh, 1993) ถ้ามีการหยุดชะงักดังกล่าวอาจเกิดขึ้นจากข้อมูลแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมหรือสัญญาณสิ่งแวดล้อมที่ขัดแย้งกันหรืออาจเกิดจากการสูญเสียการทำงานของ (Suprachiasmatic nucleus : SCN) หรือปัญหาทางระบบประสาทอื่นๆได้ (E. Ellis et, al., 2021)

(2) ด้านคุณภาพการนอนหลับ

จากการปรับปรุงคุณภาพแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm พบว่าผลข้อมูลที่ได้สามารถบ่งชี้ได้ว่าการได้รับแสงระหว่างวันเป็นหนึ่งในเหตุผลด้านคุณภาพการนอนและประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งจากการปรับปรุงแสงส่องสว่างในพื้นที่ทำงานของกลุ่มตัวอย่างแสดงให้เห็นถึงตัวชี้วัดในด้านต่างๆ มีทิศทางและแนวโน้มที่ดีขึ้น ค่าการส่องสว่างและอุณหภูมิของแสงก่อนและหลังการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p<0.01$)

1) กลุ่มตัวอย่างที่ได้การปรับปรุงแสงที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm หรือความส่องสว่างและอุณหภูมิของแสงที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการเพิ่มเมลาโนปิก ลักซ์ หรือ EML (Melanopic Lux) ที่มีส่วนสำคัญทำให้เกิดการกระตุ้นของ Circadian rhythm ได้
2) การแปรผลการประเมินของคุณภาพการนอนหลับและคุณภาพความง่วงนอนปกติในตอนกลางวันสามารถบ่งชี้ทั้งจากคะแนนประเมินจากแบบสอบถามทั้ง 2 ชุดของกลุ่มตัวอย่างมีทิศทางที่ดีขึ้นจากประเมินคุณภาพการนอนหลับ ที่แต่เดิมมีค่าคะแนนเฉลี่ย PSQI อยู่ที่ 7.32 และหลังจากปรับปรุงแสงส่องสว่างมีค่าเฉลี่ยคะแนน PSQI ลดลงมาอยู่ที่ 6.22 (คุณภาพการนอนหลับดี คะแนน ≤ 5 , คุณภาพการนอนหลับไม่ได้ >5) ด้านจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ประเมินก่อนปรับปรุงแสงสว่างอยู่ที่ 11 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 27 มีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ 30 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 73 และหลังการปรับปรุงแสงสว่างมีจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้น 11 ราย อยู่ที่ 22 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 54 และมีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ 19 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 46 หรือแม้แต่กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณภาพการนอนหลับที่ดีขึ้นก็มีจำนวนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 54 ซึ่งแต่เดิมมีเพียงร้อยละ 27 รวมถึงค่าเฉลี่ยแนวโน้มขององค์ประกอบการชี้วัดคุณภาพการนอนหลับก็มีทิศทางที่ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบ อาทิ จำนวนชั่วโมงการนอนหลับระหว่าง 6-7 ชั่วโมงดีขึ้นจากเป็นร้อยละ 65.85 ซึ่งจากเดิมอยู่ที่ร้อยละ 51.22 ฯ
3) ด้านผลการประเมินระดับความง่วงนอนตอนกลางวันก็มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความง่วงนอนตอนกลางวันปกติเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 39 จากเดิมอยู่ที่ร้อยละ 22

4) ผลคะแนนประเมินระดับความง่วงนอนก่อนและหลังการปรับปรุงแสงสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm โดยก่อนปรับปรุงแสงสว่างมีค่าคะแนนเฉลี่ย ESS อยู่ที่ 9.12 และหลังปรับปรุงแสงสว่างมีค่าเฉลี่ยคะแนน ESS ลดลงมาที่ 7.49 และมีจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ประเมินหรือผู้มีความง่วงนอนตอนกลางวันปกติก่อนปรับปรุงแสงสว่างอยู่ที่ร้อยละ 22 ซึ่งหลังการปรับปรุงแสงสว่างมีจำนวนผู้มีความง่วงนอนตอนกลางวันปกติเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 39 ฯ ซึ่งการข้อมูลการเพิ่มขึ้นในเชิงบวกของจำนวนกลุ่มตัวอย่างนี้เป็นการเพิ่มขึ้นหลังการรับแสงตามมาตรฐาน Circadian rhythm แล้วทั้งสิ้น (พิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้ในบทที่ 4)
5) จากผลการประเมินแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะที่สำคัญของแสง ในด้านการมีบทบาทสำคัญในการควบคุมรูปแบบพฤติกรรมของมนุษย์โดยผ่านทางกลไกการกำหนดเวลาภายในร่างกายในแต่ละวัน (Jewett et al., 1997) และแสงก็ยังสามารถใช้เพื่อการปรับปรุงการนอนหลับ อารมณ์ และความเป็นอยู่โดยทั่วไปได้ (Blume et al., 2019) หรืออีกนัยแสงคือนาฬิกาชีวภาพของร่างกายที่เป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมด้านคุณภาพการนอนหลับและสุขภาวะที่ดีอย่างมีนัยสำคัญ

การดำเนินการวิจัยในส่วนของการปรับปรุงแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ภายในพื้นที่ทำงานครั้งนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของแสงต่อสุขภาพของพนักงานซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับแสงที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm ที่ว่าพนักงานที่ได้รับแสงจากหน้าต่างในที่ทำงานช่วงเวลาทำงานจะมีการนอนหลับเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 46 นาทีต่อคืนซึ่งมากกว่าพนักงานที่ไม่ได้รับแสงธรรมชาติในที่ทำงาน (Mohamed Boubekri et al., 2014: 603 - 611) นอกจากนี้แนวโน้มของพนักงานในพื้นที่สำนักงานที่มีหน้าต่างหรือช่องแสงจะมีกิจกรรมทางกายมากกว่าและมีรายงานคะแนนคุณภาพชีวิตที่ดีกว่ารวมถึงคุณภาพการนอนหลับที่ดีกว่าพนักงานในพื้นที่ที่ไม่ได้รับแสงธรรมชาติจากหน้าต่าง (Mohamed Boubekri et al., 2014: 603 - 611) ในกรณีนี้รวมถึงแสงประดิษฐ์ที่ไม่มีประสิทธิภายในการกระตุ้นระบบ Circadian rhythm เพื่อการส่งเสริมคุณภาพการนอนหลับด้วยเช่นกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังพบข้อมูลที่ชี้ชัดให้เห็นถึงปัญหาที่ถูกละเลยในส่วนของคุณภาพแสงที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ทำงานอย่างเช่นกรณีพื้นที่ศึกษานี้ ที่โดยส่วนใหญ่สถานที่ที่ผู้คนใช้เวลาอาศัยอยู่ประจำโดยเฉลี่ย 87% เช่นที่ทำงาน แสงสว่างมักเป็นแสงที่มีการจัดหาเท่าที่เพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานด้านการมองเห็น (เช่นการกระตุ้นของระบบการมองเห็น) เพียงเท่านั่นแต่มักขาดองค์ประกอบสเปกตรัมหรืออุณหภูมิแสงที่เหมาะสมกับความเข้มข้นของแสงที่จำเป็นในการกระตุ้นระบบ Circadian rhythm (Konis Kyle, 2017: 23 - 38) จนส่งผลต่อคุณภาพการนอนหลับ

และการนอนหลับที่ไม่เพียงพอหรือการมีคุณภาพนอนหลับที่ไม่ดีจะมีผลต่อสุขภาพและความปลอดภัยในบุคคลอย่างมากมาย อาทิ มีผลต่อปรากฏการณ์ของชนิดมะเร็งต่างๆ การเผาผลาญกลูโคสที่ลดการเพิ่มขึ้นของความอยากอาหารผ่านทางการลดลงของ leptin และระดับ ghrelin ที่เพิ่มขึ้นและดัชนีมวลกายสูงขึ้นที่คล้ายกับความเมื่อยล้าที่เพิ่มขึ้นและการลดลงของประสิทธิภาพการทำงานที่อาจนำไปสู่อัตราความผิดพลาดที่เพิ่มขึ้นและความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้ (Peter Robert Boyce et al., 2006: 191 - 223)

ซึ่งจากการศึกษานี้ทำให้ทราบว่าในสำนักงานอาคารสูงกรณีศึกษาในกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน องค์ประกอบทางด้านสถาปัตยกรรมเช่นหน้าต่างช่องแสงรอบอาคารถูกละเลยต่อการทำหน้าที่เปิดรับแสงเพื่อการส่องสว่างภายในและที่สำคัญคือเพื่อการควบคุมแสงส่องสว่างที่เหมาะสมต่อการกระตุ้น Circadian rhythm ในระหว่างวันที่อาจส่งผลกระทบต่อปัจจัยทางร่างกายและจิตใจของผู้ใช้พื้นที่ภายในอาคารได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีข้อมูลสนับสนุนว่าอิทธิพลของแสงในสำนักงานที่มีและไม่มีหน้าต่างรับแสงธรรมชาติ มีผลต่อการประเมินคุณภาพการนอนหลับที่ไม่ดีหรือไม่ดีด้วยเช่นกัน (Jennifer A. Veitch, 2006: 206 - 222)

เนื่องจากการผันแปรของแสงในรอบวันที่สอดคล้องกับการควบคุมระบบนาฬิการชีวภาพหรือ Circadian rhythm ของบุคคล และงานวิจัยนี้จึงมีสมมุติฐานว่าด้วยการปรับปรุงแสงส่องสว่างสว่างภายในสำนักงานตามการออกแบบตามเกณฑ์มาตรฐาน WELL Building Standard (Circadian Lighting Design, Q3 2020) เพื่อที่จะนำไปสู่สภาพแวดล้อมภายในด้านแสงสว่างที่สนับสนุนสุขภาวะและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ด้วยอาศัยตัวชี้วัดแสงในพื้นที่ที่ทำงานตามที่ได้อธิบายแนวทางและรายละเอียดไว้ในบทความนี้แล้ว

การตัดสินใจในการปรับปรุงด้านแสงและสภาพแวดล้อมภายในให้เหมาะสมกับบริบทของสำนักงานในแต่ละแห่ง ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบปรับปรุงแสงตามมาตรฐานในการทำให้แสงภายในพื้นที่มีประสิทธิภาพ Circadian rhythm หรือการกระตุ้นนาฬิกาชีวภาพในบุคคล แท้จริงแล้วไม่ใช่เรื่องยุ่งยากหรือซับซ้อนแต่อย่างใด เพียงแค่ต้องต้องทำความเข้าใจในสาระสำคัญของแสงส่องสว่างที่ไม่ได้มีเพียงแค่การใช้งานในมิติการส่องสว่างเพื่อการกระตุ้นของระบบการมองเห็นเพียงเท่านั้น กระบวนการการปรับปรุงแสงตามเกณฑ์ฯควรเริ่มจากการตระหนักต่อตัวแปร (ปัจจัย) ที่มีภายในพื้นที่อาคารเป็นลำดับแรกก่อน ซึ่งถือได้ว่าเป็นการจัดการที่ง่ายที่สุด เช่น การเปิด -ปิด ม่านบังแสงของช่องแสงรอบอาคารที่ควรคำนึงถึงการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานภายในเป็นครั้งคราวบ้างตามความเหมาะสม โดยเฉพาะกรณีช่วงเวลาที่ไม่มีแดดสามารถส่องผ่านเข้ามาได้ หรือถ้าเป็นการเพิ่มในส่วนของแสงไฟประดิษฐ์ตามเกณฑ์ของมาตรฐานการกระตุ้น Circadian rhythm อย่างที่กล่าวถึงในงานวิจัยก็ถือเป็นทางเลือกที่ไม่ซับซ้อนและมีความยุ่งยากอะไร ทั้งในมิติของราคาหรือการดัดแปรช่องทางการติดตั้ง ดังที่ทางผู้วิจัยได้นำเสนอจากการทดลอง ซึ่งในระยะยาวแล้วถือว่ามีความคุ้มค่าต่อทั้ง

ภาพลักษณ์องค์กรและยังส่งผลในด้านการส่งเสริมสุขภาวะที่ดีต่อพนักงานที่สามารถประยุกต์ช่วยทำให้เกิดธรรมมาภิบาลในด้านการส่งเสริมความมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลที่ดีต่อการทำงานในพื้นที่ได้ และยังรวมถึงการส่งเสริมและสนับทางด้านนโยบายการประหยัดพลังงานภายในองค์กรได้อีกหนึ่งช่องทาง หรือถ้ามีความประสงค์ในการปรับปรุงในด้านมิติของงานสถาปัตยกรรมซึ่งอาจจะเป็นมิติที่มีความซับซ้อนขึ้นบ้าง แต่ก็ถือว่าเป็นทางเลือกอย่างยั่งยืนทั้งในด้านคุณภาพแสงของสภาพแวดล้อมภายในและด้านการใช้พลังงานของอาคาร อาทิ อาจเลือกปรับปรุงในส่วนประกอบของอาคาร เช่น ระบบบังแสงแดดและตัวควบคุมสำหรับการผันแปรตามแสงสว่างในระหว่างวันโดยอัตโนมัติ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการประเมินความคุ้มค่าในด้านงบประมาณต่อไป

5.7 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

การสัมผัสแสงตามเกณฑ์ Circadian rhythm เพื่อสุขภาวะในงานวิจัยนี้เป็นการดำเนินการภายใต้บริบทและวิธีการเพื่อประเมินตามช่วงระยะเวลาการทำงานระหว่างวันของกลุ่มตัวอย่างที่คาดว่าจะทำให้เกิดผลต่อการกระตุ้น Circadian rhythm หรือนาฬิกาชีวภาพของบุคคลตลอดจนประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มอย่างกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่สำนักงานอาคารสูง ซึ่งมีการสร้างตัวชี้วัดแสงด้านสุขภาวะหรือการออกแบบปรับเปลี่ยนแสงส่องสว่างสว่างในพื้นที่ตำแหน่งที่นั่งของกลุ่มตัวอย่างจากสมมติฐานที่คาดว่าจะถ้ากลุ่มตัวอย่างได้รับแสงตามเกณฑ์ฯแล้วจะมีการตอบสนองด้านความสัมพันธ์ของแสงสว่างกับการเชื่อมโยงด้านสุขภาวะ (คุณภาพการนอนหลับและระดับความง่วง) และความเป็นอยู่ที่ดีภายในอาคารสำนักงานได้ แต่ทั้งนี้งานวิจัยนี้ยังไม่ใช่สิ่งบ่งชี้ที่ชัดเจนเพียงพอในการส่งเสริมสุขภาวะหรือประสิทธิภาพการทำงานที่ดีให้กับทุกกลุ่มบุคคลได้ แต่ก็สามารถปรับใช้เป็นแนวทางสร้างเกณฑ์พื้นฐานการกระตุ้นแสง Circadian rhythm หรือสร้างสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่สอดคล้องกับกระบวนการทำงานในแต่ละบุคคล แต่ละบริบทสถานที่ได้ เช่น การกำหนดแสงระหว่างวันขั้นต่ำที่สูงขึ้นเพื่อการกระตุ้นความตื่นตัวที่เร็วขึ้นหรือนานขึ้น (Ibrahim et al., 2015) หรือแม้กระทั่งการนำไปปรับใช้ผสมผสานคลื่นสีและความเข้มแสงกับแสงสว่างภายในพื้นที่เดิมในอัตราส่วนที่เหมาะสมตามปริมาณการขึ้นลงของฮอร์โมนเมลาโทนิน ก็จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวในการทำงานรวมทั้งมีผลดีต่อการผ่อนคลายความเครียดและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน (Bommel, 2006) ได้เช่นกัน หรือแม้แต่การปรับใช้กับเกณฑ์การส่องสว่างเหมาะสมสำหรับผู้ใหญ่ที่มีอายุมากกว่า 65 ปี เนื่องจากสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับอายุ ผลกระทบที่ลดความไวของสายตากับแสง (เช่นต้อกระจก, ต้อหิน, จอประสาทตาเสื่อม) (Konis Kyle, 2017: 22 - 38) แต่ทั้งนี้การจะตัวชี้วัดหรือตัวแปรอิสระหรือในงานวิจัยนี้คือการเพิ่มคุณภาพแสงโดยผลิตภัณฑ์การส่องสว่าง จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องตามของข้อมูลให้ชัดเจนถึงคุณลักษณะต่างๆ หรือข้อจำกัดที่เกี่ยวเนื่องกับกายภาพเดิมของพื้นที่ที่จะปรับปรุงในพื้นที่อาคาร หรือแม้กระทั่งเพื่อการเปรียบเทียบมาตรการทาง

กายภาพของการกระตุ้นด้วยแสงกับผลลัพธ์ข้อจำกัดด้านสุขภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งในบางกรณีการติดตั้งองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมเพิ่มเติมแบบถาวรที่ส่วนของเปลือกอาคารเพื่อลดการส่องของแสงกลางวันก็อาจจะเป็นกรณีทางเลือกเพิ่มเติมแบบผสมผสานได้เช่นกัน ดังนั้นความพยายามในการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ ควรรวบรวมข้อมูลการใช้ตัวชี้วัดแสงที่เหมาะสมรวมถึงขั้นตอนการประเมิน เพื่อเป้าหมายให้เป็นผลประโยชน์ต่อสุขภาวะของกลุ่มผู้เข้าใช้พื้นที่ เพื่อการเพิ่มประสิทธิรูปที่หลากหลายในการการออกแบบและประเมินอาคารที่มีคุณภาพด้านแสงสว่างภายในเพื่อสุขภาวะที่ดีและส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงาน

โดยสรุปแล้วงานวิจัยนี้ได้นำเสนอตัวชี้วัดต่างๆตลอดจนการทดลองถึงคุณภาพแสงเพื่อส่งเสริมสุขภาวะที่ดีตลอดจนประสิทธิภาพการทำงานที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงหรือประยุกต์ใช้เพื่อสร้างประสิทธิภาพของแสงภายในพื้นที่ทำงานได้อย่างมีคุณภาพ อาทิเช่น

(1) การจัดทำดวงโคมแสงส่องสว่างเฉพาะพื้นที่นั่งทำงานของพนักงาน เช่น การจัดทำหรือติดตั้งโคมตามแนว Partition ที่กั้นระหว่างที่นั่งพนักงาน โดยใช้ชุดไฟ LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips และดัดแปลงฉากอลูมิเนียมสำหรับงานฝ้าเพดานหรืองานตกแต่งภายใน นำมาประยุกต์ใช้เป็นตัวครอบชุดไฟ LED Strip ซึ่งสามารถทำได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังมีราคาที่ไม่สูงมากเกินไป

(2) การติดตั้ง Downlight Smart LED 100w. 1521 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500 K รุ่น WIZ ของ Philips เสริมบนฝ้าเพดานเพื่อการเพิ่มแสงที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm ซึ่งก็มีราคาที่ไม่สูงเกินไป แต่อาจจะต้องใช้ผู้ชำนาญระบบไฟฟ้าหรือช่างไฟเป็นผู้ติดตั้งและเชื่อมต่อระบบการเปิด-ปิดให้

(3) การเปลี่ยนชุดไฟส่องสว่างภายในอาคารให้เป็น LED ทั้งหมดเพื่อจะได้เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้น Circadian rhythm ตามเกณฑ์ของ WELL Building Standard แต่ก็ควรจะเสริมดวงไฟที่มี CCT ไม่สูงเพื่อปรับเปลี่ยนระดับแสงส่องสว่างระหว่างวันให้สอดคล้องกับแหล่งกำเนินแสงของธรรมชาติเพื่อการกระตุ้น Circadian rhythm ด้วย **ฯลฯ**

ซึ่งจากที่กล่าวมา ทางผู้บริหารหรือสำหรับเจ้าของอาคารสามารถเลือกใช้งานตามความประสงค์ หรือตามงบประมาณได้ ไม่ว่าจะมีความต้องการปรับปรุงคุณภาพแสงเพิ่มเติมหรือต้องการปรับปรุงเฉพาะส่วนแต่ละพื้นที่ที่มีแสงประสิทธิภาพต่ำภายในอาคารก็สามารถทำได้เช่นกัน แต่ตัวชี้วัดและขั้นตอนการปรับปรุงอาจจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสม สอดคล้องในแต่ละกายภาพพื้นที่ที่ต้องการเพิ่มเติมต่อไป หรืออาจจะต้องขึ้นอยู่กับสมมติฐานบางประการ เช่น ช่วงเวลาการใช้งาน, สเปกตรัม, อุณหภูมิแสง, ปริมาณความเข้ม, ระยะเวลา หรือแหล่งกำเนิดแสงส่องสว่างที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกระตุ้น Circadian rhythm ได้

5.8 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดจนนำสู่ปัญหาที่ซับซ้อนอย่างมากมาย โดยมีบางอย่างที่อาจจะต้องคำนึงถึงอย่างเข้มงวดและจริงจังเป็นที่สุด เพื่อที่การดำเนินงานวิจัยจะไม่ต้องหยุดชะงัด หรือเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณากลุ่มตัวอย่างที่จะร่วมงานการทำงานวิจัยในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง, วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างหรือแม้กระทั้งการคัดสรรกลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมวิจัย โดยถ้าการทำงานวิจัยจะต้องทำในภาคสนามที่มีการทำงานเป็นปกติประจำวันที่ไม่มีการควบคุมตัวแปรด้านพฤติกรรมใด ปล่อยทุกอย่างเป็นอิสระตามธรรมชาติ ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาข้อจำกัดย่อยต่างๆ โดยเฉพาะด้านสังคมหรือบริบทของกลุ่มตัวอย่างให้ถี่ถ้วน และจริงจัง ชัดเจนมากยิ่งขึ้น อาทิ เช่น

ด้านความสมัครใจและความพร้อมในการปฏิบัติตามแนวทางวิจัย ที่ต้องยืนยันอย่างชัดเจน มั่นเหมาะ

ด้านปัจจัยเพื่อนร่วมงานรอบข้า งที่อาจจะมีผลกระทบต่อการใช้งานหรือการเพิ่มแสงส่องสว่างตามเกณฑ์ Circadian rhythm ต้องทำความเข้าใจให้ชัดเจนมากที่สุด หรืออาจจะต้องมีการให้ทดลองการสัมผัสแสงเป็นเวลา 1 - 2 วันก่อนเริ่มงานวิจัยจริง

ด้านผลตอบกลับหรือผลกระทบต่อหน้าที่การงานของผู้เข้าร่วม ต้องเป็นไปในลักษณะที่ไม่มีผลกระทบไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น

ด้านผลกระทบกับครอบครัวหรือความเป็นส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่าง หรือ เพื่อนพนักงานที่อยู่ในตำแหน่งใกล้เคียง ต้องทำความเข้าใจให้ทั่วถึง ไม่ควรชี้แจงหรือทำความเข้าใจเฉพาะแต่เพียงอาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยเท่านั้น

ถ้าต้องการทำให้ผลลัพธ์ของการปรับปรุงแสงส่องสว่างอย่างสมบูรณ์ อาจจะต้องเพิ่มกลุ่มตัวอย่างคู่ขนานเปรียบเทียบ เช่น กลุ่มที่มีการปรับเปลี่ยนแสงตามเกณฑ์ฯ กับ กลุ่มที่ไม่มีการปรับเปลี่ยนแสงตามเกณฑ์ฯ ทำควบคู่ในช่วงเวลาเดียวกัน หรือ ทำการทดลองในสภาพแวดล้อมที่ควบคุม (คุมทั้งสภาพแวดล้อม และคุมทั้งอาสาสมัคร)

ทั้งนี้ ถ้ากรณีมีอาสาสมัครหรือกลุ่มตัวอย่างที่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ ก็อาจจะต้องพิจารณาเพิ่มเติมในด้านวุฒิภาวะ ซึ่งอาจจะมีความเกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือระดับประสบการณ์ในหน้าที่การทำงาน เช่น บุคคลที่มีความไม่แน่นอนด้านการอยู่ประจำในตำแหน่งที่นั่ง หรือบุคคลที่ชอบเข้าสังคมจนมีเวลาในการนั่งทำงานไม่เพียงพอต่อระยะเวลาการทดลอง แต่อย่างไรการวิจัยนี้ก็ไม่พบว่าไม่มีความแตกต่างในด้านอายุ, เชื้อชาติ, เพศ, ศาสนา หรืออายุการทำงาน และนอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังไม่มีข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการใช้ยาเสพติดเพื่อระงับระดับความเครียดแต่อย่างใด คงมีเพียงการสัมผัสแสงและการประเมินในแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างบางรายที่ต้องมีระยะเวลาการเก็บข้อมูลที่ยาวนานกว่าเกณฑ์ 7 วัน เพื่อทำการแก้ไขข้อมูลให้เกิดความต่อเนื่องของช่วงเวลาการ

สัมผัสแสง เนื่องจากข้อมูลการรับแสงจะถูกเก็บรวบรวมจากปุ่มที่ติดตัวกลุ่มตัวอย่าง จึงมีความเป็นไปได้ที่อาจมีข้อผิดพลาด, ตกหล่นด้านการรับแสงช่วงขณะบ้าง เนื่องจากเกิดจากพฤติกรรมส่วนบุคคลบางประการ ดังนั้นค่าแสงหรือผลข้อมูลที่รายงานอาจไม่สามารถแสดงถึงระดับแสงที่ครอบคลุมถึงม่านตาได้อย่างเต็มที่ตามหลักการของทฤษฎีหรือข้อกำหนด และ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ได้อย่างชัดเจน ต้องอาศัยความคุ้นเคยกับการอ่านผลข้อมูลให้มากสักระยะจึงจะพอสามารถแยกแยะหรือพอที่จะอ่านพฤติกรรมการสัมผัสแสงของกลุ่มตัวอย่างได้ว่า ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง หรือ ต้องเก็บข้อมูลใหม่ หรือต้องยกเลิกข้อมูล ดังนั้นผู้ที่จะทำการวิจัยในด้าน Circadian rhythm ต้องพยายามเข้าใจและเรียนรู้การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า รวมถึงพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการเก็บข้อมูลหรือการทำงานวิจัยจะได้ราบรื่น ไม่เกิดการหยุดชะงักแต่อย่างใด

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสำรวจข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ

โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หน้าข้อความหรือเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ .....

3. ตำแหน่งที่นั่งทำงานของท่าน

☐ ห่างจากหน้าต่างช่องแสง1-3 เมตร ☐ ห่างจากหน้าต่างช่องแสง4-7เมตร

☐ ห่างจากหน้าต่างช่องแสง 8-11เมตร ☐ ห่างจากหน้าต่างช่องแสงมากกว่า11เมตร

4. โดยปกติตำแหน่งที่นั่งทำงานประจำของท่านใช้ม่านปิดบังแสงแดดหรือไม่ หรือใช้ปิดบังในช่วงเวลาไหน

☐ เปิดตลอดวัน ☐ ปิดตลอดวัน

☐ เปิด-ปิด ไม่เป็นเวลา ☐ เปิด-ปิด ตามเวลาดังนี้.....

5. ไฟส่องสว่างที่ท่านใช้งานในตำแหน่งที่ท่านนั่งทำงานประจำ (สามารถระบุได้มากกว่า1ช่องทาง)

☐ แสงธรรมชาติ ☐ แสงจากเครื่องใช้ไฟฟ้า อาทิ แสงจอคอมพิวเตอร์

☐ ไฟฝ้าเพดาน ☐ ไฟส่องสว่างส่วนบุคคล

6. จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่ท่านนั่งทำงานในตำแหน่งที่นั่งทำงานประจำของท่านในแต่ละวัน.....ชม

7. จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่ท่านนั่งทำงานด้วยการใช้จอคอมพิวเตอร์ในแต่ละวัน.....ชม.

8. ขนาดจอคอมพิวเตอร์ที่ท่านใช้งานประจำในแต่ละวัน

☐ แล็ปท็อปขนาดจอ12” ☐ จอคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อป 15”

☐ จอคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อป 15” 2จอ

☐ ใช้จอขนาดหรือชนิดอื่นๆ(โปรดระบุ).....

9. ท่านนั่งทำงานในตำแหน่งที่นั่งปัจจุบันเป็นระยะเวลา

☐ ต่ำกว่า 1 ปี ☐ 2-5 ปี ☐ 6-10 ปี ☐ มากกว่า 11ปี

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามเพื่อประเมินการง่วงนอนตอนกลางวัน (Epworth Sleepiness Scale (ESS))

ส่วนที่2. แบบสอบถามเพื่อประเมินการง่วงนอนตอนกลางวัน (Epworth Sleepiness Scale (ESS))

คำแนะนำ : กรุณาประเมินว่าในช่วงที่ผ่านมาคุณมักจะเผลองีบหลับมากน้อยแค่ไหน ในสถานการณ์ดังต่อไปนี้ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง (กรณีปราศจากความเหน็ดเหนื่อย)

โอกาสของการงีบหลับในสถานการณ์ต่างๆ	0 ไม่มี	1 น้อย	2 ปานกลาง	3 สูง
1. นั่งอ่านหนังสือ	☐	☐	☐	☐
2. ดูโทรทัศน์	☐	☐	☐	☐
3. นั่งเฉยๆ ในที่สาธารณะ (ได้แก่นั่งดูละคร หรือ นั่งประชุม)	☐	☐	☐	☐
4. ขณะนั่งโดยสารอยู่ในรถเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง	☐	☐	☐	☐
5. ขณะเอนหลังในช่วงบ่ายที่คุณมีเวลาว่าง นั่งสนทนา	☐	☐	☐	☐
6. นั่งเฉยๆ หลังอาหารเที่ยง (โดยไม่ได้ดื่มสุรา)	☐	☐	☐	☐
7. ขณะรถติดไฟแดง ประมาณ 2-3 นาที	☐	☐	☐	☐

ผลรวมของคะแนน .....

มหาวิทยาลัยศิลป

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพการนอนหลับ (The Pittsburgh SleepQuality Index (PSQI))

ชื่อ..... วันที่:...../...../.....

ดัชนีคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (PSQI)

คำแนะนำ : ตอบคำถามต่อไปนี้ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการนอนหลับตามปกติของคุณในช่วงเดือนที่ผ่านมาเท่านั้น ควรระบุคำตอบที่ถูกต้องที่สุดสำหรับข้อมูลส่วนใหญ่ในช่วงกลางวันและกลางคืนของเดือนที่ผ่านมา

1. ในเดือนที่ผ่านมาคุณเข้านอนตอนกลางคืนกี่โมง? .....
2. ในช่วงเดือนที่ผ่านมาคุณมักจะหลับไปนานแค่ไหนในแต่ละคืน?.....
3. ในเดือนที่ผ่านมาคุณมักจะตื่นนอนตอนเช้ากี่โมง? .....
4. ในช่วงเดือนที่ผ่านมาคุณนอนหลับตอนกลางคืนกี่ชั่วโมง? (อาจแตกต่างจากจำนวนชั่วโมงที่คุณนอนอยู่บนเตียง).....

5. ในช่วงเดือนที่ผ่านมาคุณมีช่วงเวลาไม่น้อยกว่าหนึ่งครั้งหรือสามครั้งหรือมากกว่านั้นบ่อยเพียงใดที่นอนไม่หลับ เนื่องจากคุณ.....	ไม่ใช่ในช่วงเดือนที่ผ่านมา	น้อยกว่าสัปดาห์ละครั้ง	ครั้งหรือสองครั้งต่อสัปดาห์	สามครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์
ก. ไม่สามารถเข้านอนได้ภายใน 30 นาที				
ข. ตื่นขึ้นมากลางดึกหรือหัวค่ำตอนเช้า				
ค. ต้องลุกไปใช้ห้องน้ำ				
ง. หายใจไม่สะดวก				
จ. ไอหรือกรนเสียงดัง				
ฉ. รู้สึกหนาวเกินไป				
ช. รู้สึกร้อนเกินไป				
ซ. ฝันร้าย				
ฌ.มีอาการปวด				
ญ.เหตุผลอื่น ๆ โปรดอธิบาย:				
6. ในช่วงเดือนที่ผ่านมาคุณมีอาการบ่อยแค่ไหนในการกินยาเพื่อช่วยให้คุณนอนหลับ (กำหนดหรือการหาซื้อทั่วไป)?				
7. ในช่วงเดือนที่ผ่านมาคุณมีอุปสรรคบ่อยแค่ไหนในการตื่นตัวขณะขับรถ,กินอาหารหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม				
	ไม่มีปัญหาเลย	ปัญหาเล็กน้อยเท่านั้น	ปัญหาบางอย่าง	ปัญหาใหญ่มาก
8. ในช่วงเดือนที่ผ่านมามีปัญหามากน้อยเพียงใดหรือมีความเป็นไปเพื่อให้คุณมีความกระตือรือร้นเพียงพอเพื่อทำงานให้ลุล่วง?				
	ดีมาก	ค่อนข้างดี	แย่พอสมควร	แย่มาก
9. ในเดือนที่ผ่านมาคุณให้คะแนนคุณภาพการนอนหลับของคุณโดยรวมอย่างไร?				
	ไม่มีเพื่อนนอนหรือเพื่อนร่วมห้อง	เพื่อนนอน / เพื่อนร่วมห้องในห้องอื่น	เพื่อนนอนห้องเดียวกัน แต่ไม่ใช่เตียงเดียวกัน.	เพื่อนนอนบนเตียงเดียวกัน.
10.คุณมีเพื่อนร่วมเตียงหรือเพื่อนร่วมห้องหรือไม่?				
	ไม่ใช่ในช่วงเดือนที่ผ่านมา	น้อยกว่าสัปดาห์ละครั้ง	ครั้งหรือสองครั้งต่อสัปดาห์	สามครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์
หากคุณมีเพื่อนร่วมห้องหรือเพื่อนร่วมเตียงให้ถามเขา/ เธอ คุณมักจะมี....แค่ไหนในเดือนที่ผ่านมา :				
ก. เสียงกรนดัง				
ข. หยุดหายใจเป็นเวลานานในขณะที่หลับ				
ค. ขากระตุกหรือตัวกระตุกในขณะที่คุณนอนหลับ				
ง. สับสนหรือระส่ำระสายระหว่างการนอนหลับ				
จ. ความกระสับกระส่ายอื่น ๆ ในขณะที่คุณนอนหลับ โปรดอธิบาย:.....				

ภาคผนวก ง.

เครื่องมือวัดสภาพแสงส่องสว่าง และอุณหภูมิแสง

รูปที่ 100 เครื่องวัดแสงและอุณหภูมิแสง Chroma Meter CL-200 Konica Minolta

รูปที่ 101 เครื่องมือเซ็นเซอร์และบันทึกการสัมผัสแสงส่องสว่างแบบติดตามตัว (Lys รุ่น 1.0)

ภาคผนวก จ

เครื่องมือวัดสภาพแสงส่องสว่าง และอุณหภูมิแสง

รูปที่ 102 ชุดโคม LED Strip 1,600 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips,

รูปที่ 103 โคม Smart LED 100w. 1521 lm. ชนิดปรับค่าอุณหภูมิแสงระหว่าง 2,200-6,500K รุ่น WIZ ของ Philips,

ภาคผนวก ช

เอกสารรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน สำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ภายใน 216004

ที่ อว 8603.16/4082 **วันที่** 24 สิงหาคม 2566

เรื่อง ผลการพิจารณาการต่ออายุเอกสารรับรองโครงการวิจัย

เรียน นายธีริทธิ์ บริสุทธิ์ (นักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์)
ผ่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาริณี รามสูต

ตามที่ท่านได้มีบันทึก ที่ อว 8608/2240 ลงวันที่ 27 กรกฎาคม 2566 ขอต่ออายุโครงการวิจัยที่ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการดำเนินงานวิจัยครั้งที่ 1 ของโครงการวิจัย เรื่อง แนวทางการใช้ Circadian Lighting เพื่อส่งเสริมสุขภาพและประสิทธิภาพการทำงานภายในอาคารสำนักงานที่มีการวางผังแบบเปิด (เลขที่โครงการ REC 65.0601-085-4760) โดยโครงการดังกล่าวได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2565 และหมดอายุวันที่ 26 กรกฎาคม 2566 ตามใบรับรองเลขที่ COE 65.0727-128 โดยผู้วิจัยดำเนินการไม่แล้วเสร็จ คิดเป็นร้อยละ 30 ของกระบวนการวิจัยที่วางแผนไว้ในโครงร่างการวิจัย ให้เหตุผลว่าเนื่องจากการดำเนินการวิจัยยังไม่แล้วเสร็จครบถ้วนตามกระบวนการวิจัย โดยอาสาสมัครให้เหตุผลด้านกลัวผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับตำแหน่งหน้าที่การงาน และเกิดความไม่พึงพอใจในแสงสว่างของคนในพื้นที่รอบ ๆ ข้างที่นั่งทำงานของอาสาสมัคร จนทำให้เกิดกระทบต่อขั้นตอนการวิจัย นั้น

ในการนี้ ที่ประชุมคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ครั้งที่ 4/2566 เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2566 ได้พิจารณาตามเหตุผลข้างต้นแล้ว มีมติอนุมัติให้ต่ออายุระยะเวลา 1 ปี นับจากวันที่หนังสือรับรองฉบับเดิมหมดอายุ ตั้งแต่วันที่ 27 กรกฎาคม 2566 และหมดอายุวันที่ 26 กรกฎาคม 2567

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ อัครมงคลพร)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ภาคผนวก ซ

เอกสารรับรองการอบรมพื้นฐานจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยศิลปากร
ร่วมกับ
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เครือข่ายภูมิภาค มหาวิทยาลัยนเรศวร

มอบประกาศนียบัตรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

ธีริทธิ์ บริสุทธิ์

ได้ผ่านโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ ในหัวข้อหลักพื้นฐานจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ประจำปี ๒๕๖๖
(กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)
วุฒิบัตรฉบับนี้มีผลตั้งแต่วันที่ ๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๖ ถึงวันที่ ๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๙
ในรูปแบบการประชุมออนไลน์ โดยโปรแกรม Zoom Meeting

(ศาสตราจารย์ ดร.พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศิลปากร

(ศาสตราจารย์ ดร.นันทนิตย์ วานิชาชีวะ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย
มหาวิทยาลัยศิลปากร

(นายแพทย์สมบูรณ์ ตันสุภสวัสดิกุล)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
เครือข่ายภูมิภาค มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายการอ้างอิง

Myriam Aries Jennifer Veitch และGuy Newsham (2010). "Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort." Journal of Environmental Psychology **30**: 533-541.

David M. Berson Felice A. Dunn และMotoharu Takao (2002). "Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock." Science **295**(5557): 1070-1073.

Yu Bian และYuan Ma (2017). "Analysis of daylight metrics of side-lit room in Canton, south China: A comparison between daylight autonomy and daylight factor." Energy and Buildings **138**: 347 - 354.

Mohamed Boubekri Ivy N. Cheung Kathryn J. Reid Chia-Hui Wang และPhyllis C. Zee (2014). "Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: a case-control pilot study." J Clin Sleep Med **10**(6): 603-611.

Peter Robert Boyce (2010). "Review: The Impact of Light in Buildings on Human Health." Indoor and Built Environment - INDOOR BUILT ENVIRON **19**.

Peter Robert Boyce Jennifer A. Veitch G. R. Newsham C C Jones J. Heerwagen Marisa Myeret al. (2006). "Lighting quality and office work: Two field simulation experiments." Lighting Research and Technology **38**(1): 191 - 223.

Peter Robert Boyce Jennifer A. Veitch G. R. Newsham Marisa Myer และClaudia M. Hunter (2003). "Lighting Quality and Office Work: A Field Simulation Study."

Jade Boyd. (2012). "Plants use circadian rhythms to prepare for battle with insects. ." เข้าถึงเมื่อ 26 May, 2023, สืบค้นจาก http://news.rice.edu/2012/02/15/plants-use-circadian-rhythms-to-prepare-for-battle-with-insects/.

George Brainard John Hanifin Jeffrey Greeson Brenda Byrne Gena Glickman Edward Gerneret al. (2001). "Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor." The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience **21**: 6405-6412.

T. M. Brown (2016). "Using light to tell the time of day: sensory coding in the

mammalian circadian visual network." J Exp Biol **219**(Pt 12): 1779-1792.

Chanyaporn Bstieler (2019). Lighting for Health and Well-being. Bangkok: The Illuminating Engineering Association of Thailand (TIEA).

Lighting Research Center. (2014). "Daylighting Resources – Productivity. Rensselaer Polytechnic Institute." เข้าถึงเมื่อ 3 June, 2023, สืบค้นจาก http://www.lrc.rpi.edu/programs/daylighting/dr_productivity.asp.

R. C. Espiritu D. F. Kripke S. Ancoli-Israel M. A. Mowen W. J. Mason R. L. Fellet al. (1994). "Low illumination experienced by San Diego adults: association with atypical depressive symptoms." Biol Psychiatry **35**(6): 403-407.

Mariana G. Figueiro (2017). "Disruption of Circadian Rhythms by Light During Day and Night." Curr Sleep Med Rep **3**(2): 76 - 84.

Mariana G. Figueiro Andrew Bierman และMark S. Rea (2008). "Retinal mechanisms determine the subadditive response to polychromatic light by the human circadian system." Neurosci Lett **438**(2): 242 - 245.

Mariana G. Figueiro Mark S. Rea Peter Robert Boyce และKathleen J S Kolberg (2001). "The effects of bright light on day and night shift nurses' performance and well-being in the NICU." Neonatal Intensive Care **14**(1): 29 - 32.

Mariana G. Figueiro Brian Steverson และJudith Heerwagen (2015). DAYLIGHT IN OFFICE BUILDINGS: IMPACT OF BUILDING DESIGN ON PERSONAL LIGHT EXPOSURES, SLEEP AND MOOD*.

G. Gaggioni P. Maquet C. Schmidt D.J. Dijk และG. Vandewalle (2014). "Neuroimaging, cognition, light and circadian rhythms." Front Syst Neurosci **8**: 126.

James Gara. (2023). "The Pros and Cons of Artificial Lighting: Understanding the Advantages and Disadvantages." เข้าถึงเมื่อ 3 June, 2023, สืบค้นจาก https://1stsourcelighting.com/advantages-and-disadvantages-of-artificial-lighting/.

ingimage. (n.d.). "Rayo De Longitud De Onda Del Espectro De Luz Visible PNG y Vector Gratis." สืบค้นจาก https://es.pngtree.com/freepng/visible-light-spectrum-wavelength-ray_8654423.html.

Petro - Instruments. (2567). "Mass Spectrometry คืออะไร? ตอบทุกข้อสงสัยเกี่ยวกับเครื่องแมสสเปกโทรมิเตอร์." เข้าถึงเมื่อ 20 เมษายน, 2567, สืบค้นจาก

https://pico.co.th/th/what-is-mass-spectrometry/.

iotnerd. (2020). "DIY circadian rhythm based lighting." เข้าถึงเมื่อ 15 June, 2023, สืบค้นจาก https://community.homey.app/t/diy-circadian-rhythm-based-lighting/33348.

M. E. Jewett D. W. Rimmer J. F. Duffy E. B. Klerman R. E. Kronauer และC. A. Czeisler (1997). "Human circadian pacemaker is sensitive to light throughout subjective day without evidence of transients." Am J Physiol **273**(5 Pt 2): 1800 - 1809.

Kosuke Kaida Masaya Takahashi และYasumasa Otsuka (2007). "A Short Nap and Natural Bright Light Exposure Improve Positive Mood Status." Industrial Health **45**(2): 301-308.

Konis Kyle (2017). "A novel circadian daylight metric for building design and evaluation." Building and Environment **113**: 22-38.

R. J. Lucas S. N. Peirson D. M. Berson T. M. Brown H. M. Cooper C. A. Czeisleret al. (2014). "Measuring and using light in the melanopsin age." Trends Neurosci **37**(1): 1-9.

John Mardaljevic Marilyne Andersen Nicolas Roy และJens Christoffersen. (2012). Daylighting, Artificial Lighting and Non-Visual Effects Study for a Residential Building.

Mats-Olof Mattsson Thomas A Jung James Wilfrid Bridges J. Ferguson FR. deGruijl B. Krammeret al. (2008). Light Sensitivity.

Martha Merrow Kamiel Spoelstra และTill Roenneberg (2005). "The circadian cycle: daily rhythms from behaviour to genes." EMBO Rep **6**(10): 930-935.

B Ondzé Fabrice Espa L.C.W. Ming B Chakkar Alain Besset และMichel Billiard (2001). "Advanced sleep phase syndrome." Revue neurologique **157**: 130 - 134.

POBPAD. (2565). "นาฬิกาชีวิตกับระบบการทำงานของร่างกาย." เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์, 2566, สืบค้นจาก https://www.pobpad.com/นาฬิกาชีวิตกับระบบการทำงานของร่างกาย.

Claude L. Robbins (1986). Daylighting : design and analysis / Claude L. Robbins. New York: Van Nostrand Reinhold.

R. G. Stevens (1987). "Electric power use and breast cancer: a hypothesis." Am J Epidemiol **125**(4): 556-561.

Jennifer A. Veitch (2006). Lighting for high-quality workplaces. Creating the Productive

Workplace. London: Taylor & Francis: 206 - 222.

Jennifer A. Veitch G. R. Newsham Peter Robert Boyce และC. C. Jones (2008). "Lighting appraisal, well-being and performance in open-plan offices: A linked mechanisms approach." Lighting Research and Technology **40**.

Ann Webb (2006). "Considerations for lighting in the built environment: Non-visual effects of light." Energy and Buildings **38**: 721-727.

WELL. (n.d.). "Explore the standard." เข้าถึงเมื่อ 30 April, 2024, สืบค้นจาก https://standard.wellcertified.com/v7/tables.

Amir Zarrinpar Amandine Chaix และSatchidananda Panda (2016). "Daily Eating Patterns and Their Impact on Health and Disease." Trends Endocrinol Metab **27**(2): 69 - 83.

ขวัญชัย กุลสันติธำรง. (2566). "หลอด LED หลอดไฟฟ้าแสงสว่างของศตวรรษที่ 2." เข้าถึงเมื่อ 22 มีนาคม, 2566, สืบค้นจาก http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=.

คลินิกสุขภาพเชิงป้องกันและฟื้นฟู. (2567). "การนอนหลับอย่างมีคุณภาพ สู่ความเท่าเทียมทางสุขภาพของโลก." เข้าถึงเมื่อ 30 เมษายน, 2567, สืบค้นจาก https://www.bdmswellness.com/knowledge/quality-sleep-towards-global-health-equality.

ไพศิษฐ์ ตระกูลก้องสมุท. (2563). "ไขรหัส นาฬิกาชีวิต NEW NORMAL." 20 มิถุนายน 2566, สืบค้นจาก https://www.samitivejhospitals.com/th/article/detail/นาฬิกาชีวภาพ.

ภิเษก ทัศนะนาคะจิตต์. (2564). "เรื่องสว่าง ๆ ที่หลายคนอาจยังไม่กระจ่างดี ตอนที่ 1." เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์, 2567, สืบค้นจาก https://www.scimath.org/article-physics/item/11633-1.

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการตรวจวัด และการวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง รวมทั้งระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ. (2561). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 135 ตอนพิเศษ 57 ง. .

อรพินทร์ เชียงปิ๋ว (2555). "นาฬิกาชีวภาพกับการนอนหลับ." วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี) **4**(7: มกราคม - มิถุนายน): 145 - 155.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ธีริทธิ์ บริสุทธิ์
วุฒิการศึกษา	ประกาศนียบัตรศิลปศึกษาชั้นสูง 2535 (สถาปัตยกรรมไทย) วิทยาลัยช่างศิลป์ลาดกระบัง กรมศิลปากร วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม) สถาบันราชภัฏพระนคร สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานตีพิมพ์	ธีริทธิ์ บริสุทธิ์ , วัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม. วารสารสภาพแวดล้อมภายใน คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีที่ - ฉบับที่ 1. สิงหาคม 2548. หน้าที่ 24 - 27. พิมนภัส จันทร์ศรี, ธีริทธิ์ บริสุทธิ์ , โครงการเสนอแนะปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในศูนย์หนังสือคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. วารสารสภาพแวดล้อมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีที่ - ฉบับที่ 2. มีนาคม 2549. หน้าที่ 45 - 53.

มหาวิทยาลัยศิลปากร