การศึกษาการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารที่พักอาศัย

นายวงศธร คณูวัฒนา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

STUDY OF NATURAL LIGHT TO APPLY IN RESIDENCE

Mr. Wongsatorn Kanuvattana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Energy Technology and Management

(Interdisciplinary Program)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารที่พักอาศัย
โดย	นายวงศธร คณูวัฒนา
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเนตร ชุตินธรานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวณิค)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.อุริช อัชชโคสิต)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วงศธร คณูวัฒนา : การศึกษาการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารที่พักอาศัย (STUDY OF NATURAL LIGHT TO APPLY IN RESIDENCE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. วิทยา ยงเจริญ, หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสามารถในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในการอาคารทดแทนการใช้แสงประดิษฐ์, ศึกษาจำลองอุปกรณ์การShadingแสง และแสดงผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน เพื่อนำมาคำนวณหาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาตัวอย่างอาคารห้องพักอาศัย โดยแบ่งลักษณะห้องเป็น 3 ห้อง คือ ห้องนอน ,ห้องรับแขก และห้องทำงาน ศึกษาการจัดวางและลักษณะหลอดไฟที่ใช้ภายในห้อง แล้วทำการวัดปริมาณของแสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้อง โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 รูปแบบคือ การวัดแสงช่วงเวลากลางคืน,ความส่องสว่างของแสงประดิษฐ์จากโปรแกรม Dialux, การวัดแสงธรรมชาติในเวลากลางวัน และการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง แล้วทำการวิเคราะห์ค่าการประหยัดการใช้ไฟฟ้าเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวโปรแกรม Dialux สามารถช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องได้ ส่วนการวิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดแสงจากธรรมชาติพบว่า เมื่อมีการติดตั้งตัวแผ่นสะท้อนแสงจะเป็นตัวช่วยในการรับแสงธรรมชาติเข้ามาได้มากที่สุด และผลการประหยัดการใช้ไฟฟ้าพบว่า หลังการปรับปรุงห้องในช่วงเวลากลางวัน จะมีค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่มากกว่า เนื่องจากมีการลดการใช้จำนวนหลอดไฟลง และปรับลดWattของหลอดไฟที่ใช้งาน

จากผลการวิเคราะห์ด้านความคุ้มทุนทางการเงิน มีระยะเวลาคุ้มทุนเฉลี่ยเท่ากับ 1.2 ปี, ค่า NPV เป็นบวกและค่า IRR มีค่า 77.3% จึงสามารถสรุปได้ว่าโครงการนี้คุ้มค่าที่จะลงทุน ได้กำไรและผลตอบแทนมากกว่าเงินลงทุน

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5587604320 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KEYWORDS: NATURAL LIGHT / SHADING LIGHT / PROGRAM DIALUX / SAVING LIGHTING ENERGY

WONGSATORN KANUVATTANA: STUDY OF NATURAL LIGHT TO APPLY IN RESIDENCE. ADVISOR: ASSOC. PROF. WITHAYA YONGCHAREON, pp.

This research has objective is to study ability lead to natural light replace used artificial light, Study research equipment for shading light transfer to room and present saving for lighting energy in duration day and night times for calculating the analysis of financial cost, So researcher as study sample room is share for 3 room is bed room, living room and work room, The study arrange form light bulbs in earchs room and measure volume for natural light in room is seperate experiment this 4 form is 1)measure light in nights , 2)measure artificial light this Program Dialux, 3)measure natural light in days and install plate reflex, This analyze saving for use lighting compare before&after is adjust room in days and night times

The result of research show Program Dialux cause help reduce use artificial lighting in room, This result compare experiment and measure natural light found is install plate reflex is method help is recieve natural light in room increase and Result saving energy lighting found after is adjust rooms in days times is saving lighing increase night times due to with reduce is number of light bulbs and adjust reduce Watt for light bulbs in rooms

From the analysis of financial cost, has the fatest averange in break-even which is 1.2 years,NPV is positive and IRR IS 77.3%,Conclude is this project be worth is invest have profit and affect increase this investment

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Energy Technology and Management Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราภิชาน ดร. วิทยา ยงเจริญ เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่างๆจนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอบพระคุณกรรมการวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและความรู้ในด้านต่างๆ

ท้ายนี้ผู้วิจัยใครขอกราบขอบพระคุณ มารดา บิดา ญาติ และเพื่อนๆทุกคนผู้ให้ความสนับสนุนช่วยเหลือ ติดตามและให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง 14

สารบัญรูป 17

สารบัญแผนภูมิ 20

บทที่1 22

บทนำ 22

1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 22

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 24

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 24

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 26

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 27

1.6 คำจำกัดความในการศึกษาวิจัย (Definition) 27

บทที่ 2 29

ศึกษางานวิจัย ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง 29

2.1 แนวคิดและทฤษฎี 29

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง 30

2.3 ลักษณะแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเข้ามาในบริเวณห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย 30

2.4 แนวทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ที่ช่วยให้แสงผ่านเข้ามาภายในห้อง 31

2.5 แนวทางการจัดวางตำแหน่งของห้องพักภายในอาคารที่ได้ทำการศึกษาวิจัย แบ่งเป็น 3 ห้อง 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.6 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อแสงธรรมชาติในอาคาร 34
2.7 รูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพแสงธรรมชาติภายในส่วนทำงานในรูปแบบต่างๆ..... 34
2..7.1. ช่องเปิดทางด้านข้างและช่องแสงเหนือหน้าต่าง..... 34
2.7.2 หน้าต่างหรือช่องแสงทางด้านข้างที่อยู่ในระดับสายตา..... 34
2.7.3 ช่องแสงเหนือหน้าต่าง..... 34
2.8 องค์ประกอบของหน้าต่างและแสงเหนือหน้าต่างมีผลต่อแสงธรรมชาติภายในอาคาร..... 34
2.8.1 ขนาดและตำแหน่ง 34
2.8.2 วัสดุกระจก..... 35
2.8.3 ฝ้าเพดาน..... 36
2.8.4 หิ้งสะท้อนแสง (Lightshelf)..... 36
2.9 ประเภทของหิ้งสะท้อนแสง(วุฒิพงศ์ แสนบุดดา 2552)..... 36
2.9.1 หิ้งสะท้อนแสงภายนอกอาคาร..... 36
2.9.2หิ้งสะท้อนแสงภายในอาคาร 37
2.93 หิ้งสะท้อนแสงที่ติดตั้งทั้งภายนอกและภายใน..... 37
2.10การใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงประดิษฐ์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า..... 38
2.11ประโยชน์ของการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์..... 39
2.12 การใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร (Daylight Use Buildings)..... 39
2.13 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 43
- เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลอาคาร..... 43
2.13.1 ลักซ์มิเตอร์ (LUX Meter)..... 43
2.13.2.เข็มทิศจาก Applicationเพื่อบันทึกแนวแกนอาคารและทิศทางของช่องเปิด..... 44
2.13.3. กล้องถ่ายรูป ใช้บันทึกภาพสภาพอาคารและรายละเอียดของวัสดุ..... 44

หน้า

2.14 ขั้นตอนและเทคนิควิธีการวัดแสงสว่าง(สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน 2549)..... 44
2.15 ศึกษาการจำลองโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 45
2.15.1. โปรแกรม Dialux4.12..... 45
2.16 ทิศทางของแสงแดด กับอาคารที่พักอาศัย..... 46
2.17 ทิศทางของแสงแดดที่สามารถนำมาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในงานวิจัย 46
2.18 ข้อมูลดวงโคมไฟที่ใช้ในงานวิจัย(ตำราอบรม “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ด้านปฏิบัติ” ด้านไฟฟ้า 2552) 48
2.18.1 ดวงโคมไฟที่แบ่งตามลักษณะการติดตั้ง 49
-. ลักษณะการติดตั้งแบบติดเพดาน (Surface)..... 49
- ลักษณะการติดตั้งแบบติดฝังเพดาน (Recessed) 49
2.18.2 ดวงโคมไฟที่แบ่งตามลักษณะการกระจายแสง พิจารณาการกระจายแสงในแนวดิ่งของดวงโคม 49
- โคมไฟแบบกระจายแสงลง (Direct Luminaire) 49
- .โคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงลง (Semi-direct Luminaire)..... 50
- โคมไฟแบบกระจายแสงรอบด้าน (General Diffuse Luminaire)..... 50
- โคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงขึ้นด้านบนและลงด้านล่าง (Direct-Indirect Luminaire)..... 51
- โคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงขึ้นด้านบน (Semi-Indirect Luminaire)..... 51
- โคมไฟแบบกระจายแสงขึ้นด้านบน (Indirect Luminaire)..... 52
2.19 โคมไฟที่นิยมใช้กันในอาคารห้องพักอาศัยในปัจจุบัน..... 52
บทที่3..... 56
วิธีดำเนินงานวิจัย 56
3.1 ขั้นตอนการสำรวจและเลือกอาคารที่พักอาศัยที่ใช้ในการวิจัย 56
3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคารที่พักอาศัย 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.1.1 ลักซ์มิเตอร์ (LUX Meter) 56

3.1.1.2 กล้องถ่ายรูป 56

3.2 ผังอาคารที่พักอาศัย 57

3.3 การใช้งานของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการศึกษา 58

3.4 รายละเอียดของห้องพักอาศัยในแต่ละห้อง 59

3.5 แผนผังการจัดวางหลอดไฟก่อนการปรับปรุง 60

3.6 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสง Lux-meter 61

3.7 การเก็บข้อมูลค่าความส่องสว่างของอาคาร 63

3.8 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงของแสงไฟประดิษฐ์ ในเวลากลางคืน โดยใช้ Lux-meter 64

3.9 การทดสอบโดยใช้โปรแกรม Dialux Version 4.12 ในการวัดแสงสว่างช่วงเวลากลางคืน 65

3.10 วิธีการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน 67

3.11 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน 68

3.12 วิเคราะห์ชนิดของดวงโคมไฟที่ใช้ภายในห้องพักอาศัยแต่ละห้อง 69

3.13 การทดลองการประดิษฐ์มู่ลี่สะท้อนแสง 70

3.14 การประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง 71

3.15 การทดสอบโดยใช้โปรแกรม Dialux Version 4.12 72

บทที่ 4 74

ผลการดำเนินงานวิจัย 74

4.1 รูปแบบห้องที่ใช้ในการวิจัย โดยสร้างแปลนรูปแบบห้องจากโปรแกรม Sweet Home3D 74

4.2. การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงของแสงไฟประดิษฐ์ ในเวลากลางคืน โดยใช้ Lux-meter 75

4.3. การทดสอบใช้โปรแกรม Dialux Version 4.12ในช่วงเวลากลางคืน 77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิธีการทดลองนำโปรแกรมDialux มาใช้ในงานวิจัยคือ ทำการทดลองโดยจำลองการใช้หลอดไฟแต่ละแบบลงในโปรแกรม Dialux โดยในการทดลองนี้ได้เลือกหลอดไฟที่มีลักษณะการใช้งานคล้ายหลอดไฟจริงที่ใช้ภายในห้อง (ได้จำลองการใช้หลอดไฟ 3 แบบ เพื่อการจำลองเปรียบเทียบว่าหลอดไฟชนิดไหนที่มีการใช้งาน โดยผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม จะออกมาเป็นค่าความส่องสว่างที่สามารถวัดได้จากแสงประดิษฐ์ที่ได้เลือกมาจำลองกับการใช้งานจริงภายในห้อง 77

4.4. ผลการทดสอบค่าวัดแสงในช่วงเวลากลางวัน พร้อมการเปิดไฟแสงประดิษฐ์ที่ใช้งาน แสดงผลทดลองเป็นรายวัน 82

4.5 ผลทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวัดแสงช่วงเวลากลางวัน แสดงผลทดลองรายเดือน 85

4.6. ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน แสดงผลการทดลองเป็นรายปี 94

4.7 การทดลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง 97

4.8 การทดลองการประดิษฐ์มู่ลี่สะท้อนแสง 101

4.9 การทดลองโดยการใช้โปรแกรม Dialuxแสดงภาพแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้องที่ศึกษาช่วงเวลาต่างๆ 105

4.10 สรุปค่าการเปรียบเทียบผลของการทดลองทั้งหมด ที่แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ 111

4.11 การวิเคราะห์ค่าการประหยัดพลังงานและประหยัดการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้อง . 114

4.12 การวิเคราะห์ค่าการประหยัดพลังงานและประหยัดการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้องในช่วงเวลากลางคืน 114

4.13 การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในช่วงเวลากลางคืน.. 120

4.14 การวิเคราะห์ค่าการประหยัดการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้องในช่วงเวลากลางวัน 123

บทที่ 5 131

การประเมินตัวชี้วัดทางการเงิน 131

5.1 คำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ 131

5.2 หาค่าราคาต้นทุนที่ใช้งานจริง (Investment Cost) 131

5.3 หาค่าผลประหยัดพลังงานที่คำนวณได้ (Benefit , Bath) 132

-ค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในช่วงเวลากลางคืน 132

-ค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในช่วงเวลากลางวัน 132

5.4 โครงการ กำหนดช่วงระยะเวลา 10 ปี (Eqipment Life t) 132

5.5 Interest Rate (discount), 7% 132

5.6 Inflation Rate 1%หลอดไฟหลังปรับปรุงห้องหลอดไฟใหม่ทั้งหมด 132

5.7 คำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์จากสูตรของ Excel 133

สรูปที่ 50แสดงการคำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์จากสูตรของโปรแกรม Excel 133

5.8 สรุปผลการคำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ 133

บทที่ 6 135

สรุปผลการทดลอง 135

6.1 สรุปผลการวิจัย 135

- สรุปผลการใช้งานโปรแกรม Dialux เพื่อคำนวณค่าการใช้แสงประดิษฐ์ 135

- สรุปผลการทดลองเปรียบเทียบทั้ง 4 รูปแบบที่ได้ทำการศึกษาวิจัย 135

..... 138

รายการอ้างอิง 138

ภาคผนวก 141

ภาคผนวก ก 142

คู่มือการใช้โปรแกรม Sweet Home 3D 142

1. โปรแกรม Sweet Home 3D 142

การนำเข้าโมเดล 3 มิติ (Importing 3D models) 146

หน้า

การปรับมุมมอง 3 มิติ (Editing 3D view) 147
ภาคผนวก ข 150
Program Dialux 150
การทดลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง 151
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 154

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1ค่าทิศทางของมุมดวงอาทิตย์ทำกับแนวดิ่งของผนังอาคาร เวลาต่างๆของประเทศไทย 31
ตารางที่ 2แสดงค่าความเข้มของแสงสว่างภายในอาคารตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคารออก ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 41
ตารางที่ 3แสดงค่าการสะท้อนแสงเพื่อการใช้งานแสงสว่างธรรมชาติพื้นผิวส่วนต่างๆของอาคาร 42
ตารางที่ 4แสดงค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสงตามชนิดของวัตถุ(ดำรงค์ บัวย้อม 2537)..... 42
ตารางที่ 5แสดงค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสงตามสีของวัตถุ 42
ตารางที่ 6แสดงค่าตัวประกอบการบำรุงรักษาสภาพห้อง (Maintenance Factor, MF) 43
ตารางที่ 7ประสิทธิภาพทางแสงสว่าง(Lighting Efficiency) ของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด 43
ตารางที่ 8ค่าการวัดแสงสว่างของหลอดไฟจากการใช้งานจริงในช่วงกลางคืน ห้องที่ 1, 2, 3..... 75
ตารางที่ 9ค่าเฉลี่ยการวัดแสงสว่างของหลอดไฟจากการใช้งานจริงในช่วงกลางคืน ห้องที่ 1, 2, 3... 76
ตารางที่ 10ค่าการวัดความส่องสว่างจากการใช้งานจริงเปรียบเทียบโปรแกรมDialux 80
ตารางที่ 11ค่าวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 1 เวลา9.00 นาฬิกาแสดงผลรายเดือน.... 85
ตารางที่ 12 ค่าการวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 1 เวลา 12.00 นาฬิกา..... 86
ตารางที่ 13การวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 1 เวลา 15.00 นาฬิกา 87
ตารางที่ 14การวัดความส่องสว่างในเวลากลางวัน ห้องที่ 2 เวลา 9.00 นาฬิกา..... 88
ตารางที่ 15การวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 2 เวลา 12.00 นาฬิกา 89
ตารางที่ 16ค่าการวัดความส่องสว่างเวลากลางวัน ห้องที่ 2 เวลา 15.00 นาฬิกา 90
ตารางที่ 17การวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 3 เวลา 9.00 นาฬิกา 91
ตารางที่ 18การวัดความส่องสว่างเวลากลางวัน ห้องที่ 3 เวลา 12.00 นาฬิกา แสดงผลรายเดือน ... 92
ตารางที่ 19การวัดความส่องสว่างเวลากลางวัน ห้องที่ 3 เวลา 15.00 นาฬิกา แสดงผลรายเดือน ... 93
ตารางที่ 20ค่าการวัดความส่องสว่างจากการใช้งานจริงของการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสง ประดิษฐ์เปรียบเทียบกับที่คำนวณจากโปรแกรมDialux ช่วงกลางวัน ห้องที่ 1, 2, 3..... 95
ตารางที่ 21ค่าความส่องสว่าง ณ Zoneต่างๆภายในห้องก่อนและหลัง..... 97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 22ค่าความส่องสว่าง ณ Zoneต่างๆภายในห้องก่อนและหลัง..... 98
ตารางที่ 23ค่าความส่องสว่าง ณ Zoneต่างๆภายในห้องก่อนและหลัง..... 99
ตารางที่ 24แสดงค่าความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆภายในห้องก่อนและหลัง..... 101
ตารางที่ 25แสดงความส่องสว่างในห้องก่อนและหลังติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสงเป็นโซน ห้อง1..... 101
ตารางที่ 26แสดงค่าความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆภายในห้องก่อนและหลัง..... 102
ตารางที่ 27แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องก่อนและหลังติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสงแบ่งโซน ห้อง2..... 103
ตารางที่ 28แสดงค่าความส่องสว่าง ภายในห้องก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง ห้องที่ 3 การแบ่งโซนการทดลองของการวัดค่าความส่องสว่างในเวลากลางวันออกเป็น 3 โซน 103
ตารางที่ 29แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องก่อนและหลังติดตั้งมู่ลี่แบ่งเป็นโซน ห้อง3..... 104
ตารางที่ 30สรุปเปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 1 ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา 111
ตารางที่ 31สรุปเปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 1 ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา 111
ตารางที่ 32สรุปผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 1 ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา..... 111
ตารางที่ 33สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 2 ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา..... 112
ตารางที่ 34สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 2 ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา..... 112
ตารางที่ 35สรุปค่าการเปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 2 ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา112
ตารางที่ 36สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 3 ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา..... 113
ตารางที่ 37สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 3 ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา..... 113
ตารางที่ 38สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 3 ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา..... 113
ตารางที่ 39ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงห้อง 116
ตารางที่ 40ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุง..... 118
ตารางที่ 41ค่าประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุง…… 124
ตารางที่ 42ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุงห้อง 124
ตารางที่ 43ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุงห้อง 125

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 44ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุงห้อง 127

ตารางที่ 45ค่าราคาต้นทุนวัสดุที่ใช้งานจริงหลังการปรับปรุงห้อง (Investment Cost)..... 131

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

รูปที่ 1 แสดงรูปอาคารที่ใช้ในการศึกษาวิจัย 23

รูปที่ 2แสดงSpectrumของพลังงานต่างๆ และ Visible Spectrum ของคลื่นแสง 30

รูปที่ 3แสดงแนวทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ที่ทำให้แสงเข้ามาในห้องได้ ในช่วงเดือนต่างๆ

รูปที่ 4แสดงวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์และตำแหน่งของโลกที่สำคัญ 31

รูปที่ 5ลักษณะการออกแบบกันสาดและการรับแสงอาทิตย์เข้ามาในทิศต่างๆ 32

รูปที่ 6ลักษณะการออกแบบกันสาดในแนวดิ่ง 32

รูปที่ 7ตำแหน่งและทิศทางมุมของดวงอาทิตย์และมุมของแสงแดด ในช่วงเดือนต่างๆ 32

รูปที่ 8การออกแบบของช่องรับแสงโดยการใช้แสงธรรมชาติเข้ามาทางทิศเหนือ 35

รูปที่ 9แสดงค่า % ความร้อนที่ผ่านเข้าในอาคารเปรียบเทียบกับลักษณะช่องเปิด 35

รูปที่ 10 องค์ประกอบและการทำงานของหิ้งสะท้อนแสง 36

รูปที่ 11 แสดงรูปหิ้งสะท้อนแสงแบบกันแดดภายนอกอาคาร
http://seek.autodesk.com/product/latest/agg/ykk/YKK-AP-America-Inc/00314YKK-AP-America-Inc013009Ver1Luminance 38

รูปที่ 12 แสดงรูปเครื่องมือวัดแสง (Lux-Meter) รุ่น LX-101 43

รูปที่ 13แสดงรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Dialux 4.12 45

รูปที่ 14แสดงทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ ที่มีผลต่อแสงแดดที่เข้าอาคารในการวิจัย 47

รูปที่ 15แสดงรูปตัดการวิเคราะห์ช่องเปิดเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาสู่อาคาร 48

รูปที่ 16แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบ่งตามลักษณะการติดตั้งแบบติดเพดาน (Surface) 49

รูปที่ 17แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบ่งตามลักษณะการติดตั้งแบบติดฝังเพดาน (Recessed) 49

รูปที่ 18 แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกระจายแสงลง (Direct Luminaire) 49

รูปที่ 19แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงลง (Semi-Direct Luminaire) 50

รูปที่ 20แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกระจายแสงรอบด้าน (General Diffuse Luminaire) 50

รูปที่ 21แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงด้านบนและล่าง 51
รูปที่ 22แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงขึ้นด้านบน 51
รูปที่ 23แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบขึ้นด้านบน (Indirect Luminaire)..... 52
รูปที่ 24แสดงรูปหลอดไฟแบบโคมไฟส่องลง (Down Light) ที่ใช้ในอาคารที่ศึกษาวิจัย..... 52
รูปที่ 25ค่าเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลของของการส่องสว่างของหลอดไฟในชนิดต่างๆ 53
รูปที่ 26แสดงตารางเปรียบเทียบโคมไฟประเภทต่างๆ..... 54
รูปที่ 27แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานของโคมไฟ และรูปแบบกราฟการกระจายแสงของโคมไฟ (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์ 2552) 55
รูปที่ 28แสดงรูปเครื่องมือวัดแสง (Lux-Meter) รุ่น LX-101..... 56
รูปที่ 29แสดงรูปภายนอกอาคารที่ได้ศึกษาวิจัย..... 57
รูปที่ 30แสดงรูปทัศนียภาพโดยรวมของตัวอาคารที่ศึกษาวิจัย 58
รูปที่ 31ลักษณะรูปแบบหน้าต่างช่องเปิดของห้องที่ศึกษาวิจัย..... 59
รูปที่ 32แสดงรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Sweet Home 3D ที่ใช้ในการจำลองแปลนห้องที่ศึกษาวิจัย..... 61
รูปที่ 33แสดงรูปตำแหน่งของจุดที่ใช้วัดความส่องสว่างของแสงในห้องที่ศึกษาวิจัย 63
รูปที่ 34แสดงรูปตำแหน่งของจุดที่ใช้วัดความส่องสว่างของแสงในห้อง แบ่งเป็นZone การวัดแสง . 67
รูปที่ 35แสดงรูปการทดลองการประดิษฐ์มู่ลี่สะท้อนแสง..... 70
รูปที่ 36แสดงรูปภาพการจำลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง 71
รูปที่ 37แสดงรูปการทดลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสงโดยใช้แผ่นอลูเนียมฟอยล์..... 71
รูปที่ 38แสดงรูปการทดลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสงโดยใช้แผ่นบังแดดสำหรับรถยนตร์ 72
รูปที่ 39แสดงรูปแปลนห้องที่ใช้ศึกษาวิจัยโดยรวม 74
รูปที่ 40แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 1 เวลา 9.00 น..... 105
รูปที่ 41แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 1 เวลา 12.00 น..... 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 42แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 1 เวลา 15.00 น.....106

รูปที่ 43แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติภายในห้องที่ 2 เวลา 9.00 น.....107

รูปที่ 44แสดงรูปส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 2 12.00 น.....107

รูปที่ 45แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 2 เวลา 15.00 น.....108

รูปที่ 46แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 3 เวลา 9.00 น.....109

รูปที่ 47แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 3 เวลา 12.00 น.....109

รูปที่ 48แสดงความส่องสว่างจากแสงธรรมชาตจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 3 เวลา 15.00 น.....110

รูปที่ 49แสดงรูปค่าใช้ไฟฟ้า เพื่อใช้ในการคำนวณSavingของห้องพัก ในเวลากลางคืน.....120

รูปที่ 50แสดงการคำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์จากสูตรของโปรแกรม Excel.....133

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 1แสดงค่าความส่องสว่างที่ใช้งานจริงเปรียบเทียบกับค่าจากโปรแกรมDialux ในห้องที่ 1 81

แผนภูมิที่ 2แสดงค่าความส่องสว่างที่ใช้งานจริงเปรียบเทียบกับค่าจากโปรแกรม Dialux ในห้องที่ 2 81

แผนภูมิที่ 3แสดงค่าความส่องสว่างที่ใช้งานจริงเปรียบเทียบกับค่าจากโปรแกรม Dialux ในห้องที่ 3 81

แผนภูมิที่ 4แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 1 วันที่ 21 ธันวาคม 2013 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา 82

แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 1 วันที่ 7 ธันวาคม 2014 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา 82

แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 2 วันที่ 21 ธันวาคม 2013 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา 83

แผนภูมิที่ 7แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 2 วันที่ 7 ธันวาคม 2014 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา.. 83

แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 3 วันที่ 21 ธันวาคม 2013 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา 84

แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 3 วันที่ 7 ธันวาคม 2014 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา 84

แผนภูมิที่ 10 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน รายเดือน ห้องที่ 1 เวลา 9.00... 85

แผนภูมิที่ 11 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างช่วงเวลากลางวันรายเดือน ห้องที่ 1 เวลา 12.00.. 86

แผนภูมิที่ 12 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันเป็นรายเดือน ห้องที่ 1 เวลา 15.00 . 87

แผนภูมิที่ 13 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่าง เวลากลางวัน รายเดือน ห้องที่ 2 ช่วงเวลา 9.00 . 88

แผนภูมิที่ 14 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันเป็นรายเดือน ห้องที่ 2 เวลา 12.00 . 89

แผนภูมิที่ 15 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันเป็นรายเดือน ห้องที่ 2 เวลา 15.00 90
แผนภูมิที่ 16 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันรายเดือน ห้องที่ 3 ช่วงเวลา 9.00 91
แผนภูมิที่ 17 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันรายเดือน ห้องที่ 3 ช่วงเวลา 12.00 .. 92
แผนภูมิที่ 18 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันรายเดือน ห้องที่ 3 ช่วงเวลา 15.00 .. 93
แผนภูมิที่ 19แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 1 แบ่งเป็นZone ทั้ง 3 ช่วงเวลา 94
แผนภูมิที่ 20แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 2 แบ่งเป็นZone ทั้ง 3 ช่วงเวลา 94
แผนภูมิที่ 21แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 3 แบ่งเป็นZone ทั้ง 3 ช่วงเวลา 95
แผนภูมิที่ 22ค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยห้องที่ 1 ก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง 97
แผนภูมิที่ 23แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างห้องที่ 2 ก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง 98
แผนภูมิที่ 24แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 3 ก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง 99
แผนภูมิที่ 25 แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 1 ก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง 102
แผนภูมิที่ 26แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างห้องที่ 2 ก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง 103
แผนภูมิที่ 27 แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 3 ก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่1

บทนำ

1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสภาวการณ์ในปัจจุบันวิกฤตด้านพลังงานเป็นปัญหาใหญ่อย่างหนึ่งของประเทศ เนื่องจากการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย เป็นเหตุก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศ เกิดสภาวะโลกร้อน ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ จึงจำเป็นต้องหาทางลดการใช้พลังงาน โดยพลังงานหลักที่ใช้คือพลังงานไฟฟ้า ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายภายในอาคารต่างๆ อาทิ เช่น อาคารสำนักงาน อาคารที่พักอาศัย สำหรับประเทศไทยมีอัตราการเจริญเติบโตของการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยปีละประมาณ 4.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจนี้ส่งผลให้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มยิ่งขึ้น

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ด้วยการใช้ประโยชน์จากพลังงานธรรมชาติอย่างเหมาะสมจะสามารถลดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารได้ การใช้แสงสว่างจากธรรมชาติเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยสามารถปรับปรุงคุณภาพแสงสว่างภายในพื้นที่นั้นๆได้ สามารถลดความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ และสามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานในระบบแสงสว่างจากการใช้แสงประดิษฐ์ได้อีกด้วย

การใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้แสงสว่างจากโคมไฟหรือแสงประดิษฐ์ แต่ผลกระทบที่ตามมา คือ ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งจะผ่านเข้ามาทางช่องแสงหรือหน้าต่างของอาคารโดยตรง จึงได้ทำการศึกษาโดยการวัดปริมาณแสงจากธรรมชาติ โดยการจำลองห้องพักอาศัย 1 ห้อง แบ่งเป็นส่วนต่างๆ ทั้งห้องนั่งเล่น ห้องนอน และห้องทำงาน แล้วทำการวัดค่าแสงจากธรรมชาติในช่วงเวลาต่างๆ วัดตามบริเวณต่างๆภายในห้อง เพื่อสามารถศึกษาดูได้ว่าบริเวณจุดใดบ้างภายในห้องพัก ที่ควรจะเพิ่มหรือลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ รวมทั้งมีการศึกษาและจำลองอุปกรณ์shadingแสง เพื่อให้แสงจากธรรมชาติเข้ามาภายในห้อง แล้วสามารถลดการใช้แสงประดิษฐ์ได้มากที่สุด

<u>สถานที่ที่ทำการศึกษาวิจัย</u>

อาคารตึกดิน หอพักทหารกรมยุทธโยธาทหารบก

เป็นอาคารที่สร้างไว้เพื่อเป็นที่พักของทหาร กรมยุทธโยธาทหารบก 80/10 บ้านพักชั้นนายพล 32 ครอบครัว โดยอาคารที่ได้นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้คือ อาคารบ้านพักนายทหารชั้นสัญญาบัตร 20 ชั้น ชั้น 5 80/10 แฟลต มทบ. เกียกกาย (แปดเหลี่ยม) ห้องม.1/5/3 ถนนทหาร แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กทม. 10300

การเลือกอาคารเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย พิจารณาจากตำแหน่งที่ตั้ง ที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ภายในเขตกรุงเทพมหานครโดยรูปทรงอาคารสามารถที่จะศึกษาการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่าง การใช้งานภายในอาคารที่พักอาศัย ซึ่งในส่วนอาคารที่พักอาศัยที่ได้ทำการศึกษา เป็นอาคารที่ได้มีการพักอาศัยอยู่เป็นปกติ ทำให้สามารถตรวจสอบผลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดค่าความส่องสว่าง และทำให้ทราบถึงปัญหาว่าควรมีการปรับปรุงพื้นที่ตำแหน่งใดได้บ้าง เพื่อที่จะสามารถใช้แสงธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ได้สูงที่สุด

อาคารตึกดิน หรืออาคารบ้านพักนายทหารชั้นสัญญาบัตร ลักษณะอาคารมีรูปทรงแปดเหลี่ยม มีความสูง20 ชั้น ลักษณะโดยรอบอาคารเป็นพื้นที่โล่ง แต่มีตึกอาคารที่พักอื่นๆ ล้อมรอบอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

รูปที่ 1 แสดงรูปอาคารที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร ทดแทนการใช้แสงประดิษฐ์ เพื่อให้ได้ผลตอบแทนทางการประหยัดพลังงานให้มากที่สุด

2. ศึกษาและจำลองอุปกรณ์shadingแสง เพื่อให้แสงจากธรรมชาติเข้ามาภายในห้อง แล้วสามารถลดการใช้แสงประดิษฐ์ได้

3. เพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงห้องตัวอย่าง เพื่อสามารถที่จะใช้แสงจากธรรมชาติภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.อาคารที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยเป็นอาคารที่พักอาศัยแฟลตทหาร20ชั้น (ตึกดิน) อาคารสงเคราะห์กองทัพบก (ส่วนกลาง) เกียกกาย

2.เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลอาคาร

2.1 ลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter)

ใช้ตรวจวัดค่าความส่องสว่าง โดยใช้เครื่องมือวัดแสงที่อ่านค่าการส่องสว่างเป็น Lux ใช้ในการวัดค่าความส่องสว่างที่อยู่ในช่วง 5-100,000 Lux ในงานวิจัยนี้ใช้เพื่อคำนวณค่าการสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิวต่างๆและค่าการส่องผ่านของวัสดุกระจก

2.2 เข็มทิศ เพื่อบันทึกทิศทางของช่องเปิดและแนวทิศทางของแสงธรรมชาติจะเข้ามาในตัวอาคาร ใช้จาก Application Smart เข็มทิศ 360°C ผ่านทางโทรศัพท์

2.3 กล้องถ่ายรูป ใช้บันทึกสภาพอาคารและรายละเอียดอื่นๆของวัสดุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ศึกษาการจำลองโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.1 โปรแกรม DiaLux

เป็นโปรแกรมที่ออกแบบและคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีส่วนของPlug-In เป็นข้อมูลของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบ ให้สามารถนำมาใส่ในแบบจำลอง แล้วสามารถแสดงผลของการส่องสว่างจากโคมไฟที่ใช้ได้

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรควบคุม

-ขนาดและรูปแบบห้องของอาคารที่พักอาศัย มีการจัดวางห้องไปในทิศทางใด, มีแสงแดดเข้ามาภายในแต่ละห้องมากเพียงใด โดยแต่ละห้องที่ใช้ในงานวิจัยจะมีขนาดของห้องที่แตกต่างกัน แล้วแต่ความเหมาะสมของการใช้งาน

- สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร ความแปรปรวนของสภาพอากาศ จะพิจารณาตามสภาพภูมิอากาศในแต่ละฤดูกาล (ฤดูร้อน, ฤดูฝน, ฤดูหนาว) โดยสุ่มวัดค่าการส่องสว่างของแสงธรรมชาติในแต่ละเดือน

- มุมสะท้อนแสงกับมุมเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ จะพิจารณาตามสภาพภูมิอากาศในแต่ละวันโดยสุ่มวัดค่าการส่องสว่างของแสงธรรมชาติในแต่ละช่วงเวลาของวัน (เวลา 9.00, 12.00, 15.00 นาฬิกา)

- ระดับพื้นที่การใช้งาน (Working Plane) คือ ระดับ 0.75 เมตรจากพื้น

ตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษาวิจัย

- แผงกันแดดแนวนอนและหิ้งสะท้อนแสง

- วัสดุกระจกหน้าต่าง (วัสดุช่องเปิดเป็นกระจก)

- ลักษณะการเปิดปิดของบานเปิด เช่น แบบบานเกล็ด, บานประตูเปิด-ปิด

- ขนาดและตำแหน่งของช่องเปิด

Chulalongkorn University

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. การศึกษาค้นคว้าและเก็บข้อมูล

1.1 ศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย

1.2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติให้เหมาะสมกับอาคารที่พักอาศัย

1.3 ศึกษาค้นคว้าหาตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการควบคุมปริมาณแสง และคุณภาพของแสงธรรมชาติที่จะนำมาใช้ในอาคาร

1.4 สำรวจและรวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เพื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่จะสามารถนำแสงจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทดแทนการใช้แสงประดิษฐ์

2. ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อจำลองสภาพแสงสว่างจากธรรมชาติทั้งภายนอกและภายในและทำการเปรียบเทียบผลการทดลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และ เครื่องมือ ว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกันเพียงใด

3. ศึกษาอาคารที่พักอาศัยกรณีศึกษาและสรุปตัวแปรที่ทำการศึกษา

4. ทำการจำลองห้องพักอาศัยในแต่ละห้องเพื่อประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 วิเคราะห์ผลการทดลองโดยประเมินจากปัจจัยต่างๆของแสงธรรมชาติที่มีผลต่ออาคารที่พักอาศัย เช่น ค่าความส่องสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งาน

5.2 วิเคราะห์ผลการทดลองจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อมีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์

5.3 ศึกษาเกณฑ์ที่เหมาะสมและสรุปแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อการใช้แสงธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

6. วิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติรูปแบบต่างๆเพื่อเลือกแนวทางที่เหมาะสม

7 สรุปผลการทดลองและเสนอแนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.สามารถเพิ่มศักยภาพในการใช้แสงจากธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้แสงประดิษฐ์ได้ และสามารถนำไประยุกต์ใช้เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

2. สามารถเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงห้องตัวอย่าง เพื่อสามารถที่จะใช้แสงจากธรรมชาติภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.สามารถวิเคราะห์หาข้อดี-ข้อเสียของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติรูปแบบต่างๆเพื่อเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงห้องเพื่อสามารถใช้แสงจากธรรมชาติเพื่อได้ประโยชน์สูงสุด

1.6 คำจำกัดความในการศึกษาวิจัย (Definition)

แสงธรรมชาติ (Daylight) หมายถึง พลังงานรูปแบบหนึ่งซึ่งมีแหล่งพลังงานมาจากดวงอาทิตย์ที่แผ่รังสีและสะท้อนออกมาสู่ชั้นบรรยากาศ มีช่วงความยาวคลื่นที่ตาสามารถมองเห็นได้ (Visible Wavelength) อยู่ระหว่าง 380-760 นาโนเมตร

แสงอาทิตย์โดยตรง(Direct Sunlight) หมายถึงแสงธรรมชาติที่ได้รับจากดวงอาทิตย์โดยตรง

ความส่องสว่าง (lluminanace, E) หมายถึง ปริมาณแสงสว่างที่ตกลงบนวัตถุหรือพื้นผิว ซึ่งวัดได้จากปริมาณความส่องสว่างที่ตกลงบนพื้นผิว 1 ตารางเมตร หน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตร หรือลักซ์ (Lux) (ชำนาญ ห่อเกียรติ : 2540)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

การศึกษางานวิจัยที่มีการดำเนินการไปแล้ว มีการวิจัยรูปแบบการใช้แสงธรรมชาติเพื่อเป็นประโยชน์ในอาคาร “แนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้แสงจากธรรมชาติ กรณีศึกษาศาลากลางจังหวัดนนทบุรี”(วุฒิพงศ์ แสนบุดดา ปี 2552 :) นำเสนอเพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติในอาคาร ที่มีความเหมาะสมกับห้องทำงาน อาคารศาลากลาง จังหวัดนนทบุรี โดยศึกษาเฉพาะช่องเปิดด้านข้างอาคารด้านทิศเหนือ ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ รูปแบบของช่องแสง อุปกรณ์บังแดดหรือหิ้งสะท้อนแสง และวัสดุกระจก ทั้งหมดรวม14 รูปแบบ โดยแบ่งเป็นการศึกษาประสิทธิภาพ 2 ส่วน ส่วนแรกได้แก่ ค่าความส่องสว่าง ค่าแสงบาดตาแบบvcp และค่าความส่องสว่าง ศึกษาโดยการจำลองด้วยโปรแกรม Desktop Radiance 2.0 ภายใต้สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน ในช่วงเวลาทำงานทุกๆ2ชั่วโมง ของวันที่ 21 เดือนมีนาคม มิถุนายน กันยายน และธันวาคม ส่วนที่สองได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปี ศึกษาจากการจำลองด้วยโปรแกรม Energy Plus 4.0.0 โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศ จากกรุงเทพมหานคร

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบพบว่า รูปแบบที่ 6b (หิ้งสะท้อนแสงภายนอก 0.70 เมตร ภายใน0.65 เมตร กระจกใสและความสูงช่องแสง 1.00 เมตร) สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแสงธรรมชาติ โดยทำให้ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 157 ลักซ์ คือเพิ่มจาก 73 ลักซ์ เป็น 230 ลักซ์ หรือเพิ่มขึ้น 313% และสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการส่องสว่างลงได้ 1,301 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี แต่การใช้ไฟฟ้าในการปรับอากาศเพิ่มขึ้น 488 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี โดยรวมแล้วทำให้สามารถลดการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งหมด 813 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 2.68 %

การศึกษาเรื่อง “อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำแสงธรรมชาติด้านข้างเข้ามาภายในอาคาร” (สุรีพรรธ์ สุพรรณสมบูรณ์, 2544) วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลและความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อการนำแสงธรรมชาติด้านข้างเข้ามาใช้ภายในอาคาร โดยการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องจำลอง 22 แบบ ทดสอบในสภาพท้องฟ้าจริง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ มีตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ สภาพท้องฟ้า ตำแหน่งดวงอาทิตย์ ค่าการสะท้อนแสงของพื้นภายนอก ลักษณะพื้นผิว ขนาดของช่องเปิด ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้อง ลักษณะพื้นผิวของห้อง และรูปแบบการสะท้อนแสงภายในห้อง จากการศึกษา พบว่าความกว้างและความลึกของห้องทั่วๆไป มีอิทธิพลต่อการนำแสงธรรมชาติด้านข้างเข้ามาใช้ภายในอาคารค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับตัวแปรอื่น ในทางตรงกันข้ามค่าการสะท้อนแลงของพื้นผิวภายในห้อง เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุด และมีตัวแปรอื่นๆที่สำคัญ ได้แก่ แสงจากท้องฟ้า และแสงสะท้อนจากพื้นภายนอก ถ้าค่าการสะท้อนแสงมากแลงจะเข้าสู่ภายในได้ลึกมากขึ้น แสงจากท้องฟ้าจะมีอิทธิพลมากเมื่อใช้ช่องเปิดที่สูง เนื่องจากช่องเปิดรับแสงที่มีลักษณะสูงจะทำให้แสงเข้าทำงานได้ลึกมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2

ศึกษางานวิจัย ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา ความสามารถในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร ทดแทนการใช้แสงประดิษฐ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติในอาคารที่พักอาศัย โดยเน้นศึกษาและจำลองอุปกรณ์shading แสงเช่น มู่ลี่ ผ้าม่าน เพื่อให้แสงจากธรรมชาติเข้ามาภายในห้อง แล้วสามารถลดการใช้แสงประดิษฐ์ได้ โดยศึกษาแนวทางต่างๆจากทฤษฎีและงานวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวกับผนัง ช่องเปิด และอุปกรณ์รับแสง ทั้งในเรื่องปริมาณแสงธรรมชาติ คุณภาพแสงธรรมชาติ

แนวความคิดที่สำคัญเพื่อการประหยัดพลังงานในด้านการใช้แสงสว่างในอาคาร คือการลดการใช้แสงประดิษฐ์ให้น้อยที่สุด และใช้ประโยชน์และใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติในเวลากลางวัน ทำได้โดยควบคุมความสม่ำเสมอของแสงสะท้อนจากท้องฟ้าและสภาพแวดล้อม ในการออกแบบควรให้มีแสงธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคารได้มากที่สุดโดยปราศจากแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง (Direct Sun) ยกเว้นในช่วงเช้ามากและเย็นมาก (ก่อน 8 โมงเช้า และหลัง 4 โมงเย็น) อาคารออกแบบให้มีอุปกรณ์บังแดดเพื่อหลีกเลี่ยงรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากรังสีจากดวงอาทิตย์ เมื่อส่องผ่านหน้าต่างเข้ามาภายในอาคาร จะเปลี่ยนเป็นความร้อนและเกิดความจ้า ทำให้เกิดแสงไม่ต้องการเข้ามาภายในห้องได้

โดยบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็น 3หัวข้อดังนี้

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- ปัจจัยที่มีผลต่อแสงธรรมชาติในอาคาร
- แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารที่พักอาศัย
    - การเลือกใช้วัสดุกระจก
    - ช่องแสงเหนือหน้าต่าง
    - การเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดและหิ้งสะท้อนแสงที่เหมาะสม
    - การใช้แสงธรรมชาติเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่พักอาศัย

- ปัจจัยที่มีผลต่อการส่งความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ผ่านผนัง

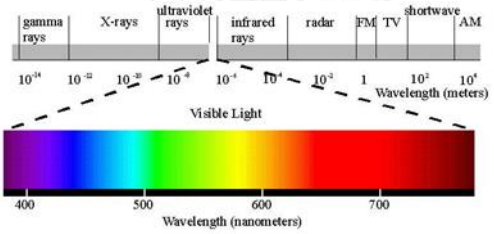
    - แผงกันแดด
    - อาคารและช่องเปิดอาคารทางด้านข้าง
    - วัสดุกระจก

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่สามารถเคลื่อนที่ได้ มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380 ถึง 760 นาโนเมตร(nanometers) พลังงานแสงในช่วงคลื่นนี้จะช่วยให้เกิดการเห็นพลังงานอื่นๆ ที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 380 นาโนเมตร เช่น รังสีอัลตราไวโอเลต และพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวกว่า 760 นาโนเมตร เช่น คลื่นวิทยุ พลังงานไฟฟ้า โดยแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญที่สุดคือ ดวงอาทิตย์



รูปที่ 2แสดงSpectrumของพลังงานต่างๆ และ Visible Spectrum ของคลื่นแสง

2.3 ลักษณะแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเข้ามาในบริเวณห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย

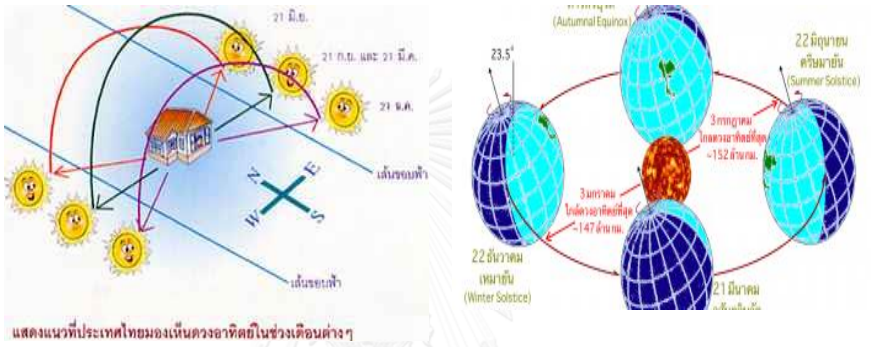
1. ลำแสงตรงคือลำแสงที่พุ่งตรงจากดวงอาทิตย์มาตกยังหน้าต่างโดยตรง ซึ่งนำ ความร้อนผ่านหน้าต่างเข้ามาในบ้านหรืออาคารจำนวนมาก

2. ลำแสงกระจายคือลำแสงจากดวงอาทิตย์ที่สะท้อนมาจากชั้นบรรยากาศของโลก หรือจากเมฆหมอก ละอองน้ำ และก๊าซต่างๆ ในชั้นบรรยากาศก่อนที่จะตกลงบนหน้าต่าง โดยลำแสงกระจายที่ตกบนหน้าต่างจะเข้ามาทุกทิศทุกทาง แต่ในกรณีหน้าต่างที่เป็นกระจก ความร้อนที่ผ่านกระจกหน้าต่างเข้ามาในอาคารจะน้อยกว่าความร้อนจากลำแสงตรง และเป็น ประโยชน์ในการส่องสว่างภายในห้อง

2.4 แนวทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ที่ช่วยให้แสงผ่านเข้ามาภายในห้อง

หน้าต่างที่อยู่ด้านทิศเหนือจะใช้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในช่วงเดือนมิถุนายน จะมองเห็นดวงอาทิตย์เบี่ยงเบนมา ทางทิศเหนือมากที่สุด ดังนั้นจึงใช้ค่ามุมที่ดวงอาทิตย์ทำมุมกับแนวดิ่งของผนังอาคารเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของดวงอาทิตย์

หน้าต่างที่อยู่ด้านทิศใต้จะใช้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในช่วงเดือนธันวา เป็นช่วงที่ เรามองเห็นดวงอาทิตย์เบี่ยงเบนไปทางทิศใต้มากที่สุด



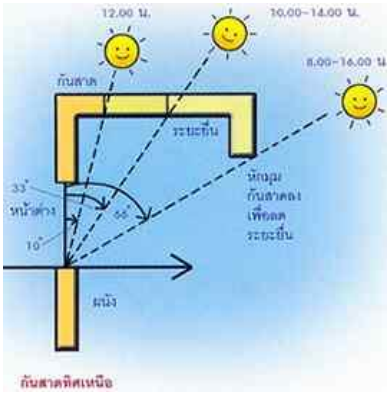
รูปที่ 3แสดงแนวทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ที่ทำให้แสงเข้ามาในห้องได้ ในช่วงเดือนต่างๆ

รูปที่ 4แสดงวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์และตำแหน่งของโลกที่สำคัญ

ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ หนังสือชุด พลังงานยั่งยืน เล่ม2 (กรุงเทพฯ; ม.ป.ท. 2544)

ตารางที่ 1 ค่าทิศทางของมุมดวงอาทิตย์ทำกับแนวดิ่งของผนังอาคาร เวลาต่างๆของประเทศไทย

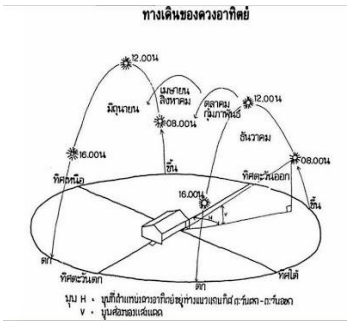
	เวลา	8.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.
21มิ.ย.	มุมดวงอาทิตย์ทำกับแนวดิ่ง (องศา)	**66 °C**	**33°C**	**10°C**	**33°C**	**66°C**
21ธ.ค.	มุมดวงอาทิตย์ทำกับแนวดิ่ง (องศา)	**72°C**	**48°C**	**37°C**	**48°C**	**72°C**



รูปที่ 5ลักษณะการออกแบบกันสาดและการรับแสงอาทิตย์เข้ามาในทิศต่างๆ

สำหรับหน้าต่างที่อยู่ทางด้านทิศตะวันออกและทิศ ตะวันตก สามารถบังแสงอาทิตย์ในช่วงเช้าและช่วงเย็นได้ดี แต่การออกแบบกันสาด ในแนวดิ่งเพื่อบังแสงอาทิตย์ในทุกช่วงเวลาทำได้ยาก ทั้งนี้เพราะตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ณ ประเทศไทยที่เวลาต่างๆ ในแนวทิศตะวันออกและทิศตะวันตกจะมีการเบี่ยงเบนมาก แต่อย่างไรก็ตามหลักเกณฑ์ง่ายๆ ในการออกแบบกันสาดแนวดิ่งสำหรับประเทศ ไทย มุมกันสาดที่เหมาะสมคือ กำหนดกันสาดในแนวดิ่งให้ทำมุมประมาณ 30 องศากับ ระนาบผนัง (อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ 2014)

รูปที่ 6ลักษณะการออกแบบกันสาดในแนวดิ่ง



วันที่กลางวันยาวนานกว่ากลางคืนในฤดูร้อน (21 มิถุนายน)
วันที่กลางวันและกลางคืนเท่ากันในฤดูใบไม้ผลิ (21 มีนาคม
วันที่กลางวันและกลางคืนเท่ากันในฤดูใบไม้ร่วง
(22 พฤษภาคม)
วันที่กลางวันสั้นกว่ากลางคืนในฤดูหนาว (22 ธันวาคม)

รูปที่ 7ตำแหน่งและทิศทางมุมของดวงอาทิตย์และมุมของแสงแดด ในช่วงเดือนต่างๆ

การแบ่งโซนการควบคุมแสงสว่างเป็นโซนย่อย

จะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการเปิดและปิดโคมไฟ อาจจะแยกตามโซนที่รับแสงจากธรรมชาติ เช่น บริเวณที่ใกล้หน้าต่างหรือ Daylighting Zone เป็นเขตที่สามารถใช้แสงธรรมชาติได้อย่างที่ประสิทธิภาพสูงสุด คิดเป็นประมาณ 1.5-2 เท่าของความสูงของหน้าต่าง และโซนที่ได้รับแสงสว่างน้อยลงตามความลึกของห้อง ควรจัดให้มีการเปิดปิดระบบไฟฟ้าแยกออกจากกัน หรืออาจจัดให้มีการควบคุมระบบแสงสว่างเป็นโซนย่อยตามขนาดของพื้นที่และการใช้งาน

สำหรับอาคารในประเทศไทย ทิศเหนือและทิศใต้ เป็นทิศที่ง่ายที่สุดในการออกแบบเนื่องจากมีช่วงเวลาที่พระอาทิตย์อ้อมไปทางทิศเหนือและทิศใต้ในเวลาต่างๆกันของปี

2.5 แนวทางการจัดวางตำแหน่งของห้องพักภายในอาคารที่ได้ทำการศึกษาวิจัย แบ่งเป็น 3 ห้อง

1. ห้องนอน

ห้องนอนเป็นห้องที่ควรให้ความสำคัญเป็น อันดับแรกเพื่อให้ได้ความร้อนจากแสงแดดน้อยที่สุด การวางตำแหน่งของห้องนอนควรวางอยู่ในทิศตะวันออกเพื่อให้ได้รับแสงแดดในตอนเช้า แต่จะไม่ร้อนมากในช่วงบ่ายและกลางคืน หรือทางทิศเหนือเพราะแสงแดดตามฤดูกาลจะส่องมาน้อยกว่าทางทิศใต้

2. ห้องรับแขก (ห้องโถงใหญ่)

ห้องนี้เป็นห้องอเนกประสงค์เพื่อการนั่งพักผ่อนหรือนั่งชมโทรทัศน์ ห้องนี้จึงเป็นห้องที่มีการใช้งานค่อนข้างมากทั้งในช่วงกลางวันและตอนค่ำ วางตำแหน่งของห้องรับแขกก็คล้าย คลึงกับการวางตำแหน่งของห้องนอน คือวางอยู่ทางทิศตะวันออกเพื่อให้ได้รับแสงแดดในตอนเช้าซึ่ง ไม่ร้อนจัด หลีกเลี่ยงการรับแสงแดดในตอนบ่ายซึ่งร้อนกว่า หรือพยายามให้หันไปทางด้านทิศเหนือ ซึ่งโดยเฉลี่ยจะได้รับแสงแดดน้อยกว่าทางทิศใต้

3. ห้องทำงาน

ควรเลือกตำแหน่งให้ห้องทำงานอยู่ทาง ทิศตะวันออกเพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนจากแสงแดดในตอนบ่ายและค่ำ หรือหันไปทางทิศเหนือซึ่งจะ ได้รับแสงแดดน้อยกว่าทางทิศใต้ แต่สำหรับบ้านที่มีการใช้ห้องทำงานไม่มากนักก็อาจจะวางตำแหน่ง ให้อยู่ทางทิศตะวันตกหรือทิศใต้

ประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณาในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคารที่พักอาศัย คือ การลดแสงจ้าบริเวณริมช่องเปิดที่จะเข้ามาภายในห้องโดยตรง และเพิ่มการสะท้อนแสงธรรมชาติเข้ามายังส่วนลึกของอาคารให้มากขึ้น เช่น ใช้เทคนิคการปรับมู่ลี่เพื่อลดแสงจ้าและเพิ่มการสะท้อนแสงเข้าในห้อง (ปุณยวีร์ เต็มธนานันท์ 2554)

2.6 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อแสงธรรมชาติในอาคาร

ศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพแสงธรรมชาติภายในส่วนทำงาน

จุดมุ่งหมายในการใช้แสงธรรมชาติในอาคารที่พักอาศัย คือมีแสงที่เพียงพอในการใช้งานโดยลดปัญหาจากแสงบาดตา เนื่องจากข้อจำกัดของตำแหน่งของหน้าต่าง และทิศทางของแสงธรรมชาติ ซึ่งเป้าหมายคือพื้นที่ในส่วนลึกของห้องไม่เพียงพอ แล้วยังมีแสงมากเกินความจำเป็นในส่วนที่ใกล้กับหน้าต่าง ดังนั้น จุดมุ่งหมายคือ การทำให้ความสว่างสามารถเข้าไปสู่ส่วนลึกของอาคาร และลดความสว่างในตำแหน่งที่มากเกินความจำเป็น(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งเสริมพลังงาน (พพ.) 2012)

2.7 รูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพแสงธรรมชาติภายในส่วนทำงานในรูปแบบต่างๆ

ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะการเพิ่มประสิทธิภาพแสงธรรมชาติ ได้แก่

2..7.1. ช่องเปิดทางด้านข้างและช่องแสงเหนือหน้าต่าง

หน้าที่และองค์ประกอบ

2.7.2 หน้าต่างหรือช่องแสงทางด้านข้างที่อยู่ในระดับสายตา

เป็นส่วนที่สามารถนำแสงเข้าสู่ภายในได้บ้าง แต่การยอมรับให้แสงผ่านช่องแสงระดับสายตาทำให้เกิดปัญหาตามมา เช่น แสงแดดเข้ามาสู่พื้นที่ทำงานโดยตรง ทำให้เกิดแสงจ้า ทำให้ไม่สามารถกระจายเข้าสู่ส่วนทำงานตามความลึกของห้องได้มากนัก เพื่อให้การกระจายแสงได้ดี ควรให้ระดับขอบล่างของหน้าต่างอยู่สูงกว่าระดับของพื้นที่ห้องประมาณ กึ่งกลางของความสูงของห้อง และควรให้ระดับด้านบนของหน้าต่างอยู่ชิดกับขอบเพดานมากที่สุด

2.7.3 ช่องแสงเหนือหน้าต่าง

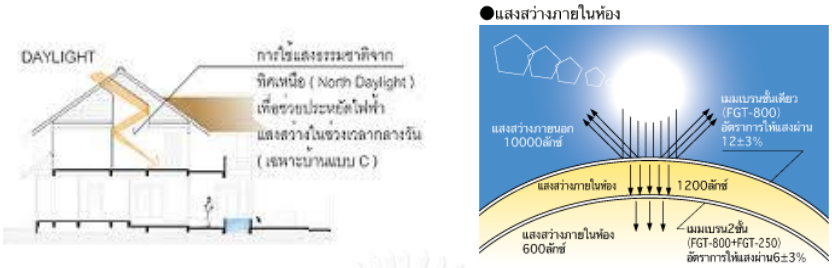
ทำหน้าที่ให้แสงจากภายนอกส่องผ่านเข้าสู่ภายใน ในกรณีที่มีหิ้งสะท้อนแสง จะทำหน้าที่ยอมให้แสงส่องผ่านเพื่อไปกระทบหิ้งสะท้อนแสงภายใน และสะท้อนไปยังฝ้าเพดาน เพื่อกระจายแสงสู่พื้นที่ทำงานภายในส่วนที่ลึกกว่า

2.8 องค์ประกอบของหน้าต่างและแสงเหนือหน้าต่างมีผลต่อแสงธรรมชาติภายในอาคาร

2.8.1 ขนาดและตำแหน่ง

- หน้าต่างจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สูงของผนัง กระจายแสงได้กว้าง แสงธรรมชาติจะสามารถเข้าสู่พื้นที่ภายในมากขึ้น ถ้าติดตั้งในตำแหน่งที่สูง

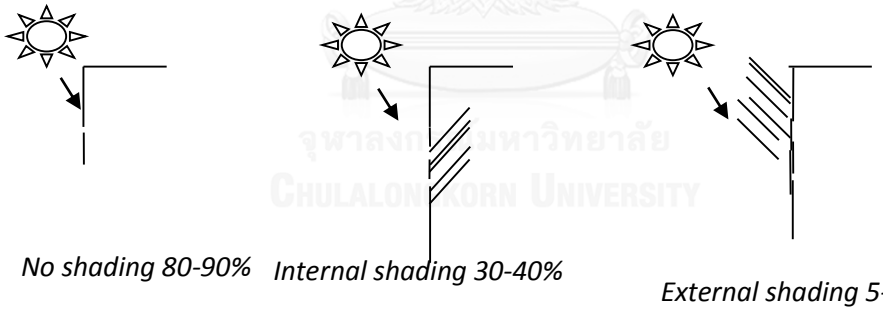
- ขนาดและตำแหน่งของช่องแสง การออกแบบช่องแสงควรคำนึงถึงหลัก เพื่อการส่องผ่านและกระจายแสงที่ดี ซึ่งควรเลือกขนาดที่เหมาะสม การเปิดช่องเปิดที่ใหญ่เกินไป อาจทำให้เกิดสภาวะแสงบาดตาหรือแสงจ้า และทำให้การส่องผ่านความร้อนผ่านวัสดุกระจกมากขึ้น ตำแหน่งของช่องแสงควรอยู่ที่สูงเพื่อกระจายแสงสู่ส่วนใช้งานที่ลึกกว่า



รูปที่ 8การออกแบบของช่องรับแสงโดยการใช้แสงธรรมชาติเข้ามาทางทิศเหนือ

- ศึกษาลักษณะช่องเปิดที่เหมาะสมกับอาคาร

รังสีจากดวงอาทิตย์มีผลต่อช่องเปิด เป็นรังสีคลื่นสั้น (Short wave Energy) เมื่อกระทบผ่านวัตถุภายในรังสีคลื่นสั้น จะเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว ซึ่งกระจกที่ใช้ทำช่องเปิดจะมีคุณสมบัติยอมให้รังสีความร้อนแพร่เข้ามาและเปลี่ยนรูปพลังงาน จึงมีการออกแบบกระจกให้มีอุปกรณ์บังแดด เพื่อลดปริมาณความร้อนที่แผ่เข้ามาภายในอาคาร



รูปที่ 9แสดงค่า % ความร้อนที่ผ่านเข้าในอาคารเปรียบเทียบกับลักษณะช่องเปิด

2.8.2 วัสดุกระจก

ค่าการส่องผ่านของแสง ของวัสดุกระจกมีผลต่อปริมาณและคุณภาพแสงที่เข้ามาสู่ภายใน วัสดุกระจกปริมาณแสงที่ส่องเข้าสู่ภายในขึ้นอยู่กับค่าการส่องผ่านของวัสดุ โดยการเลือกใช้กระจกประเภทต่างๆ กระจกสีชา กระจกดูดซับความร้อน กระจกสะท้อนความร้อน

2.8.3 ฝ้าเพดาน

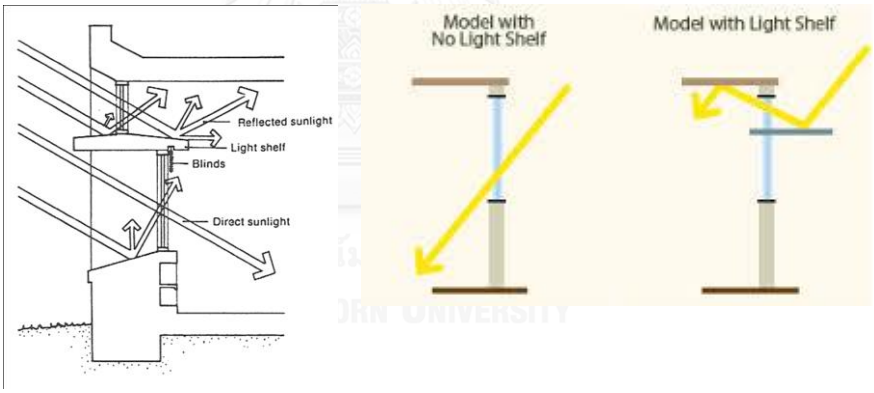
ทำหน้าที่สะท้อนแสงจากหิ้งสะท้อนแสงและกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของพื้นที่ใช้งาน

องค์ประกอบของฝ้าเพดานที่มีผลต่อประสิทธิภาพแสงธรรมชาติภายในอาคารประกอบด้วย

- วัสดุพื้นผิวฝ้าเพดาน ควรเป็นวัสดุที่มีค่าความสะท้อนแสงสูง ควรใช้สีอ่อนหรือสีขาว โดยเฉพาะบริเวณเพดาน ผนังและใกล้หน้าต่าง
- มุมลาดเอียงของฝ้าเพดาน ขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของหิ้งสะท้อนแสง
- ความสูงของฝ้าเพดาน ความสูงหรือตำแหน่งของฝ้าเพดานมีผลต่อการกระจายแสงเข้าสู่ภายในระยะความสูงของห้องที่มากขึ้น ก็ย่อมทำให้แสงเข้าสู่ภายในช่วงลึกได้มากขึ้น

2.8.4 หิ้งสะท้อนแสง (Lightshelf)

ทำหน้าที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ เป็นอุปกรณ์ที่หลีกเลี่ยงความร้อนข้าสู่ภายในอาคาร โดยทั่วไปหิ้งสะท้อนแสงจะถูกติดตั้งไว้ ณ ตำแหน่งใต้ช่องแสงเหนือระดับสายตา



รูปที่ 10 องค์ประกอบและการทำงานของหิ้งสะท้อนแสง

2.9 ประเภทของหิ้งสะท้อนแสง(วุฒิพงศ์ แสนบุดดา 2552)

2.9.1 หิ้งสะท้อนแสงภายนอกอาคาร

ทำหน้าที่หลัก คือสะท้อนแสงจากภายนอก เข้าสู่ตัวอาคารโดยการสะท้อนไปยังส่วนบน หรือฝ้าเพดาน และทำการสะท้อนไปยังพื้นที่ใช้งานอีกทอดหนึ่ง และยังทำหน้าที่เป็นแผงกั้นแดดแนวนอนป้องกันแสงสว่างผ่านเข้าสู่ช่องแสงทางด้านข้างในระดับสายตาหรือหน้าต่าง ไม่ให้ตกกระทบโดยตรงและช่วยสะท้อนแสงเข้ามาได้ในช่วงเวลากลางวัน

2.9.2หิ้งสะท้อนแสงภายในอาคาร

ทำหน้าที่เป็นแผงกันแดดแนวนอน เพื่อไม่ให้แสงที่ส่องผ่านช่องแสงส่วนบน ตกกระทบสู่พื้นที่ใช้งานโดยตรง และช่วยกระจายแสงที่ส่องผ่านเข้ามาช่องแสงส่วนบนให้กระทบพื้นผิวส่วนบนของห้อง หรือฝ้าเพดาน แล้วกระจายไปพื้นที่ใช้งาน

2.93 หิ้งสะท้อนแสงที่ติดตั้งทั้งภายนอกและภายใน

บางสภาพพื้นที่หรือตำแหน่งที่สภาพท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆปกคลุม เหมาะจะใช้หิ้งสะท้อนแสงรูปแบบนี้ เพราะ หิ้งสะท้อนแสงภายนอก จะทำหน้าที่เป็นแผงกันแดดภายนอกแนวนอน เพื่อป้องกันไม่ให้แสงตกกระทบเข้าสู่ภายในโดยตรง และหิ้งสะท้อนแสงภายในทำหน้าที่ ช่วยให้แสงสะท้อนเข้าสู่ภายในพื้นที่ใช้สอยได้ดีขึ้น

รูปแบบหิ้งสะท้อนแสง แบ่งตามลักษณะการใช้งาน

- หิ้งสะท้อนแสงที่มีการกำหนดทิศทางและการจัดวางไว้อย่างตายตัว

เป็นหิ้งสะท้อนแสงที่จำเป็นต้องได้รับการออกแบบให้ได้ประสิทธิภาพ สะท้อนแสงธรรมชาติเข้าสู่ในอาคารได้ดีเนื่องจากไม่มีการปรับองศา และไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ตามช่วงเวลาและฤดูกาล

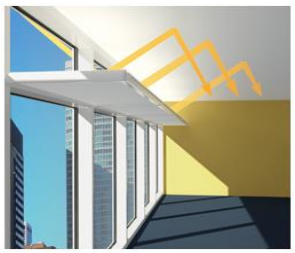
- หิ้งสะท้อนแสงที่สามารถปรับองศาได้

หิ้งสะท้อนแสงประเภทนี้ พื้นผิวสะท้อนแสงสามารถปรับองศา ตามวัน เวลาที่ได้ออกแบบไว้ สามารถปรับองศาโดยอัตโนมัติเพื่อให้แสงกระทบวัสดุ สะท้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ ตามเวลา ฤดูกาล และสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป (วุฒิพงศ์ แสนบุดดา 2552)

การศึกษางานวิจัย การเลือกรูปแบบหิ้งสะท้อนแสง

หิ้งสะท้อนแสงที่ปรับตามตำแหน่งดวงอาทิตย์ เหมาะกับงานวิจัยที่ใช้หิ้งสะท้อนแสงรูปแบบใหม่

ส่วนการเลือกใช้หิ้งสะท้อนแสงแบบติดตั้งตายตัว เหมาะกับงานวิจัยที่วิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพการใช้แสงจากธรรมชาติในอาคารที่พักอาศัย โดยในอาคารที่พักอาศัยที่ได้ทำการศึกษา มีการใช้หิ้งสะท้อนแสงที่ติดตั้งถาวร เป็นหิ้งสะท้อนแสงแบบที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก



รูปที่ 11 แสดงรูปหิ้งสะท้อนแสงแบบกันแดดภายนอกอาคาร
http://seek.autodesk.com/product/latest/agg/ykk/YKK-AP-America-Inc/00314YKK-AP-America-Inc013009Ver1Luminance

การใช้หิ้งสะท้อนแสงในอาคารที่พักอาศัยนั้น การออกแบบที่กันแดดภายนอกอาคารจะได้ผลดีกว่า เพราะตัวชิ้นส่วนในการกันแดด ได้รับความร้อนโดยตรง และแผ่รังสีออกมา ตัวแผงกันแดดภายนอกอาคารจึงสามารถช่วยกันแดดที่เข้ามาภายในอาคารได้ และยังช่วยทำให้มีอากาศกับลม ช่วยพัดความร้อนให้ลดลงได้

- หิ้งสะท้อนแสงภายในอาคาร	- หิ้งสะท้อนแสงภายนอกอาคาร
1. กระจกฉนวน (Insulate Glass)	1. พื้นที่ยื่นเป็นกันสาดภายนอกอาคาร
2. มู่ลี่บังตาภายใน (Blind)	2. แผงกันแดดภายนอกอาคาร
3. ม่าน	3. มู่ลี่

2.10การใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงประดิษฐ์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

Daylight (แสงธรรมชาติ) เป็นแสงที่ได้มาโดยที่เราไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งถ้าบ้านหรือห้องภายในคอนโดมิเนียมเรานั้นหันไปทิศทางที่เหมาะสมนั้น แสงที่เข้าสู่ตัวอาคารทำให้บรรยากาศภายในน่าอยู่อาศัย ที่ประโยชน์จากวิวด้านนอก ทำให้บ้านดูโปร่ง แต่ก็มีข้อเสียตรงที่จะมาพร้อมกับความร้อน ควบคุมปริมาณแสงได้ยาก และควรใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์

ปกติตัวอาคารที่พักอาศัยได้ถูกออกแบบให้สามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติได้ แต่แสงประดิษฐ์ก็มีความจำเป็นในกรณีทีมีการใช้งานในช่วงเวลากลางคืน การใช้แสงธรรมชาติในอาคารสามารถลดการใช้พลังงานและความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้า ขณะที่สามารถปิดดวงโคมเมื่อแสงจากธรรมชาติเพียงพอต่อการใช้งานเท่านั้น

แสงประดิษฐ์จะเหมาะกับการใช้เมื่อ สภาพอากาศไม่เหมาะสม มีฝนตก และตอนกลางคืน

2.11ประโยชน์ของการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์

1. เพื่อลดการใช้แสงไฟฟ้า พยายามใช้แสงธรรมชาติให้มากที่สุด ให้กระจายอย่างทั่วถึง หลีกเลี่ยงรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยใช้แสงไฟฟ้าเสริมในพื้นที่บางจุดที่มีแสงธรรมชาติไม่เพียงพอ ทางเดิน โถงบันได และโถงลิฟต์ ควรมีแสงธรรมชาติส่องถึง ซึ่งอาจไม่ต้องใช้แสงไฟฟ้าตลอดทั้งวัน

2. ทาสีผนังและเพดานห้องด้วยสีอ่อน ช่วยสะท้อนแสงเพื่อลดจำนวนโคมไฟ

3. ในการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์อย่างมีประสิทธิภาพ ทำได้โดยการปรับแสงภายในซึ่งขึ้นอยู่กับแสงภายนอกที่เปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา บางครั้งความสว่างจากภายนอกไม่เพียงพอ ต้องใช้ไฟฟ้าช่วย เราสามารถประหยัดไฟได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ เช่น การหรี่แสงอัตโนมัติ ซึ่งอาจใช้ระบบปรับหรี่อย่างต่อเนื่อง หรือระบบปรับหรี่เป็นขั้น เพื่อให้ได้ระดับแสงอย่างสม่ำเสมอ

Chulalongkorn University

4. การให้แสงสว่างเฉพาะที่ โดยใช้แสงสว่างร่วมกับแสงประดิษฐ์ที่ควบคุมโดยระบบปรับหรี่แสงและการเสริมแสงสว่างเฉพาะที่ด้วยโคมไฟ

2.12 การใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร (Daylight Use Buildings)

ค่าความส่องสว่างของแสงสว่างธรรมชาติที่ได้จากรังสีกระจายบนพื้นผิวระนาบภายนอกอาคารในช่วงกลางวัน จะมีค่าอยู่ระหว่าง 10,000-20,000 ลักซ์ แสงสว่างที่สามารถผ่านเข้ามาในอาคารจะมีค่าเพียงประมาณ 2-3% ของค่าความส่องสว่างที่ภายนอกอาคารเท่านั้น

เมื่อแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาในห้องผ่านทางหน้าต่าง ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสง ค่าความส่องสว่างที่บริเวณใกล้กับช่องเปิดจะมีค่าสูงกว่าบริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปในห้อง แผนภูมิด้านล่างแสดงค่าความส่องสว่างของห้องที่มีช่องแสงด้านข้าง ผู้ออกแบบควรพยายามออกแบบให้แสงสว่างกระจายเข้าไปภายในห้องให้ได้มากที่สุด โดยอาจใช้การออกแบบส่วนของอาคารหรือใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการสะท้อนแสงติดตั้งไว้ที่ช่องแสงเพื่อสะท้อนแสงสว่างเข้าไปในอาคารได้ลึกมากขึ้น ตัวอย่างของอุปกรณ์ดังกล่าวได้แก่ หิ้งสะท้อนแสง (light shelf) โดยหิ้งสะท้อนแสงจะสะท้อนแสงสว่างจากภายนอกขึ้นไปยังเพดาน แล้วสะท้อนเพดานเข้าไปยังส่วนที่ลึกเข้าไปของห้อง ระดับแสงสว่างที่บริเวณดังกล่าวจึงสูงขึ้นอีกเล็กน้อย ขณะเดียวกันระดับแสงสว่างที่บริเวณใกล้กับช่องแสงก็จะลดลง และที่สำคัญที่สุดคือ ช่วยลดค่าความแตกต่างของระดับความสว่างใน 2 บริเวณ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสบายตาแก่ผู้ใช้อาคาร

ความส่องสว่างโดยทั่วไปที่ใช้ในบ้านอยู่อาศัย ใช้ประมาณ 100-200 ลักซ์สำหรับพื้นที่ทั่วๆไป

วิธีการที่ง่ายและใช้กันมากที่สุดในการออกแบบให้แสงสว่างผ่านเข้าไปที่บริเวณด้านในของอาคารคือการออกแบบช่องแสงให้อยู่ในระดับที่สูงบนผนังอาคาร แสงสว่างที่เข้ามาทางช่องแสงที่อยู่สูงจะสามารถผ่านเข้ามาภายในอาคารได้ลึกกว่า วิธีการที่แนะนำสำหรับการออกแบบ คือ การออกแบบหน้าต่างหรือช่องเปิดแบบแยกส่วน (Split Window Design) โดยหน้าต่างที่อยู่ส่วนล่าง (lower window) จะทำหน้าที่เป็นหน้าต่างสำหรับการมองออกไปภายนอกอาคาร เพื่อเป็นการรักษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้อาคารกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ขณะเดียวกันก็เป็นส่วนที่ให้แสงสว่างแก่บริเวณด้านนอกของอาคาร (บริเวณใกล้กับหน้าต่าง) ส่วนหน้าต่างส่วนบน (upper window) จะทำหน้าที่รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงอย่างเดียว หิ้งสะท้อนแสงสว่างที่อยู่ระหว่างหน้าต่างทั้งสองจะช่วยสะท้อนให้แสงสว่างที่ผ่านเข้ามาทางหน้าต่างส่วนบนนี้เข้าไปในอาคารได้ลึกยิ่งขึ้น(ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ 2552)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2 แสดงค่าความเข้มของแสงสว่างภายในอาคารตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคารออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	Lux
พื้นที่ทางเดินภายในอาคาร	100
ห้องอาหารภายในอาคาร	200
ห้องพักผ่อน (ห้องนอน)	200(500)
ห้องทำงาน	200 (300)
ห้องรับแขก	300
ห้องน้ำ	200(300)
ห้องเก็บของ	50(100)

Recommended Lux Levels in Different Areas or Rooms of American and Norwegian Residential Dwellings

Room or Area	American Lux Levels[a]	Norwegian Lux Levels[b]
Living Room, Family Room, Bedroom	100, 150, 200	50
Reading or Handcraft Areas	200, 300, 1,000 (500, 750, 1000)	300
Bathroom	200, 300, 500	100
Entry Room, Hallways, Stairs	100, 150, 200	100
Areas Around Mirrors	200, 300, 1,000	150
Kitchen, Work, Hobby Rooms	200, 300, 500	200
Work Area in the Kitchen, Work or Hobby Rooms	500, 750, 1,000 (1,000, 1,500, 2,000)	300
Eating Area	100, 150, 200	150
Music Study	200, 300, 500 (1,000, 1,500, 2,000)	n.a.
Areas in Which Washing and Ironing Are Done	200, 300, 500	300
Storage Areas, Garage	100, 150, 200	50

Notes to Table 2
a. The three values listed for each room and area are given to allow the lighting designer degrees of freedom with respect to the selection of an appropriate Lux level. These degrees of freedom relate to the physical characteristics of the area or room (e.g., the color of the walls of the room), the intensity of the task (e.g., prolonged versus casual reading), the characteristics of the household members (e.g., the age of the household members) and the household members' personal tastes. Additional Lux levels are provided for rooms and areas in which "difficult" or "critical" tasks may be performed. These levels are listed in parentheses. Illuminating Engineering Society of North America, 1987, op cit, Ref 3.
b. The Norwegian values are those prescribed for a 40-year-old with normal vision. The lux levels for the elderly are approximately 25 percent higher. n.a. refers to data not available. Selskapet for Lyskultur, 1986, op cit, Ref 1.

รูปแสดงความเข้มของแสงสว่างในอาคาร สำหรับพื้นที่ทำงานจากการวิจัยของต่างประเทศ (Eric E. Richman 2009)

ตารางที่ 3 แสดงค่าการสะท้อนแสงเพื่อการใช้งานแสงสว่างธรรมชาติพื้นผิวส่วนต่างๆของอาคาร

พื้นผิว	ค่าการสะท้อนแสง (%)
เพดาน	80
ผนัง	50-70
พื้น	20-40
เครื่องเรือน	20-45

ที่มา :Egan,D. Architectual lighting (Newyork : Mcgrew-hill,2002), 59

ตารางที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสงตามชนิดของวัตถุ(ดำรงค์ บัวย้อม 2537)

ชนิด	สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง
กระจกใส	0.06-0.08
อิฐแดง	0.05-0.25
คอนกรีต	0.15-0.40
ปูนปลาสเตอร์	0.80

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสงตามสีของวัตถุ

สี	สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง
ดำ	0.04
น้ำเงินเข้ม	0.05-0.10
เทาเข้ม	0.10-0.15
แดงเข้ม	0.10-0.15
ส้ม	0.25-0.35
เขียว	0.25-0.35
ฟ้าอ่อน	0.40-0.45
ชมพู	0.45-0.50
เหลืองอ่อน	0.55-0.65
ครีม	0.70-0.80
ขาว	0.70-0.80

ตารางที่ 6 แสดงค่าตัวประกอบการบำรุงรักษาสภาพห้อง (Maintenance Factor, MF)

ประเภทของห้อง	ค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา
สะอาด	0.8
ปานกลาง	0.7
สกปรก	0.6

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพทางแสงสว่าง(Lighting Efficiency) ของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด

ชนิดของหลอดแสงสว่าง	ค่าประสิทธิภาพทางแสงสว่าง
หลอดไส้	8 - 22
หลลอดแสงจันทร์	26 - 58
หลอดฟลูออเรสเซนต์	30 - 83
หลอดเมทัลฮาไลท์	67 -115
หลอดโซเดียมความดันสูง	74 - 132

2.13 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลอาคาร

2.13.1 ลักซ์มิเตอร์ (LUX Meter)

ใช้ในการตรวจวัดค่าความส่องสว่าง สามารถอ่านค่าความส่องสว่างเป็นค่าลักซ์(Lux) ใช้ในการวัดค่าความส่องสว่างที่มีช่วงระหว่าง 5-100,000 ลักซ์ ในการศึกษางานวิจัยนี้ใช้ลักซ์มิเตอร์รุ่น LX-101 ในการวัดค่าความส่องส่วาง เพื่อนำมาคำนวณหาค่าการสะท้อนแสง และค่าการส่องผ่านของวัสดุกระจก เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล อาคารกรณีศึกษา

รูปที่ 12 แสดงรูปเครื่องมือวัดแสง (Lux-Meter) รุ่น LX-101

2.13.2.เข็มทิศจาก Applicationเพื่อบันทึกแนวแกนอาคารและทิศทางของช่องเปิด

2.13.3. กล้องถ่ายรูป ใช้บันทึกภาพสภาพอาคารและรายละเอียดของวัสดุ

เครื่องมือวัด มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1) เซลรับแสง (Photo Cell) ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกด้านในเคลือบด้วยสารซิลิกอน (Silicon) หรือ เซเลเนียม (Selenium) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ถ้าความเข้มแสงสว่างมาก พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมากตามเป็นสัดส่วน เซลรับแสงออกแบบให้โค้งนูนเล็กน้อยเพื่อให้แสงจากทิศทางต่างๆ ตกกระทบในมุม 90° ได้รอบด้าน

2) ส่วนมิเตอร์ (Meter) ส่วนนี้จะรับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเซลรับแสง และแสดงค่าบนหน้าจอเป็นความเข้มแสงสว่าง

<u>คุณลักษณะของเครื่องมือ</u>

สามารถวัดความเข้มแสงสว่างได้ ตั้งแต่ 0 - มากกว่า 10,000 ลักซ์ คุณลักษณะของเครื่องวัดแสงต้องเป็นไปตามมาตรฐาน CIE 1931 ของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยความส่องสว่าง (International Commission on Illumination) หรือ ISO/CIE 10527 หรือเทียบเท่า

2.14 ขั้นตอนและเทคนิควิธีการวัดแสงสว่าง(สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน 2549)

1. ปรับให้เครื่องอ่านค่าที่ศูนย์ ก่อนทำการตรวจวัดแสงสว่าง ต้องปรับให้เครื่องอ่านค่าที่ศูนย์ก่อนทุกครั้ง การปรับเครื่องเช่นนี้ เรียกว่า Zeroing การปรับให้เครื่องอ่านค่าที่ศูนย์ สามารถทำได้โดยใช้วัสดุสีดำทึบแสงปิดที่เซลรับแสงแล้วเปิดเครื่องและอ่านค่า ค่าที่อ่านได้ควรเป็นศูนย์ 2. ปรับมิเตอร์ โดยมิเตอร์บางรุ่นจะมีปุ่มให้ปรับเลือกช่วงของความเข้มแสงสว่างระดับต่างๆ หากไม่แน่ใจว่าระดับความเข้มของแสงสว่างเป็นปริมาณเท่าไรให้ปรับปุ่มไปช่วงของการวัดที่ระดับสูงก่อน

3. ศึกษาลักษณะการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ขนาดของชิ้นงาน ความละเอียดของงาน ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อการมอง การส่องสว่าง และคุณภาพของการส่องสว่าง

4. วางเซลรับแสง ระนาบเดียวกับพื้นผิวงานของผู้ปฏิบัติงานนั้น อ่านค่าความเข้มแสงสว่างผู้ทำการตรวจวัดฯ ต้องระวังไม่ให้เงาของตัวเองทอดบังบนเซลรับแสง ซึ่งทำให้ค่าความเข้มแสงสว่างผิดจากความเป็นจริง

5. ให้เซลรับแสงรับแสงจนค่าแน่นอน (โดยทั่วไปประมาณ 5 – 15 นาที) อ่านค่ามิเตอร์และบันทึกผล

6. นำผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับกฎกระทรวงฯ เกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2549 หมวด 2 แสงสว่าง

7. การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง จะทำการตรวจวัดตามสภาพความเป็นจริง เช่น หากปฏิบัติงานโดยไม่เปิดไฟ แต่ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ก็ทำการตรวจวัดตามสภาพจริงนั้น แต่หากปกติ การทำงานนั้นเปิดหลอดไฟฟ้าในขณะทำงาน ให้เปิดหลอดไฟฟ้าไว้อย่างน้อย 20 นาที ก่อนทำการตรวจวัด ทั้งนี้เพื่อให้หลอดไฟส่องสว่างเต็มที่

8. ต้องวัดแสงในขณะที่ผู้ปฏิบัติงานอยู่ในลักษณะการทำงานจริงๆ แม้การทำงานนั้นจะทำให้เกิด เงาในการวัดแสง ควรพิจารณาตำแหน่งของดวงอาทิตย์และสภาพอากาศขณะที่ทำการวัดด้วย

9. งานที่ปฏิบัติในเวลากลางวัน ต้องทำการวัดแสงในตอนกลางวัน แต่ถ้างานที่ปฏิบัตินั้นเป็น เวลากลางคืนก็ต้องทำการตรวจวัดในเวลากลางคืน

10. บันทึกผลการตรวจวัดแสงสว่างและปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สภาพห้อง เพดาน ดวงไฟ ความสะอาด สี สภาพอากาศขณะที่ตรวจวัด

2.15 ศึกษาการจำลองโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การประเมินประสิทธิภาพแสงธรรมชาติในปัจจุบัน จำเป็นต้องใช้โปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วงในการจำลองอาคาร วัสดุ และสภาพท้องฟ้าที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งสภาพที่ตั้งนั้นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.15.1. โปรแกรม Dialux4.12

เป็นโปรแกรมที่ออกแบบและคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีส่วนของPlug-In เป็นข้อมูลของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบ ให้สามารถใส่ในแบบจำลอง แล้วสามารถแสดงผลการส่องสว่างจากโคมไฟที่ใช้ได้ โดยโปรแกรม Dialux สามารถคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่างของห้องที่ทำการจำลองและแสดงผลลักษณะห้องในรูปแบบสามมิติ ในรูปแบบไฟล์Pdf (สุริยปกร งามสรรพสิริ 2551)

รูปที่ 13แสดงรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Dialux 4.12

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมDialux (การทำงานของโปรแกรม Dialux ภาคผนวก)

ลงโปรแกรม Dialux version 4.11

↓

ลง Plug in

↓

เปิดโปรแกรม Dialux version 4.11

↓

กำหนดรายละเอียดของห้องที่จะจำลอง

↓

สร้างห้องและเลือกดวงโคมไฟฟ้า

↓

จัดวางดวงโคมไฟฟ้า (DIAL GmbH 2011 DIAL GmbH)

2.16 ทิศทางของแสงแดด กับอาคารที่พักอาศัย

ในกรณีของประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่บริเวณที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรหรือค่อนมาทางซีกโลกเหนือ จะได้รับอิทธิพลของแสงแดดที่ส่องมาจากทางทิศใต้มากกว่าแสงแดดที่ส่องมาจากทางทิศเหนือเพราะแสงแดดจะทำมุมเฉียงมาจากทิศทางใต้มากกว่า ทั้งนี้ แสงแดดที่ส่องมาจากทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตกจะเป็นผลมาจากการที่โลกหมุนรอบตัวเองในแต่ละวัน ส่วนแสงแดดที่ส่องมาจากทางทิศเหนือและทิศใต้ เป็นผลมาจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในแต่ละปี

2.17 ทิศทางของแสงแดดที่สามารถนำมาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในงานวิจัย

1. เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในบริเวณที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร ทิศทางของแสงแดดตามฤดู กาลจะส่องเฉียงมาจากทางทิศใต้มากกว่าทางทิศเหนือ

2. ช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรของขั้วโลกมากที่สุดคืออยู่เหนือขึ้นไปในแนวดิ่ง พอดีกับพื้นที่ที่อยู่ตรงบริเวณแนวเส้นศูนย์สูตร ประมาณวันที่ 21-23 มีนาคม และวันที่ 21-23 กันยายนของทุกปี สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ค่อนมาทางซีกโลกเหนือแล้ว ในช่วงเวลาดังกล่าวจะ ได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์โดยแสงแดดจะส่องเฉียงมาจากทางทิศใต้ทำมุมยอด 14 องศาในตอนเที่ยง

3. ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องมาจากทางทิศเหนือจะอยู่ระหว่างช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคมของทุกปี เดือนที่แสงแดดส่องเฉียงมาจากทางทิศเหนือมากที่สุดจะเป็นช่วงเดือนมิถุนายน ประมาณวัน ที่ 21-23 โดยจะทำมุมยอด 9.5 องศาในตอนเที่ยง

4. ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องมาทางทิศใต้จะอยู่ระหว่างช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนเมษายนของปีถัด ไปทุกปี เดือนที่แสงแดดส่องมาจากทางทิศใต้มากที่สุดจะเป็นช่วงเดือนธันวาคม ประมาณวันที่ 21-23 โดยจะทำมุมยอด 37.5 องศาในตอนเที่ยง

จะเห็นได้ว่าสำหรับอาคารที่พักอาศัยนั้น แสงแดดที่ส่องมาจากทางทิศเหนือและทิศใต้มี อิทธิพลต่อการออกแบบบ้าน เพราะจะมีผลต่อความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องของบ้านใน ฤดูกาลต่างๆ โดยเฉพาะแสงแดดที่ส่องมาจากทางทิศใต้จะทำมุมค่อนข้างต่ำและส่องอยู่เป็นระยะเวลานาน แสงแดดที่ส่องมาจากทางทิศตะวันออกในช่วงเช้าและทิศตะวันตกในช่วงเย็นแล้วจะช่วยให้สามารถ ออก แบบบ้านเพื่อป้องกันความร้อนจากแสงแดดที่ส่องมาจากทุกๆ ทิศทางได้อย่างเหมาะสม

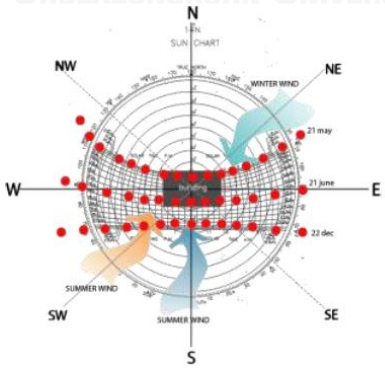
การวางทิศทางอาคาร เน้นการใช้เปิดช่องแสงทางทิศเหนือ เป็นทิศที่มีแสงธรรมชาติตลอดวัน มีแสงแดดเข้ามาน้อยที่สุด และหากมีพื้นที่เชื่อมกับทางทิศใต้ยิ่งดี เพราะจะทำให้ลมผ่านเข้าสู่ตัวบ้าน

ช่องเปิดเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร แบ่งออกเป็น การนำแสงเข้าจากด้านบน ได้แก่ หลังคา ฝ้าเพดานและการนำแสงสว่างเข้าด้านข้าง ได้แก่ หน้าต่าง ประตู

ทิศทางของแสงที่เหมาะสมคือ ทางทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

การวางทิศทางอาคาร ต้องคำนึงถึงอิทธิพลการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติเข้ามา ใช้งานได้อย่างเต็มที่โดยให้มีความร้อนเข้าสู่อาคารน้อยที่สุด คือ เน้นการเปิดช่องแสง ทางทิศเหนือ เป็นทิศที่มีแสงธรรมชาติตลอดวันโดยมีแสงแดดเข้ามาน้อยที่สุด และหากมีพื้นที่ต่อเชื่อมกับทิศใต้ได้จะยิ่งดี เพราะจะทา ให้ลมประจา พัดผ่านเข้าสู่ตัวบ้านได้

Chulalongkorn University



รูปที่ 14แสดงทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ ที่มีผลต่อแสงแดดที่เข้าอาคารในการวิจัย

ช่องเปิดเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร แบ่งออกเป็น การนาแสงเข้าจากด้านบน ได้แก่ หลังคา ฝ้าเพดาน และการนาแสงสว่างเข้าด้านข้าง ได้แก่ หน้าต่าง ประตู และต้องคิดร่วมกับการระบายอากาศ การลดความร้อน จากแสงแดด ลักษณะการใช้งานของพื้นที่ใช้สอย การกันฝน ความสวยงาม และการบำรุงรักษา ประเทศไทยของเราจะมีทิศทางของแสงที่เหมาะสมทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นทิศที่ไม่รับแดดจากดวงอาทิตย์โดยตรง จึงมีความร้อนน้อยกว่าทิศอื่นๆ

ก) รูปตัดแสดงแสดงการวิเคราะห์การเข้าถึงของแสงสว่าง (สีเหลืองแทนแสงธรรมชาติที่เข้ามาจากทางช่องหน้าต่าง)

รูปที่ 15แสดงรูปตัดการวิเคราะห์ช่องเปิดเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาสู่อาคาร

2.18 ข้อมูลดวงโคมไฟที่ใช้ในงานวิจัย(ตำราอบรม “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ด้านปฏิบัติ” ด้านไฟฟ้า 2552)

หลอดไฟฟ้ามีหน้าที่ให้ความสว่าง แต่จะไม่มีทิศทางการส่องสว่างที่แน่นอน ทำให้ต้องเลือกใช้หลอดไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานภายใต้ห้องแต่ละห้อง

ดวงโคมไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ควบคุมการกระจายแสงสว่างของหลอดไฟฟ้า และป้องกันไม่ให้หลอดไฟฟ้าได้รับอันตรายจากภายนอก ดวงโคมไฟฟ้าสามารถแยกได้ตามลักษณะดังนี้

ชนิดของดวงโคมไฟ สามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้หลายแบบ แต่ในการศึกษาวิจัยนี้ จะศึกษาการแบ่งชนิดของดวงโคมไฟตามลักษณะการติดตั้ง และศึกษาการแบ่งชนิดดวงโคมไฟตามลักษณะการกระจายแสง

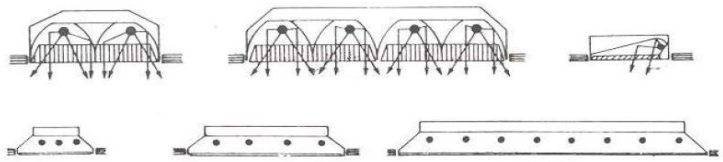
2.18.1 ดวงโคมไฟที่แบ่งตามลักษณะการติดตั้ง

สามารถแบ่งตามลักษณะการติดตั้งได้เป็น 6 ประเภท แต่ในส่วนงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาลักษณะการติดตั้งที่พบภายในห้องตัวอย่างที่ได้ศึกษา แค่ 2 ลักษณะการติดตั้ง คือ

-. ลักษณะการติดตั้งแบบติดเพดาน (Surface)

รูปที่ 16แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบ่งตามลักษณะการติดตั้งแบบติดเพดาน (Surface)

- ลักษณะการติดตั้งแบบติดฝังเพดาน (Recessed)

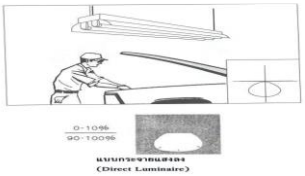


รูปที่ 17แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบ่งตามลักษณะการติดตั้งแบบติดฝังเพดาน (Recessed)

2.18.2 ดวงโคมไฟที่แบ่งตามลักษณะการกระจายแสง พิจารณาการกระจายแสงในแนวดิ่งของดวงโคม ในส่วนงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาลักษณะ6 ลักษณะ คือ

- โคมไฟแบบกระจายแสงลง (Direct Luminaire)

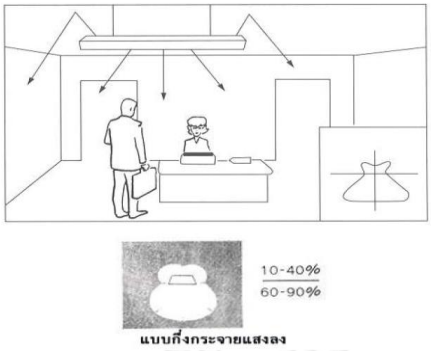
โคมไฟประเภทนี้มีการกระจายแสงส่วนใหญ่ 90-100% ลงสู่ด้านล่าง หรือลงสู่พื้นงาน จึงสามารถควบคุมทิศทางของแสงได้ง่ายขึ้น แต่ต้องระวังเรื่องการจัดวาง จะเกิดเงาขึ้นระหว่างโคมไฟที่อยู่ระหว่างกันได้



รูปที่ 18 แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกระจายแสงลง (Direct Luminaire)

- .โคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงลง (Semi-direct Luminaire)

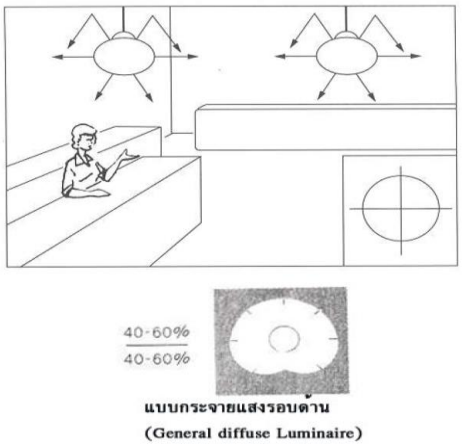
โคมไฟประเภทนี้มีการกระจายแสงลงสู่งาน 60-90% และขึ้นด้านบน 10-40% ซึ่งจะลดความแตกต่างระหว่างดวงโคมกับเพดานลงดีกว่าโคมไฟแบบกระจายแสงลง



รูปที่ 19แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงลง (Semi-Direct Luminaire)

- โคมไฟแบบกระจายแสงรอบด้าน (General Diffuse Luminaire)

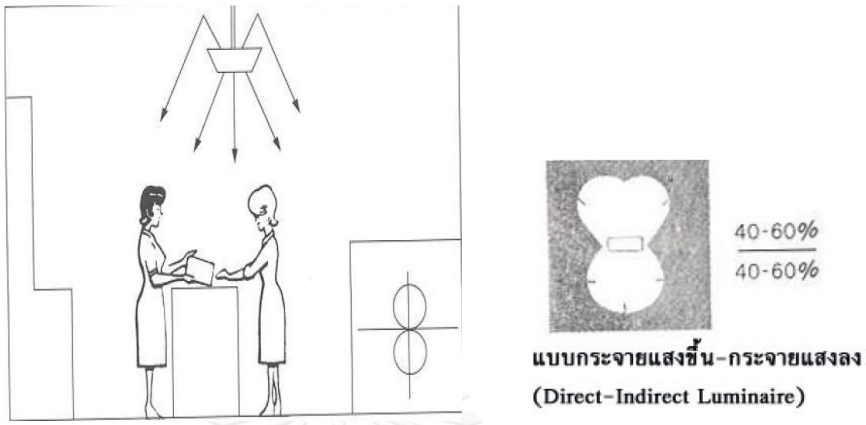
โคมไฟประเภทนี้มีการกระจายแสงลงสู่งานและขึ้นด้านบน เท่าๆกันทุกทิศทาง ข้อดีคือค่าความสว่างของแสงจะสว่างสม่ำเสมอทั่วทั้งห้อง แต่ข้อเสียคือ กาควบคุมให้แสงไปตกกระทบที่งานเป็นไปได้ยาก และจะมีแสงพุ่งออกทางด้านข้างของดวงโคมไฟ



รูปที่ 20แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกระจายแสงรอบด้าน (General Diffuse Luminaire)

- โคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงขึ้นด้านบนและลงด้านล่าง (Direct-Indirect Luminaire)

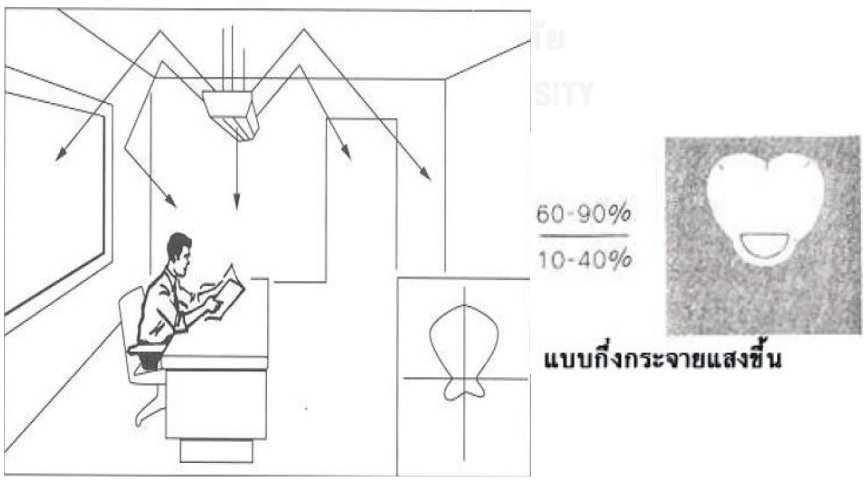
ลักษณะดวงโคมไฟจะคล้ายกับโคมไฟแบบกระจายแสงโดยรอบ แต่จะต่างกันที่จะไม่มีแสงออกทางด้านข้างของดวงโคม



รูปที่ 21แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงด้านบนและล่าง

- โคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงขึ้นด้านบน (Semi-Indirect Luminaire)

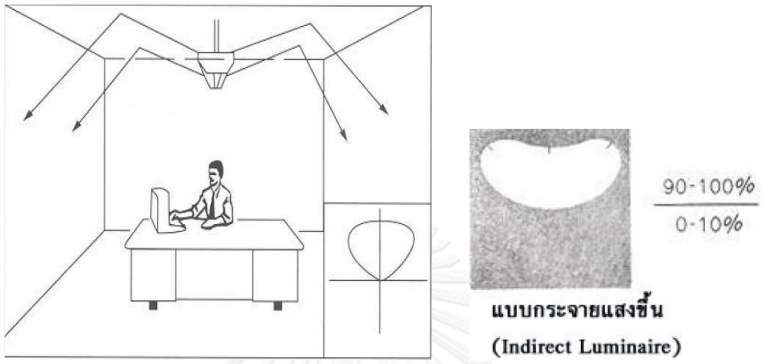
โคมไฟประเภทนี้จะมีการกระจายแสงลงสู่งาน 10-40% และขึ้นด้านบน 60-90% ซึ่งสามารถลดแสงแยงตาได้ดี เนื่องจากแสงส่วนใหญ่ขึ้นสู่เพดาน ดังนั้นเพดานห้องจะต้องมีความสามารถในการสะท้อนแสงสูงมาก และมีระยะห่างในการติดตั้งดวงโคมไฟกับเพดานพอสมควร ถึงจะได้แสงที่เหมาะสม



รูปที่ 22แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบกึ่งกระจายแสงขึ้นด้านบน

- โคมไฟแบบกระจายแสงขึ้นด้านบน (Indirect Luminaire)

โคมไฟประเภทนี้มีการกระจายแสงลงสู่งาน 0-10% และขึ้นด้านบน 90-100% สามารถลดแสงแยงตาได้ดีมากและความจ้าของแสงสว่างภายในห้องจะสม่ำเสมอเกือบเท่ากันทั้งห้อง แต่ข้อเสียคือ การติดตั้งดวงโคมไฟต้องให้อยู่ต่ำกว่าเพดานอย่างพอเหมาะจึงจะสามารถสะท้อนแสงออกจากเพดานลงบนพื้นที่ใช้งานได้สม่ำเสมอ



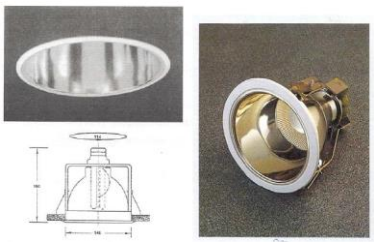
รูปที่ 23แสดงลักษณะดวงโคมไฟแบบขึ้นด้านบน (Indirect Luminaire)

2.19 โคมไฟที่นิยมใช้กันในอาคารห้องพักอาศัยในปัจจุบัน

<u>- โคมไฟส่องลง (Down Light)</u>

โคมไฟประเภทนี้เป็นโคมไฟที่ใช้กันโดยทั่วไป ใช้กันมากรองลงมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีหลายแบบขึ้นกับชนิดของหลอดไฟที่ใช้งาน

<u>-โคมไฟส่องลงหลอด GLS</u> ใช้กับความสูงเพดาน 2.5-3เมตร ใช้กับงานที่ต้องการความรู้สึกที่อบอุ่น เช่นติดตั้งภายในห้องนอน หรือห้องทำงาน แต่อายุการใช้งานจะสั้น และเปลี่ยนหลอดไฟบ่อยๆ



รูปที่ 24แสดงรูปหลอดไฟแบบโคมไฟส่องลง (Down Light) ที่ใช้ในอาคารที่ศึกษาวิจัย

โดยในห้องพักอาศัยที่ได้ทำการศึกษาวิจัย ทั้ง 3 ห้อง จะมีการใช้หลอดไฟแบบโคมไฟส่องลง (Down Light) แต่ประเภทของดวงโคมไฟจะแตกต่างกันไป ขึ้นกับลักษณะการใช้งานของโคมไฟในแต่ละห้อง

รูปที่ 25ค่าเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลของของการส่องสว่างของหลอดไฟในชนิดต่างๆ

ตารางเปรียบเทียบโคมไฟประเภทต่างๆ
LUMINAIRE TYPES COMPARISON

ประเภทโคม Luminaire Type	ลักษณะการกระจายแสง Typical Poter Curve	รูปแบบการติดตั้ง Mounting Possibility	ระดับความสูงของเพดาน Ceiling Height	อัตราส่วนระยะห่างต่อความสูง Typical Spacing per Height	การใช้งาน Application
โคมฟลูออเรสเซนต์แบบเรียง Fluorescent batten			< 4 m	1 : 1.75	โคมในโรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่เพดานค่อนข้างสูง โคมประเภทนี้จะเกิดแสงบดา Industrial, High mounting height, could be glaring
โคมฟลูออเรสเซนต์ตีแผ่และสะท้อน Fluorescent trough reflector			< 4 m	1 : 1.5	โคมในโรงงานอุตสาหกรรม ห้องเก็บของ Industrial, Storage areas
โคมฟลูออเรสเซนต์กระจายแสง Fluorescent diffuser			2.5 - 3 m	1 : 1.5	โคมในโรงงานอุตสาหกรรม อาคารธุรกิจ ร้านค้า โคมประเภทนี้จะมีการกระจายแสงที่ถมกลืนและเสียปริมาณแสงไปส่วนหนึ่งกับตัวครอบ Industrial, Commercial, Retail
โคมฟลูออเรสเซนต์สะท้องแบบหัวตาง Fluorescent profile mirror louver			< 4 m	1 : 1.25	โคมในโรงงานอุตสาหกรรม อาคารธุรกิจ ร้านค้า โคมประเภทนี้จะมีแสงสะท้องน้อย เนื่องจากมีตะแกรงบังหลอดไฟ Industrial, Commercial, Retail,low glare
โคมฟลูออเรสเซนต์สะแกรงแบบตาข่าย Fluorescent mesh louver			< 4 m	1 : 1.75	โคมในโรงงานอุตสาหกรรม อาคารธุรกิจ ร้านค้า โคมประเภทนี้จะมีการกระจายแสงที่ถมกลืนและเสียปริมาณแสงไปส่วนหนึ่งกับตะแกรง Industrial, Commercial,retail
โคมแขวนสูง High bay			> 4 m	1 : 1	โคมในโรงงานอุตสาหกรรม โรงเก็บวัสดุ พื้นที่มีเพดานสูง Industrial, Warehouse, High Mounting Height
โคมไฟดาวน์ Downlight			2.5 - 5 m	1 : 0.75	โคมในอาคารธุรกิจ ร้านค้า โคมประเภทนี้จะมีแสงสะท้องน้อย Commercial, Retail, Low Glare
โคมแขวนกระจายแสง Diffusing sphere			> 4 m	1 : 1.75	โคมแขวนทั่วไป ร้านค้า General Illumination, Retail
โคมไฟส่องขึ้น Uplight			> 3 m	1 : 3	โคมในอาคารธุรกิจ ร้านค้า สำหรับการใช้งานในลักษณะกระแสไฟแสงกระจายขึ้นด้านบน Commercial, Retail

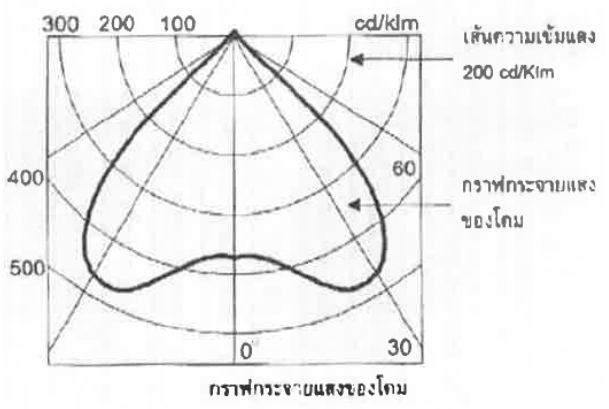
* ข้อมูลค่างๆในตารางนี้ใช้สำหรับการอ้างอิงการออกแบบเท่านั้น ในการออกแบบจริงควรใช้ข้อมูลจากผู้ผลิตโดยตรง
The above table is provided as an indication, but actual manufacturers, data should be used for design purposes.

รูปที่ 26แสดงตารางเปรียบเทียบโคมไฟประเภทต่างๆ

ข้อมูลสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้โคมไฟ

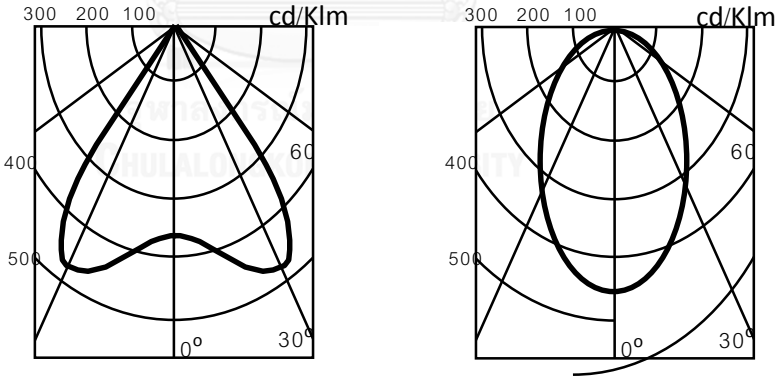
กราฟการกระจายแสงของโคม (Light Distribution Curve)

กราฟการกระจายแสงของโคม เป็นกราฟที่แสดงลักษณะทิศทางการกระจายแสงของโคม ซึ่งใช้ประกอบในการเลือกประเภทโคมไฟ กำหนดตำแหน่งและจำนวนโคมไฟ เพื่อให้ความสว่างแก่พื้นที่ใช้งาน



รูปที่ 2.4.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานของโคมไฟ (Coefficient of Utilization)

เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่ตกกระทบที่พื้นที่ใช้งานเทียบกับปริมาณ แสงทั้งหมดที่ได้จากหลอดไฟ โดยเป็นค่าประสิทธิภาพของโคมที่ทดสอบและ ระบุโดยผู้ผลิตโคมซึ่งรวมผลของความสูงและการสะท้อนของผนังและเพดาน



ก) ข)

รูปกราฟกระจายแสงโคมฟลูออเรสเซนต์เพื่อการใช้งานพื้นที่ต่างกัน

ก) เหมาะสำหรับพื้นที่ที่เพดานไม่สูงมาก

ข) เหมาะสำหรับพื้นที่เพดานสูง

รูปที่ 27แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานของโคมไฟ และรูปแบบกราฟการกระจายแสงของโคมไฟ(ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์ 2552)

บทที่3

วิธีดำเนินงานวิจัย

บทนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทาง และวิธีดำเนินการ โดยกำหนดอาคารที่ศึกษาเป็น อาคารประเภทอาคารที่พักอาศัย โดยศึกษาการใช้แสงธรรมชาติสำหรับช่องเปิด ในส่วนต่างๆของภายในตัวห้อง เพื่อหาแนวทางรูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติที่สามารถใช้งานร่วมกับการใช้แสงประดิษฐ์ โดยศึกษาในเรื่องปริมาณค่าความส่องสว่างของแสงที่ได้ รวมถึงปริมาณการลดการใช้พลังงานเมื่อใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงประดิษฐ์

อาคารที่ใช้ศึกษาคืออาคารชุดที่อยู่อาศัย เมื่อได้รับการศึกษา อาคารชุดสามารถแก้ไขหน้าต่างหรือผนังกระจกให้รับแสงน้อยลงได้ โดยการใส่ผ้าม่านสองชั้น คือ มีทั้งผ้าทึบและโปร่งซ้อนกัน เพื่อช่วยควบคุมปริมาณแสง และความร้อนที่จะเข้ามา หรือต่อเติมหิ้งสะท้อนแสงภายนอกอาคาร

3.1 ขั้นตอนการสำรวจและเลือกอาคารที่พักอาศัยที่ใช้ในการวิจัย

การสำรวจและศึกษาลักษณะกายภาพของอาคารที่พักอาศัย

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคารที่พักอาศัย

3.1.1.1 ลักซ์มิเตอร์ (LUX Meter) เครื่องวัดแสงรุ่น LX-50 ใช้ในการตรวจวัดค่าความส่องสว่าง สามารถอ่านค่าความส่องสว่างเป็นค่าลักซ์ (Lux) ใช้วัดค่าความส่องสว่างที่มีช่วงระหว่าง 5-100,000 ลักซ์

รูปที่ 28แสดงรูปเครื่องมือวัดแสง (Lux-Meter) รุ่น LX-101

3.1.1.2 กล้องถ่ายรูป ใช้ในการบันทึกภาพสภาพอาคารและห้องพักที่จะใช้ในการศึกษาวิจัย

ผู้วิจัยเลือกอาคารที่พักอาศัย โดยมีหลักในการพิจารณาเลือกที่ตั้งอาคารที่พัก
ในการวิจัยนี้ ต้องการศึกษาตัวอาคารรูปแบบ สี่เหลี่ยมผืนผ้า เพื่อศึกษาลักษณะช่องเปิดที่เหมาะสม สำหรับช่องเปิดเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ในการศึกษานี้เลือกอาคารที่มีช่องปิดอาคารด้านทิศเหนือ โดยวางอาคารตามแนวยาวในทิศทางตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งการวางอาคารแบบนี้เป็นทิศที่ได้รับผลกระทบจากความร้อนน้อยที่สุด

3.2 ผังอาคารที่พักอาศัย

รูปที่ 29แสดงรูปภายนอกอาคารที่ได้ศึกษาวิจัย

<u>การศึกษาอาคาร กรณีศึกษา</u>

<u>ที่ตั้งของอาคารกรณีศึกษา</u>

ทิศเหนือ ติดต่อกับสำนักปลัดกระทรวงกลาโหม และ แฟลตทหารชั้นประทวนของตึกดิน

ทิศตะวันออก ติดต่อกับกรมการทหารสื่อสารและกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ทิศตะวันตก ติดต่อกับชุมชนข้างแฟลตทหาร

ทิศใต้ ติดต่อกับโรงเรียนโยธินบูรณะและถนนสามเสน

อาคารประเภทที่พักอาศัยที่ได้ศึกษา คือ อาคารประเภทแฟลตที่อยู่อาศัย ใช้รูปแบบการก่อสร้างแบบใช้ปูนในก่อนก่อสร้างอาคาร อาคารที่ได้เลือกเป็นกรณีศึกษาเป็นอาคารลักษณะรูปทรงแปดเหลี่ยม มี20 ชั้น โดยห้องที่เลือกใช้เป็นกรณีศึกษานั้นอยู่ที่ชั้น 5 โดยอาคารแห่งนี้รายละเอียดอาคาร เป็นที่พักของนายทหารชั้นสัญญาบัตร ลักษณะโดยรอบอาคารเป็นพื้นที่โล่ง แต่มีตึกอาคารที่พักอื่นๆ ล้อมรอบอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ตัวอาคารเป็นอาคารที่มีลักษณะเป็นรูปทรงแปดเหลี่ยม ภายในส่วนพื้นที่พักอาศัยในแต่ละชั้นมีทางเดินภายในของแต่ละชั้น ส่วนของห้องน้ำอยู่ภายในของแต่ละห้อง บันไดหนีไฟมีอยู่ที่มุมทางด้านขวาสุดในทุกชั้นของตัวอาคาร อาคารมีความสูง 20 ชั้น โดยทุกชั้นจะมีลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่ใกล้เคียงกัน คือหนึ่งชั้น แบ่งห้องพักอาศัยออกเป็นสี่ห้อง แบ่งส่วนห้องอยู่ด้านละสองห้อง ด้านหน้าประตูเปิดเข้าไปในห้อง จะติดตั้งดวงโคมไฟสีส้มไว้เพื่อเปิดให้ความส่องสว่างแก่ผู้พักอาศัย โดยรอบมีอาคารที่พักอาศัยทหาร ตั้งอยู่โดยรอบตัวอาคาร ซึ่งอาคารที่สร้างใกล้เคียงกันนี้ มีผลต่อการบังแสงจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้ และมีผลต่อปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในอาคารที่พักอาศัย ทำให้สามารถเก็บข้อมูลอาคาร และศึกษาปัญหาการใช้งานอาคารได้

<u>ภาพแสดงทัศนียภาพโดยรวมของตัวอาคารกรณีศึกษา</u>

รูปที่ 30แสดงรูปทัศนียภาพโดยรวมของตัวอาคารที่ศึกษาวิจัย

3.3 การใช้งานของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการศึกษา

ภายในห้องพักอาศัยที่ได้ดำเนินการศึกษา มีการแบ่งแยกการใช้งานที่ชัดเจน แบ่งเป็นสามห้อง คือ ห้องนอน ห้องรับแขก และห้องทำงาน ซึ่งแต่ละก็จะมีการใช้งานที่ต่างกัน และการใช้งานในเวลาที่ต่างกัน จากการพูดคุยและได้สอบถามรายละเอียดการใช้งานของห้องจากผู้พักอาศัย พบว่าผู้อยู่อาศัยใช้งานในแต่ละส่วนของห้องพักในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

ห้องที่ 1 ห้องนอน ส่วนมากผู้อยู่อาศัยจะใช้งานในช่วงเช้าหลังตื่นนอน และช่วงกลางคืนในเวลานอน

ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ผู้อยู่อาศัยใช้ในช่วงเวลากลางวันไปจนถึงเย็น ในช่วงวันหยุดและเวลาพักผ่อน
ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ผู้อยู่อาศัยจะใช้งานห้องนี้ ในช่วงเวลาวันธรรมดา วันจันทร์ถึงวันศุกร์เพื่อทำงาน

3.4 รายละเอียดของห้องพักอาศัยในแต่ละห้อง

ห้อง 1 กว้าง 5 เมตร ยาว 3.24 เมตร สูง 2.4 เมตร (ห้องนอน)

ห้อง 2กว้าง 4.75 เมตร ยาว 9 เมตร สูง 2.4 เมตร (ห้องรับแขก)

ห้อง 3 กว้าง 3.8 เมตร ยาว 8.3 เมตร สูง 2.45 เมตร (ห้องทำงาน)

ลักษณะช่องเปิดเป็นกระจกใสและหนา อยู่ทางทิศเหนือ ของตัวอาคาร ช่องเปิดถูกออกแบบให้มีประตูปิดสองชั้น ชั้นแรกคือประตูมุ้งลวด และอีกชั้นคือประตูกระจก

ห้องที่1 ขนาดช่องเปิดสูง2 m กว้าง 2.86 m

ห้องที่ 2 และห้องที่ 3 ขนาดช่องเปิดสูง2 m กว้าง 2.8 m

รูปที่ 31ลักษณะรูปแบบหน้าต่างช่องเปิดของห้องที่ศึกษาวิจัย

จำแนกประเภทดวงโคมไฟแบ่งตามการใช้งาน ในแต่ละห้อง เป็นโคมไฟติดผนังฝ้าเพดาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ห้องที่ 1 ใช้ชนิดดวงโคมไฟเป็นหลอดตะเกียบ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น Essential 23W

(220-240V50-60Hz)CoolDaylight Dimension 44mm

ห้องที่ 2 ใช้ชนิดดวงโคมไฟเป็นหลอดไฟ ยี่ห้อ Lamptan รุ่น Compact U-Type

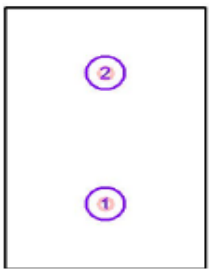
23 W (220-240V 50-60Hz) Daylight Dimension 48 mm

ห้องที่ 3 ใช้ชนิดดวงโคมไฟเป็นหลอดตะเกียบ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น TORNADO 24W (220-240V 50-60Hz) Cool Daylight Dimension 43 mm

รูปที่ 3.5 ชนิดของหลอดไฟที่ใช้ภายในห้องที่ศึกษาวิจัย ห้องที่ 1, 2, 3

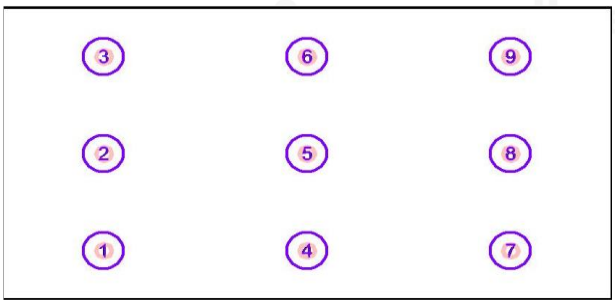
3.5 แผนผังการจัดวางหลอดไฟก่อนการปรับปรุง

ห้องที่1 มีการติดตั้งดวงโคมไฟ 2 จุด



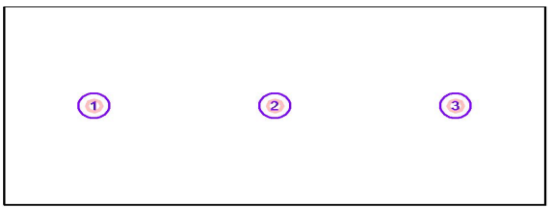
แสดงรูปแผนผังการจัดวางดวงโคมก่อนการปรับปรุงภายในห้องที่ 1

ห้องที่2 มีการติดตั้งดวงโคมไฟ 9 จุด แบ่งการติดตั้งเป็น 3 แถว แถวละ3 ดวงโคมไฟ



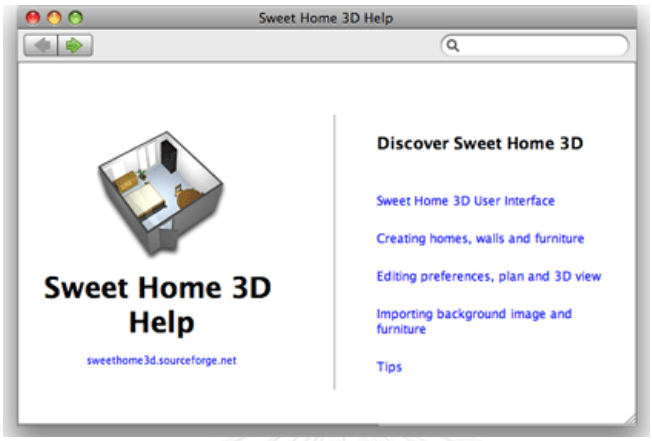
แสดงรูปแผนผังการจัดวางดวงโคมก่อนการปรับปรุงภายในห้องที่ 2

ห้องที่3 มีการติดตั้งดวงโคมไฟ 3 จุด



โปรแกรมวาดPlanห้องที่ใช้ในการศึกษาทั้ง 3ห้องโดยใช้โปรแกรม Sweet Home 3D

Sweet Home 3D เป็นโปรแกรมออกแบบภายในที่ช่วยจัดวางเฟอร์นิเจอร์บนแปลนบ้านแบบ 2 มิติ และสามารถสร้างมุมมองแบบ 3 มิติ ใช้จำลองแปลนห้องที่ใช้ในการศึกษาทั้ง 3 ห้อง(Sweet Home 3D 2013)



รูปที่ 32แสดงรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Sweet Home 3D ที่ใช้ในการจำลองแปลนห้องที่ศึกษาวิจัย

<u>วิธีการทดลอง</u>

3.6 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสง Lux-meter

- อาคารที่พักอาศัย: แฟลตทหารเกียกกาย 20 ชั้น (ตึกดิน) อาคารสงเคราะห์กองทัพบก (ส่วนกลาง)

ห้อง 1 กว้าง 5 เมตร ยาว 3.24 เมตร สูง 2.4 เมตร (ห้องนอน)

ห้อง 2กว้าง 4.75 เมตร ยาว 9 เมตร สูง 2.4 เมตร (ห้องรับแขก)

ห้อง 3 กว้าง 3.8 เมตร ยาว 8.3 เมตร สูง 2.45 เมตร (ห้องทำงาน)

ทั้งสามห้องมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ ที่เพดาน,ผนังและพื้น เป็น 70%, 50% และ 20%ตามลำดับ พื้นโต๊ะทำงานอยู่สูงจากพื้น 0.75 m กำหนดค่าความส่องสว่างภายในอาคารที่พักอาศัย 500 ลักซ์ แต่ละห้องใช้โคมไฟคนละชนิด

ห้องที่1 ใช้ดวงโคมไฟเป็นหลอดตะเกียบ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น Essential 23W (220-240V 50-60Hz)

ห้องที่2 ใช้ดวงโคมไฟหลอดไฟ ยี่ห้อ Lamptan รุ่น Compact U-Type 20W (220-240V 50-60Hz)

ห้องที่3 ใช้ดวงโคมไฟเป็นหลอดตะเกียบ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น TORNADO 24W (220-240V 50-60Hz)

โดยการใช้งานดวงโคมไฟเป็นไปตามการใช้งานของผู้พักอาศัยในแต่ละห้องจึงได้ทำการศึกษาวิจัยโดยกำหนดช่วงเวลาสามช่วงที่จะมาทำการวิเคราะห์

- ช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์ คือเวลา 9.00, 12.00 และ 15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาปกติ และเป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์โคจรเป็นมุมสูงสุดและต่ำสุดในช่วงที่ศึกษา ข้อมูลของเดือนที่นำมาวิเคราะห์คือ

ในช่วงเดือนธันวาคม ค่าความส่องสว่างมากที่สุด
ในช่วงเดือนมิถุนายน จะมีแสงเข้ามาน้อยที่สุด

} อ้างอิงจากการวัดแสงจากธรรมชาติตามจริง และอ้างอิงจากงานวิจัยการประเมินและออกแบบท่อแสงสำหรับอาคาร

- สภาพท้องฟ้าในแต่ละวันที่เข้าไปวัดค่าแสง จะมีผลต่อปริมาณแสงทิเข้ามาไนห้อง

วัดครั้งที่ 1 เดือนธันวาคม 2556 ท้องฟ้าโปร่ง มีแสงจ้าในช่วงเวลากลางวัน

วัดครั้งที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์ 2557 ท้องฟ้าโปร่ง มีแสงจ้าในช่วงเวลากลางวัน

วัดครั้งที่ 3 เดือนเมษายน 2557 ปริมาณแสงแดดมีมาก มีแสงจ้าเข้ามาภายในห้อง เพราะเป็นช่วงเวลาฤดูร้อน

วัดครั้งที่ 4 เดือนพฤษภาคม 2557 ท้องฟ้าครึ้มๆ มีฝนตกเล็กน้อย ค่าความส่องสว่างที่วัดได้มีค่าน้อย

วัดครั้งที่ 5 เดือนกรกฎาคม 2557 ท้องฟ้าโปร่ง มีแสงมากช่วงเวลาเช้าถึงกลางวัน แต่ช่วงเวลาบ่ายแสงจะน้อยลง

วัดครั้งที่ 6 เดือนสิงหาคม 2557 ท้องฟ้าโปร่ง มีแสงจ้าในช่วงเวลากลางวัน

วัดครั้งที่ 7 เดือนกันยายน 2557ท้องฟ้าครึ้มๆ มีฝนตกเล็กน้อยในช่วงเวลากลางวันถึงช่วงบ่าย

วัดครั้งที่ 8 เดือนพฤศจิกายน 2557 ท้องฟ้าโปร่ง มีแสงแดดเล็กน้อยในช่วงเวลาเช้าถึงกลางวัน

วัดครั้งที่ 9 เดือนธันวาคม 2557 ท้องฟ้าครึ้มๆ มีฝนตกเล็กน้อยถึงปริมาณมากตลอดทั้งวัน

วัดครั้งที่ 10 เดือนมกราคม 2558 ท้องฟ้าโปร่ง มีแสงมากช่วงเวลาเช้าถึงกลางวัน แต่ช่วงเวลาบ่ายแสงจะน้อยลง

วัดครั้งที่ 11 เดือนมีนาคม 2558 ท้องฟ้าโปร่ง มีแสงจ้าในช่วงเวลาเช้า แต่ช่วงบ่ายท้องฟ้าครึ้มๆ

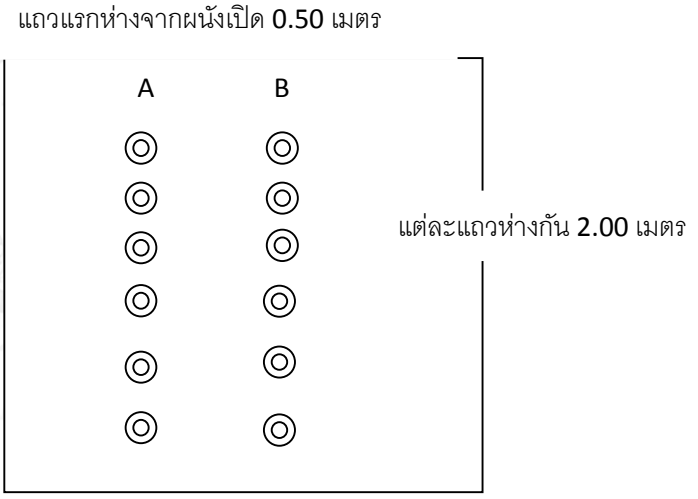
ทำการวัดขนาดห้องทั้ง 3 ห้อง แล้ววัดค่าการส่องสว่างของแสงธรรมชาติโดยใช้เครื่องมือ Luxmeter เทียบกับการใช้โปรแกรมDialux ในการคำนวณหาค่าความส่องสว่างของแสง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.7 การเก็บข้อมูลค่าความส่องสว่างของอาคาร

การเก็บข้อมูลค่าความส่องสว่างในอาคารที่พักอาศัย จะมีข้อจำกัดในเรื่อง ที่เราจะสามารถเข้าไปทำการทดลองได้เฉพาะในห้องพัก ที่ได้รับการอนุญาตให้เข้าไปทดลองเท่านั้น การวิจัยนี้ จึงทำให้เพียงจำลองห้องพักอาศัยมาหนึ่งห้อง โดยแบ่งเป็น 3 ห้องย่อยๆ คือ ห้องนอน ห้องรับแขก (ห้องโถงใหญ่) และห้องทำงาน ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลเฉพาะบางส่วน เพื่อนำมาเปรียบเทียบความใกล้เคียงของความแม่นยำระหว่างสภาพอาคารจริง และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจำลองวัดสภาพแสง โดยทำการวัดและเก็บข้อมูลค่าความส่องสว่างของอาคารที่พักอาศัย ดังนี้

ทำการวัดแสง โดยใช้เครื่องมือ Lux meter โดยวัดอาคารที่พักอาศัยแบ่งเป็นห้อง3ห้องโดยวัดแสงระดับโต๊ะสูงจากระดับพื้นห้อง 0.0 เมตร กำหนดจุดวัดแบ่งเป็นแถวA และ แถวB กำหนดจุดแถวละ 6 จุด แต่ละแถวห่างกัน 2 เมตร และกำหนดจุดแรกห่างจากผนังเปิด 0.5 เมตร ทำการวัดโดยกำหนดเป็นช่วงเวลา เดือน ดูสภาพภูมิอากาศ กำหนดช่วงเวลาที่วัดค่าความส่องสว่าง



◎ ตำแหน่งจุดที่วัดค่าความส่องสว่าง

รูปที่ 33แสดงรูปตำแหน่งของจุดที่ใช้วัดความส่องสว่างของแสงในห้องที่ศึกษาวิจัย

Plot กราฟผลที่วัดเทียบโดยใช้อุปกรณ์ Lux meter เทียบกับผลที่คำนวณได้จากโปรแกรม Dialux

การจำลองสภาพแสงภายในห้อง ใช้เครื่องมือ Lux meter ในการวัดสภาพแสงธรรมชาติ

การวัดแสงในระยะ 0-2 เมตร จากริมช่องเปิด จะพบว่ามีแสงมากเกินความจำเป็น

การวัดแสงในระยะ 2-4 เมตร จากริมช่องเปิด แสงที่ต้องการมีความเพียงพอในการใช้งาน

การวัดแสงในระยะมากกว่า 4 เมตร จากริมช่องเปิด ปริมาณแสงเริ่มเข้ามาไม่ถึง ทำให้แสงไม่เพียงพอ

ช่วงเวลาที่วัดค่าความส่องสว่าง คือเวลา 9.00 12.00 และ 15.00 น.

หลังจากวัดค่าแสงธรรมชาติจากเครื่องมือ Lux meter เสร็จแล้ว จะรายงานผลที่ได้ เป็นการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงด้วยLux meter โดยนำค่าที่ได้จากการวัดความเข้มของแสง รวมทั้งหมด 11 ครั้ง มาplotกราฟ โดยเป็นค่าที่ได้จากการทดลองที่ได้ปิดประตูกระจกอย่างเดียว และปิดทั้งประตูกระจกและประตูมุ้งลวด แล้วนำค่าที่วัดได้ในแต่ละจุด มารวมกันแล้วหาร 4 การplotกราฟจะแบ่งกราฟเป็น 3ห้อง แยกplotกราฟแบ่งเป็นห้องๆ ห้อง 123 และแยกplotกราฟแบ่งแต่ละจุดภายในห้อง เช่น ห้อง1 จุด1ถึง6 ทั้ง3เวลาคือ 9.00,12.00 และ 15.00

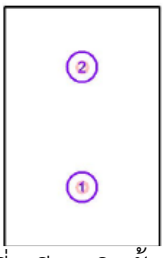
จากนั้นนำค่าที่วัดได้จากการทดลองจากการวัดค่าความส่องสว่างในขณะที่ปิดประตูกระจกอย่างเดียวและปิดทั้งประตูกระจกและประตูมุ้งลวด นำค่าที่วัดได้ในแต่ละจุด มารวมกันแล้วหาร4

การวัดค่าความเข้มแสง จุดแรกห่างจากช่องเปิดรับแสง 0.25 m แต่ละแถวห่าง 0.5m วัดสองแถว แต่ละจุดห่างกัน 0.5 m และ plotกราฟแบ่งเป็นห้องๆห้อง 1 2 3 และแยกplotกราฟแบ่งเป็นห้อง 1 (จุด 1-6) ทั้ง 3 เวลาคือ 9.00 12.00 15.00

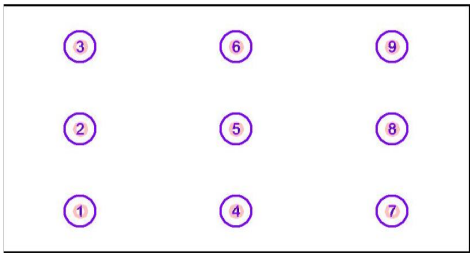
3.8 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงของแสงไฟประดิษฐ์ ในเวลากลางคืน โดยใช้ Lux-meter

ทำการศึกษาวิจัยโดยการวัดค่าแสงจากแสงประดิษฐ์ที่ได้ใช้งานภายในแต่ละห้อง

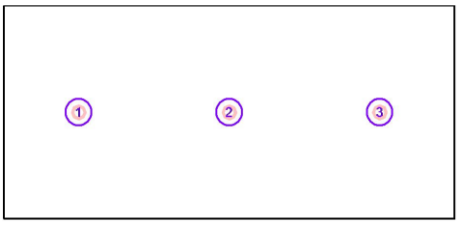
ห้องที่1 มีการติดตั้งดวงโคมไฟ 2 จุด



ห้องที่2 มีการติดตั้งดวงโคมไฟ 9 จุด แบ่งการติดตั้งเป็น 3 แถว แถวละ3 ดวงโคมไฟ



ห้องที่3 มีการติดตั้งดวงโคมไฟ 3 จุด



ทำการวัดค่าการส่องสว่างของหลอดไฟแสงประดิษฐ์ในแต่ละห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย ด้วย Lux-Meter แล้วนำค่าของผลลัพธ์ที่วัดได้มาplot กราฟเปรียบเทียบกับ การใช้โปรแกรม Dialux ที่ได้คำนวณค่าการใช้แสงประดิษฐ์มาจากโปรแกรม ซึ่งการวัดแสงสว่างจากหลอดไฟในห้องด้วยเครื่องมือ Lux-Meter จะใช้เป็นตัว Verify Program Dialux

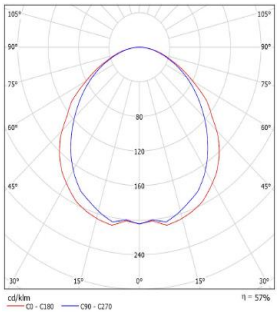
3.9 การทดสอบโดยใช้โปรแกรม Dialux Version 4.12 ในการวัดแสงสว่างช่วงเวลากลางคืน

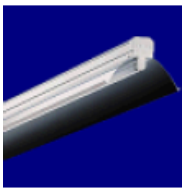
โปรแกรม Dialux4.12 เป็นโปรแกรมที่ออกแบบและคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีส่วนของPlug-In เป็นข้อมูลของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบ ให้สามารถนำมาใส่ในแบบจำลอง สามารถแสดงผลของการส่องสว่างจากโคมไฟที่ใช้ได้

ทำการทดลองโดยจำลองการใช้หลอดไฟแต่ละแบบลงในโปรแกรม Dialux โดยในการทดลองนี้ได้เลือกหลอดไฟที่มีลักษณะการใช้งานคล้ายหลอดไฟจริงที่ใช้ภายในห้อง (ได้จำลองการใช้หลอดไฟ 3 แบบ เพื่อการจำลองเปรียบเทียบว่าหลอดไฟชนิดไหนที่มีการใช้งาน หลังจากการวัดด้วยโปรแกรม Dialuxแล้ว มีการคำนวณปริมาณแสงได้ใกล้เคียงกับ หลอดไฟแสงประดิษฐ์ที่ได้ใช้งานจริงในห้อง) และสามารถใช้เป็นตัว Verify การใช้งานของProgram Dialuxได้

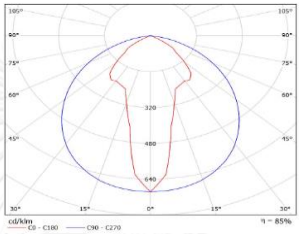
หลอดไฟสามแบบที่ได้จำลองจากโปรแกรมDialux เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้งานจริงของแสงประดิษฐ์ภายในห้องพักที่ได้ทำการศึกษา

หลอดไฟแบบที่1: Dial6

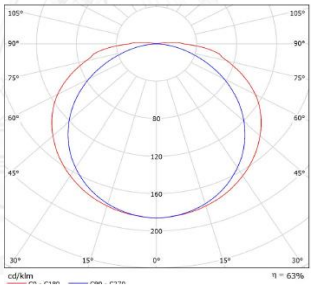




หลอดไฟแบบที่2: DIAL12



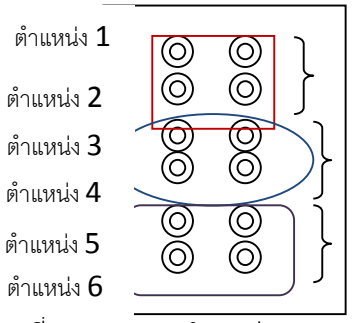
หลอดไฟแบบที่3: DIAL25



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แล้วนำผลที่ได้จากการใช้โปรแกรมDialux มาเทียบผลกับค่าการวัดแสงประดิษฐ์ที่วัดโดยใช้เครื่องมือ Lux-meter ในช่วงเวลากลางคืน แล้วplotกราฟแสดงผลเปรียบเทียบ เพื่อเป็นตัว Veriry การใช้โปรแกรม Dialux และจำลองการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์จากตัวโปรแกรม

แล้วได้ใช้โปรแกรมDialux 4.12 ในการจำลองแสงธรรมชาติที่เข้ามาในห้องที่ได้ศึกษาวิจัยทั้ง3ห้อง ว่าแต่ละห้องนั้น มีปริมาณแสงธรรมชาติเข้ามามาก/น้อยแค่ไหน เข้าในบริเวณส่วนไหนของพื้นที่ห้อง จากผลการทดลอง ได้แบ่งโซนการทดลองของการวัดค่าความส่องสว่างในเวลากลางคืนออกเป็น 3 โซน เพื่อสามารถแยกความแตกต่างของปริมาณแสงที่สามารถใช้ภายในห้องทั้ง 3 ห้องที่ได้รับการศึกษาว่า สามารถลดการใช้แสงประดิษฐ์ได้ในจุดใดบ้างและสามารถเป็นแนวทางในการช่วยวิเคราะห์เพื่อลดการใช้แสงประดิษฐ์ และนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในห้องพักเพิ่มมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 34แสดงรูปตำแหน่งของจุดที่ใช้วัดความส่องสว่างของแสงในห้อง แบ่งเป็นZone การวัดแสงแล้วนำผลการทดลองของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากค่าที่คำนวณได้จากโปรแกรมDialux ที่แบ่งตามโซนการใช้งานเปรียบเทียบกับค่าการวัดความส่องสว่างที่วัดได้จากการใช้งานจริงของหลอดไฟแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางคืน พร้อมคำนวณหาผลต่างของค่าความส่องสว่างออกเป็นค่า% ของค่าความต่างการส่องสว่างที่คำนวณได้

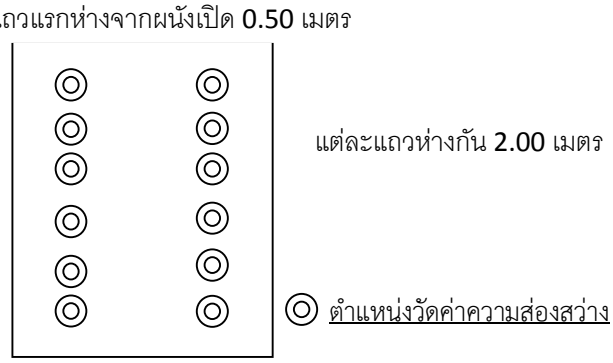
ซึ่งการทดลองนี้เป็นศึกษาการใช้โปรแกรม Dialux ที่ได้คำนวณค่าการใช้แสงประดิษฐ์มาจากโปรแกรม ซึ่งการวัดแสงสว่างจากหลอดไฟในห้องด้วยเครื่องมือ Lux-Meter จะใช้เป็นตัว Verify Program Dialux ว่าสามารถนำมาใช้งานเปรียบเทียบกับการใช้แสงประดิษฐ์ในห้องได้

3.10 วิธีการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>วิธีการทดลอง</u>

ทำการวัดแสง โดยใช้เครื่องมือ Lux meter โดยวัดอาคารที่พักอาศัยแบ่งเป็นห้อง3ห้องโดยกำหนดจุดการวัดแสงแบ่งเป็นแถวA และ แถวB กำหนดจุดแถวละ 6 จุด แต่ละแถวห่างกัน 2 เมตร และกำหนดจุดแรกห่างจากผนังเปิด 0.5 เมตร ทำการวัดโดยกำหนดเป็นช่วงเวลา เดือน ดูสภาพภูมิอากาศกำหนดช่วงเวลาที่วัดค่าความส่องสว่าง แบ่งผลการทดลองแสดงค่าเป็นรายวัน รายเดือนและรายปี



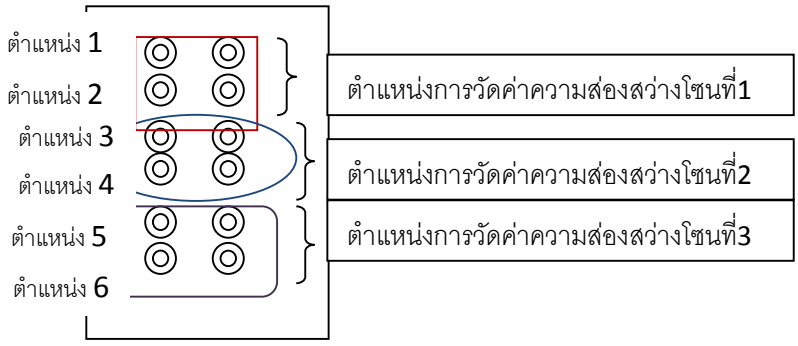
การจำลองสภาพแสงภายในห้อง ใช้เครื่องมือ Lux meter ในการวัดสภาพแสงธรรมชาติ
ช่วงเวลาที่วัดค่าความส่องสว่าง คือเวลา 9.00 12.00 และ 15.00 น.(ช่วงเวลาวัดความสว่าง 3 ช่วง)

วัดความเข้มของแสงรวมทั้งหมด 11 ครั้ง ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย
เดือน ธันวาคม 2556
เดือน กุมภาพันธุ์ , มีนาคม , พฤษภาคม , กรกฎาคม , สิงหาคม , กันยายน , พฤศจิกายน และ ธันวาคมปี 2557
เดือน มกราคม , มีนาคม 2558

3.11 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน

จะแบ่งการวัดค่าการส่องสว่างออกเป็นโซน 3 โซน ประกอบด้วย
การวัดแสงในระยะ 0-2 เมตร จากริมช่องเปิด (แถวที่ 1 แถวที่ 2) คือโซนวัดความส่องสว่างโซนที่ 1
การวัดแสงในระยะ 2-4 เมตร จากริมช่องเปิด (แถวที่ 3 แถวที่ 4) คือโซนวัดความส่องสว่างโซนที่ 2
การวัดแสงระยะมากกว่า 4 เมตร จากริมช่องเปิด (แถวที่5 แถวที่ 6) คือโซนวัดความส่องสว่างโซน 3

การแบ่งโซนการทดลองของการวัดค่าความส่องสว่างในเวลากลางวันออกเป็น 3 โซน เพื่อสามารถแยกความแตกต่างของปริมาณแสงธรรมชาติที่สามารถเข้ามาด้านในห้องทั้ง 3 ห้องที่ได้รับการศึกษาว่า จุดใดสามารถรับแสงธรรมชาติได้ดี สามารถลดการใช้แสงประดิษฐ์ได้ และสามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในภายในห้องให้เกิดประโยชน์สูงสุด



◎ ตำแหน่งจุดที่วัดค่าความส่องสว่าง

โซนที่ 1 การวัดค่าความส่องสว่างในตำแหน่งที่1 และ 2 จะอยู่ใกล้หน้าต่างช่องเปิดมากที่สุด
โซนที่ 2 การวัดค่าความส่องสว่างในตำแหน่งที่3 และ 4 บริเวณตรงกลางห้อง ส่วนได้ใช้งานในห้อง
โซนที่ 3การวัดค่าความส่องสว่างในตำแหน่งที่ 5 และ 6 จะอยู่บริเวณส่วนลึกที่สุดของห้อง
หลังจากการวัดค่าความส่องสว่างของห้องทั้ง 11 ครั้งเสร็จ ผู้วิจัยได้หาค่าเฉลี่ยของแต่ละโซน โดยนำค่าความส่องสว่างที่วัดได้ทั้งหมดมารวมกัน แล้วหาร 11 (คือจำนวนเดือนทั้งหมดที่ได้ทำการทดลอง) จะได้เป็นค่าเฉลี่ยการส่องสว่างของแสงเพียงค่าเดียวในแต่ละจุด (รวมทั้งหมด 6 จุด)

3.12 วิเคราะห์ชนิดของดวงโคมไฟที่ใช้ภายในห้องพักอาศัยแต่ละห้อง

ห้องที่ 1 ใช้ชนิดดวงโคมไฟเป็นหลอดตะเกียบ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น Essential 23W (220-240V 50-60Hz)
ห้องที่ 2 ใช้ชนิดของดวงโคมไฟเป็นหลอดไฟ ยี่ห้อ Lamptan รุ่น Compact U-Type 23 W (220-240V 50-60Hz)
ห้องที่ 3 ใช้ชนิดของดวงโคมไฟเป็นหลอดตะเกียบ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น TORNADO 24W (220-240V 50-60Hz)
ดูค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ของหลอดไฟในแต่ละห้องที่ได้ใช้งาน
ห้องที่ 1 ใช้ดวงโคมไฟ ที่มีค่ากำลังไฟฟ้า 23 W
ห้องที่ 2 ใช้ดวงโคมไฟที่มีค่ากำลังไฟฟ้า 23 W
ห้องที่ 3 ใช้ดวงโคมไฟที่มีค่ากำลังไฟฟ้า 24 W

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดลองใช้โปรแกรมDialuxเลือกลักษณะรูปแบบโคมไฟที่จำลองจากโปรแกรมโดยเลือกลักษณะเดียวกับที่ใช้ในการวัดค่าแสงสว่างตอนกลางคืนนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าการวัดความส่องสว่างเวลากลางวันจากค่าการวัดความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ศึกษาทั้ง3ห้อง ที่แบ่งเป็นโซน

แล้วใช้โปรแกรมDialux เพื่อคำนวณหลอดไฟที่ใช้งานภายในห้องที่ได้ศึกษาวิจัย (การเลือกหลอดไฟจากโปรแกรมDialux ต้องเลือกหลอดไฟที่มีค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ที่ลดลงจากค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไฟที่มีการใช้งานจริง แล้วนำค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ที่ลดลงหลังจากการใช้โปรแกรมDialux คำนวณผลแล้ว (เฉพาะโซนที่ 1) มาเทียบผลกับผลของค่าDialux ที่ได้ศึกษาในขั้นตอนแรก โดย

โซนที่ 1 การวัดค่าความส่องสว่างในตำแหน่งที่1 และ 2 จะนำผลมาคำนวณค่าการSaving โดยรวม
โซนที่ 2 การวัดค่าความส่องสว่างในตำแหน่งที่3 และ 4 จะสามารถใช้งานได้ปกติ อาจมีการนำตัวแผ่นสะท้อนแสงมาช่วยเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในห้องได้มากขึ้น
โซนที่ 3การวัดค่าความส่องสว่างในตำแหน่งที่ 5 และ 6 บริเวณส่วนลึกสุดในห้อง แสงธรรมชาติจะเข้ามาได้น้อย ต้องอาศัยตัวแผ่นมู่ลี่สะท้อนแสงเข้ามาช่วย เพื่อนำแสงธรรมชาติที่ส่องผ่านเข้ามาภายในห้องได้มากขึ้น

3.13 การทดลองการประดิษฐ์มู่ลี่สะท้อนแสง

รูปที่ 35แสดงรูปการทดลองการประดิษฐ์มู่ลี่สะท้อนแสง

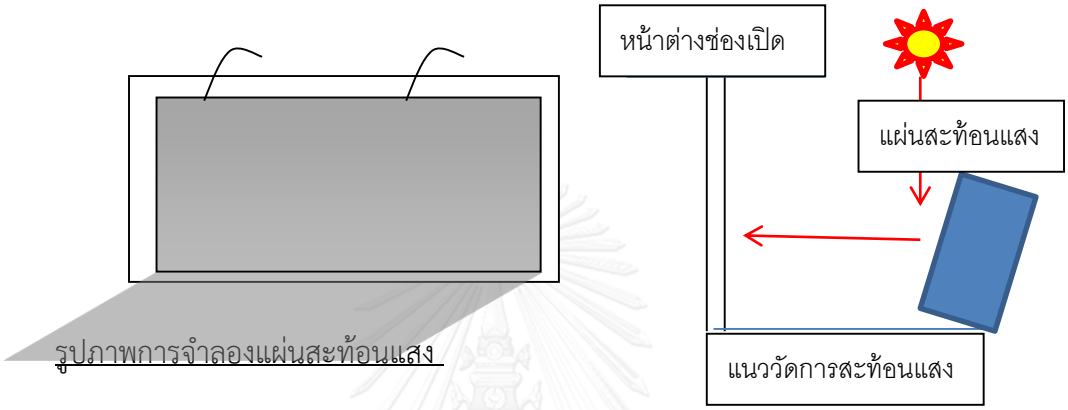
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มู่ลี่ที่นำมาใช้ประดิษฐ์ในงานทดลอง เป็นมู่ลี่แบบVenetian Blinds
เป็นม่านที่ใช้เพื่อปรับทิศทางแสงแนวนอนที่เข้ามาโดยตรงจากหน้าต่าง วัสดุทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบสีลดแสงจ้าที่อาจไม่เหมาะสมช่วยให้สบายตา โดยที่ยังมีแสงสว่างเข้ามาได้อย่างเพียงพอ มีระบบการเปิด-ปิดมู่ลี่เป็นแบบเชือกดึงปรับองศาการรับแสงสามารถปรับองศาและดึงเก็บได้เมื่อต้องการ

การทดลองการประดิษฐ์มู่ลี่สะท้อนแสงนั้น ได้เพิ่มการใช้แผ่นอลูมีเนียมฟอยล์ติดที่แผงทุกซี่ของแผ่นมู่ลี่แต่ละแผ่น เพื่อเป็นตัวช่วยให้มู่ลี่สะท้อนแสงเข้าในกระจกมาภายในห้องได้มากขึ้น โดยConcept คือ ใช้เชือกดึงขึ้น-ลง เพื่อเปิดปิดการใช้มู่ลี่ เพื่อรับแสงให้แสงสะท้อนเข้ามาภายในห้อง มู่ลี่เปิด 90°C ใช้มือบังคับให้มู่ลี่เปิดกว้างมากขึ้น และดูว่าจะช่วยสะท้อนแสงขึ้นด้านบน แล้วแสงจะสะท้อนลงผ้าสีขาวทำให้แสงที่เข้ามาในห้องมีมากขึ้นได้ไหม โดยการติดตั้งแผ่นมู่ลี่สะท้อนแสงต้องพิจารณาตามทิศทางที่แสงจะสามารถเข้ามาภายในห้องได้มากที่สุด(น้ำผึ้ง สายหงษ์ 2007)

แล้วนำผลที่สามารถวัดได้ นำ เปรียบเทียบนำไปเปรียบเทียบแบบสุ่มกับ การวัดค่าความส่องสว่างของแสงในห้อง ภายในเดือนที่ได้ทำการประดิษฐ์ตัวมู่ลี่สะท้อนแสง เพื่อเปรียบเทียบว่า ตัวแผ่นมู่ลี่สะท้อนแสงนั้น สามารถช่วยในการสะท้อนแสง เพื่อนำปริมาณแสงธรรมชาติเข้ามาภายในห้องในปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด

3.14 การประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง



รูปภาพการจำลองแผ่นสะท้อนแสง

รูปที่ 36แสดงรูปภาพการจำลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง

การทดลองประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง เพื่อช่วยในการสะท้อนแสง และนำแสงสะท้อนเข้ามาภายในห้องในปริมาณมากขึ้น และสามารถช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ลงได้ ทางผู้วิจัยได้ทดลองประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสงออกมา 2 รูปแบบ

รูปที่ 37แสดงรูปการทดลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสงโดยใช้แผ่นอลูเนียมฟอยล์

รูปแบบที่ 1 ประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง ได้ใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดขนาด 120x240 cm แปะด้านบนฟิวเจอร์บอร์ดด้วยแผ่นอลูมีเนียมฟอยล์ แล้วนำไปตั้งไว้ที่ระเบียงด้านนอกของห้องข้างล่างหิ้งสะท้อนแสงภายนอก เมื่อช่วงเวลาที่มีแสงแดดผ่านเข้ามาในห้อง ตัวแผ่นอลูมีเนียมฟอยล์ จะเป็นตัวรับแสง และทำให้แสงตกกระทบ แล้วสะท้อนเข้าไปภายในห้อง ทำให้มีปริมาณแสงสามารถส่องผ่านเข้าไปในห้องในปริมาณมากขึ้น และสามารถช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องได้

รูปที่ 38แสดงรูปการทดลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสงโดยใช้แผ่นบังแดดสำหรับรถยนตร์

รูปแบบที่2 ประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง ใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดขนาด 120x240 cm นำแผ่นฟอยล์กันแดด ที่ใช้สำหรับบังแดดในรถยนตร์ มาติดทับด้านบนของแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด ผู้ทำการทดลองประดิษฐ์วัสดุชิ้นนี้มาเพื่อ เทียบว่าตัวแผ่นฟอยล์กันแดดในรถยนตร์จะสามารถเป็นตัวช่วยสะท้อนแสงเข้ามาภายในห้องที่ศึกษา และสามารถช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องได้

แล้วนำผลของการวัดปริมาณแสงที่ได้ นำไปเปรียบเทียบแบบสุ่มกับ การวัดค่าความส่องสว่างของแสงในห้อง ภายในเดือนที่ได้ทำการประดิษฐ์ตัวแผ่นสะท้อนแสงทั้ง 2 รูปแบบ เพื่อเปรียบเทียบว่า ตัวแผ่นสะท้อนแสงที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมานั้น สามารถช่วยในการสะท้อนแสง เพื่อนำปริมาณแสงธรรมชาติเข้ามาภายในห้องในปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด

3.15 การทดสอบโดยใช้โปรแกรม Dialux Version 4.12

เพื่อจำลองแสงธรรมชาติที่สามารถผ่านเข้ามาภายในตัวอาคารที่ได้ทำการ ศึกษา ทั้ง 3 ห้อง โดยใช้โปรแกรมจำลองรูปแบบภายในห้อง และช่องเปิดที่สามารถรับเอาแสงธรรมชาติเข้ามาภายในห้องได้

เพื่อสนับสนุนข้อมูลของการส่องสว่างที่ได้ทำการทดลองวัดจริง โดยแสดงข้อมูลเป็นรูปภาพของห้องที่มีแสงธรรมชาติผ่านเข้ามาภายในห้อง และศึกษาว่าในแต่ละวันแต่ละช่วงเวลาที่ทำการทดลอง มีปริมาณของแสงธรรมชาติเข้ามามาก/น้องเพียงใด

3.16 ขั้นตอนสรุปผลการทำวิจัยว่าสามารถช่วยsavingและประหยัดการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้อง และสามาถนำแสงธรรมชาติจากด้านนอก เข้ามาใช้ภายในห้องได้มาก/น้อยเพียงใด และสามารถวิเคราะห์ค่าการSaving ของการใช้ไฟภายในห้องว่าสามารถSaving ไปได้กี่หน่วย เมื่อเทียบกับบิลค่าไฟฟ้าของเดือนก่อนๆ

3.17 แสดงผลการลดการใช้ไฟฟ้าหรือแสงประดิษฐ์ของห้องแต่ละห้อง ในส่วนไหนได้บ้าง และทำplanห้องแสดงหลังจากที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว สามารถเพิ่มหรือลดการใช้ไฟฟ้าในแต่ละห้องได้

3.18. คำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในแต่ละห้อง
คำนวณจากค่าไฟเฉลี่ยที่ใช้งาน XจำนวนWattการใช้งานของหลอดไฟที่ลดลงXเวลาของการใช้งานในแต่ละห้องที่ได้ศึกษาวิจัย = จะได้เป็นการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยในแต่ละห้อง

3.19 คำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการประหยัดพลังงานของการทดลองที่ได้ทำการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการดำเนินงานวิจัยในแต่ละส่วน จะคล้อยตามกันไปเป็นแต่ละขั้นตอน โดยเริ่มจากการจัดหารูปแบบและจำลองแบบแปลนห้องทั้ง3ห้องที่ได้รับการศึกษาวิจัย ไปจนถึงสามารถช่วยประหยัดพลังงานการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้อง และสามาถนำแสงธรรมชาติจากด้านนอก เข้ามาใช้ภายในห้องได้มาก/น้อยเพียงใด และสามารถวิเคราะห์ค่าการSaving ของการใช้ไฟภายในห้อง

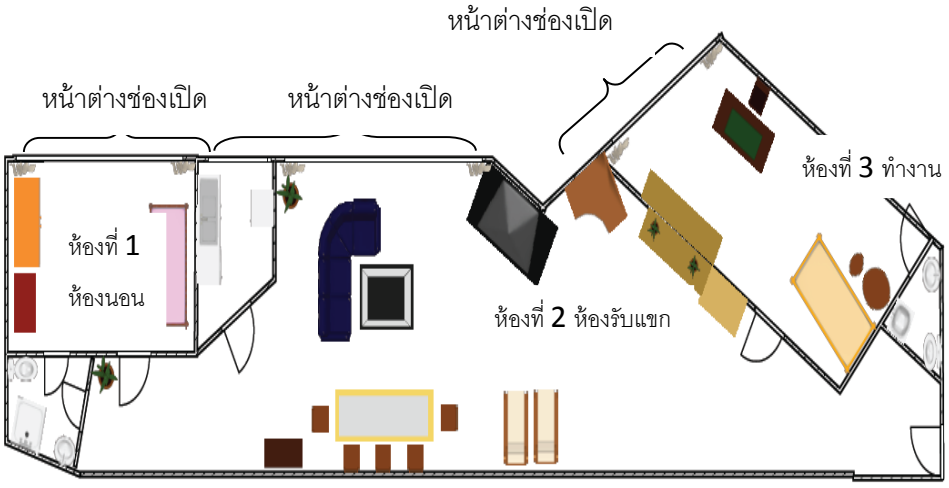
4.1 รูปแบบห้องที่ใช้ในการวิจัย โดยสร้างแปลนรูปแบบห้องจากโปรแกรม Sweet Home3D

อาคารที่ใช้ในการศึกษาวิจัย : แฟลตทหารเกียกกาย 20 ชั้น (ตึกดิน) อาคารสงเคราะห์กองทัพบก

รูปแปลนห้องที่ใช้ในการศึกษาวิจัยโดยรวม ซึ่งจะประกอบด้วย3 ห้องคือ ห้องที่ 1 ห้องนอน ห้องที่ 2 ห้องรับแขก และห้องที่ 3 ห้องทำงาน

- ห้องที่ 1 ห้องนอนขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 3.24 เมตร สูง 2.4 เมตร ช่องเปิดสูง2 m กว้าง 2.86 m
- ห้องที่ 2ห้องรับแขกขนาดกว้าง 4.75 เมตร ยาว 9 เมตร สูง 2.4 เมตร ช่องเปิดสูง2 m กว้าง 2.8 m
- ห้องที่ 3ห้องทำงาน ขนาดกว้าง 3.8 เมตร ยาว 8.3 เมตร สูง 2.4เมตร ช่องเปิดสูง2 m กว้าง 2.8 m

แสงส่องเข้าในทิศทางที่เป็นหน้าต่างช่องเปิด ทิศที่แสงเข้ามาภายในห้องคือทิศตะวันออกห้อง 3ห้อง



รูปที่ 39แสดงรูปแปลนห้องที่ใช้ศึกษาวิจัยโดยรวม

4.2. การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงของแสงไฟประดิษฐ์ ในเวลากลางคืน โดยใช้ Lux-meter

ทำการวัดค่าความส่องสว่างของหลอดไฟแสงประดิษฐ์ในแต่ละห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย ด้วย Lux-Meter แล้วนำค่าของผลลัพธ์ที่วัดได้มาplot กราฟเปรียบเทียบกับ การใช้โปรแกรม Dialux ที่ได้คำนวณค่าการใช้แสงประดิษฐ์มาจากโปรแกรม ซึ่งการวัดแสงสว่างจากหลอดไฟในห้องด้วยเครื่องมือ Lux-Meter จะใช้เป็นตัว Verify Program Dialux

- วันที่ทำการวัดค่าความส่องสว่าง 24 พฤษภาคม 2014

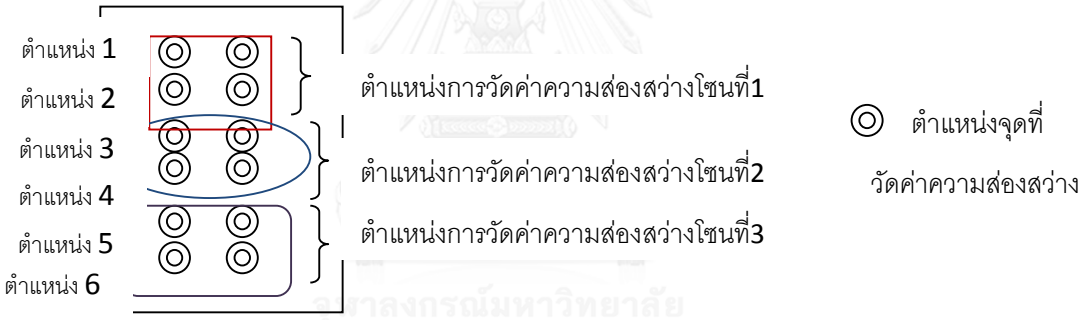
ตารางที่ 8 ค่าการวัดแสงสว่างของหลอดไฟจากการใช้งานจริงในช่วงกลางคืน ห้องที่ 1, 2, 3

ห้องที่ทำการวิจัย (ห้องที่ 1)	ค่าความส่องสว่างที่วัดจากการใช้งานจริง
จุดที่ 1	208
จุดที่ 2	223
จุดที่ 3	205
จุดที่ 4	180
จุดที่ 5	227
จุดที่ 6	185

ห้องที่ทำการวิจัย (ห้องที่ 2)	ค่าความส่องสว่างที่วัดจากการใช้งานจริง
จุดที่ 1	214.6
จุดที่ 2	226.6
จุดที่ 3	223.3
จุดที่ 4	213.3
จุดที่ 5	222.6
จุดที่ 6	217.3

ห้องที่ทำการวิจัย (ห้องที่ 3)	ค่าความส่องสว่างที่วัดจากการใช้งานจริง
จุดที่ 1	195
จุดที่ 2	154
จุดที่ 3	192
จุดที่ 4	143
จุดที่ 5	198
จุดที่ 6	168

จากผลการทดลอง ได้แบ่งโซนการทดลองของการวัดค่าความส่องสว่างในเวลากลางคืนออกเป็น 3 โซน เพื่อสามารถแยกความแตกต่างของปริมาณแสงที่สามารถใช้ภายในห้องทั้ง 3 ห้องที่ได้รับการศึกษาว่า สามารถลดการใช้แสงประดิษฐ์ได้ในจุดใดบ้างและสามารถเป็นแนวทางในการช่วยวิเคราะห์เพื่อลดการใช้แสงประดิษฐ์ และนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในห้องพักเพิ่มมากยิ่งขึ้น



ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยการวัดแสงสว่างของหลอดไฟจากการใช้งานจริงในช่วงกลางคืน ห้องที่ 1, 2, 3

	ห้องที่ทำการวิจัย	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่วัดจากการใช้งานจริง
ห้วง 1	โซน1	215.5
	โซน2	192.5
	โซน3	206
ห้วง 2	โซน1	220.6
	โซน2	218.3
	โซน3	219.9
ห้วง 3	โซน1	174.5
	โซน2	167.5
	โซน3	183

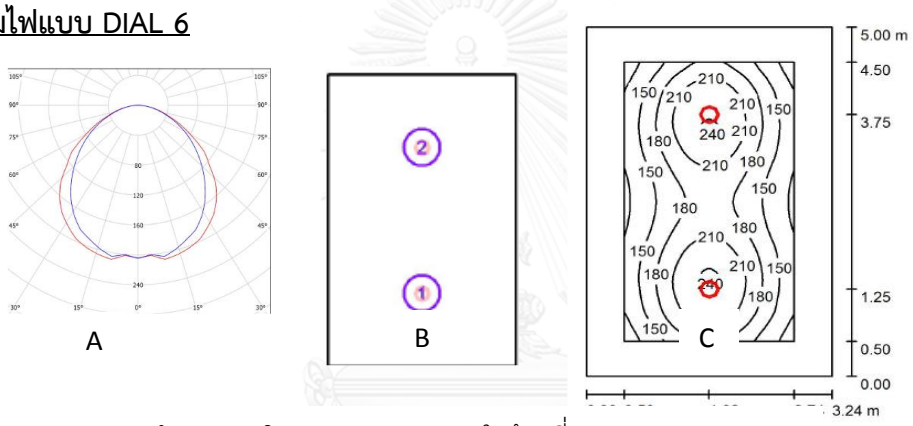
4.3. การทดสอบใช้โปรแกรม Dialux Version 4.12ในช่วงเวลากลางคืน

วิธีการทดลองนำโปรแกรมDialux มาใช้ในงานวิจัยคือ ทำการทดลองโดยจำลองการใช้หลอดไฟแต่ละแบบลงในโปรแกรม Dialux โดยในการทดลองนี้ได้เลือกหลอดไฟที่มีลักษณะการใช้งานคล้ายหลอดไฟจริงที่ใช้ภายในห้อง (ได้จำลองการใช้หลอดไฟ 3 แบบ เพื่อการจำลองเปรียบเทียบว่าหลอดไฟชนิดไหนที่มีการใช้งาน โดยผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม จะออกมาเป็นค่าความส่องสว่างที่สามารถวัดได้จากแสงประดิษฐ์ที่ได้เลือกมาจำลองกับการใช้งานจริงภายในห้อง

ลักษณะของห้องที่ได้ศึกษาวิจัยห้องที่1มีการติดตั้งดวงโคมไฟ 2 จุด

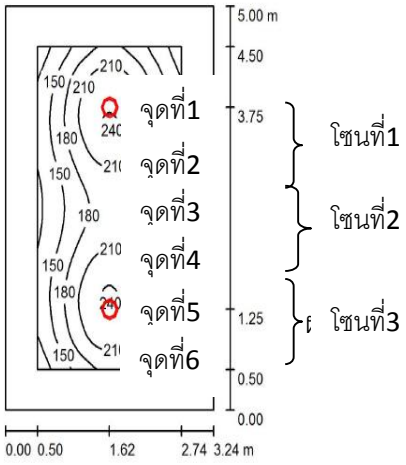
- ห้องที่1 ห้องนอน เลือกจำลองโคมไฟแบบที่ 1 ลงในโปรแกรม Dialux

<u>โคมไฟแบบ DIAL 6</u>



แสดงรูปจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 1(รูป A-C)

ห้องที่ 1 นำค่าความส่องสว่างจากโปรแกรมDialuxหาค่าเฉลี่ยในแต่ละโซน 3 โซนดังรูป

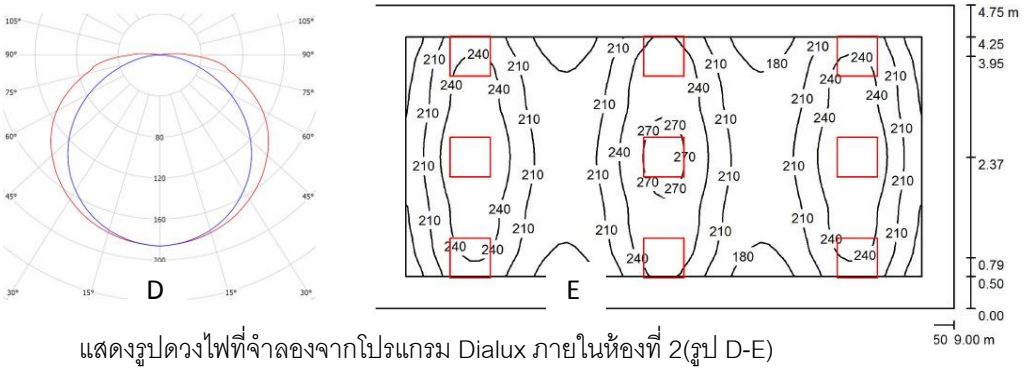


การแบ่ง Zone ส่องสว่างที่คำนวณได้จากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 1

โปรแกรมDialux ที่แบ่งตามโซนการใช้งาน ตามโซนที่1 2 3 ได้ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างตามค่าดังนี้ 225 ลักซ์(โซนที่1) 195 ลักซ์(โซนที่2)และ 225 ลักซ์(โซนที่3)ตามลำดับ

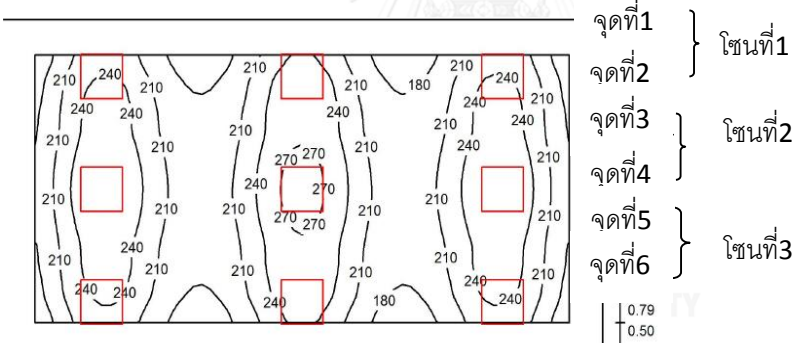
- ห้องที่2 ห้องรับแขก จำลองโคมไฟแบบที่ 3 ลงในโปรแกรม Dialux

ลักษณะห้องที่ศึกษาห้องที่2 ติดตั้งดวงโคมไฟ 9 จุด แบ่งการติดตั้งเป็น 3 แถว แถวละ3 ดวงโคมไฟ



แสดงรูปดวงไฟที่จำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 2(รูป D-E)

ห้องที่ 2 นำค่าการวัดความส่องสว่างจากค่าที่คำนวณได้จากโปรแกรมDialuxหาค่าเฉลี่ยในแต่ละโซน



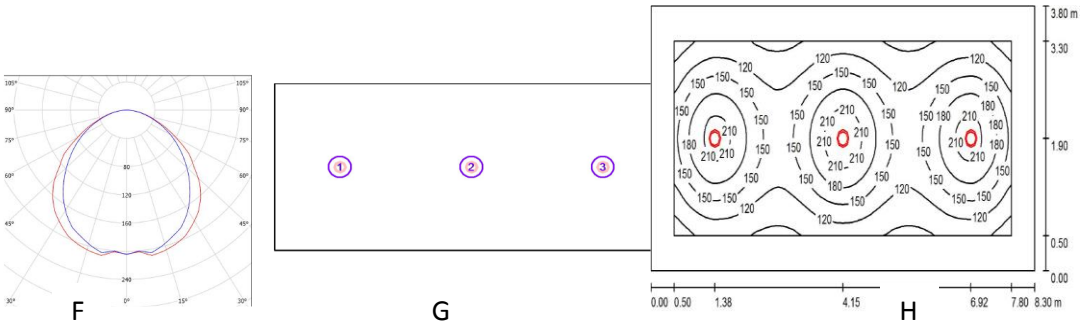
การแบ่ง Zone ส่องสว่างที่คำนวณได้จากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 2

ผลของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากค่าที่คำนวณได้จากโปรแกรมDialux ที่แบ่งตามโซนการใช้งาน ตามโซนที่1 2 3 ได้ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างตามค่าดังนี้ ตำแหน่งโคมไฟแถวที่1 222.5 Lux(โซนที่1) 211 Lux(โซนที่2)และ 221.5 Lux(โซนที่3)ตำแหน่งโคมไฟแถวที่2 217.5Lux(โซนที่1) 225 Lux(โซนที่2) และ 219.5 Lux(โซนที่3) และตำแหน่งโคมไฟแถวที่3 222Lux(โซนที่1) 219 Lux(โซนที่2)และ 219 Lux(โซนที่3) ตามลำดับ

ผลของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่วัดได้จากหลอดไฟที่ใช้งานจริง ที่แบ่งตามโซนการใช้งาน ตามโซนที่1 2 3 ได้ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างตามค่าดังนี้ 235 ลักซ์(โซนที่1) 230 ลักซ์(โซนที่2)และ 225 ลักซ์(โซนที่3)ตามลำดับ

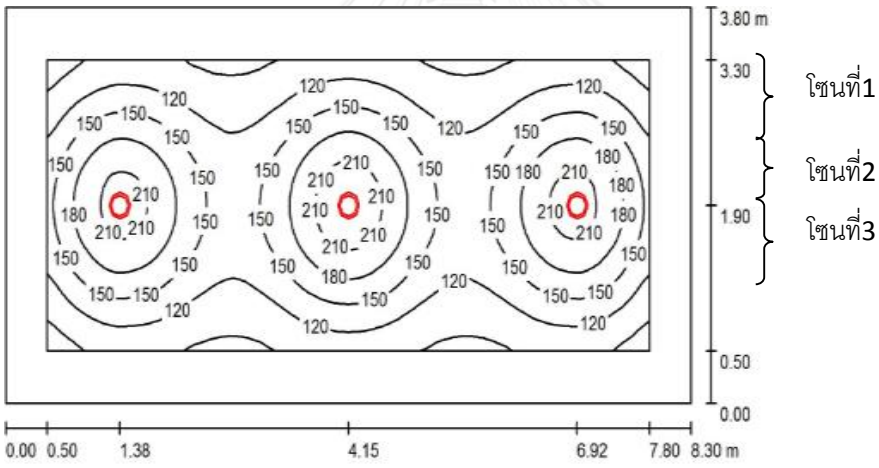
- ห้องที่3 ห้องทำงาน จำลองโคมไฟแบบที่ 1 ลงในโปรแกรม Dialux

ห้องที่3มีการติดตั้งดวงโคมไฟ 3 จุด



แสดงรูปดวงไฟที่จำลองจากโปรแกรม Dialux และค่าส่องสว่างของดวงโคมไฟ ภายในห้องที่ 3(รูป F-H)

ห้องที่ 3 นำค่าการวัดความส่องสว่างจากค่าที่คำนวณได้จากโปรแกรมDialuxหาค่าเฉลี่ยในแต่ละโซน ทั้งหมด 3 โซนดังรูป



การแบ่ง Zone ส่องสว่างที่คำนวณได้จากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 3

ผลของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากค่าที่คำนวณได้จากโปรแกรมDialux ที่แบ่งตามโซนการใช้งาน ตามโซนที่ 1 2 3 ได้ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างตามค่าดังนี้ 180 ลักซ์(โซนที่1) 180 ลักซ์(โซนที่2)และ 195 ลักซ์(โซนที่3)ตามลำดับ

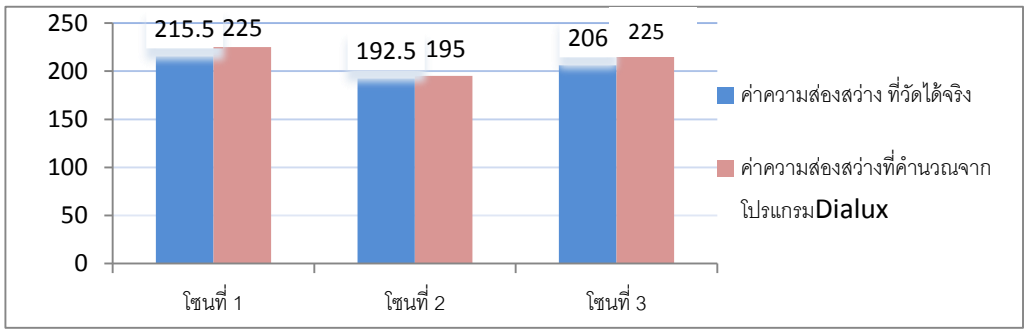
ผลการทดลองสรุปค่าการวัดความส่องสว่างที่วัดได้จากการใช้งานจริงของหลอดไฟแสงประดิษฐ์ เปรียบเทียบกับค่าความสว่างในห้องที่คำนวณได้จากโปรแกรมDialux

ตารางที่ 10 ค่าการวัดความส่องสว่างจากการใช้งานจริงเปรียบเทียบโปรแกรมDialux ช่วงกลางคืน

ห้องที่ทำวิจัย	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่วัดจากการใช้งานจริง(Lux)	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างที่จากโปรแกรม Dialux (Lux)	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง Lux	%
1 โซน1	215.5	225	9.5	0.04%
1 โซน2	192.5	195	2.5	0.01%
1 โซน3	206	225	19	0.09%
2 โซน1	220.6	235	4.4	0.06%
2 โซน2	218.3	230	11.7	0.05%
2 โซน3	220	225	5.1	0.23%
3 โซน1	175.5	180	4.5	0.02%
3 โซน2	167.5	180	12.5	0.07%
3 โซน3	183	195	12	0.06%

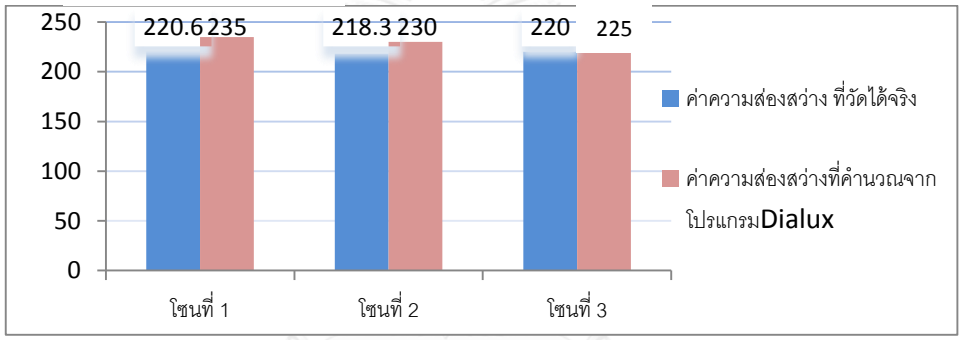
ผลการทดลองการวัดค่าการส่องสว่างของหลอดไฟแสงประดิษฐ์ในแต่ละห้อง ด้วย Lux-Meter แล้วนำค่าของผลลัพธ์ที่วัดได้มาplot กราฟเปรียบเทียบกับ การใช้โปรแกรม Dialux ที่ได้คำนวณค่าการใช้แสงประดิษฐ์ ซึ่งการวัดแสงสว่างจากหลอดไฟในห้องด้วยเครื่องมือ Lux-Meter จะใช้เป็นตัว Verify Program Dialux ว่าสามารถนำมาใช้งานเปรียบเทียบกับการใช้แสงประดิษฐ์ในห้องได้ พบว่า ค่าที่ได้จากโปรแกรมDialux จะมีค่าความส่องสว่าง มากกว่าค่าที่วัดความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ของจริงภายในห้อง เพราะ การวัดค่าความส่องสว่างของจริงนั้น อาจมีสิ่งรบกวนต่างๆภายในห้อง เช่น ฝุ่น ละออง สรุปผลการทดลองนี้ได้ว่า Program Dialux สามารถนำมาใช้เพื่อคำนวณการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องได้ และสามารถเป็นแนวทางในการช่วยวิเคราะห์เพื่อลดการใช้แสงประดิษฐ์ และนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในห้องพัก ค่า%ความส่องสว่าง ค่า%ความส่องสว่างต้องไม่เกิน 1-5% การทดลองนี้สามารถวัดค่า% การส่องสว่างเฉลี่ยได้ประมาณ0.06 % ซึ่งมีค่าไม่เกิน 1-5% สรุปได้ว่าสามารถใช้โปรแกรมDialux เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางช่วยวิเคราะห์เพื่อลดการใช้แสงประดิษฐ์

ห้องที่ 1



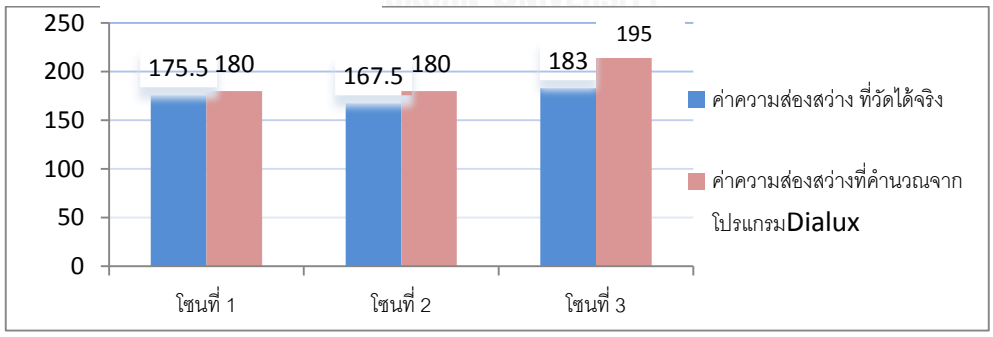
แผนภูมิที่ 1แสดงค่าความส่องสว่างที่ใช้งานจริงเปรียบเทียบกับค่าจากโปรแกรมDialux ในห้องที่ 1

ห้องที่ 2 ค่าความส่องสว่าง(Lux)



แผนภูมิที่ 2แสดงค่าความส่องสว่างที่ใช้งานจริงเปรียบเทียบกับค่าจากโปรแกรม Dialux ในห้องที่ 2

ห้องที่ 3 ค่าความส่องสว่าง(Lux)



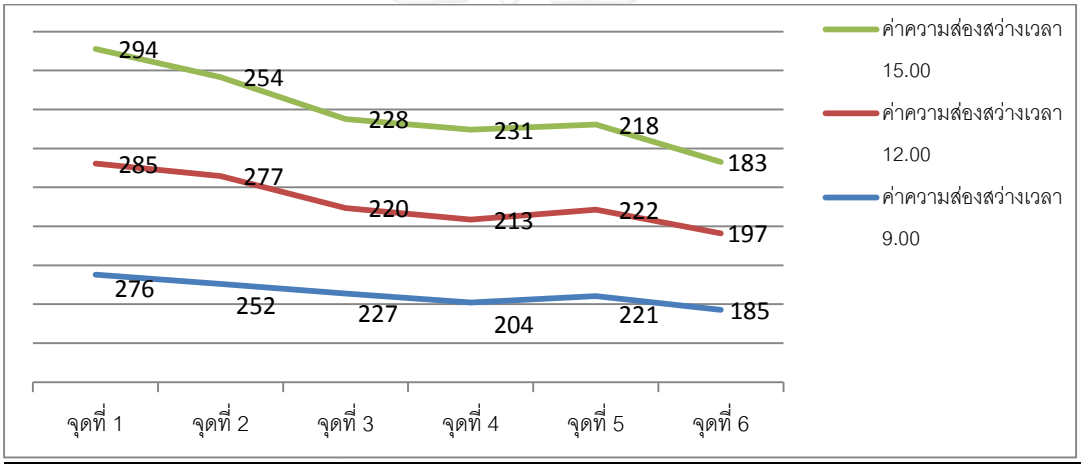
แผนภูมิที่ 3แสดงค่าความส่องสว่างที่ใช้งานจริงเปรียบเทียบกับค่าจากโปรแกรม Dialux ในห้องที่ 3

4.4. ผลการทดสอบค่าวัดแสงในช่วงเวลากลางวัน พร้อมการเปิดไฟแสงประดิษฐ์ที่ใช้งาน แสดงผลทดลองเป็นรายวัน

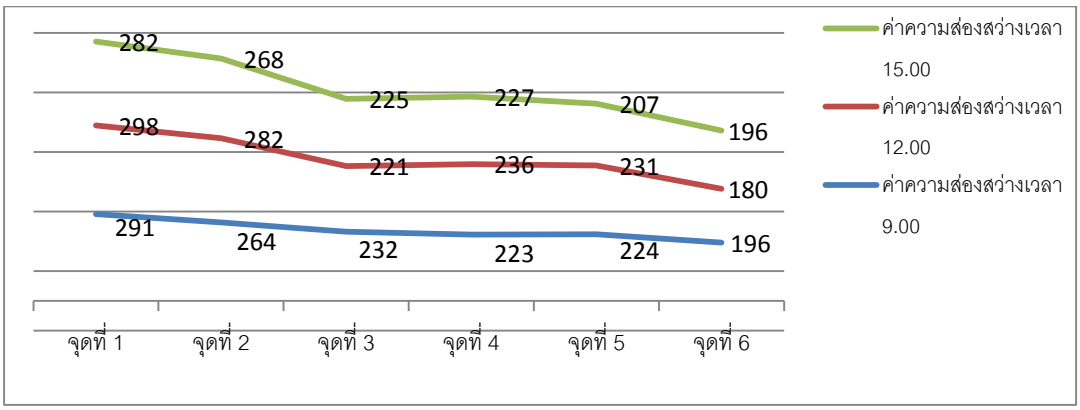
ทดลองวัดค่าความส่องสว่าง เป็นรายวัน แสดงกราฟที่ทดลองการวัดค่าความส่องสว่างรายวันโดยทำการสุ่ม4 วัน แบ่งเปรียบเทียบเป็น 2 ช่วงเวลา คือ กราฟระหว่างวันที่21 ธันวาคม 2013 กับวันที่ 7 ธันวาคม 2014(เทียบผลการส่องสว่างระหว่างเดือนเดียวกัน) แบ่งการเปรียบเทียบกราฟเป็นช่วงเวลาการทดลอง 3 ช่วงคือ 9.00 12.00 และ 15.00 นาฬิกา

ผลการวัดค่าความส่องแสง เป็นรายวัน แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างวันที่21 ธันวาคม 2013 กับวันที่ 7 ธันวาคม 2014

ห้องที่ 1

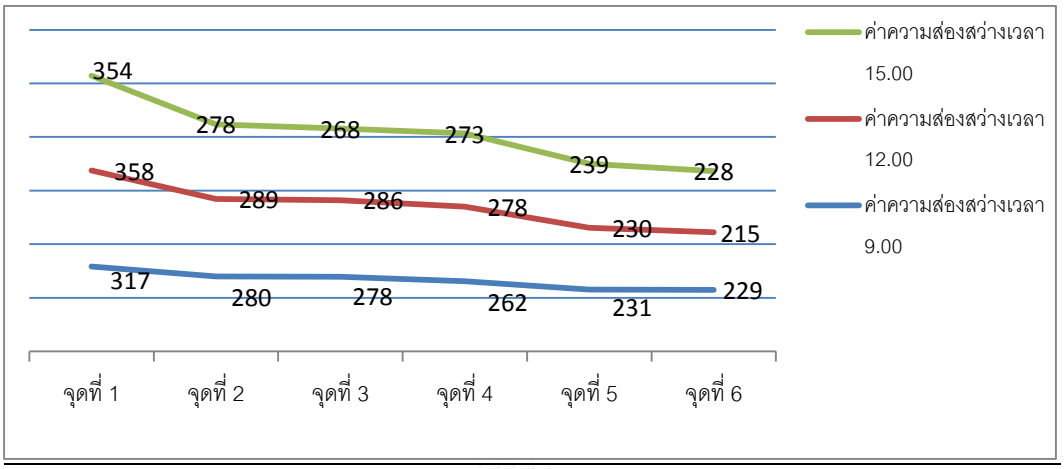


แผนภูมิที่ 4แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 1 วันที่ 21 ธันวาคม 2013 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา

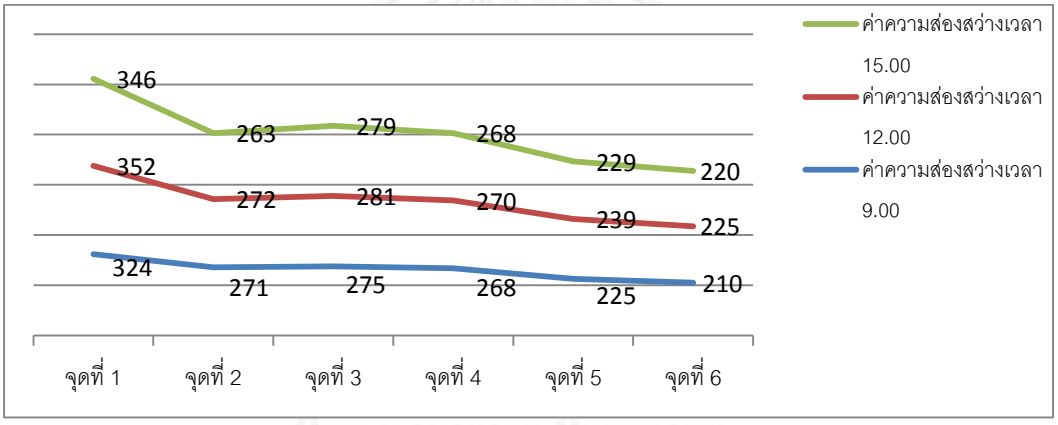


แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 1 วันที่ 7 ธันวาคม 2014 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา

ห้องที่ 2

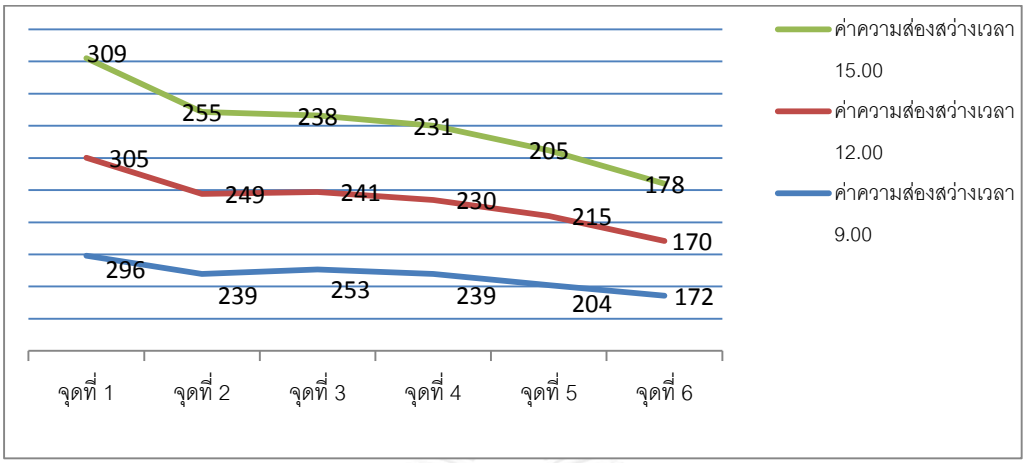


แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 2 วันที่ 21 ธันวาคม 2013 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา

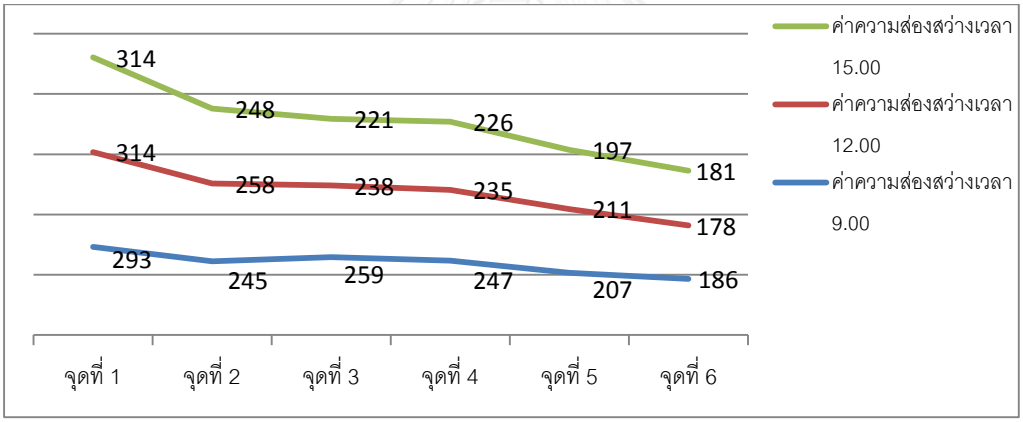


แผนภูมิที่ 7แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 2 วันที่ 7 ธันวาคม 2014 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา

ห้องที่ 3



แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 3 วันที่ 21 ธันวาคม 2013 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา



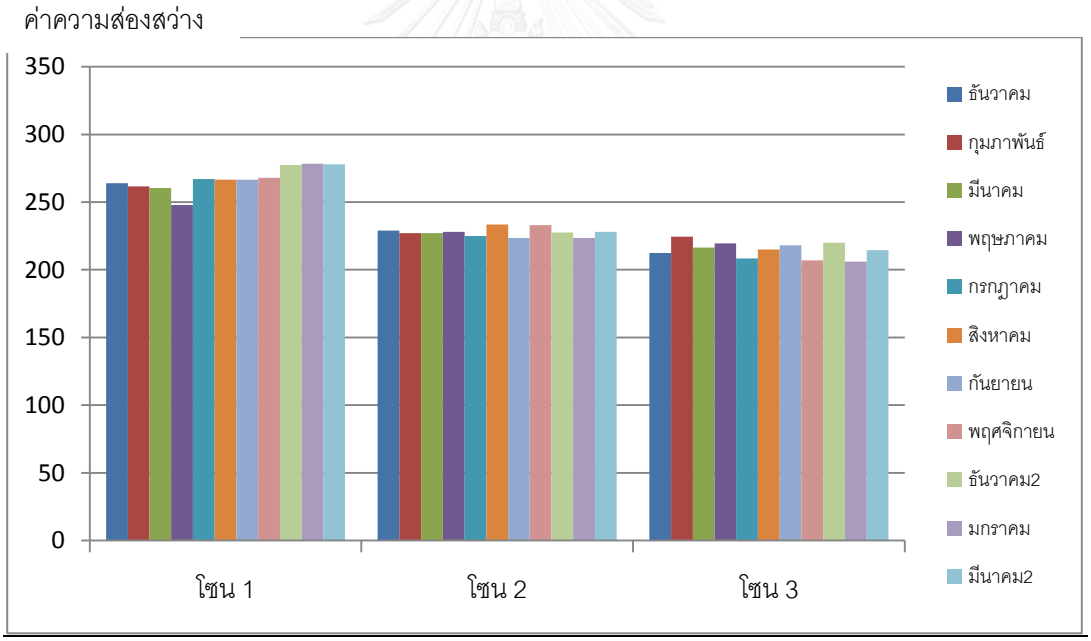
แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องที่ 3 วันที่ 7 ธันวาคม 2014 ช่วงกลางวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา

4.5 ผลทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวัดแสงช่วงเวลากลางวัน แสดงผลทดลองรายเดือน

ผลจากการวัดค่าความส่องแสง รายเดือน แสดงกราฟการวัดค่าความส่องสว่างทั้งหมด 11 ครั้ง

ตารางที่ 11 ค่าวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 1 เวลา9.00 นาฬิกาแสดงผลรายเดือน

	21 ธ.ค. 2013	8 ก.พ. 2014	15 มี.ค. 2014	24 พ.ค. 2014	20 ก.ค. 2014	24 ส.ค. 2014	11 ก.ย. 2014	8 พ.ย. 2014	7 ธ.ค. 2014	17 ม.ค. 2015	25 มี.ค. 2015
โซน 1	264	261.5	260.5	248	267	266.5	266.5	268	277.5	278.5	278
โซน 2	229	227	227	228	225	233.5	223.5	233	227.5	223.5	228
โซน 3	212.5	224.5	216.5	219.5	208.5	215	218	207	220	206	214.5

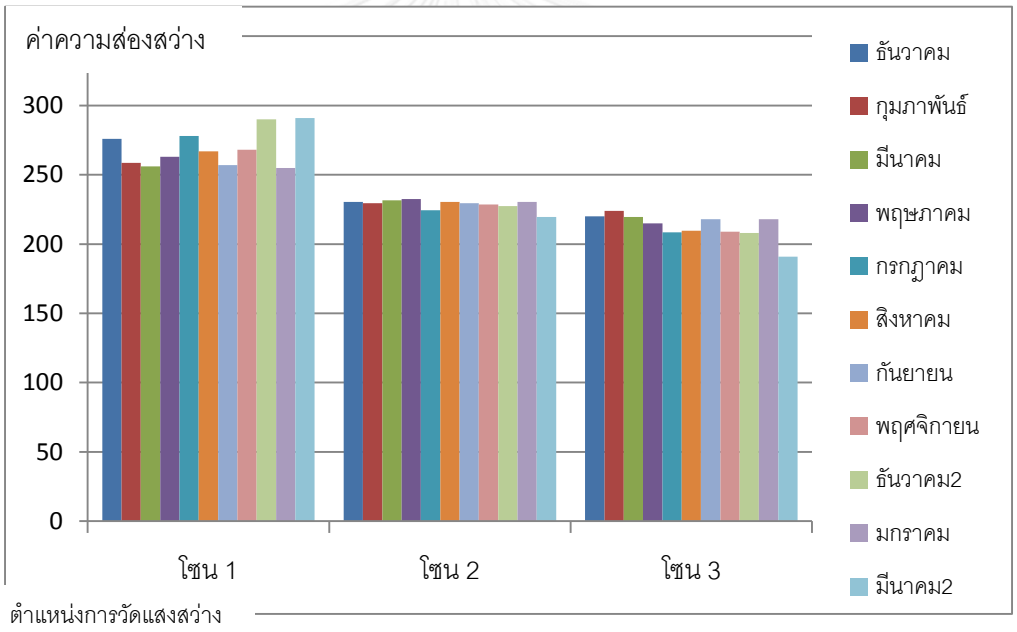


แผนภูมิที่ 10 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน รายเดือน ห้องที่ 1 เวลา 9.00

ข้อมูลการวัดค่าความส่องสว่างของ ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลาที่ทำการวัดคือ 12.00 นาฬิกา

	21 ธ.ค. 2013	8 ก.พ. 2014	15 มี.ค. 2014	24 พ.ค. 2014	20 ก.ค. 2014	24 ส.ค. 2014	11 ก.ย. 2014	8 พ.ย. 2014	7 ธ.ค. 2014	17 ม.ค. 2015	25 มี.ค. 2015
โซน 1	276	258.5	256	263	278	267	257	268	290	255	291
โซน 2	230.5	229.5	231.5	232.5	224.5	230.5	229.5	228.5	227.5	230.5	219.5
โซน 3	220	224	219.5	215	208.5	209.5	218	209	208	218	191

ตารางที่ 12 ค่าการวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 1 เวลา 12.00 นาฬิกา



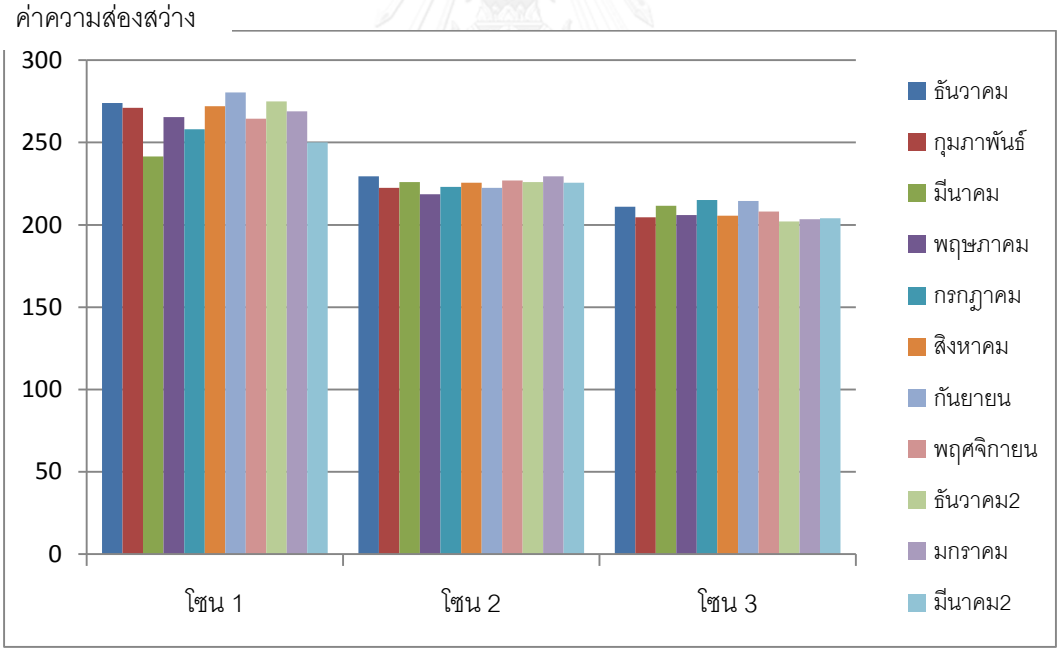
แผนภูมิที่ 11 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างช่วงเวลากลางวันรายเดือน ห้องที่ 1 เวลา 12.00

ข้อมูลการวัดค่าความส่องสว่างของ ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลาที่ทำการวัดคือ 15.00 นาฬิกา

ตารางที่ 13 การวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 1 เวลา 15.00 นาฬิกา

แสดงผลรายเดือน

	21 ธ.ค. 2013	8 ก.พ. 2014	15 มี.ค. 2014	24 พ.ค. 2014	20 ก.ค. 2014	24 ส.ค. 2014	11 ก.ย. 2014	8 พ.ย. 2014	7 ธ.ค. 2014	17 ม.ค. 2015	25 มี.ค. 2015
โซน 1	274	271	241.5	265.5	258	272	280.5	264.5	275	269	250
โซน 2	229.5	222.5	226	218.5	223	225.5	222.5	227	226	229.5	225.5
โซน 3	211	204.5	211.5	206	215	205.5	214.5	208	202	203.5	204



ตำแหน่งการวัดแสงสว่าง

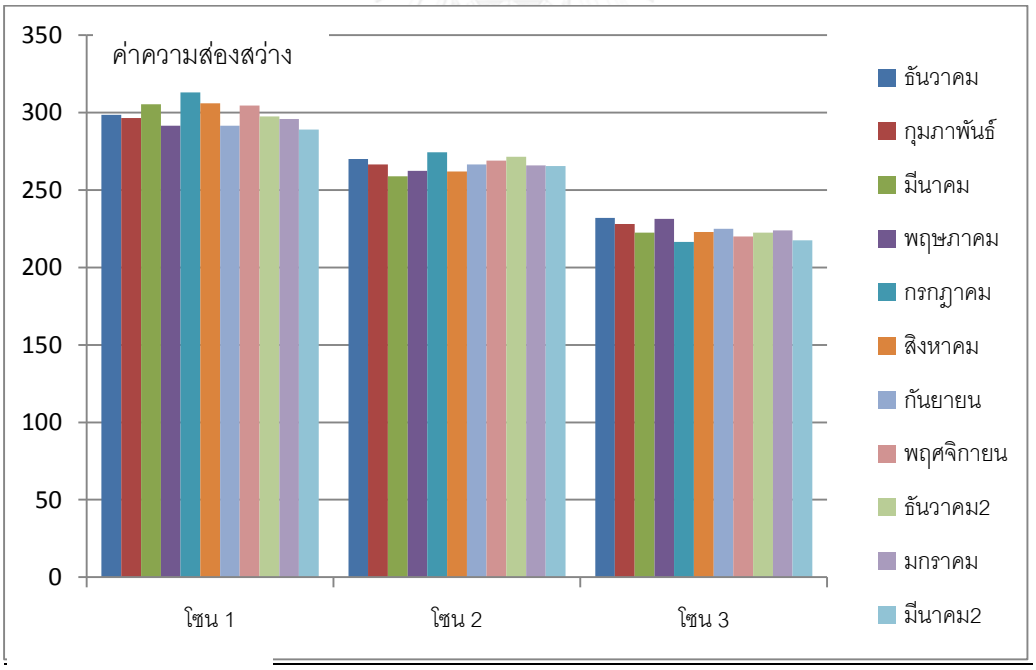
แผนภูมิที่ 12 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันเป็นรายเดือน ห้องที่ 1 เวลา 15.00

ผลจากการวัดค่าความส่องแสง แสดงกราฟรวม 11 เดือนที่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 14 การวัดความส่องสว่างในเวลากลางวัน ห้องที่ 2 เวลา 9.00 นาฬิกา

แสดงผลรายเดือน

	21 ธ.ค. 2013	8 ก.พ. 2014	15 มี.ค. 2014	24 พ.ค. 2014	20 ก.ค. 2014	24 ส.ค. 2014	11 ก.ย. 2014	8 พ.ย. 2014	7 ธ.ค. 2014	17 ม.ค. 2015	25 มี.ค. 2015
โซน 1	298.5	296.5	305.5	291.5	313	306	291.5	304.5	297.5	296	289
โซน 2	270	266.5	259	262.5	274.5	262	266.5	269	271.5	266	265.5
โซน 3	232	228	222.5	231.5	216.5	223	225	220	222.5	224	217.5



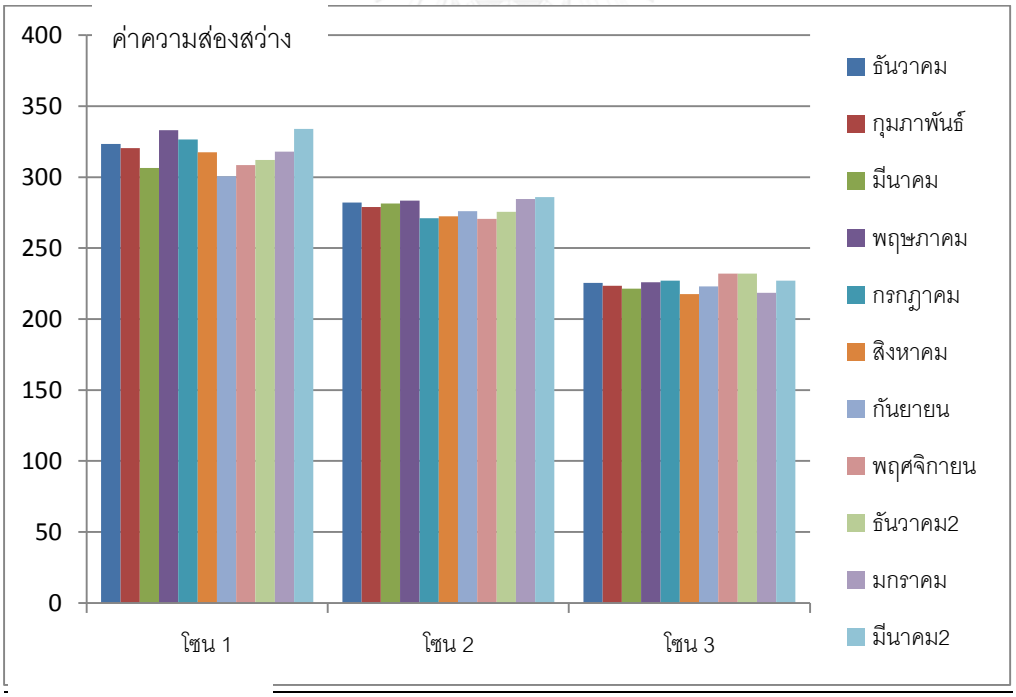
ตำแหน่งการวัดแสงสว่าง

แผนภูมิที่ 13 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่าง เวลากลางวัน รายเดือน ห้องที่ 2 ช่วงเวลา 9.00

ตารางที่ 15 การวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 2 เวลา 12.00 นาฬิกา

แสดงผลรายเดือน

	21 ธ.ค. 2013	8 ก.พ. 2014	15 มี.ค. 2014	24 พ.ค. 2014	20 ก.ค. 2014	24 ส.ค. 2014	11 ก.ย. 2014	8 พ.ย. 2014	7 ธ.ค. 2014	17 ม.ค. 2015	25 มี.ค. 2015
โซน 1	323.5	320.5	306.5	333	326.5	317.5	300.5	308.5	312	318	334
โซน 2	282	279	281.5	283.5	271	272.5	276	270.5	275.5	284.5	286
โซน 3	225.5	223.5	221.5	226	227	217.5	223	232	232	218.5	227



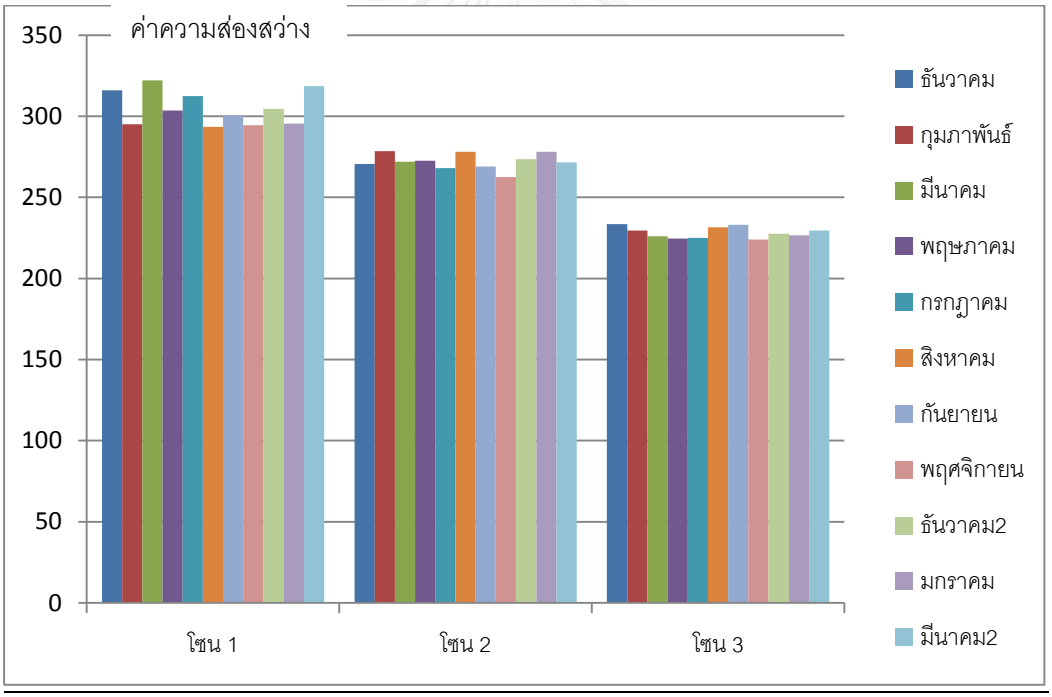
ตำแหน่งการวัดแสงสว่าง

แผนภูมิที่ 14 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันเป็นรายเดือน ห้องที่ 2 เวลา 12.00

ตารางที่ 16 ค่าการวัดความส่องสว่างเวลากลางวัน ห้องที่ 2 เวลา 15.00 นาฬิกา

แสดงผลรายเดือน

	21 ธ.ค. 2013	8 ก.พ. 2014	15 มี.ค. 2014	24 พ.ค. 2014	20 ก.ค. 2014	24 ส.ค. 2014	11 ก.ย. 2014	8 พ.ย. 2014	7 ธ.ค. 2014	17 ม.ค. 2015	25 มี.ค. 2015
โซน 1	316	295	322	303.5	312.5	293.5	300.5	294.5	304.5	295.5	318.5
โซน 2	270.5	278.5	272	272.5	268	278	269	262.5	273.5	278	271.5
โซน 3	233.5	229.5	226	224.5	225	231.5	233	224	227.5	226.5	229.5



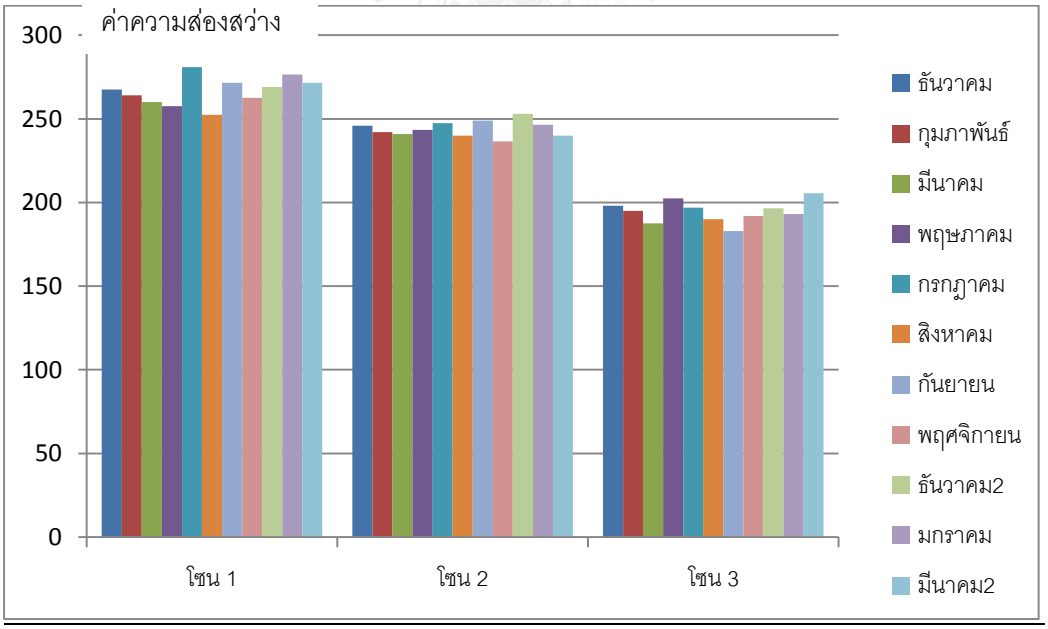
แผนภูมิที่ 15 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันเป็นรายเดือน ห้องที่ 2 เวลา 15.00

ผลจากการวัดค่าความส่องแสง แสดงกราฟรวม 11 เดือนที่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 17 การวัดความส่องสว่างช่วงเวลากลางวัน ห้องที่ 3 เวลา 9.00 นาฬิกา

แสดงผลรายเดือน

	21 ธ.ค. 2013	8 ก.พ. 2014	15 มี.ค. 2014	24 พ.ค. 2014	20 ก.ค. 2014	24 ส.ค. 2014	11 ก.ย. 2014	8 พ.ย. 2014	7 ธ.ค. 2014	17 ม.ค. 2015	25 มี.ค. 2015
โซน 1	267.5	264	260	257.5	281	252.5	271.5	262.5	269	276.5	271.5
โซน 2	246	242	241	243.5	247.5	240	249	236.5	253	246.5	240
โซน 3	198	195	187.5	202.5	197	190	183	192	196.5	193	205.5

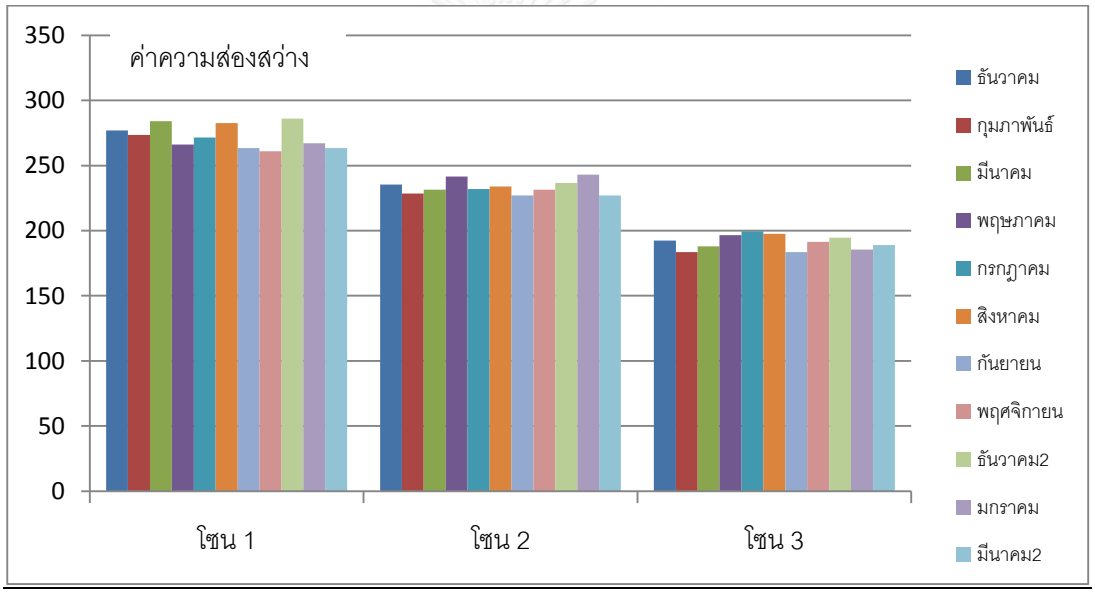


ตำแหน่งการวัดแสงสว่าง

แผนภูมิที่ 16 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันรายเดือน ห้องที่ 3 ช่วงเวลา 9.00

ตารางที่ 18 การวัดความส่องสว่างเวลากลางวัน ห้องที่ 3 เวลา 12.00 นาฬิกา แสดงผลรายเดือน

	21 ธ.ค. 2013	8 ก.พ. 2014	15 มี.ค. 2014	24 พ.ค. 2014	20 ก.ค. 2014	24 ส.ค. 2014	11 ก.ย. 2014	8 พ.ย. 2014	7 ธ.ค. 2014	17 ม.ค. 2015	25 มี.ค. 2015
โซน 1	277	273.5	284	266	271.5	282.5	263.5	261	286	267	263.5
โซน 2	235.5	228.5	231	241.5	232	234	227	231.5	236.5	243	227
โซน 3	192.5	183.5	188	196.5	199.5	197.5	183.5	191.5	194.5	185.5	189

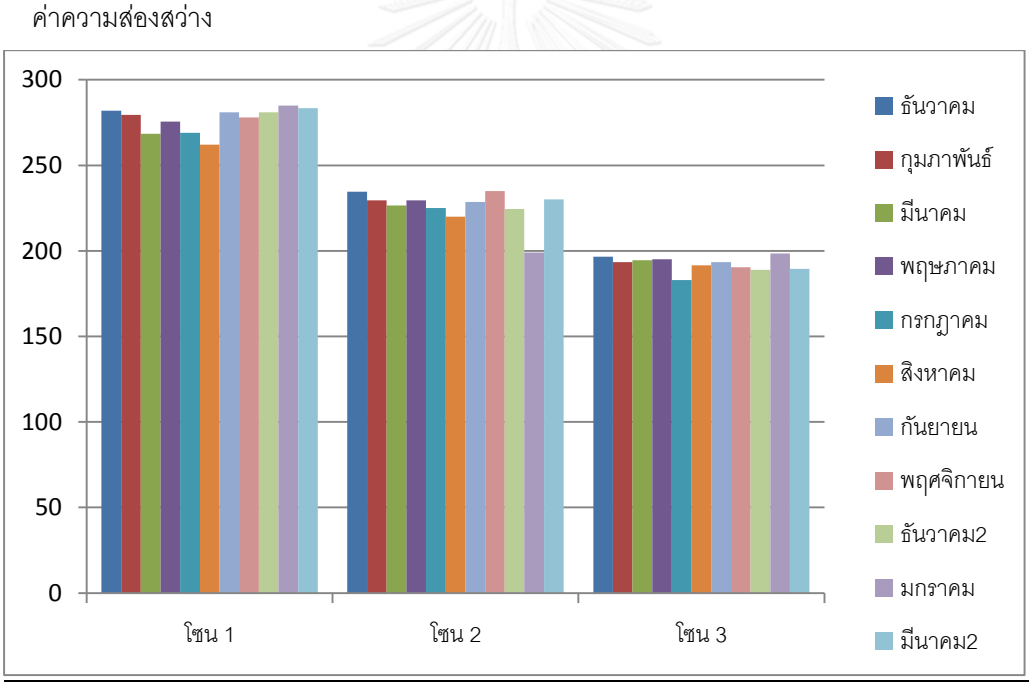


ตำแหน่งการวัดแสงสว่าง

แผนภูมิที่ 17 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันรายเดือน ห้องที่ 3 ช่วงเวลา 12.00

	21 ธ.ค. 2013	8 ก.พ. 2014	15 มี.ค. 2014	24 พ.ค. 2014	20 ก.ค. 2014	24 ส.ค. 2014	11 ก.ย. 2014	8 พ.ย. 2014	7 ธ.ค. 2014	17 ม.ค. 2015	25 มี.ค. 2015
โซน 1	282	279.5	268.5	275.5	269	262	281	278	281	285	283.5
โซน 2	234.5	229.5	226.5	229.5	225	220	228.5	235	224.5	199	230
โซน 3	196.5	193.5	194.5	195	183	191.5	193.5	190.5	189	198.5	189.5

ตารางที่ 19 การวัดความส่องสว่างเวลากลางวัน ห้องที่ 3 เวลา 15.00 นาฬิกา แสดงผลรายเดือน

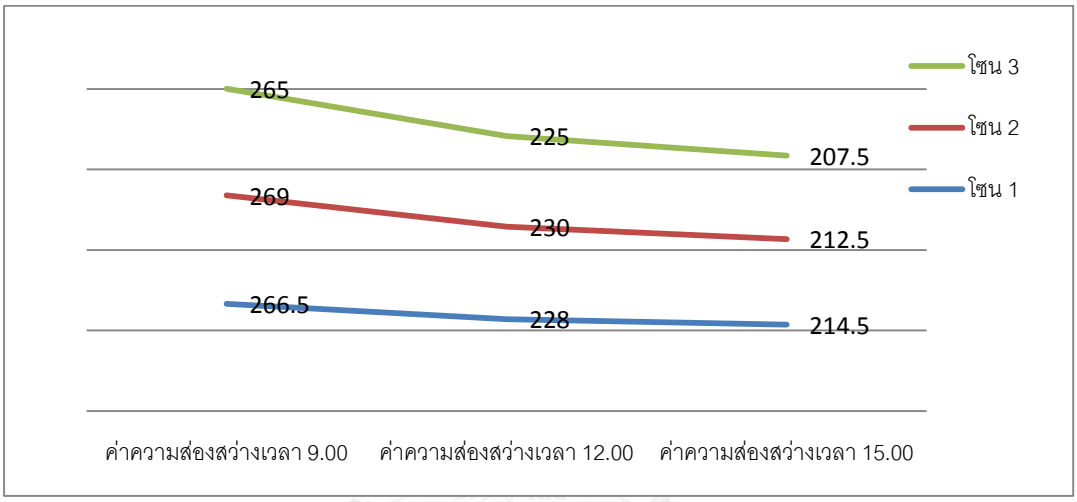


แผนภูมิที่ 18 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างเวลากลางวันรายเดือน ห้องที่ 3 ช่วงเวลา 15.00

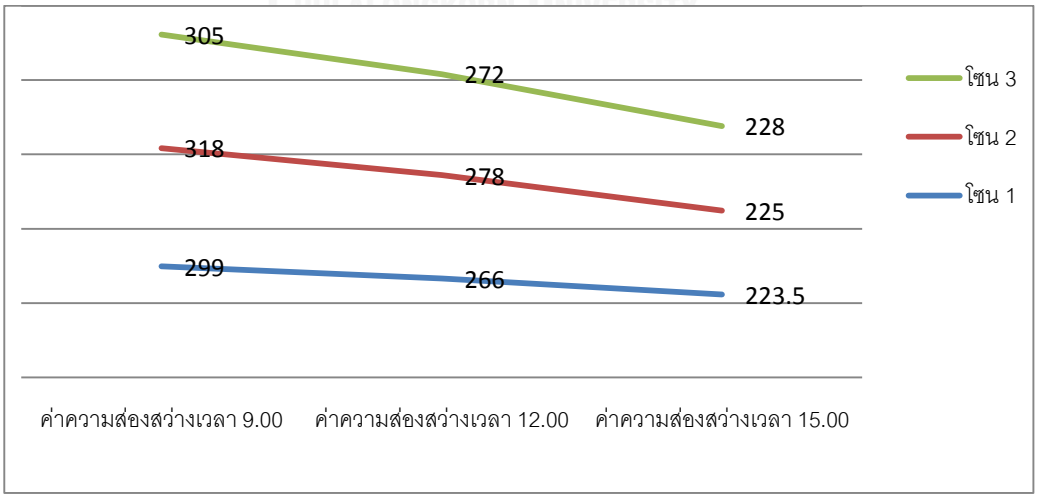
4.6. ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน แสดงผลการทดลองเป็นรายปี

คำนวณค่าเฉลี่ยความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวัดแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน โดยแบ่งค่าที่วัดได้เป็นโซนการทดลอง 3 โซนตามรูปข้างต้น

ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของการวัดความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 1 โดยแบ่งเป็นโซน 3 โซน ช่วงเวลาที่ทำการวัดทั้ง 3ช่วงเวลา 9.00 12.00 15.00 นาฬิกา

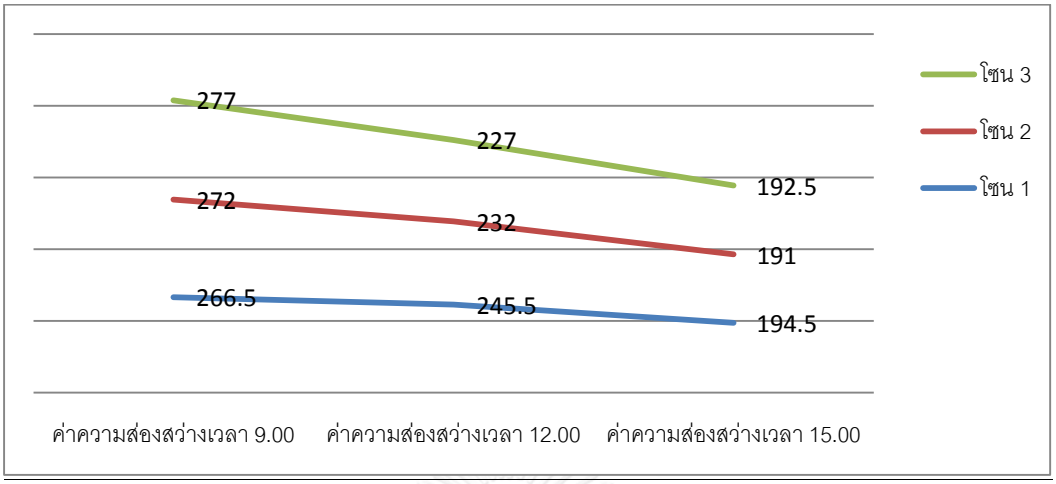


แผนภูมิที่ 19แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 1 แบ่งเป็นZone ทั้ง 3 ช่วงเวลา ผลการวัดความส่องสว่างเฉลี่ยห้องที่2 ห้องรับแขกช่วงเวลาที่ทำการวัดทั้ง 3ช่วงเวลา 9.00 12.00 15.00 นาฬิกา



แผนภูมิที่ 20แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 2 แบ่งเป็นZone ทั้ง 3 ช่วงเวลา

ผลการวัดความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่3 ห้องทำงานวัดทั้ง 3ช่วงเวลา 9.00 12.00 15.00 นาฬิกา



แผนภูมิที่ 21แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 3 แบ่งเป็นZone ทั้ง 3 ช่วงเวลา การทดลองใช้โปรแกรมDialuxเลือกลักษณะรูปแบบโคมไฟที่จำลองจากโปรแกรมโดยเลือกลักษณะเดียวกับที่ใช้ในการวัดค่าแสงสว่างตอนกลางคืนมาเปรียบเทียบกับค่าการวัดความส่องสว่างเวลากลางวันจากค่าการวัดความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ศึกษาทั้ง3ห้อง ที่แบ่งเป็นโซน

ตารางที่ 20 ค่าการวัดความส่องสว่างจากการใช้งานจริงของการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบกับที่คำนวณจากโปรแกรมDialux ช่วงกลางวัน ห้องที่ 1, 2, 3

ผลการทดลองของห้องที่ 1

ห้องทีทำการวิจัย (ห้องที่1)	ค่าความส่องสว่างแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ (Lux)	ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์(Lux)	ค่าความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติโดยตรง(Lux)
โซน1 (เวลา 9.00)	266.5	225	41.5
โซน2 (เวลา 9.00)	228	195	33
โซน3(เวลา 9.00)	214.5	225	10.5
โซน1(เวลา 12.00)	269	225	44
โซน2(เวลา 12.00)	230	195	35
โซน3(เวลา 12.00)	212.5	225	12.5
โซน1(เวลา 15.00)	265	225	40
โซน2(เวลา 15.00)	225	195	30
โซน3(เวลา 15.00)	207.5	225	17.5

ผลการทดลองของห้องที่ 2

ห้องที่ทำการวิจัย (ห้องที่2)	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ (Lux)	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์(Lux) จากโปรแกรม Dialux	ผลต่างของค่าความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติ (Lux)
โซน1 (เวลา 9.00)	299	235	64
โซน2 (เวลา 9.00)	266	235	31
โซน3(เวลา 9.00)	223.5	240	16.5
โซน1(เวลา 12.00)	318	235	83
โซน2(เวลา 12.00)	278	235	43
โซน3(เวลา 12.00)	225	240	15
โซน1(เวลา 15.00)	305	235	70
โซน2(เวลา 15.00)	272	235	37
โซน3(เวลา 15.00)	228	240	12

ผลการทดลองของห้องที่ 3

ห้องที่ทำการวิจัย (ห้องที่3)	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์(Lux)	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์(Lux) จากโปรแกรม Dialux	ผลต่างของค่าความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติ(Lux)
โซน1 (เวลา 9.00)	266.5	180	86.5
โซน2 (เวลา 9.00)	245.5	180	65.5
โซน3(เวลา 9.00)	194.5	195	0.5
โซน1(เวลา 12.00)	272	180	92
โซน2(เวลา 12.00)	232	180	52
โซน3(เวลา 12.00)	191	195	4
โซน1(เวลา 15.00)	277	180	97
โซน2(เวลา 15.00)	227	180	47
โซน3(เวลา 15.00)	192.5	195	2.5

4.7 การทดลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง

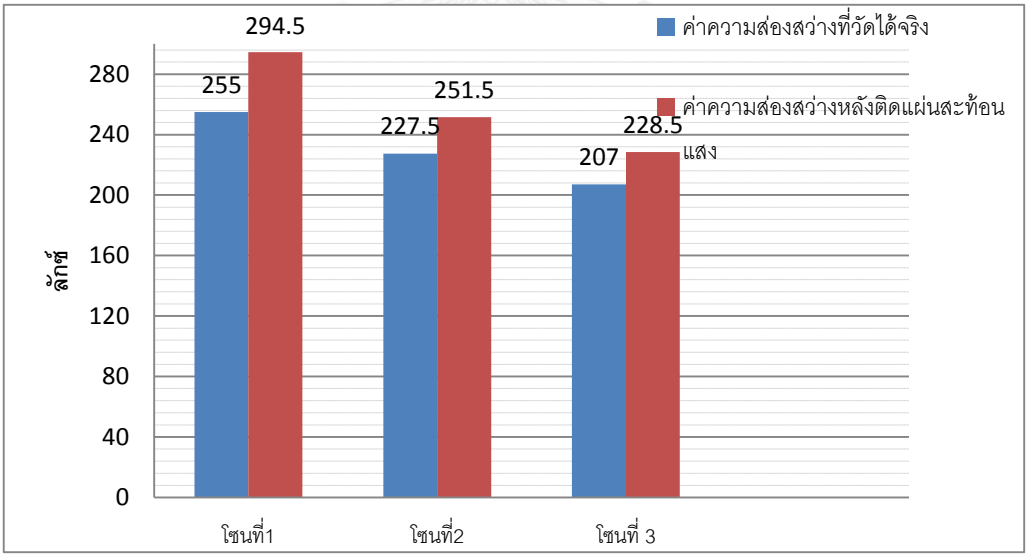
การทดลองประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง เพื่อช่วยในการสะท้อนแสง และนำแสงสะท้อนเข้ามาภายในห้องในปริมาณมากขึ้น และสามารถช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ลงได้

จากการทดลองนำผลที่สามารถวัดได้ เปรียบเทียบแบบสุ่มกับ การวัดค่าความส่องสว่างของแสงในห้อง ภายในเดือนที่ได้ทำการประดิษฐ์ตัวแผ่นสะท้อนแสง

ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลาที่สุ่มทำการวัดคือ 12.00 นาฬิกา (ค่าการวัดความแสงช่วงเดือนมกราคมปี 2015)

ตารางที่ 21 ค่าความส่องสว่าง ณ Zoneต่างๆภายในห้องก่อนและหลัง
การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง ห้องที่1

	ค่าความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด (แบ่งตามโซน)	ค่าความสว่าง ณ จุดต่างๆ หลังติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง (แบ่งตาม โซน)	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
โซน1	255	294.5	39.5	0.155%
โซน2	227.5	251.5	24	0.105%
โซน3	207	228.5	21.5	0.103%



แผนภูมิที่ 22ค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยห้องที่ 1 ก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง

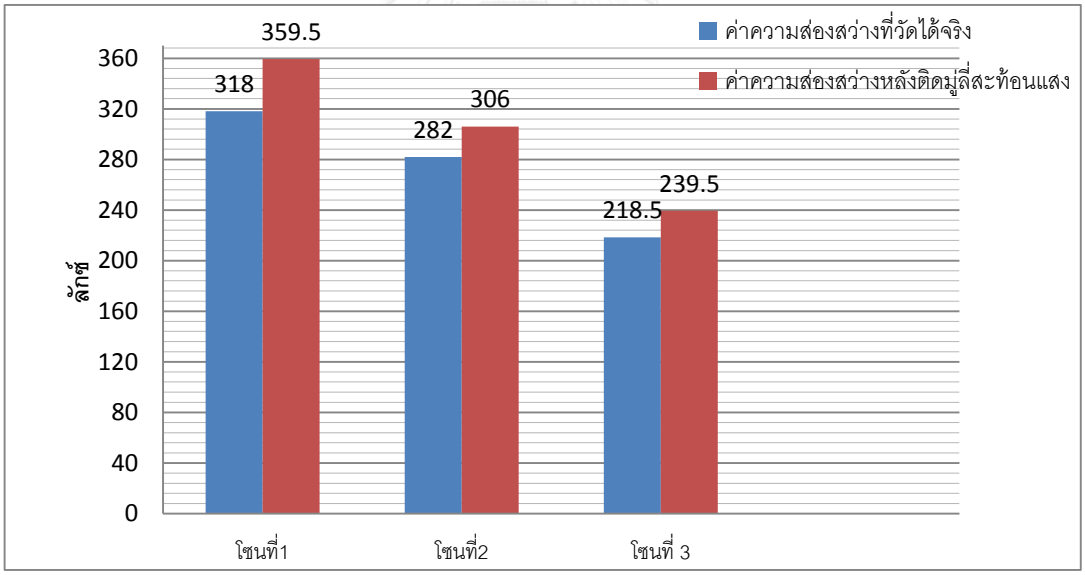
ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ช่วงเวลาที่สุ่มทำการวัดคือ 12.00 นาฬิกา

ขนาดของห้อง 2 ห้องรับแขก สูง 2.4 m กว้าง 4.75 m ยาว 9 m

การแบ่งโซนการทดลองของการวัดค่าความส่องสว่างในเวลากลางวันออกเป็น 3 โซน เพื่อสามารถแยกความแตกต่างของปริมาณแสงธรรมชาติที่สามารถเข้ามาด้านในห้อง

ตารางที่ 22 ค่าความส่องสว่าง ณ Zoneต่างๆภายในห้องก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง ห้องที่ 2

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด (แบ่งตามโซน)	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง (แบ่งตามโซน)	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
โซนที่1	318	359.5	41.5	0.130%
โซนที่2	282	306	24	0.085%
โซนที่3	218.5	239.5	21	0.096%



แผนภูมิที่ 23แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างห้องที่ 2 ก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง

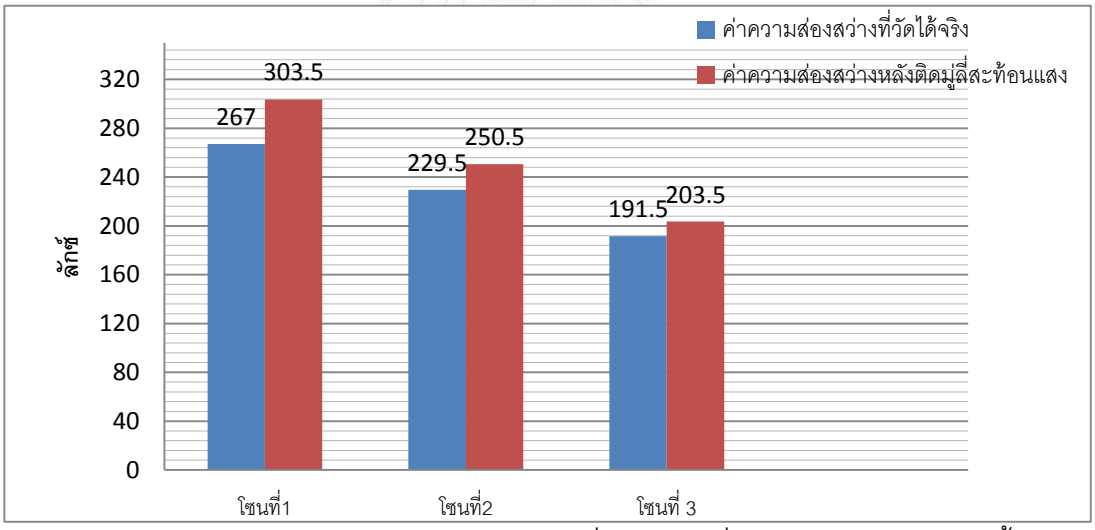
ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ช่วงเวลาที่สุ่มทำการวัดคือ 12.00 นาฬิกา

ขนาดของห้อง 3 ห้องนอน สูง 2.45 m กว้าง 3.80 m ยาว 8.3 m

การแบ่งโซนการทดลองของการวัดค่าความส่องสว่างในเวลากลางวันออกเป็น 3 โซน เพื่อสามารถแยกความแตกต่างของปริมาณแสงธรรมชาติที่สามารถเข้ามาด้านในห้อง

ตารางที่ 23 ค่าความส่องสว่าง ณ Zoneต่างๆภายในห้องก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง ห้องที่ 3

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด (แบ่งตามโซน)	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง (แบ่งตามโซน)	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
โซนที่1	267	303.5	36.5	0.136%
โซนที่2	229.5	250.5	21	0.091%
โซนที่3	191.5	203.5	12	0.062%



แผนภูมิที่ 24แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 3 ก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง

สรุปผลการทดลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง

การประดิษฐ์แผ่นมู่ลี่สะท้อนแสงโดยใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดขนาด 120x240 cm แปะด้านบนฟิวเจอร์บอร์ดด้วยแผ่นอลูมีเนียมฟอยล์ แล้วนำไปตั้งไว้ที่ระเบียงด้านนอกของหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ตัวแผ่นอลูมีเนียมฟอยล์ จะเป็นตัวรับแสง และทำให้แสงตกกระทบ แล้วสะท้อนเข้าไปภายในห้อง ผลการทดลองที่ได้ศึกษาวิจัย พบว่าตัวแผ่นสะท้อนแสงที่ได้ทำการประดิษฐ์ขึ้นมา สามารถช่วยสะท้อนแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารที่พักอาศัยได้ในปริมาณแสงที่มากกว่า ก่อนการติดตั้ง และสามารถสะท้อนแสงเข้ามาภายในห้องได้ในบริเวณที่ลึกกว่า ซึ่งจากผลการวัดค่าLuxตามกราฟ จะพบว่ามีปริมาณค่าLuxที่มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ผลการทดลองนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า สามารถเพิ่มการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสงเข้าไปภายในตัวห้อง ซึ่งจะสามารถช่วยในการรับแสงธรรมชาติเพิ่มเข้ามาในห้องได้มากยิ่งขึ้นและเป็นตัวที่ช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องลงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.8 การทดลองการประดิษฐ์มู่ลี่สะท้อนแสง

จากการทดลองนำผลที่สามารถวัดได้ เปรียบเทียบแบบสุ่มกับ การวัดค่าความส่องสว่างของแสงในห้อง ณ จุดต่างๆทั้งหมด 6 จุด ภายในเดือนที่ได้ทำการประดิษฐ์ตัวมู่ลี่สะท้อนแสง เพื่อเปรียบเทียบว่า ตัวแผ่นมู่ลี่สะท้อนแสงนั้น สามารถช่วยในการสะท้อนแสง เพื่อนำปริมาณแสงธรรมชาติเข้ามาภายในห้อง

*สุ่มการทดลองในช่วงเวลา 12.00 เพราะเป็นช่วงเวลาที่มีแสงสว่างสามารถเข้ามาภายในห้องได้มากที่สุด

ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลาวัดคือ 12.00 นาฬิกา ขนาดของห้อง 1 ห้องนอน สูง 2.4 m กว้าง 5 m ยาว 3.24 m

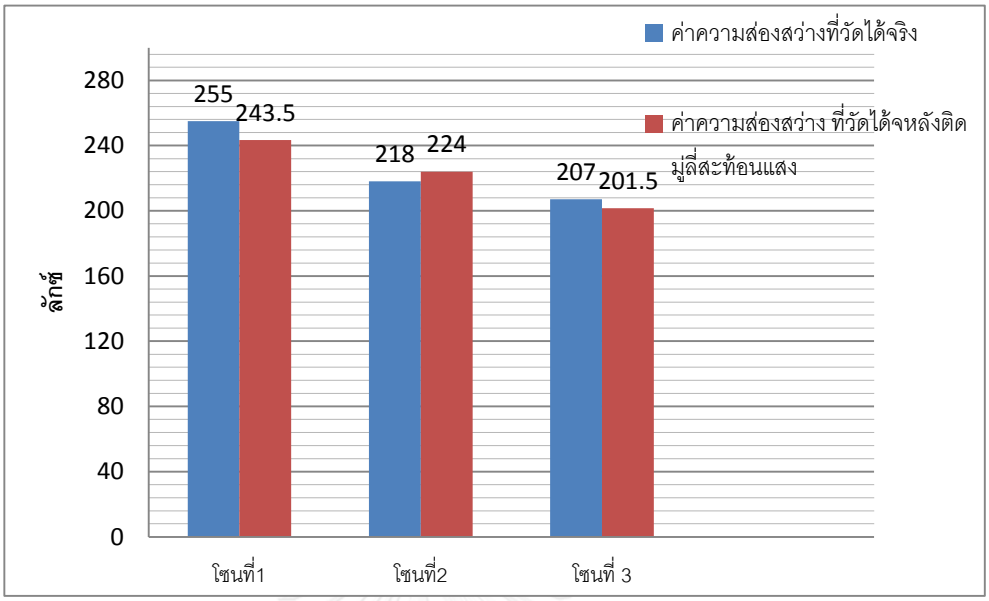
ค่าการวัดความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆภายในห้อง และวัดความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆภายในห้องหลังการติดตั้งแผ่นมู่ลี่สะท้อนแสง ในการทดลองเดือนมกราคม 2015

ตารางที่ 24 แสดงค่าความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆภายในห้องก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง ห้องที่ 1

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
จุดที่1	269	255	14	0.052%
จุดที่2	241	232	9	0.037%
จุดที่3	225	228	3	0.013%
จุดที่4	211	220	9	0.042%
จุดที่5	238	240	2	0.008%
จุดที่6	176	163	13	0.073%

ตารางที่ 25 แสดงความส่องสว่างในห้องก่อนและหลังติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสงเป็นโซน ห้อง1

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด (แบ่งตามโซน)	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง (แบ่งตามโซน)	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
โซนที่1	255	243.5	11.5	0.051%
โซนที่2	218	224	6	0.027%
โซนที่3	207	201.5	5.5	0.026%



แผนภูมิที่ 25 แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 1 ก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง

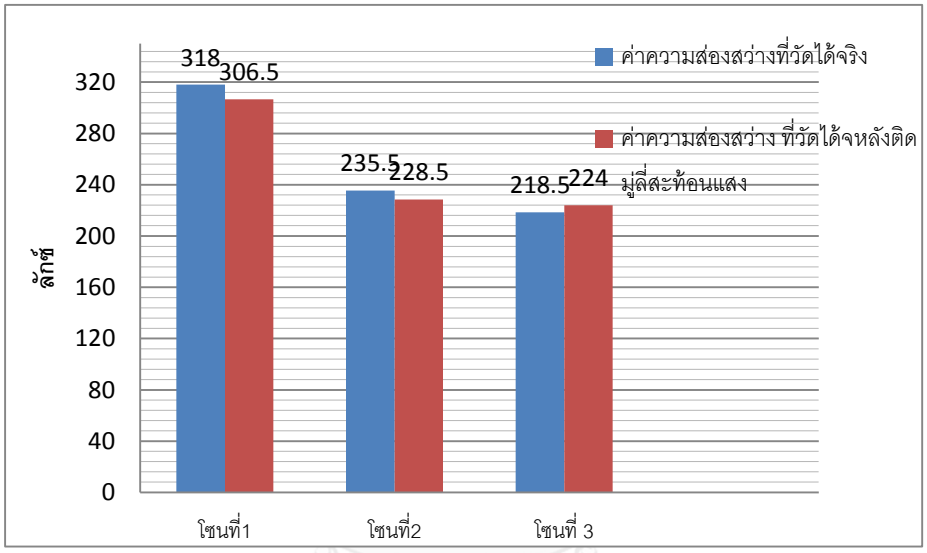
ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ช่วงเวลาที่วัดคือ 12.00 นาฬิกา ขนาดห้อง 2 ห้องรับแขก สูง 2.4 m กว้าง 4.75 m ยาว 9 m

ตารางที่ 26 แสดงค่าความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆภายในห้องก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง ห้องที่ 2

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
จุดที่1	350	339	11	0.031%
จุดที่2	286	274	12	0.041%
จุดที่3	242	236	6	0.024%
จุดที่4	229	221	8	0.034%
จุดที่5	224	228	4	0.017%
จุดที่6	213	220	7	0.032%

ตารางที่ 27 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องก่อนและหลังติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสงแบ่งโซน ห้อง2

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด (แบ่งตามโซน)	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง (แบ่งตามโซน)	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
โซนที่1	318	306.5	11.5	0.036%
โซนที่2	235.5	228.5	7	0.029%
โซนที่3	218.5	224	5.5	0.025%



แผนภูมิที่ 26แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างห้องที่ 2 ก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ช่วงเวลาที่สุ่มทำการวัดคือ 12.00 นาฬิกา

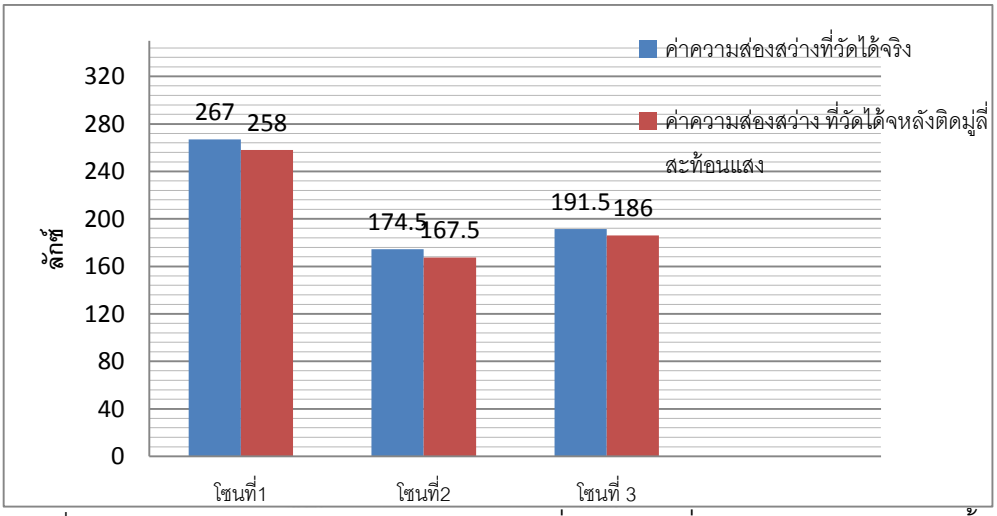
ตารางที่ 28 แสดงค่าความส่องสว่าง ภายในห้องก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง ห้องที่ 3

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งมูลี่สะท้อนแสง	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
จุดที่1	286	271	15	0.052%
จุดที่2	248	245	3	0.012%
จุดที่3	196	184	12	0.061%
จุดที่4	153	151	2	0.013%
จุดที่5	208	201	7	0.033%
จุดที่6	175	171	4	0.022%

การแบ่งโซนการทดลองของการวัดค่าความส่องสว่างในเวลากลางวันออกเป็น 3 โซน

ตารางที่ 29 แสดงค่าความส่องสว่าง ห้องก่อนและหลังติดตั้งมู่ลี่แบ่งเป็นโซน ห้อง3

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด (แบ่งตามโซน)	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง (แบ่งตามโซน)	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
โซนที่1	267	258	9	0.033%
โซนที่2	174.5	167.5	7	0.040%
โซนที่3	191.5	186	5.5	0.028%



แผนภูมิที่ 27 แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างเฉลี่ยของห้องที่ 3 ก่อนและหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง

Chulalongkorn University

สรุปผลการทดลองการประดิษฐ์มู่ลี่สะท้อนแสง

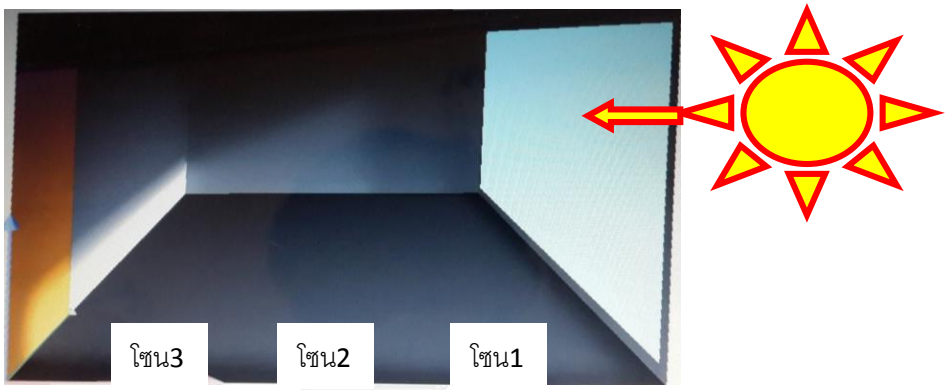
การประดิษฐ์มู่ลี่สะท้อนแสงการโดยใช้แผ่นอลูมีเนียมฟอยล์ติดที่แผงทุกซี่ของแผ่นมู่ลี่แต่ละแผ่น เพื่อเป็นตัวช่วยให้มู่ลี่สะท้อนแสงเข้าในกระจกมาภายในห้องได้มากขึ้น โดยConceptคือ ใช้เชือกดึงขึ้น-ลง เพื่อเปิดปิดการใช้มู่ลี่ เพื่อรับแสงให้แสงสะท้อนเข้ามาภายในห้อง ผลการทดลองที่ได้ศึกษาวิจัย พบว่าตัวแผ่นมู่ลี่สะท้อนแสงที่ได้ประดิษฐ์เพิ่มนั้น ไม่สามารถช่วยในการสะท้อนแสงของแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารที่พักอาศัยได้ แล้วยังมีส่วนทำให้ห้องมืดมากขึ้นจากการที่ การใช้มู่ลี่ปกตินั้นเป็นการลดการนำแสงสว่างเข้ามาภายในห้อง ถึงแม้ผู้วิจัยจะปรับทิศทางของแผ่นมู่ลี่ให้สามารถรับแสงและสะท้อนแสงเข้ามาในมุมที่รับแสงได้มากที่สุด ปริมาณแสงที่เข้ามาภายในห้อง ก็มีค่าที่ไม่แตกต่างกับตอนที่ไม่ได้ทำการปิดแผ่นมู่ลี่สะท้อนแสง ผลการทดลองนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าแผ่นมู่ลี่สะท้อนแสง ยังไม่สามารถช่วยในการรับแสงธรรมชาติเพิ่มเข้ามาในห้องได้มากยิ่งขึ้น

4.9 การทดลองโดยการใช้โปรแกรม Dialuxแสดงภาพแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้องที่ศึกษาช่วงเวลาต่างๆ

ทดสอบการใช้งานของโปรแกรม Dialux 4.12 ผู้ทำการวิจัยได้ใช้โปรแกรมจำลองการใช้งานภายในห้องพักอาศัย โดยจำลองแสงธรรมชาติที่สามารถผ่านเข้ามาภายในตัวอาคารที่ทำการศึกษาทั้ง 3 ห้อง โดยใช้โปรแกรม Dialux จำลองรูปแบบภายในห้อง และจำลองช่องเปิดที่สามารถรับเอาแสงธรรมชาติเข้ามาภายในห้องได้

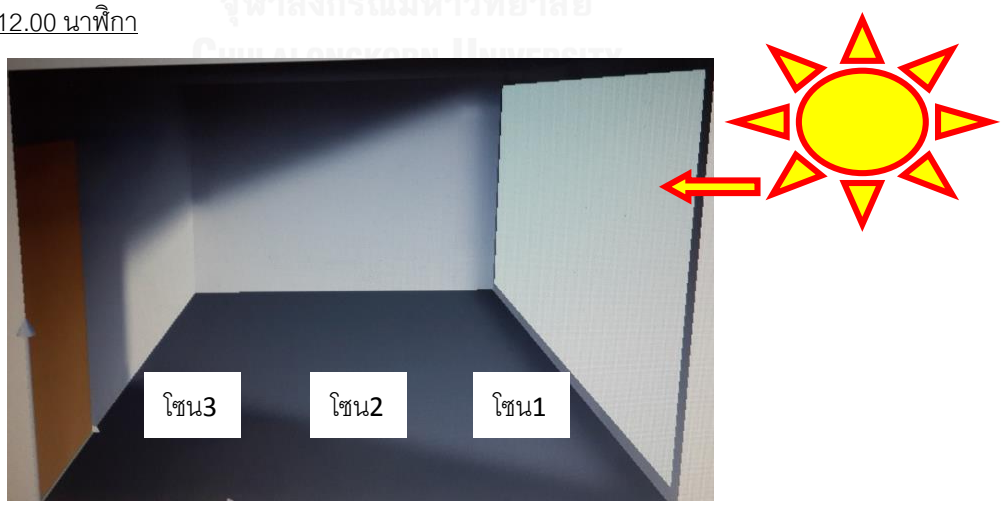
ห้องทดลอง ห้องที่ 1 ห้องนอน

วันที่ 15 มีนาคม 2014 ห้องที่ 1 ช่วงเวลา9.00 นาฬิกา



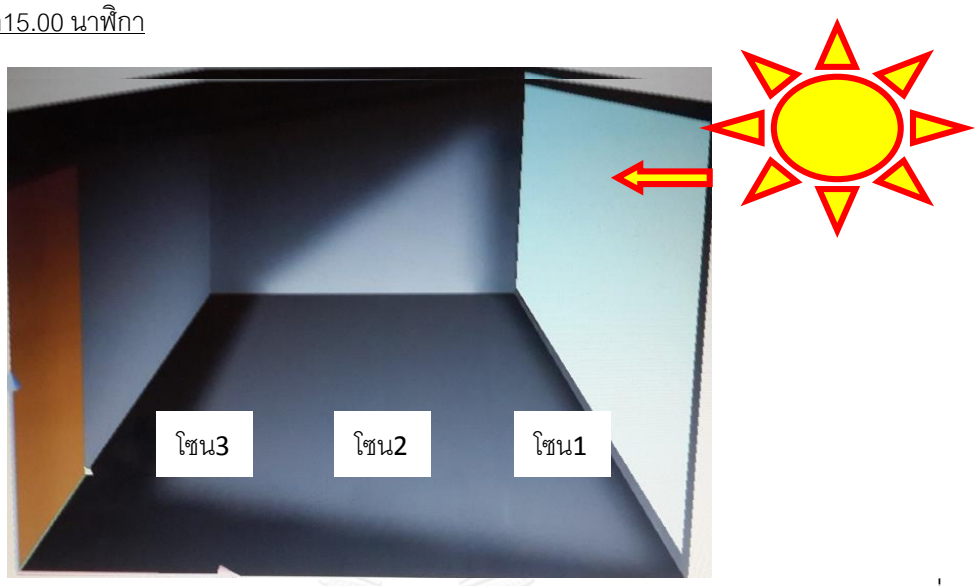
รูปที่ 40แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 1 เวลา 9.00 น

ช่วงเวลา12.00 นาฬิกา



รูปที่ 41แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 1 เวลา 12.00 น

ช่วงเวลา15.00 นาฬิกา



รูปที่ 42แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 1 เวลา 15.00 น

สรุปผลการทดลองในห้องที่ 1

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมDialuxแสดงภาพความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติ เปรียบเทียบกับการวัดค่าความส่องสว่างช่วงเวลากลางวันจากการใช้งานจริงว่าผลที่ได้สอดคล้องกับที่ได้ทำการทดลองไป

- ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา ระยะแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้อง สามารถส่องเข้าได้ลึกทั้ง 3 Zone ที่ทำการทดลอง โดยแสงสว่างจะเข้ามาได้เต็มห้อง และผลกสอดคล้องกับข้อมูลในการวัดจริง

- ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา ระยะของแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้อง สามารถส่องเข้ามาได้ลึกบริเวณZone 1,2 เต็มพื้นที่ ส่วน Zone 3 แสงจะเกิดการหักเห ทำให้บริเวณแนวZone 3 มีแสงสว่างเข้ามาในส่วนทิศทางแสงหักเหไป และผลการทดลองสอดคล้องกับข้อมูลในการวัดจริง

- ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา ระยะของแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้อง สามารถส่องเข้ามาได้ลึกครอบคลุมZoneที่ 1 และ 2 Zoneที่ 3 จะมีแสงสว่างเข้ามาบางส่วน เข้ามาแค่ครึ่งห้อง และผลการทดลองสอดคล้องกับข้อมูลในการวัดจริง

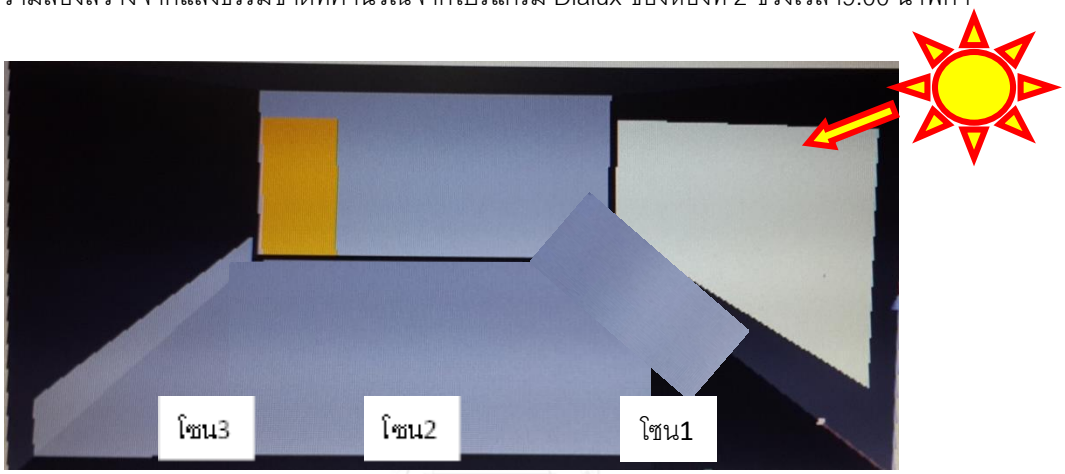
ห้องทดลอง ห้องที่ 2 ห้องรับแขก

เลือกรูปจากเดือนที่แสดงภาพความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่คำนวณจากโปรแกรม Dialux สุ่มมา 1 เดือน

และจากรูปนำไปเปรียบเทียบกับตารางสรุปของค่าความส่องสว่างที่ได้จากการวัดจริง

วันที่ 15 มีนาคม 2014

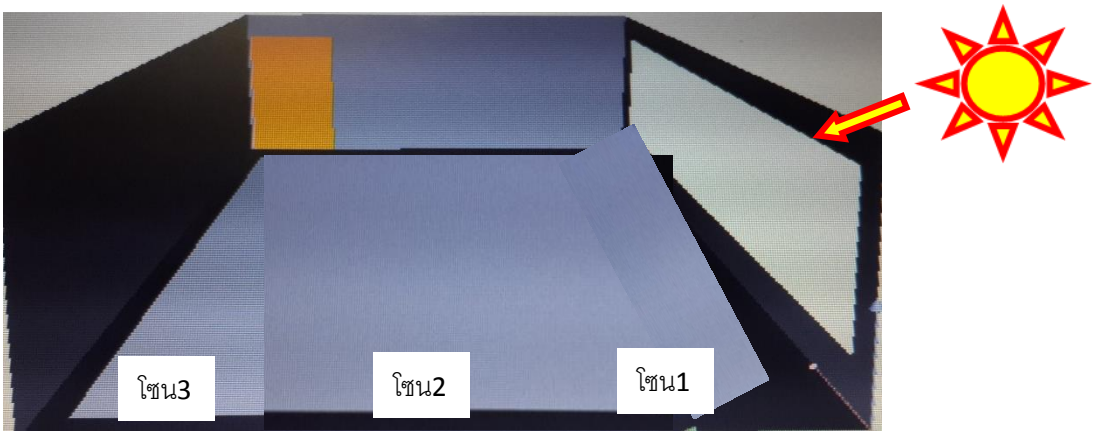
ความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่คำนวณจากโปรแกรม Dialux ของห้องที่ 2 ช่วงเวลา9.00 นาฬิกา



รูปที่ 43แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติภายใน ห้องที่ 2 เวลา 9.00 น

ช่วงเวลา12.00 นาฬิกา

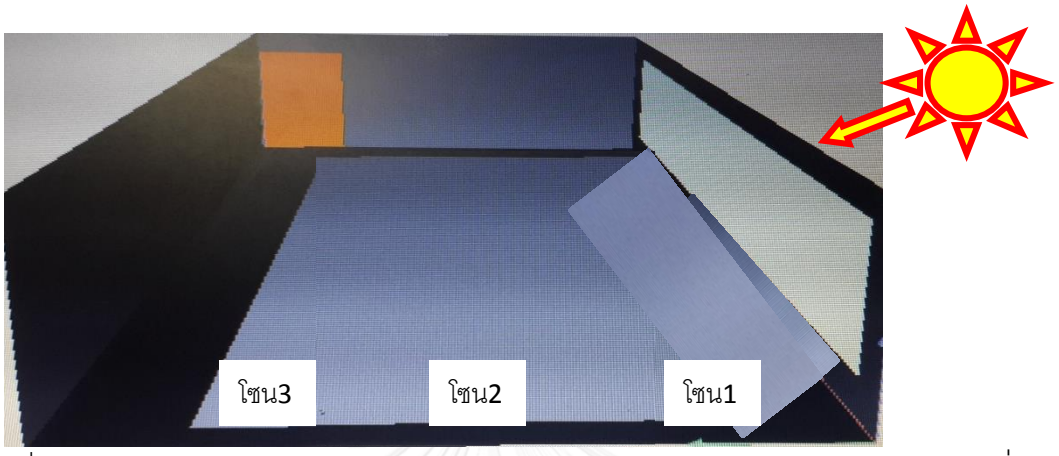
ความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่คำนวณจากโปรแกรม Dialux ของห้องที่ 2 ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา



รูปที่ 44แสดงรูปส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 2 12.00 น

ช่วงเวลา15.00 นาฬิกา

ความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่คำนวณจากโปรแกรม Dialux ของห้องที่ 2 ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา



รูปที่ 45แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 2 เวลา 15.00 น

สรุปผลการทดลอง

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมDialuxแสดงภาพความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติ เปรียบเทียบกับการวัดค่าความส่องสว่างช่วงเวลากลางวันจากการใช้งานจริงว่าผลที่ได้สอดคล้องกับที่ได้ทำการทดลองไป

- ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา ระยะของแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้อง สามารถส่องเข้ามาได้ลึกครอบคลุมทั้ง 3 Zone ที่ทำการทดลอง โดยแสงสว่างจะเข้ามาได้เต็มห้อง และผลการทดลองสอดคล้องกับข้อมูลในการวัดจริง

- ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา ระยะของแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้อง สามารถส่องเข้ามาได้ลึกครอบคลุมทั้ง 3 Zone ที่ทำการทดลอง โดยแสงสว่างจะเข้ามาได้เต็มห้อง แต่จะเข้ามาน้อยกว่าในช่วงเวลา 9.00 นาฬิกาเล็กน้อย และผลการทดลองสอดคล้องกับข้อมูลในการวัดจริง

- ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา ระยะของแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้อง สามารถส่องเข้ามาได้ลึกครอบคลุมZoneที่ 1 และ 2 ส่วน Zoneที่ 3 จะมีแสงสว่างเข้ามาเฉพาะแค่บางส่วน และผลการทดลองสอดคล้องกับข้อมูลในการวัดจริง

ห้องทดลอง ห้องที่ 3 ห้องทำงาน

เลือกรูปจากเดือนที่แสดงภาพความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่คำนวณจากโปรแกรม Dialux สุ่ม 1 เดือน และจากรูปนำไปเปรียบเทียบกับตารางสรุปของค่าความส่องสว่างที่ได้จากการวัดจริง

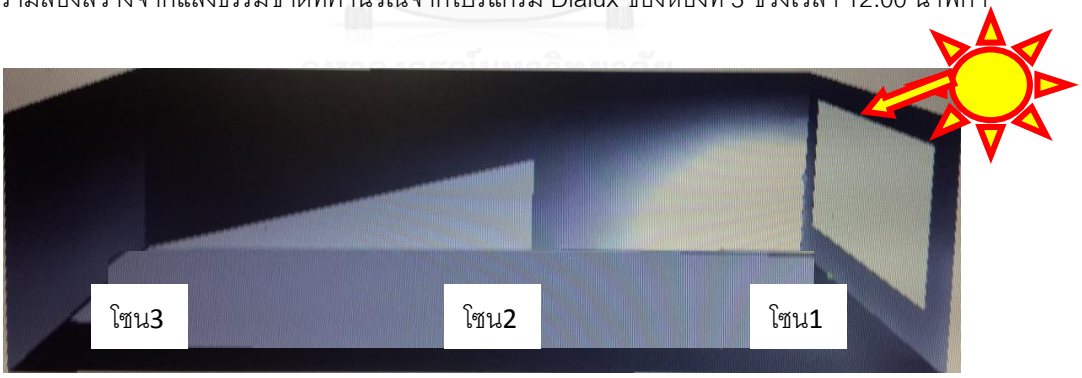
วันที่ 15 มีนาคม 2014

ความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่คำนวณจากโปรแกรม Dialux ของห้องที่ 3 ช่วงเวลา9.00 นาฬิกา

รูปที่ 46แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 3 เวลา 9.00 น

ช่วงเวลา12.00 นาฬิกา

ความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่คำนวณจากโปรแกรม Dialux ของห้องที่ 3 ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา



รูปที่ 47แสดงรูปความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติจำลองจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 3 เวลา 12.00 น

ช่วงเวลา15.00 นาฬิกา

ความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่คำนวณจากโปรแกรม Dialux ของห้องที่ 3 ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา

รูปที่ 48แสดงความส่องสว่างจากแสงธรรมชาตจากโปรแกรม Dialux ภายในห้องที่ 3 เวลา 15.00 น

สรุปผลการทดลอง

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมDialuxแสดงภาพความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติ เปรียบเทียบกับการวัดค่าความส่องสว่างช่วงเวลากลางวันจากการใช้งานจริงว่าผลที่ได้สอดคล้องกับที่ได้ทำการทดลองไป

- ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา ระยะของแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้อง สามารถส่องเข้ามาได้ลึกครอบคลุมทั้ง 3 Zone ที่ทำการทดลอง โดยแสงสว่างจะเข้ามาได้เต็มห้อง และผลการทดลองสอดคล้องกับข้อมูลในการวัดจริง

- ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา ระยะของแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้อง สามารถส่องเข้ามาได้ลึกครอบคลุมทั้ง 3 Zone ที่ทำการทดลอง แต่ Zone 3 แสงจะเกิดการหักเห ทำให้บริเวณแนวZone 3 มีแสงสว่างเข้ามาในส่วนทิศทางแสงหักเหไป และผลการทดลองสอดคล้องกับข้อมูลในการวัดจริง

- ห้องที่ 3 ห้องรับแขก ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา ระยะของแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้อง สามารถส่องเข้ามาได้ลึกครอบคลุมZoneที่ 1 และ 2 ส่วน Zoneที่ 3 จะมีแสงสว่างเข้ามาเฉพาะแค่บางส่วน และผลการทดลองสอดคล้องกับข้อมูลในการวัดจริง

สรุปผลการทดลองการใช้โปรแกรม Dialuxในการแสดงภาพของแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาภายในห้องที่ศึกษาช่วงเวลาต่างๆผลการศึกษาการส่องสว่างของแสงธรรมชาติจากตัวโปรแกรมDialux กับข้อมูลของการวัดจริง พบว่า ผลที่ได้ของทั้ง 3 ห้อง ออกมาสอดคล้องกัน และสามารถนำตัวโปรแกรมDialux มาใช้เพื่อการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่วัดมาจากแสงสว่างโดยตรงได้

4.10 สรุปค่าการเปรียบเทียบผลของการทดลองทั้งหมด ที่แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ

1. ค่าความส่องสว่างที่วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน

2. ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรมDialux

3. ค่าความส่องสว่างที่วัดจากแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน

4. ค่าการส่องสว่างหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง

**การวัดค่าการส่องสว่างในการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง จะวัดเฉพาะช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา

ห้องทดลอง ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา

ตารางที่ 30 สรุปเปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 1 ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา

การทดลอง	โซน 1	โซน 2	โซน 3
วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน	215.5	192.5	206
ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรม Dialux	225	195	225
แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน	266.5	228	214.5

ห้องทดลอง ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา

ตารางที่ 4.17.2

ตารางที่ 31 สรุปเปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 1 ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา

การทดลอง	โซน 1	โซน 2	โซน 3
วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน	215.5	192.5	206
ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรม Dialux	225	195	225
แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน	269	230	212.5
ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง	294	251.5	228.5

ห้องทดลอง ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา

ตารางที่ 32 สรุปผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 1 ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา

การทดลอง	โซน 1	โซน 2	โซน 3
วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน	215.5	192.5	206
ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรม Dialux	225	195	225
แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน	265	225	207.5

ห้องทดลอง ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา

ตารางที่ 33 สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 2 ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา

การทดลอง	โซน 1	โซน 2	โซน 3
วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน	220.6	218.3	219.9
ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรม Dialux	235	235	240
แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน	299	266	223.5

ห้องทดลอง ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา

ตารางที่ 34 สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 2 ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา

การทดลอง	โซน 1	โซน 2	โซน 3
วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน	220.6	218.3	219.9
ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรม Dialux	235	235	240
แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน	318	278	225
ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง	359.5	306	239.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ห้องทดลอง ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา

ตารางที่ 35 สรุปค่าการเปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 2 ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา

การทดลอง	โซน 1	โซน 2	โซน 3
วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน	220.6	218.3	219.9
ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรม Dialux	235	235	240
แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน	305	272	228

ห้องทดลอง ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา

ตารางที่ 36 สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 3 ช่วงเวลา 9.00 นาฬิกา

การทดลอง	โซน 1	โซน 2	โซน 3
วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน	174.5	167.5	183
ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรม Dialux	180	180	195
แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน	266.5	245.5	194.5

ห้องทดลอง ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา

ตารางที่ 37 สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 3 ช่วงเวลา 12.00 นาฬิกา

การทดลอง	โซน 1	โซน 2	โซน 3
วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน	174.5	167.5	183
ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรม Dialux	180	180	195
แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน	272	232	191
ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง	303.5	250.5	203.5

ห้องทดลอง ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา

ตารางที่ 38 สรุปค่าผลการทดลองทั้งหมดของห้องที่ 3 ช่วงเวลา 15.00 นาฬิกา

การทดลอง	โซน 1	โซน 2	โซน 3
วัดจากการใช้งานจริงในช่วงเวลากลางคืน	174.5	167.5	183
ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (Lux)จากโปรแกรม Dialux	180	180	195
แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน	277	227	192.5

4.11 การวิเคราะห์ค่าการประหยัดพลังงานและประหยัดการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้อง

ค่าความสว่างของพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละห้องตามมาตรฐานของสมาคมแสงสว่าง

ห้องที่ 1 ห้องนอน ค่าความส่องสว่างที่ต้องการใช้งานภายในห้องคือ 200 Lux

ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ค่าความส่องสว่างที่ต้องการใช้งานภายในห้องคือ 300 Lux

ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ค่าความส่องสว่างที่ต้องการใช้งานภายในห้องคือ 200 Lux

(อ้างอิงจากค่าความเข้มของแสงสว่างภายในอาคาร ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537) ออกตาม พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522)

การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ร่วมกับการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องที่ได้ศึกษาวิจัยเพื่อที่ลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องที่ได้ศึกษา ทางผู้ทดลองจึงจำลองดวงโคมไฟที่จะนำมาใช้งานในห้องอีกครั้ง โดยมีการปรับลดการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ให้ลดลงและเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟให้มีความสว่างเพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยในการประหยัดการใช้ไฟฟ้าภายในห้องพักที่ได้ศึกษา

4.12 การวิเคราะห์ค่าการประหยัดพลังงานและประหยัดการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้องในช่วงเวลากลางคืน

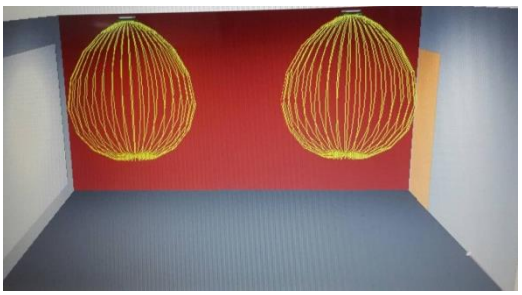
การทดลองได้จำลองดวงโคมไฟที่นำมาใช้งาน โดยใช้โปรแกรมDialux ทำอีกครั้ง แต่คราวนี้ภายในแต่ละห้องจะเปลี่ยนการใช้หลอดไฟที่ให้ค่าWattของการใช้งานลดลงจากการทดลองครั้งแรก และห้องที่ศึกษาบางห้องได้มีการปรับเปลี่ยน โดยลดและสามารถวิเคราะห์ค่าการSaving ของการใช้ไฟภายในห้องว่าสามารถSaving ไปได้กี่หน่วย เมื่อเทียบกับบิลค่าไฟฟ้าของเดือนก่อน การใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์บางส่วนลง เพื่อสามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานภายในห้องได้มากขึ้น

ใช้โปรแกรมDialux เพื่อการทดลองเปรียบเทียบ ว่าภายในห้องแต่ละห้อง หลังจากทำการลองใช้ตัวโปรแกรมเปลี่ยนลักษณะหลอดดวงโคมไฟและลดการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์บางจุดลง

การวิเคราะห์ค่าการประหยัดพลังงานการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางคืน ทางผู้วิจัยจะไม่ลดค่า Watt ของหลอดไฟ เพื่อการประหยัดการใช้ไฟฟ้า ให้ต่ำลงไปมากกว่า 18 W เพราะจะทำให้ค่า Luxที่วัดได้ มีค่าลดต่ำลงมากไปอีก และจะต่ำกว่าเกณฑ์การส่องสว่างที่ใช้ภายในห้อง ทำให้ไม่สามารถใช้งานหลอดไฟในห้องได้

ผลการลดการใช้ไฟฟ้าหรือแสงประดิษฐ์ของห้องในช่วงเวลากลางคืน แสดงเป็นรูปแปลนห้องเปรียบเทียบกัน

ห้องที่1ห้องนอนการติดตั้งดวงโคมไฟ 2 จุด แปลนห้องก่อนการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟ DIAL 6



ห้องที่ 1 ห้องนอน ใช้หลอดไฟ 23 W 2 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 46 W

No.	Pieces	Desig ation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	2	DIAL 6	1100	3200	23.0
			Total: 2200	6400	46.0

โปรแกรมDialux จะคำนวณค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 46 Watt

แปลนห้องหลังการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น Genie stick 18 W (220-240V 50-60Hz)

ห้องที่ 1 ห้องนอน หลังการปรับปรุงห้อง ใช้หลอดไฟ 20 W 2 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 40 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	2	หลอดไฟ PHILIPS รุ่น Genie stick	760	3200	20.0
			Total: 1520	6400	40.0

โปรแกรมDialux จะคำนวณค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 40 Watt

ตารางที่ 39 ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงห้อง ช่วงกลางคืนห้องที่1

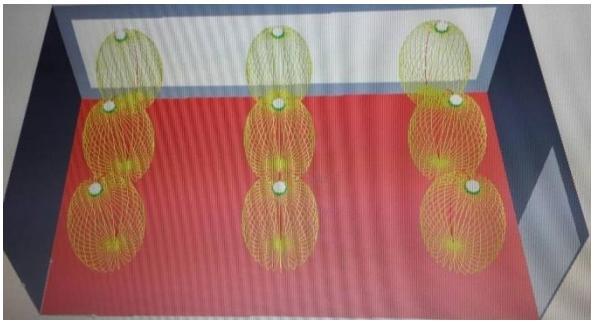
Zoneในการวัดแสง	ผลทดลองก่อนการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 46 W / ค่า Lux ของแต่ละZone	ผลทดลองหลังการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 40 W / ค่า Lux ของแต่ละZone
Zone 1	225	215
Zone 2	195	175
Zone 3	225	215

นำค่าWatt ที่ได้จากากรทดลองทั้ง2ครั้ง มาคำนวณค่าการSaving ของหลอดไฟ ว่าสามารถSaving การใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ลดลงไปได้กี่Watt

โดยนำค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 46 Watt (ก่อนการปรับปรุง) ลบกับ ค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมาได้ค่าเป็น 40 Watt (หลังการปรับปรุง) จะได้ค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ที่ลดลง เป็น 6 Watt ซึ่งเป็นค่าที่ลดลงมาไม่มาก จากก่อนการปรับปรุง เพราะว่าห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย ห้องที่ 1 ซึ่งเป็นห้องนอนนั้นมีพื้นที่ของขนาดภายในห้องที่เล็กที่สุด เมื่อเทียบกับห้องทั้งหมดที่นำมาศึกษา ด้วยขนาดห้องที่เล็ก ทำให้เมื่อมีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาช่วยทดแทนการใช้แสงประดิษฐ์ แสงธรรมชาติจะเข้ามาภายในห้องได้เป็นปริมาณมากอยู่แล้ว ทำให้ภายในห้องนี้ ไม่ต้องได้รับการปรับปรุงหรือลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องลง แต่ผู้ดำเนินงานวิจัยได้เพิ่มการศึกษาและลองใส่ข้อมุลดวงโคมไฟที่สามารถจะช่วยทำให้ห้องสว่างมากขึ้นกว่าเดิม ทำให้เมื่อคำนวณผลออกมา พบว่าสามารถSaviingค่าการใช้กำลังไฟฟ้าของแสงประดิษฐ์ภายในห้องได้ จากค่าเดิมก่อนปรับปรุงห้องคือ 46 Watt ลดลงเหลือ 40Watt ซึ่งจะลดค่ากำลังไฟฟ้าของแสงประดิษฐ์ภายในห้องลงได้ 6 Watt หลังจากการปรับปรุงห้อง

ห้องที่2ห้องรับแขก ผลการลดการใช้ไฟฟ้าหรือแสงประดิษฐ์ของห้องในช่วงเวลากลางคืน แปลนห้องก่อนการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟยี่ห้อ Lamptan รุ่น Compact U-Type และมีการติดตั้งดวงโคมไฟ 9 จุด

แบ่งการติดตั้งเป็น 3 แถว แถวละ3 ดวงโคมไฟ

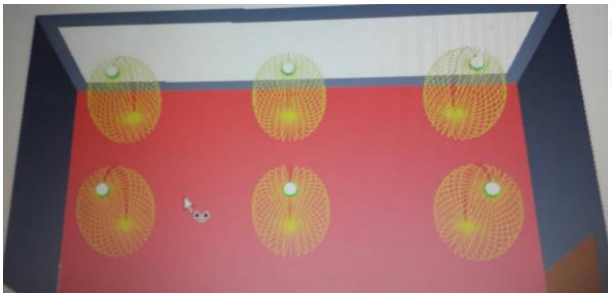


ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ใช้หลอดไฟ 23 W 9 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 207 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	9	หลอดไฟ Lamptan รุ่น Compact U-Type	1334	3200	23.0
			Total: 12006	28800	207.0

โปรแกรมDialux จะคำนวณค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 207 Watt

แปลนห้องหลังการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟยี่ห้อ Lamptan รุ่น Compact U-Type และมีการเปลี่ยนแปลงการติดตั้งดวงโคมไฟ โดยลดการติดตั้งดวงโคมไฟ เหลือ 6 จุด แบ่งการติดตั้งเป็น 2 แถว แถวละ3 ดวงโคมไฟ



ห้องที่ 2 ห้องรับแขก หลังการปรับปรุงห้อง ใช้หลอดไฟ 23 W 6 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 138 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	6	หลอดไฟ Lamptan รุ่น Compact U-Type	1334	3200	23.0
			Total: 8004	19200	138.0

โปรแกรมDialux จะคำนวณค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 138 Watt

ตารางที่ 40 ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุงห้อง ช่วงกลางคืนห้องที่ 2

Zoneในการวัดแสง	ผลทดลองก่อนการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 207 W / ค่า Lux ของแต่ละZone	ผลทดลองหลังการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 138 W / ค่า Lux ของแต่ละZone
Zone 1	235	228
Zone 2	235	220
Zone 3	240	230

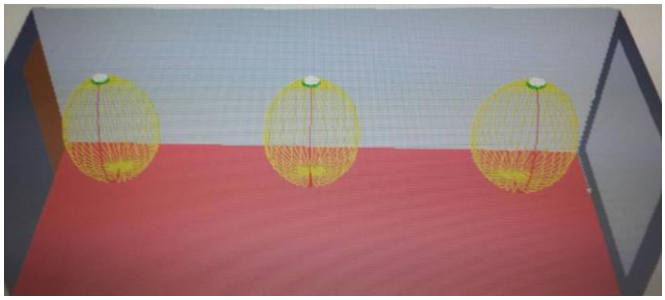
นำค่าWatt ที่ได้จากากรทดลองทั้ง2ครั้ง มาคำนวณค่าการSaving ของหลอดไฟ ว่าสามารถSaving การใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ลดลงไปได้กี่Watt

นำค่าWatt ที่ได้จากากรทดลองทั้ง2ครั้ง มาคำนวณค่าการSaving ของหลอดไฟ ว่าสามารถSaving การใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ลดลงไปได้กี่Watt โดยนำค่าค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 207 Watt (ก่อนการปรับปรุง) ลบกับ ค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 138 Watt (หลังการปรับปรุง) จะได้ค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ที่ลดลง เป็น 69 Watt โดยค่าที่คำนวณมาได้สามารถลดค่าWattของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ไปได้มาก เนื่องจากได้ทำการปิดดวงไฟ3ดวงที่อยู่ใกล้เคียงกับหน้าต่างช่องเปิด ซึ่งถือเป็นวิธีการปรับปรุงของห้องที่ได้ศึกษาวิจัยนี้ ให้สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาทดแทนแสงประดิษฐ์ ในส่วนที่สามารถใช้แทนกันได้ และยังสามารถช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องลงได้เป็นอย่างมาก โดยค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ที่ลดลง จะเป็น 69 Watt หลังจากการปรังปรุงภายในห้องแล้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ห้องที่3ห้องทำงาน ผลการลดการใช้ไฟฟ้าหรือแสงประดิษฐ์ของห้องช่วงเวลากลางคืน

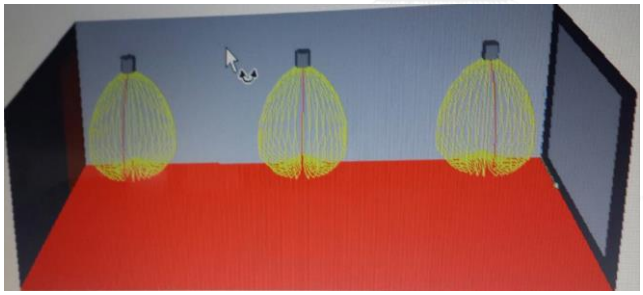
แปลนห้องก่อนการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟรุ่น DIAL 6



ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ใช้หลอดไฟ 24 W 3 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 72 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	3	DIAL 6	1450	3200	24.0
			Total: 4350	9600	72.0

แปลนห้องหลังการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟรุ่น Ligman RO-80033-42 Robust



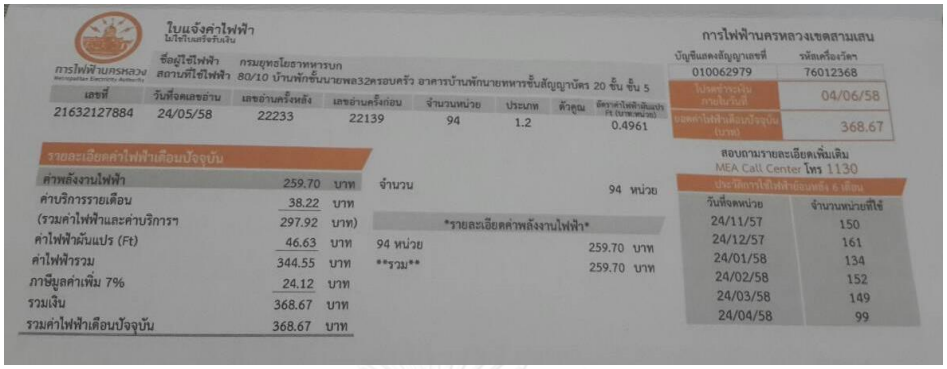
ห้องที่ 3 ห้องทำงาน หลังการปรับปรุงห้อง ใช้หลอดไฟ 20 W 3 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 60 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	3	หลอดไฟ Panasonic รุ่น Ecospiral Daylight	1250	3200	20.0
			Total: 3750	9600	60.0

โปรแกรมDialux จะคำนวณค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 60 Watt

4.13 การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในช่วงเวลากลางคืน

คำนวณจากค่าไฟเฉลี่ยที่ใช้งาน XจำนวนWattการใช้งานของหลอดไฟที่ลดลงXเวลาของการใช้งานในแต่ละห้องที่ได้ศึกษาวิจัย = จะได้เป็นการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในแต่ละห้อง



รูปที่ 49แสดงรูปค่าใช้ไฟฟ้า เพื่อใช้ในการคำนวณSavingของห้องพัก ในเวลากลางคืน

จากใบแจ้งค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง ประจำเดือนล่าสุดที่ใช้ศึกษาวิจัย คือเดือน พฤษภาคม 2558

ค่าไฟฟ้ารวมของเดือนปัจจุบัน คือ 368.67 บาท หน่วยค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ คือ 94 หน่วย

= หาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งาน นำ $\frac{\text{ค่าไฟฟ้ารวมของเดือนปัจจุบัน}}{\text{หน่วยค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป}} = \frac{368.67}{94} = 3.922$ บาทต่อk/hrs

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในห้องที่ 1 ห้องนอน

ค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง เป็น 6 Watt หลังปรับปรุงภายในห้องแล้ว

แปลงค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ให้เป็นหน่วยkW ก่อนนำไปคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (1Kw = 1000 W)

6/1000 = 0.006Kw (ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง)

หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง

= ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลงX เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อวัน) X เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อปี)

= 0.006 X 5 (เวลาเฉลี่ยชั่วโมงที่ใช้งาน) X 365 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง = 10.95 k/hrs

เวลาเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าภายในห้องนอน ผู้ใช้งานไฟฟ้าส่วนมากในช่วงเวลา 19.00 ถึง 24.00 น (~5 ชั่วโมง)

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องที่1 ห้องนอน = 3.922X10.95 = 42.94 บาทต่อปี

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในห้องที่ 2 ห้องรับแขก

ค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง เป็น 69 Watt หลังปรับปรุงภายในห้องแล้ว

แปลงค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ให้เป็นหน่วยkW ก่อนนำไปคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (1Kw = 1000 W)

69/1000 = 0.069 Kw (ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง)

เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง ภายในห้องรับแขกผู้อยู่อาศัยจะได้ใช้งานห้องนี้ส่วนมากในช่วงเวลา 8.00 ถึง 10.00 น. และช่วงเวลา 17.00 ถึง 21.00 น. (ในช่วงวันธรรมดา) [19.00-21.00]

ช่วงเวลา 8.00 ถึง 21.00 น. (ในช่วงวันหยุด เสาร์-อาทิตย์) [19.00-23.00]

หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง (ในช่วงวันธรรมดา) โดยวัดเฉพาะช่วงเวลาการใช้ไฟในตอนกลางคืน

= ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลงX เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อวัน) X เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อปี)
= 0.069X 2 (เวลาเฉลี่ยชั่วโมงที่ใช้งาน) X 365

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง 50.37 k/hrs

ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่2 ห้องรับแขก (การใช้งานวันธรรมดา) = 3.922X50.37 = 197.55 บาทต่อปี

หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง (ในช่วงวันหยุดเสาร์-อาทิตย์)

= ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลงX เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อวัน) X เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อปี)
= 0.069X 4 (เวลาเฉลี่ยชั่วโมงที่ใช้งาน) X 365

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง 100.74 k/hrs

ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่2 ห้องรับแขก (การใช้งานวันธรรมดา) = 3.922X100.74= 395.10 บาทต่อปี

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในแต่ละห้อง

ห้องที่ 3 ห้องทำงาน

ค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์จำนวนWatt ที่ลดลง เป็น 12 Watt หลังจากการปรับปรุงภายในห้องแล้ว

แปลงค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ให้เป็นหน่วยkW ก่อนนำไปคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (1Kw = 1000 W)

12/1000 = 0.012 Kw (ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง)

หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง

= ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลงX เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อวัน) X เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อปี)

= 0.012X 2 (เวลาเฉลี่ยชั่วโมงที่ใช้งาน) X 365

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง 8.76 k/hrs

เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง ภายในห้องทำงานของผู้อยู่อาศัยจะใช้งานห้องนี้ส่วนมากในช่วงเวลา 9.00 ถึง 21.00 น [19.00-21.00]

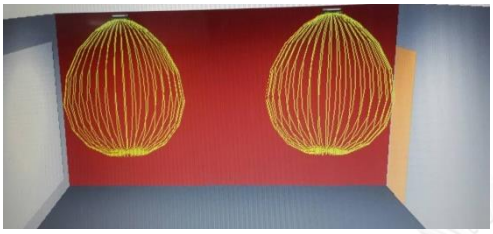
การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องที่3ห้องทำงาน = 3.922X8.76 = 34.35 บาทต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.14 การวิเคราะห์ค่าการประหยัดการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้องในช่วงเวลากลางวัน

ใช้ผลโปรแกรมDialux ก่อนการปรับปรุงรูปแบบห้องเป็นค่าเดิม แต่ภายในแต่ละห้องจะเปลี่ยนการใช้หลอดไฟที่ให้ค่าWattของการใช้งานลดลงจากการทดลองในตอนกลางคืน และห้องที่ศึกษาบางห้องได้มีการปรับเปลี่ยนโดยลดการใช้หลอดไฟบางส่วนลง ทำให้สามารถวิเคราะห์การSaving เพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งาน

ห้องที่1ห้องนอน แปลนห้องก่อนการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟ DIAL 6

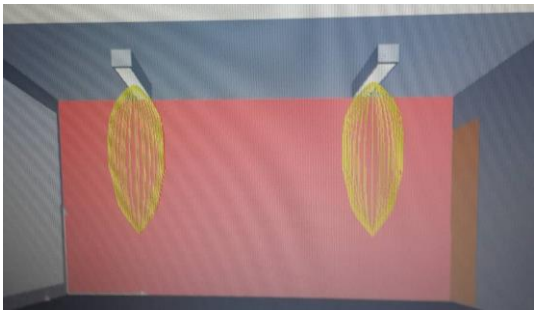


ห้องที่ 1 ห้องนอน ใช้หลอดไฟ 23 W 2 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 46 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	2	DIAL 6	1100	3200	23.0
			Total: 2200	6400	46.0

โปรแกรมDialux จะคำนวณค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 46 Watt

แปลนห้องหลังการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น Genie stick 18 W (220-240V 50-60Hz) และลดWattของหลอดไฟลงจาก 23.0 เป็น 18.0 W



ห้องที่ 1 ห้องนอน หลังการปรับปรุงห้อง ใช้หลอดไฟ 18 W 2 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 36 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	2	หลอดไฟ PHILIPS รุ่น Genie stick	760	3200	18.0
			Total: 1520	6400	36.0

ตารางที่ 41 ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุงห้อง

ช่วงกลางวัน ห้องที่1

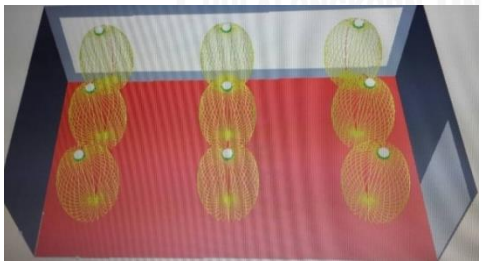
Zoneในการวัดแสง	ผลทดลองก่อนการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 46 W / ค่า Lux ของแต่ละZone	ผลทดลองหลังการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 36 W / ค่า Lux ของแต่ละZone
Zone 1	269	255
Zone 2	230	222
Zone 3	237.5	225.5

นำค่าWatt ที่ได้จากากรทดลองทั้ง2ครั้ง มาคำนวณค่าการSaving ของหลอดไฟ ว่าสามารถSaving การใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ลดลงไปได้กี่Watt

โดยนำค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 46 Watt (ก่อนการปรับปรุง) ลบกับ ค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 36 Watt (หลังการปรับปรุง) จะได้ค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ที่ลดลง เป็น 10 Watt หลังจากการปรับปรุงห้อง

ห้องที่2ห้องรับแขก ผลการลดการใช้ไฟฟ้าหรือแสงประดิษฐ์ของห้องในช่วงเวลากลางวัน

แปลนห้องก่อนการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟยี่ห้อ Lamptan รุ่น Compact U-Type และติดตั้งดวงโคมไฟ 9 จุด แบ่งการติดตั้งเป็น 3 แถว แถวละ3 ดวงโคมไฟ

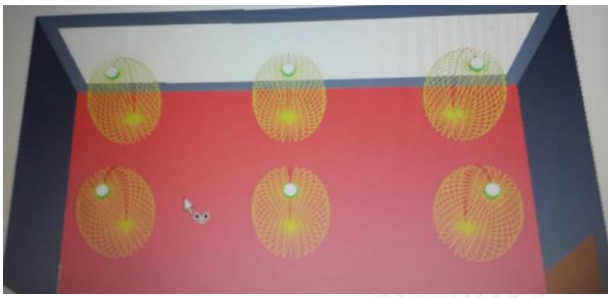


ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ใช้หลอดไฟ 23 W 9 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 207 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	9	หลอดไฟ Lamptan รุ่น Compact U-Type	1334	3200	23.0
			Total: 12006	28800	207.0

โปรแกรมDialux จะคำนวณค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 207 Watt

<u>แปลนห้องหลังการเปลี่ยนแปลง</u> ใช้หลอดไฟยี่ห้อ Lamptan รุ่น Compact U-Type และมีการเปลี่ยนแปลงการติดตั้งดวงโคมไฟ โดยลดการติดตั้งดวงโคมไฟ เหลือ 6 จุด แบ่งการติดตั้งเป็น 2 แถว แถวละ3 ดวงโคมไฟ และลดWattของหลอดไฟลงจาก 23.0 เป็น 18.0 W



ห้องที่ 2 ห้องรับแขก หลังการปรับปรุงห้อง ใช้หลอดไฟ 18 W 6 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 108 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	6	หลอดไฟ Lamptan รุ่น Compact U-Type	1334	3200	18.0
			Total: 8004	19200	108.0

ตารางที่ 42ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุงห้อง

ช่วงกลางวันห้องที่ 2

Zoneในการวัดแสง	ผลทดลองก่อนการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 207 W / ค่า Lux ของแต่ละZone	ผลทดลองหลังการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 108 W / ค่า Lux ของแต่ละZone
Zone 1	318	287
Zone 2	278	255
Zone 3	255	238

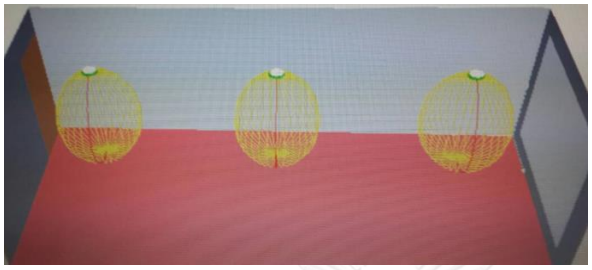
นำค่าWatt ที่ได้จากากรทดลองทั้ง2ครั้ง มาคำนวณค่าการSaving ของหลอดไฟ ว่าสามารถSaving การใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ลดลงไปได้กี่Watt

สรุปผลการทดลองของห้องที่ 2 หลังจากการปรับปรุงและเปลี่ยนการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ภายในห้องพบว่าสามารถSavingค่าการใช้กำลังไฟฟ้าของแสงประดิษฐ์ภายในห้องได้ โดยเปลี่ยนแปลงการติดตั้งดวงโคมไฟ โดยลดการติดตั้งดวงโคมไฟ เหลือ 6 จุด แบ่งการติดตั้งเป็น 2 แถว แถวละ3 ทำให้ค่าการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์

ภายในห้องลดลงจากค่าเดิมก่อนปรับปรุงห้องคือ 207 Watt ลดลงเหลือ108 Watt ซึ่งจะลดค่ากำลังไฟฟ้าของแสงประดิษฐ์ภายในห้องลงได้ 99 Watt หลังจากการปรับปรุงห้อง

ห้องที่3ห้องทำงาน ผลการลดการใช้ไฟฟ้าหรือแสงประดิษฐ์ของห้อง แสดงเป็นรูปแปลนห้องเปรียบเทียบกัน

แปลนห้องก่อนการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟรุ่น DIAL 6

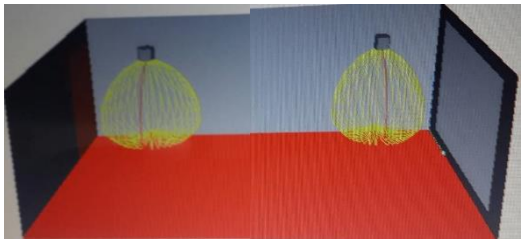


ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ใช้หลอดไฟ 24 W 3 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 72 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	3	DIAL 6	1450	3200	24.0
			Total: 4350	9600	72.0

โปรแกรมDialux จะคำนวณค่าWatt ที่ได้ทั้งหมดออกมา ได้ค่าเป็น 72 Watt

แปลนห้องหลังการเปลี่ยนแปลง ใช้หลอดไฟรุ่น Ligman RO-80033-42 Robust และมีการเปลี่ยนแปลงการติดตั้งดวงโคมไฟ โดยลดการติดตั้งดวงโคมไฟ เหลือ 2 จุด จากเดิมมี 3 จุด



ห้องที่ 3 ห้องทำงาน หลังการปรับปรุงห้อง ใช้หลอดไฟ 20 W 2 หลอด ได้ค่ารวมเท่ากับ 40 W

No.	Pieces	Designation	(Luminaire) [lm]	(Lamps)[lm]	P[W]
1	2	หลอดไฟ Panasonic รุ่น Ecospiral Daylight	1250	3200	20.0
			Total: 3750	9600	40.0

ตารางที่ 43 ค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เปรียบเทียบก่อน และหลังปรับปรุงห้อง

ช่วงกลางวันห้องที่ 3

Zoneในการวัดแสง	ผลทดลองก่อนการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 72 W / ค่า Lux ของแต่ละZone	ผลทดลองหลังการปรับปรุงห้องใช้ไฟ 60 W / ค่า Lux ของแต่ละZone
Zone 1	272	262
Zone 2	232	225
Zone 3	199	187

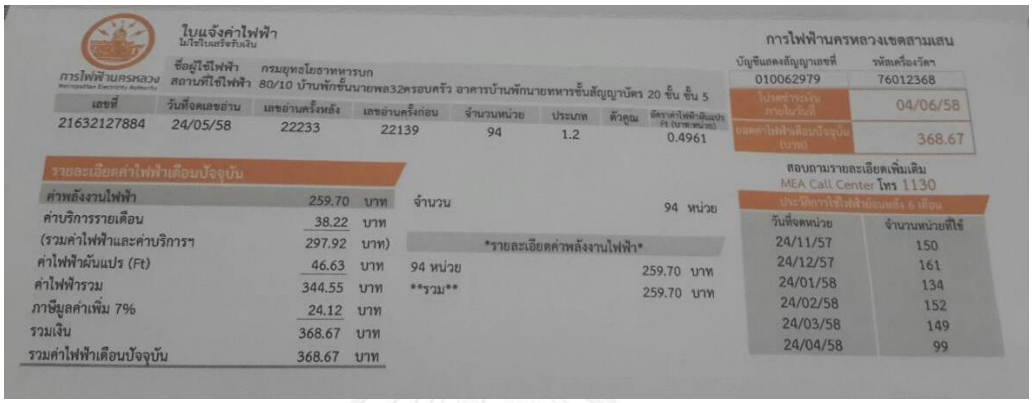
นำค่าWatt ที่ได้จากากรทดลองทั้ง2ครั้ง มาคำนวณค่าการSaving ของหลอดไฟ ว่าสามารถSaving การใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ลดลงไปได้กี่Watt

สรุปผลการทดลองของห้องที่ 3 หลังจากการปรับปรุงและเปลี่ยนการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ภายในห้องพบว่าสามารถSavingค่าการใช้กำลังไฟฟ้าของแสงประดิษฐ์ภายในห้องได้ จากค่าเดิมก่อนปรับปรุงห้องคือ 72 Watt ลดลงเหลือ 40 Watt ซึ่งจะลดค่ากำลังไฟฟ้าของแสงประดิษฐ์ภายในห้องลงได้ 32 Watt หลังจากการปรับปรุงห้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในช่วงเวลากลางวัน

คำนวณจากค่าไฟเฉลี่ยที่ใช้งาน XจำนวนWattการใช้งานของหลอดไฟที่ลดลงXเวลาของการใช้งานในแต่ละห้องที่ได้ศึกษาวิจัย = จะได้เป็นการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในแต่ละห้อง



ใบแจ้งค่าไฟฟ้า

การไฟฟ้านครหลวง เขตสามเสน

เลขที่	วันที่จดเลขอ่าน	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	จำนวนหน่วย	ประเภท	ตัวคูณ	อัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มแปร Ft (บาท/หน่วย)
21632127884	24/05/58	22233	22139	94	1.2		0.4961

รายละเอียดค่าไฟฟ้าเดือนปัจจุบัน			
ค่าพลังงานไฟฟ้า	259.70	บาท	จำนวน 94 หน่วย
ค่าบริการรายเดือน	38.22	บาท	
(รวมค่าไฟฟ้าและค่าบริการฯ	297.92	บาท)	*รายละเอียดค่าพลังงานไฟฟ้า*
ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)	46.63	บาท	94 หน่วย 259.70 บาท
ค่าไฟฟ้ารวม	344.55	บาท	**รวม** 259.70 บาท
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	24.12	บาท	
รวมเงิน	368.67	บาท	
รวมค่าไฟฟ้าเดือนปัจจุบัน	368.67	บาท	

บัญชีแสดงสัญญาเลขที่	รหัสเครื่องวัดฯ
010062979	76012368
ไปชำระเงินภายในวันที่	04/06/58
ยอดค่าไฟฟ้าเดือนปัจจุบัน (บาท)	368.67

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม MEA Call Center โทร 1130

วันที่จดหน่วย	จำนวนหน่วยที่ใช้
24/11/57	150
24/12/57	161
24/01/58	134
24/02/58	152
24/03/58	149
24/04/58	99

แสดงรูปค่าใช้ไฟฟ้า เพื่อใช้ในการคำนวณSavingของห้องพัก ในเวลากลางวัน

จากใบแจ้งค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง ประจำเดือนล่าสุดที่ใช้ศึกษาวิจัย คือเดือน พฤษภาคม 2558

ค่าไฟฟ้ารวมของเดือนปัจจุบัน คือ 368.67 บาท หน่วยค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ คือ 94 หน่วย

= หาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งาน นำ $\frac{\text{ค่าไฟฟ้ารวมของเดือนปัจจุบัน}}{\text{หน่วยค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป}} = \frac{368.67}{94} = 3.922$ บาทต่อk/hrs

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในห้องที่ 1 ห้องนอน

ค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง เป็น 10 Watt หลังปรับปรุงภายในห้องแล้ว

แปลงค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ให้เป็นหน่วยkW ก่อนนำไปคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (1Kw = 1000 W)

10/1000 = 0.01 Kw (ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง)

หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง

= ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลงX เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อวัน) X เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อปี)

= 0.01 X 5 (เวลาเฉลี่ยชั่วโมงที่ใช้งาน) X 365 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง = 18.25 k/hrs

เวลาเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าภายในห้องนอน จะใช้งานไฟฟ้าส่วนมากในช่วงเวลา 6.00 ถึง 11.00 น (~5 ชั่วโมง)

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องที่1 ห้องนอน = 3.922X18.25 = 71.57 บาทต่อปี

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในแต่ละห้อง

ห้องที่ 2 ห้องรับแขก

ค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง เป็น 69 Watt หลังจากการปรับปรุงภายในห้องแล้ว

แปลงค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ให้เป็นหน่วยkW ก่อนนำไปคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (1Kw = 1000 W)

99/1000 = 0.099 Kw (ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง)

เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง ภายในห้องรับแขกผู้อยู่อาศัยจะได้ใช้งานห้องนี้ส่วนมากในช่วงเวลา 8.00 ถึง 10.00 น. และช่วงเวลา 17.00 ถึง 19.00 น. (ในช่วงวันธรรมดา)

ช่วงเวลา 8.00 ถึง 18.00 น. (ในช่วงวันหยุด เสาร์-อาทิตย์)

หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง (ในช่วงวันธรรมดา) เฉพาะช่วงเวลากลางวัน (8.00-10.00 , 17.00-18.00)

= ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลงX เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อวัน) X เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อปี)
= 0.099X 3 (เวลาเฉลี่ยชั่วโมงที่ใช้งาน) X 365

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง 108.40 k/hrs

ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่2 ห้องรับแขก (การใช้งานวันธรรมดา) = 3.922X108.40 = 425.14 บาทต่อปี

หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง (ในช่วงวันหยุดเสาร์-อาทิตย์)

= ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลงX เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อวัน) X เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อปี)
= 0.099X 10 (เวลาเฉลี่ยชั่วโมงที่ใช้งาน) X 365

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง 361.35 k/hrs

ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่2 ห้องรับแขก (การใช้งานวันหยุด) = 3.922X361.35= 1417.21 บาทต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในแต่ละห้อง

ห้องที่ 3 ห้องทำงาน

ค่าการSavingของการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์จำนวนWatt ที่ลดลง เป็น 12 Watt หลังจากการปรับปรุงภายในห้องแล้ว

แปลงค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ให้เป็นหน่วยkW ก่อนนำไปคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (1Kw = 1000 W)

32/1000 = 0.032 Kw (ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง)

หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง

= ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลงX เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อวัน) X เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง (ต่อปี)

= 0.032X 9 (เวลาเฉลี่ยชั่วโมงที่ใช้งาน) X 365

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้อง 105.12 k/hrs

เวลาเฉลี่ยของการใช้งานในห้อง ภายในห้องทำงานของผู้อยู่อาศัยจะใช้งานห้องนี้ส่วนมากในช่วงเวลา 9.00 ถึง 21.00 น

การคำนวณค่าการSavingโดยรวมของห้องที่3ห้องทำงาน = 3.922X105.12 = 412.28 บาทต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

การประเมินตัวชี้วัดทางการเงิน

5.1 คำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

- หาค่า PB (Pay Back) = ระยะเวลาคืนทุน
- NPV (Net Present Value) =ผลตอบแทนหรือผลรวมของกระแสเงินสดทั้งหมดของโครงการ (หน่วยเป็นบาท)
- IRR (Internal Rate of Return) = ผลตอนแทน (%) ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการนี้

คำนวณจากการใช้สูตรจากโปรแกรม Excel และคำนวณจากสูตรการหาค่า NPV และ IRR

$$PB = \frac{\ln(1/(1 - I * i'/ B))}{\ln(1 + i')} \qquad NPV = \frac{B[(1+i')^n - 1]}{i'(1+i')^n} - I$$

สูตรการหาค่า NPV และ IRR ในการคำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

5.2 หาค่าราคาต้นทุนที่ใช้งานจริง (Investment Cost)

ตารางที่ 44 ค่าราคาต้นทุนวัสดุที่ใช้งานจริงหลังการปรับปรุงห้อง (Investment Cost)

ราคาวัสดุตามท้องตลาดที่ใช้หลังการปรับปรุง	ราคารวม
โคมไฟที่ใช้งานจริง	75 บาท (11 จุด) = 825
หลอดไฟหลังปรับปรุงห้องหลอดไฟใหม่ทั้งหมด -หลอดไฟ Philips รุ่น Geniestick 20W 2 หลอด - หลอดไฟ Lampton CompactcU-Type 20W 6 หลอด - หลอดไฟPanasonic รุ่น Ecospiral 20 W 3หลอด	 99 บาท (2 หลอด) = 198 บาท 99 บาท (6 หลอด) = 594 บาท 150 บาท (3 หลอด) = 450 บาท
ค่าติดตั้งตัวหลอดไฟ	โคมไฟ 11 จุด= 250 บาท
ค่าการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสง	300 บาท
ราคาต้นทุนที่ใช้งานจริงทั้งหมด	2617 บาท

5.3 หาค่าผลประหยัดพลังงานที่คำนวณได้ (Benefit , Bath)

ผลประหยัดพลังงานที่คำนวณได้

-ค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในช่วงเวลากลางคืน

- ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่1 ห้องนอน = 42.94 บาทต่อปี

- ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่2 ห้องรับแขก (การใช้งานวันธรรมดา) = 197.55 บาทต่อปี

- ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่2 ห้องรับแขก (การใช้งานวันหยุด) = 395.10 บาทต่อปี

- ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่3ห้องทำงาน = 34.35 บาทต่อปี

สรุปค่าผลการประหยัดพลังงานที่คำนวณได้ทั้งหมดในช่วงเวลากลางคืน = 669.94 บาทต่อปี

-ค่าการSavingโดยรวมของห้องพักอาศัยที่ได้ทำการวิจัยในช่วงเวลากลางวัน

- ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่1 ห้องนอน = 71.57 บาทต่อปี

- ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่2 ห้องรับแขก (การใช้งานวันธรรมดา) = 425.14 บาทต่อปี

- ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่2 ห้องรับแขก (การใช้งานวันหยุด) = 1417.21 บาทต่อปี

- ค่าการSavingโดยรวมของห้องที่3ห้องทำงาน = 412.28 บาทต่อปี

สรุปค่าผลการประหยัดพลังงานที่คำนวณได้ทั้งหมดในช่วงเวลากลางวัน = 2326.2 บาทต่อปี

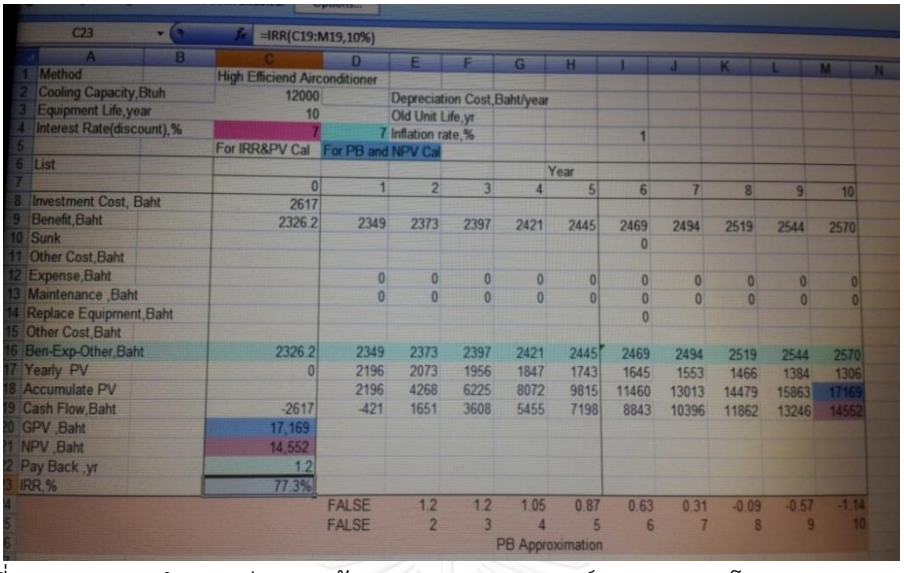
- ในการคำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ ทางผู้วิจัยจะใช้ผลการประหยัดพลังงานที่คำนวณได้ทั้งหมดในช่วงเวลากลางวัน = 2326.2 บาทต่อปีในการคำนวณ เพราะเป็นค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่มากกว่าในเวลากลางคืน

5.4 โครงการ กำหนดช่วงระยะเวลา 10 ปี (Eqipment Life t)

5.5 Interest Rate (discount), 7%

5.6 Inflation Rate 1%หลอดไฟหลังปรับปรุงห้องหลอดไฟใหม่ทั้งหมด

5.7 คำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์จากสูตรของ Excel



C23 =IRR(C19:M19,10%)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Method		High Efficiend Airconditioner											
2	Cooling Capacity,Btuh		12000		Depreciation Cost,Baht/year									
3	Equipment Life,year		10		Old Unit Life,yr									
4	Interest Rate(discount),%		7	7	Inflation rate,%				1					
5			For IRR&PV Cal	For PB and NPV Cal										
6	List							Year						
7			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8	Investment Cost, Baht		2617											
9	Benefit,Baht		2326.2	2349	2373	2397	2421	2445	2469	2494	2519	2544	2570	
10	Sunk								0					
11	Other Cost,Baht													
12	Expense,Baht			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Maintenance ,Baht			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	Replace Equipment,Baht								0					
15	Other Cost,Baht													
16	Ben-Exp-Other,Baht		2326.2	2349	2373	2397	2421	2445	2469	2494	2519	2544	2570	
17	Yearly PV		0	2196	2073	1956	1847	1743	1645	1553	1466	1384	1306	
18	Accumulate PV			2196	4268	6225	8072	9815	11460	13013	14479	15863	17169	
19	Cash Flow,Baht		-2617	-421	1651	3608	5455	7198	8843	10396	11862	13246	14552	
20	GPV ,Baht		17,169											
21	NPV ,Baht		14,552											
22	Pay Back ,yr		1.2											
23	IRR,%		77.3%											
24				FALSE	1.2	1.2	1.05	0.87	0.63	0.31	-0.09	-0.57	-1.14	
25				FALSE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
26							PB Approximation							

สรูปที่ 50แสดงการคำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์จากสูตรของโปรแกรม Excel

- ค่า Ben- exp- other, Bath (Discount Rate) = 2326.2 บาท

- ค่า NPV (Net Present Value) ที่คำนวณได้ มีค่า 14,552 บาท

- ค่า Pay Back (PB) ที่คำนวณได้ มีค่า 1.2 ปี

- ค่า IRR (Internal Rate of Control) ที่คำนวณได้ มีค่า 77.3%

5.8 สรุปผลการคำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

จากการคำนวณโดยใช้สูตรจากโปรแกรม Excel และคำนวณจากสูตรการหาค่า NPV และ IRR

ค่า NPV (Net Present Value) คือผลตอบแทนขั้นต่ำที่สามารถรับได้ จากการคำนวณ พบว่าได้ค่า NPV 14,552 บาท ซึ่งค่า NPV เป็นบวก คือโครงการนี้ให้ผลตอบแทนมากกว่าเงินลงทุนและได้กำไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่า Pay Back (PB) คือ ระยะเวลาคืนทุน จากการคำนวณ พบว่าได้ค่า PB 1.2 ปี ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เมื่อใช้เงินลงทุนในโครงการนี้แล้ว จะต้องใช้ระยะเวลา 1.2 ปีจึงจะคืนทุน

ค่า IRR (Internal Rate of Control) คือผลตอบแทน (%) ที่คาดว่าจะได้จากโครงการ พบว่าได้ค่า 77.3%

ซึ่งค่า IRR ที่คำนวณได้จะมากกว่าผลตอบแทนขั้นต่ำที่โครงการตั้งไว้ จึงสามารถสรุปจากค่า NPV, PB และค่า IRR ว่าโครงการนี้คุ้มค่าที่จะสามารถลงทุนได้ สามารถได้กำไรและผลตอบแทนมากกว่าเงินลงทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษา 3 ส่วนหลักๆคือ ส่วนที่1 เป็นส่วนในการVerify โปรแกรม Dialux เพื่อให้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์การลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในอาคารที่ศึกษา , ส่วนที่สอง เป็นการเปรียบเทียบการทดลองทั้ง 4 แบบ คือ การวัดแสงสว่างในเวลากลางคืน ,การจำลองแสงประดิษฐ์ด้วยโปรแกรม Dialux ,การวัดแสงสว่างในเวลากลางวัน และการวัดแสงสว่างหลังการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยในการสะท้อนแสง และส่วนที่สาม เป็นการวิเคราะห์ค่าการประหยัดการไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้องก่อน-หลังการปรับปรุงทั้งส่วนเวลากลางวันและกลางคืน และคำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ว่าโครงการนี้คุ้มค่าต่อการลงทุนได้

6.1 สรุปผลการวิจัย

- สรุปผลการใช้งานโปรแกรม Dialux เพื่อคำนวณค่าการใช้แสงประดิษฐ์

พบว่า โปรแกรม Dialux สามารถนำมาใช้เพื่อการคำนวณแสงประดิษฐ์ภายในห้องได้ โดยมีผลค่า % ความส่องสว่างเฉลี่ยประมาณ 0.06 % ซึ่งมีค่าไม่เกิน 1-5% สามารถเป็นแนวทางช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์และนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานได้มากขึ้น

- สรุปผลการทดลองเปรียบเทียบทั้ง 4 รูปแบบที่ได้ทำการศึกษาวิจัย

1. การวัดแสงสว่างในเวลากลางคืน จะมีค่าของการวัดแสงน้อยที่สุด เพราะผู้วิจัยได้ทำการวัดเฉพาะแสงประดิษฐ์ที่เปิดใช้ในช่วงเวลากลางคืน

2. ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์จากโปรแกรม Dialux ค่าแสงสว่างที่ได้จะมากกว่าค่าการวัดแสงสว่างในเวลากลางคืน เพราะค่าการวัดของจริง อาจมีสิ่งรบกวนต่างๆ เช่นฝุ่นละออง ระยะเวลาของการใช้หลอดไฟที่ไม่เท่ากัน มาทำให้ค่าที่ได้น้อยกว่าค่าที่คำนวณมาจากโปรแกรม Dialux

3. ค่าความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในเวลากลางวัน ค่าแสงสวางที่ได้มีค่าที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก มีแสงจากธรรมชาติเข้ามาช่วยในการใช้งานภายในห้อง

4. ค่าความส่องสว่างหลังจากการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง ตัวแผ่นสะท้อนแสงสามารถช่วยช่วยในการรับแสงธรรมชาติเข้ามาในห้องได้มากขึ้นและเป็นตัวช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในห้องลงได้

ส่วนค่าความสว่างหลังการติดตั้งมู่ลี่สะท้อนแสง พบว่าตัวมู่ลี่ ไม่สามารถช่วยในการสะท้อนแสงเข้ามาภายในอาคารที่ได้ศึกษา และยังมีส่วนทำให้ห้องมืดขึ้นอีกด้วย

- สรุปผลการวิเคราะห์ค่าการประหยัดการไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ภายในห้องก่อน-หลังการปรับปรุงทั้งส่วนเวลากลางวันและกลางคืน

สรุปโดยรวมค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางคืน ในแต่ละห้องลดการจำนวนWattของหลอดไฟที่ใช้งานลง ทำให้สามารถSavingการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ลงได้ในทั้งสามห้อง แต่มีในห้องที่ 1 และห้องที่ 3 ที่ยังมีผลการSavingที่ยังไม่มาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการคำนวณค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวันเพื่อเปรียบเทียบ

ในส่วนของค่าการประหยัดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน ผู้ทำการวิจัยได้ลดการจำนวนWattของหลอดไฟที่ใช้งานลงให้น้อยกว่าที่ทำไว้ในเวลากลางคืน และในบางห้องได้ลดการติดตั้งดวงโคมไฟลง ทำให้สามารถSavingการใช้หลอดไฟแสงประดิษฐ์ลงได้มากยิ่งขึ้นและค่าSavingที่คำนวณได้จากห้องที่ศึกษาทั้ง 3 ห้อง ก็มีค่าที่เพิ่มมากขึ้นกว่าช่วงเวลากลางคืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สรุปผลคำนวณค่าความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

จากการคำนวณโดยใช้สูตรจากโปรแกรม Excel สรุปผลได้ว่า

ค่า NPV (Net Present Value) เป็นบวก คือโครงการนี้ให้ผลตอบแทนมากกว่าเงินลงทุนและได้กำไร

ค่า Pay Back (PB) ได้ค่า PB 1.2 ปี คือจะต้องใช้ระยะเวลา 1.2 ปีจึงจะคืนทุน

ค่า IRR (Internal Rate of Control) พบว่าได้ค่า 77.3%

ซึ่งค่า IRR ที่คำนวณได้จะมากกว่าผลตอบแทนขั้นต่ำที่โครงการตั้งไว้ จึงสามารถสรุปจากค่า NPV, PB และค่า IRR ว่าโครงการนี้คุ้มค่าที่จะสามารถลงทุนได้ สามารถได้กำไรและผลตอบแทนมากกว่าเงินลงทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

DIAL GmbH, L. (2011 DIAL GmbH). "DIALux Version 4.9 (The Software Standard for Calculating Lighting Layouts)<Manual49_en.pdf>."

Eric E. Richman (2009). <usace_lightinglevels.pdf>Requirements for Lighting Levels,.

Sweet Home 3D (2013). <Sweet Home 3D _ User's guide.pdf>**:** 14.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งเสริมพลังงาน (พพ.) (2012). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน.

ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์ (2552). "เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง<L-05.pdf>." สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย: 51.

ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ (2552). "การประยุกต์ใช้เทคนิคการใช้แสงธรรมชาติกับอาคาร <TIEA1-24วารสาร TIEA ปีที่ 3 ฉบับ 2.pdf>." วารสารTIEA สมาคมแสงสว่าง **3**(2): 24.

ดำรงค์ บัวย้อม (2537). "การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคารโดยใช้แสงธรรมชาติ <02500.pdf>." เทคนิคการใช้พลังงานไฟฟ้า,: 16.

ตำราอบรม "ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ด้านปฏิบัติ" ด้านไฟฟ้า (2552). "<แนวคิดการอนุรักแสงสว่าง.pdf>." ความรู้พื้นฐานด้านระบบแสงสว่างและ

แนวคิดการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง: 65.

น้ำผึ้ง สายหงษ์ (2007). แนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสื่อผสม (Guidelines for Lighting Design in Multimedia Classroom)<04 Guildelines for Lighting Design.pdf>. คณะสถาปัตยกรรมและผังเมือง. กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต: 17.

ปุณยวีร์ เต็มธนานันท์ (2554). การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติสำหรับอาคารพาณิชย์ประเภทตึกแถว<title-biography.pdf>. คณะสถาปัตยกรรมและผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต: 159.

วุฒิพงศ์ แสนบุดดา (2552). <แนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มปสธภการใช้แสงธรรมชาตินนทบุรี.pdf>. ศิลปกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร. ศิลปกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต: 281.

สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน, ฝ. (2549). การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง (Illumination Measurement)<practice_illumination.pdf>. กรุงเทพมหานคร, กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน: 11.

สุริยปกร งามสรรพสิริ (2551). <EE-51-07.pdf>. วิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. วิศวกกรมศาสตร์มหาบัณฑิต: 102.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ (2014). ศักยภาพการลดการใช้พลังงานจากการใช้แสงธรรมชาติตามกฎกระทรวง (Potential of Energy Saving from Daylight Usage under Ministerial Regulation)<03 Awiroot.pdf>. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง. กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: 16.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

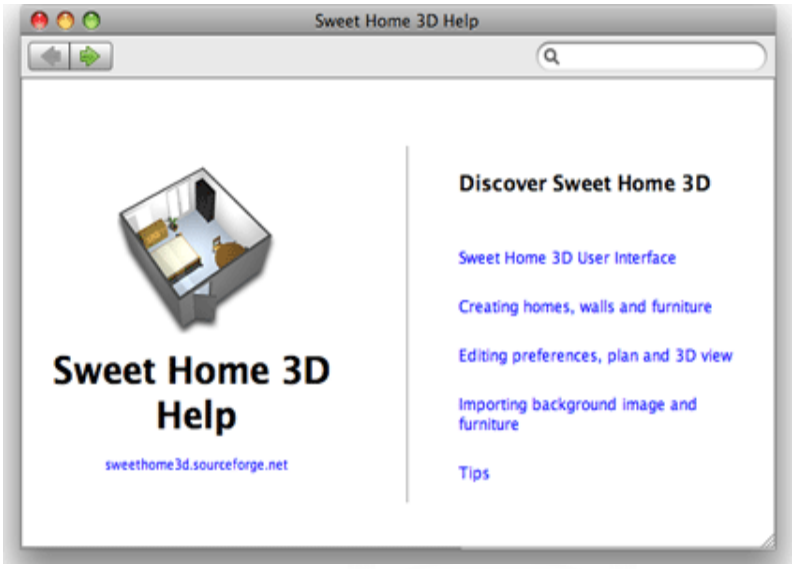
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้โปรแกรม Sweet Home 3D

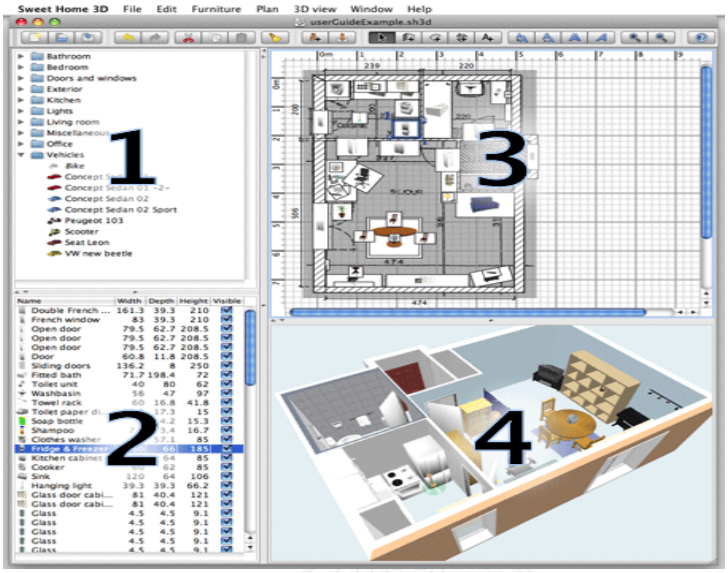
1. โปรแกรม Sweet Home 3D

Sweet Home 3D เป็นโปรแกรมออกแบบภายใน ฟรี ที่ช่วยคุณจัดวางเฟอร์นิเจอร์บนแปลนบ้านแบบ 2 มิติ และสามารถสร้างมุมมองแบบ 3 มิติ



รูป หน้าต่างโปรแกรม Sweet Home 3D

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



1 แค็ตตาล็อกเฟอร์นิเจอร์

แค็ตตาล็อกนี้จัดแบ่งตามหมวดหมู่ ซึ่งมีเฟอร์นิเจอร์และวัตถุต่าง ๆ ซึ่งคุณสามารถใส่ในแบบบ้านของคุณได้ คุณสามารถแสดงเฟอร์นิเจอร์ในแต่ละหมวดหมู่ได้โดยคลิกบนสามเหลี่ยมข้างชื่อของหมวดหมู่นั้น

2 รายการเฟอร์นิเจอร์ในบ้าน

รายการนี้รวมเฟอร์นิเจอร์ของบ้านที่ออกแบบ ซึ่งแสดงชื่อ ขนาดและลักษณะอื่น ๆ และสามารถจัดเรียงโดยการคลิกบนหัวเรื่องของแต่ละแถวตั้ง

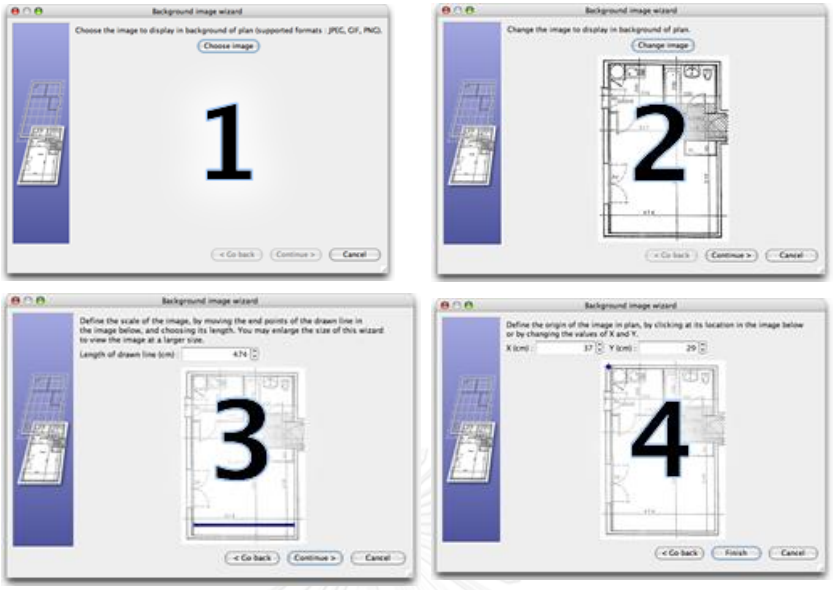
3 แปลนบ้าน

ช่องนี้แสดงแบบบ้านของคุณจากด้านบนบนเส้นแนวและมีไม้บรรทัดล้อมรอบ คุณสามารถวาดผนังบ้านด้วยเมาส์ในช่องนี้และจัดวางเฟอร์นิเจอร์บนแปลนนี้

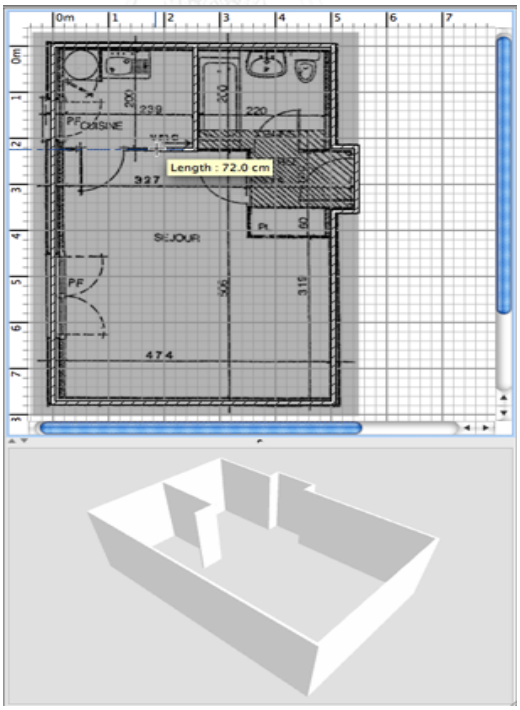
4 มุมมอง 3 มิติ

ช่องนี้แสดงแบบบ้านของคุณใน 3 มิติ คุณสามารถมองเห็นบ้านของคุณจากด้านบนหรือจากมุมมองของผู้มาเยือนได้

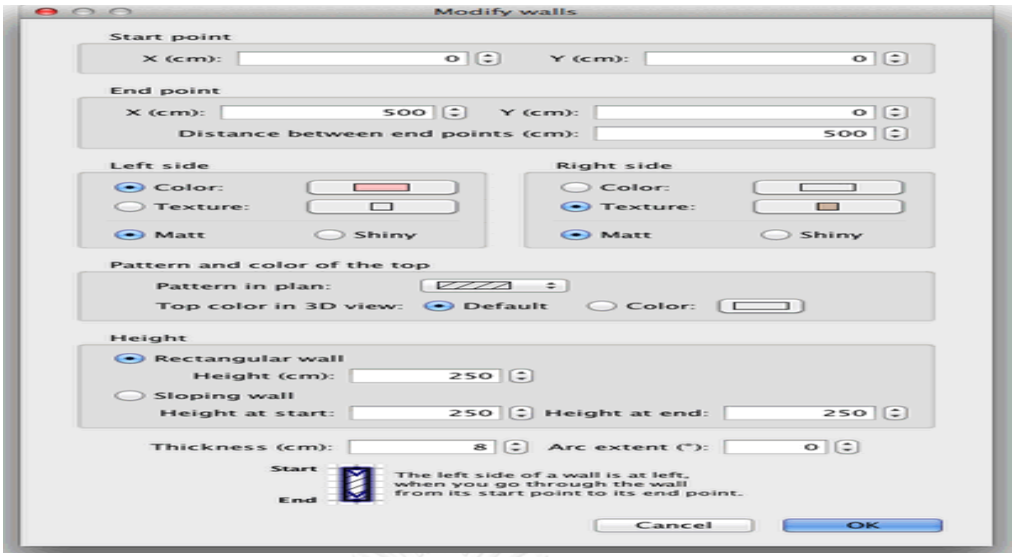
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



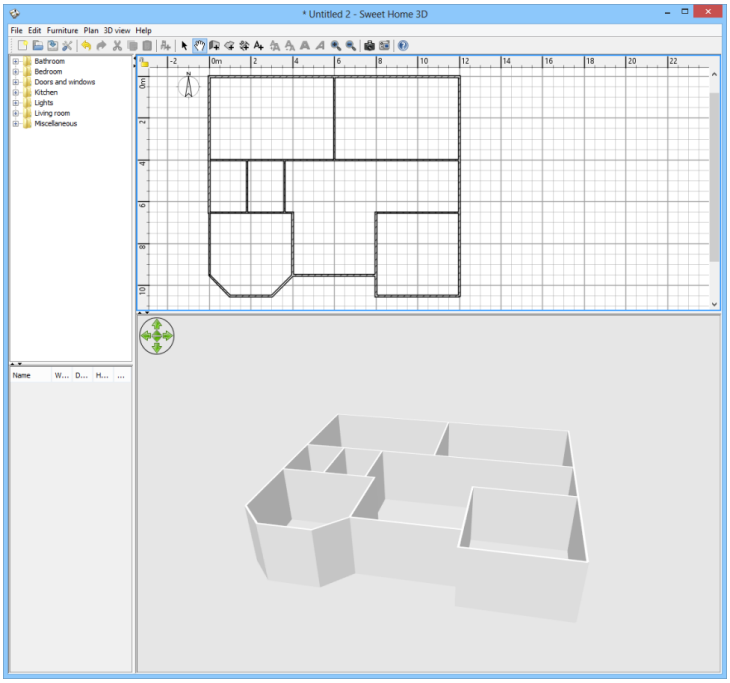
รูป หน้าต่างช่วยการนำเข้าภาพฉากหลัง



รูป การวาดผนัง



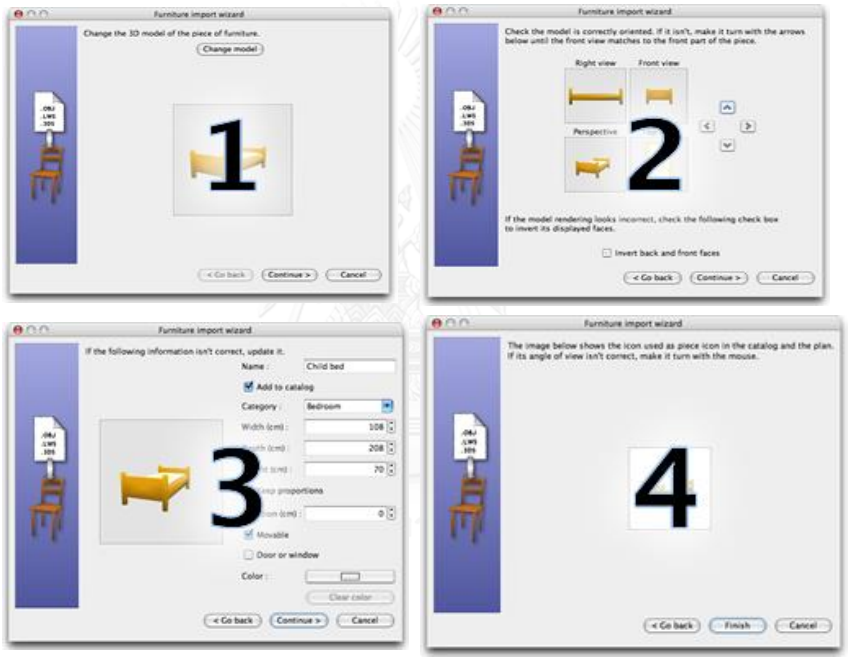
รูปการปรับแต่งค่าต่าง ๆ ของผนัง



รูปการเพิ่มประดู หน้าต่างและเฟอร์นิเจอร์ ในแบบแปลนบ้าน

การนำเข้าโมเดล 3 มิติ (Importing 3D models)

คลิกที่ปุ่ม Import furniture เพื่อเปิดหน้าต่างช่วยเลือกและกำหนดขนาดโมเดล 3 มิติ ดังแสดงในรูปที่ 11 ในระบบ Windows หรือ Mac OS X คุณอาจลากและวางไฟล์โมเดล 3 มิติในหน้าต่างโปรแกรม Sweet Home 3D เพื่อเปิดหน้าต่างช่วยนี้ได้



รูป หน้าต่างช่วยการนำเข้าเฟอร์นิเจอร์

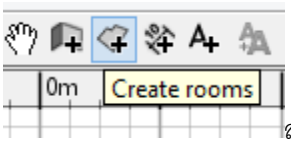
1 คลิกที่ Choose model และเลือกไฟล์โมเดล 3 มิติ ถ้าคุณลากและวางไฟล์โมเดล 3 มิติ ไฟล์นั้นจะถูกเลือกโดยอัตโนมัติ เมื่อโมเดลถูกเลือก คลิกที่ Continue

2 จัดวางโมเดลด้วยปุ่มลูกศรเพื่อให้มุมมองด้านหน้าแสดงด้านหน้าของโมเดล และคลิกที่ Continue

3 เปลี่ยนชื่อ ขนาด ระดับ หรือ สี ของโมเดลที่นำเข้า ตามต้องการ และสามารถกำหนดให้โมเดลนี้เป็นแบบเคลื่อนย้ายได้หรือไม่ หรือเป็นโมเดลประตูหรือหน้าต่าง จากนั้นคลิก Continue

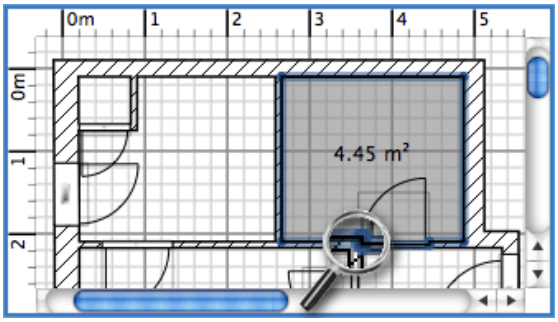
4 หมุนโมเดล 3 มิติด้วยเมาส์เพื่อให้ได้มุมมองที่ดีที่สุดสำหรับเป็น icon แสดงในแค็ตตาล็อกของเฟอร์นิเจอร์ม รายการเฟอร์นิเจอร์ และแบบแปลนบ้าน จากนั้นคลิก Finish

การวาดห้อง ในการวาดห้อง ให้คลิกที่ปุ่ม Create rooms



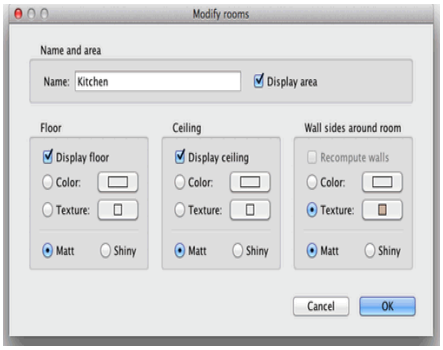
สร้างห้องใหม่ หรือพื้นผิวใหม่ในบ้านโดยหนึ่งในวิธีต่อไปนี้ :

- คลิกที่แต่ละมุมของห้องจากนั้น ดับเบิลคลิกที่จุดสุดท้าย หรือ กดคีย์ Escape หลังจากได้เพิ่มจุดสุดท้าย
- ดับเบิลคลิกภายในพื้นผิว ปิด (เช่น พื้นที่ล้อมโดยผนัง) ดังในรูปที่ 12



รูป การสร้างโดยดับเบิลคลิก
ห้องหนึ่งซึ่งจะรวมครึ่งหนึ่งของธรณีประตู

เมื่อห้องถูกสร้างขึ้น คุณอาจเปลี่ยนแปลงชื่อ สี หรือพื้นผิวของพื้นห้องหรือเพดาน โดยการเลือกเมนู Plan > Modify rooms... ดังแสดงในรูปที่ 13

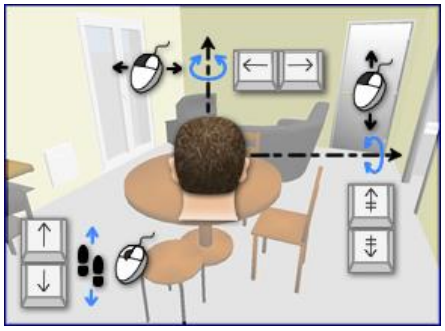


รูป การปรับแต่งค่าต่าง ๆ ของห้อง

การปรับมุมมอง 3 มิติ (Editing 3D view)

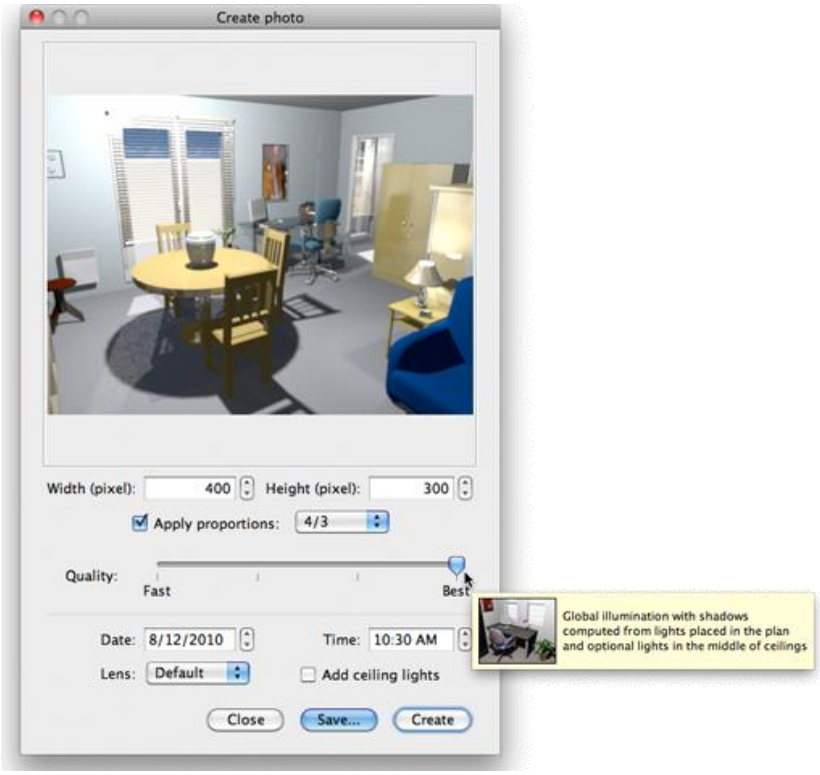
ในทุกขณะระหว่างการวาดแบบบ้าน คุณอาจเปลี่ยนจุดที่ใช้ในมุมมองแบบ 3 มิติ มีการมอง 2 รูปแบบ ค่าเริ่มต้นที่อาจถูกตั้งด้วยเมนู 3D view > Aerial view และอีกรูปแบบหนึ่งที่ถูกตั้งด้วยเมนู 3D view > Virtual visit ในทั้งสองรูปแบบคุณอาจใช้เมาส์หรือแป้นพิมพ์ลูกศรในการเปลี่ยนแปลงจุดของมุมมอง ดังแสดงในรูปที่ 14 และ 15

รูป การทำงานของเมาส์และแป้นพิมพ์ในรูปแบบ aerial view



รูป การทำงานของเมาส์และแป้นพิมพ์ในรูปแบบ virtual visit

รูป มุมมองจากทางอากาศ และมุมมองผู้มาเยือนเสมือน



รูปการสร้างภาพถ่าย

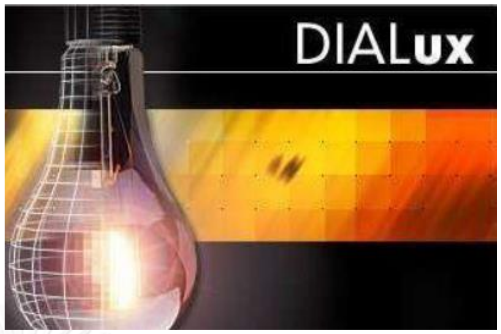
การส่งไฟล์ออกเป็นรูปแบบ OBJ

ถ้าคุณต้องการจะใช้แบบบ้านของคุณในซอฟต์แวร์อื่น ๆ เช่น Blender หรือ Art of Illusion เช่น เพื่อเพิ่มคุณภาพของการให้แสงสี เลือกเมนู 3D view > Export to OBJ format... และ สามารถนำไฟล์ที่สร้างขึ้นเข้าไปใช้ในซอฟต์แวร์เหล่านั้นได้ เมนูคำสั่งนี้จะเขียนข้อมูลลงในไฟล์ OBJ ที่เลือก ประกอบด้วยวัตถุทั้งหมดที่แสดงในมุมมอง 3 มิติ และจะสร้างไฟล์แบบ MTL ซึ่งมีข้อมูลเกี่ยวกับสีของวัตถุเหล่านั้น และจะบันทึกภาพของพื้นผิวที่อาจต้องใช้ในแบบบ้านของคุณ รูปที่ 23 แสดงการให้แสงสีในโปรแกรม Blender เมื่อให้แสงบางจุดแก่ภาพนี้

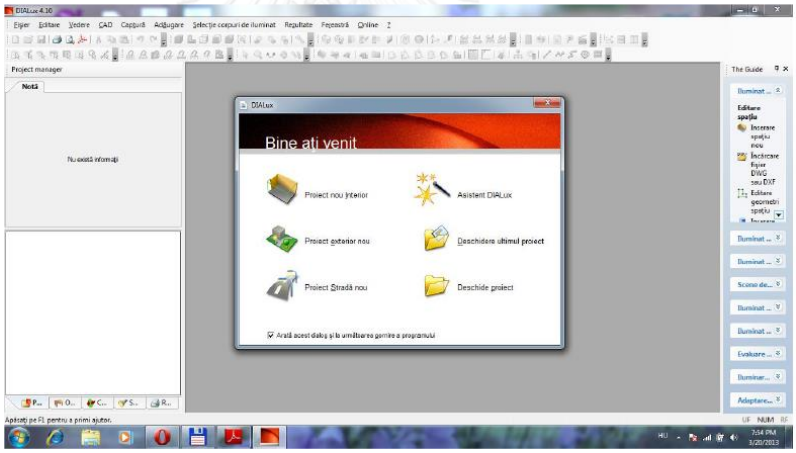
รูป การให้แสงสีของไฟล์แบบบ้านในโปรแกรม Blender

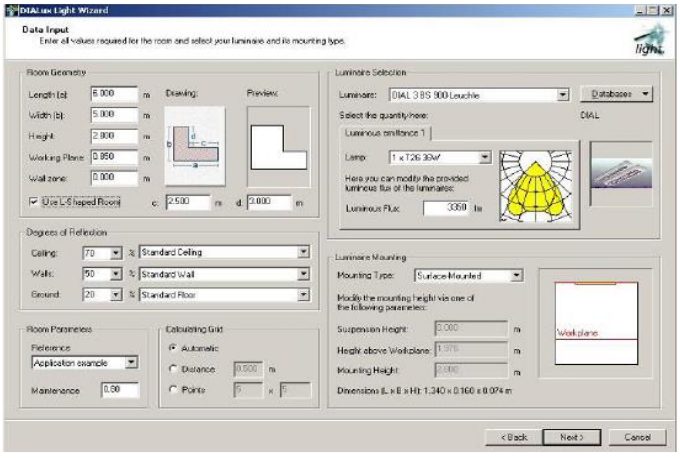
ภาคผนวก ข

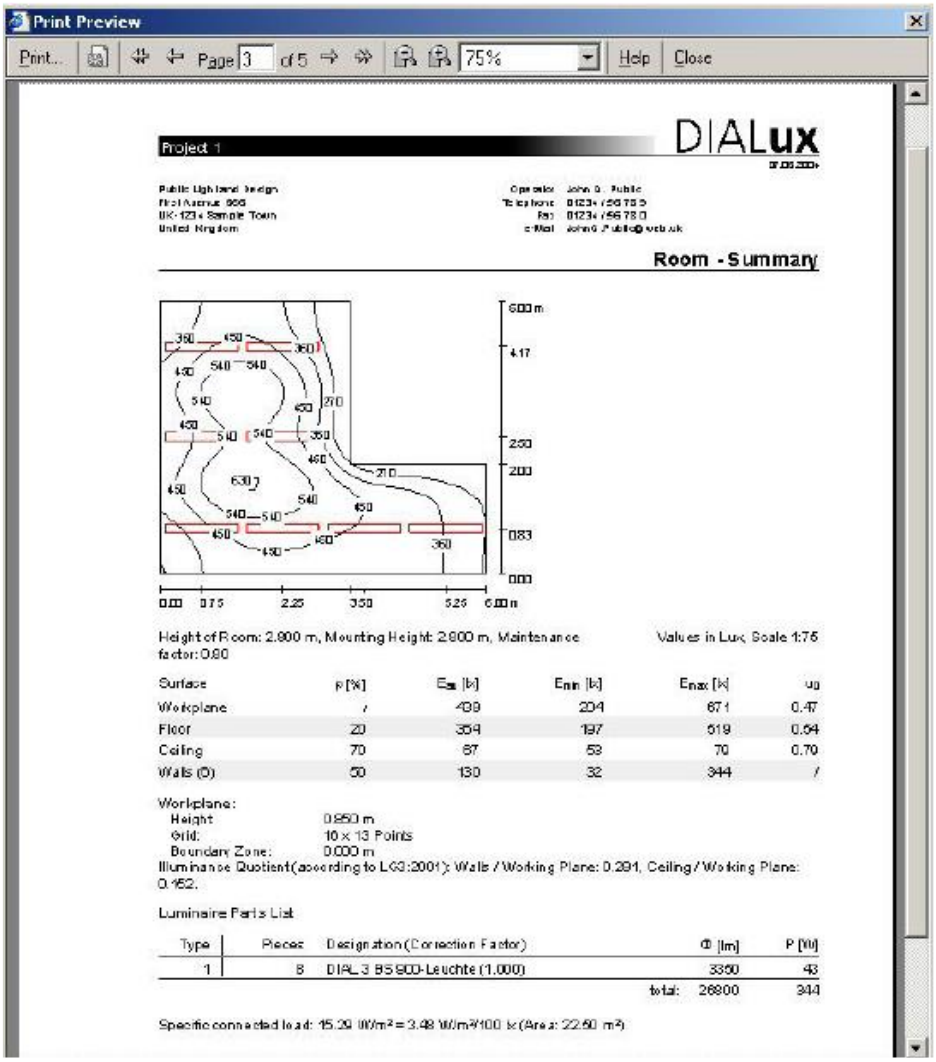
Program Dialux



เป็นโปรแกรมที่ออกแบบและคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีส่วนของPlug-In เป็นข้อมูลของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบ ให้สามารถนำมาใส่ในแบบจำลอง แล้วสามารถแสดงผลของการส่องสว่างจากโคมไฟที่ใช้ได้







การทดลองการประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง

การทดลองประดิษฐ์แผ่นสะท้อนแสง เพื่อช่วยในการสะท้อนแสง และนำแสงสะท้อนเข้ามาภายในห้องในปริมาณมากขึ้น และสามารถช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ลงได้

จากการทดลองนำผลที่สามารถวัดได้ เปรียบเทียบกับ การวัดค่าความส่องสว่างของแสงในห้อง ภายในเดือนที่ได้ทำการประดิษฐ์ตัวแผ่นสะท้อนแสง เพื่อเปรียบเทียบว่า ตัวแผ่นมู่ลี่สะท้อนแสงนั้น สามารถช่วยในการสะท้อนแสง เพื่อนำปริมาณแสงธรรมชาติเข้ามาภายในห้องในปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด

นำค่าการวัดความเข้มของแสงช่วงเดือนมกราคมปี 2015

<u>วัดค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด</u>

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
จุดที่1	269	314	45	0.167%
จุดที่2	241	275	34	0.141%
จุดที่3	229	254	25	0.109%
จุดที่4	226	249	23	0.101%
จุดที่5	238	258	20	0.084%
จุดที่6	176	199	23	0.130%

ห้องที่ 1 ห้องนอน ช่วงเวลาที่สุ่มทำการวัดคือ 12.00 นาฬิกา

ขนาดของห้อง 1 ห้องนอน สูง 2.4 m กว้าง 5 m ยาว 3.24 m

ตาราง A 10แสดงค่าความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆ 6 จุดในห้องก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง ห้อง1

ห้องที่ 2 ห้องรับแขก ช่วงเวลาที่สุ่มทำการวัดคือ 12.00 นาฬิกา

ขนาดของห้อง 2 ห้องรับแขก สูง 2.4 m กว้าง 4.75 m ยาว 9 m

ตาราง A11 แสดงค่าความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆทั้งหมด 6 จุดภายในห้องก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง ห้องที่ 2

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
จุดที่1	350	395	45	0.128%
จุดที่2	286	324	38	0.132%
จุดที่3	291	319	28	0.096%
จุดที่4	273	293	20	0.073%
จุดที่5	224	248	24	0. 107%
จุดที่6	213	231	18	0.084%

ห้องที่ 3 ห้องทำงาน ช่วงเวลาที่สุ่มทำการวัดคือ 12.00 นาฬิกา

ขนาดของห้อง 3 ห้องนอน สูง 2.45 m กว้าง 3.80 m ยาว 8.3 m

ตาราง A 12แสดงค่าความส่องสว่าง ณ จุดต่างๆทั้งหมด 6 จุดภายในห้องก่อนและหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง ห้องที่ 3

	ค่าความส่องสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆ ทั้ง 6 จุด	ค่าความสว่างในห้อง ณ จุดต่างๆหลังการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง	ผลต่างของค่าความส่องสว่าง	
			Lux	%
จุดที่1	286	322	36	0.125%
จุดที่2	248	285	37	0.149%
จุดที่3	235	254	19	0.081%
จุดที่4	224	247	23	0.102%
จุดที่5	208	215	7	0.033%
จุดที่6	175	192	17	0.097%

Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวงศธร คณูวัฒนา เกิดวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ.2531 สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่โรงเรียนทวีธาภิเศก และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2553 และได้เข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตร สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University