



แนวทางการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยที่มีผู้สูงอายุ
เพื่อคุณภาพแสงสว่างและประสิทธิภาพพลังงาน

โดย

นางสาวจิราภรณ์ หอมหวล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

แนวทางการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยที่มีผู้สูงอายุ
เพื่อคุณภาพแสงสว่างและประสิทธิภาพพลังงาน

โดย

นางสาวจิราภรณ์ หอมหวล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



LIGHTING DESIGN GUIDELINE OF HOME ENVIRONMENT WITH
AGING USERS FOR LIGHTING QUALITY AND
ENERGY PERFORMANCE

BY

MISS JIRAPORN HOMHUAL



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ARCHITECTURE
ARCHITECTURE
FACULTY OF ARCHITECTURE AND PLANNING
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวจิราภรณ์ หอมทวล

เรื่อง

แนวทางการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยที่มีผู้สูงอายุ
เพื่อคุณภาพแสงสว่างและประสิทธิภาพพลังงาน

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2559

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อาจารย์ ดร. นวลวรรณ ทวยเจริญ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมลมาศ วรรณคณาพล)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ อวิรุทธิ์ ศรีสุธาพรณ)

คณบดี

(รองศาสตราจารย์ เณิมวัฒน์ ต้นตสวัสดิ์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยที่มี
ชื่อผู้เขียน	ผู้สูงอายุ เพื่อคุณภาพแสงสว่างและประสิทธิภาพพลังงาน
ชื่อปริญญา	นางสาวจิราภรณ์ หอมหวล
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมลมาศ วรรณคณาพล
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้แนวทางการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยที่มีผู้สูงอายุเพื่อคุณภาพแสงสว่างและประสิทธิภาพพลังงาน ขอบเขตการศึกษาได้แก่ การศึกษาระนาบใช้งานทั้งแนวนอนและแนวตั้งในพื้นที่ใช้งานขนาดมาตรฐาน ดังต่อไปนี้ 1) ห้องนั่งเล่น 2) ห้องรับประทานอาหาร 3) ห้องครัว 4) ห้องน้ำ และ 5) ห้องนอน โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพแสง AGI32 เพื่อดูผลคุณภาพแสงสว่างในด้านค่าความส่องสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง และอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของพื้นผิวที่ใช้งาน ผลการศึกษาของงานวิจัยแสดงให้เห็นรูปแบบแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไปที่มีปริมาณความสว่าง มีความสม่ำเสมอของแสง และมีอัตราส่วนความเปรียบต่างเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) และเป็นรูปแบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในพื้นที่ห้องนั่งเล่นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ รูปแบบการจัดผังแบบตาราง (Grid Layout) ด้วยหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร ห้องครัว ห้องน้ำ และห้องนอน รูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ รูปแบบการจัดผังแบบกึ่งกลาง (Centered Layout) ด้วยหลอดแบบเส้น

คำสำคัญ: ออกแบบแสงสว่าง, บ้านพักอาศัย, ผู้สูงอายุ, คุณภาพแสงสว่าง, ประสิทธิภาพพลังงาน

Thesis Title	LIGHTING DESIGN GUIDELINE OF HOME ENVIRONMENT WITH AGING USERS FOR LIGHTING QUALITY AND ENERGY PERFORMANCE
Author	Miss Jiraporn Homhual
Degree	Master of Architecture
Major Field/Faculty/University	Architecture Architecture and Planning Thammasat University
Thesis Advisor	Assistant Professor Pimonmart Wankanapon, Ph.D.
Academic Years	2015

ABSTRACT

This research studies the use of lighting design guideline in home environment with aging users for lighting quality and energy performance. The scope of this research covers the working plane, both of horizontal and vertical in the following standard-size areas; 1)Living room, 2)dining room, 3)Kitchen, 4)Bathroom and 5)Bedroom. The lighting simulation program AGI32 are used to calculate appropriate illuminance level including illuminance uniformity and luminance ratio in order to analyze lighting quality. The results of research shows that the most appropriate design for aging users (age 60 years or older) provide illuminance level, illuminance uniformity and luminance ratio according to the standard of Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). In Living room should be point source with grid layout. In Dining room, Kitchen, Bathroom and Bed room should be linear source with centered layout.

Keywords: Lighting Design, Home Environment, Aging Users, Lighting Quality, Energy Performance

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งอาจไม่สามารถนำมากล่าวได้หมด ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมลมาศ วรรณคณาพล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำและความรู้ โดยตลอดงานวิจัยจนสำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ อาจารย์ผู้ให้ความรู้เรื่องแสงสว่างและการออกแบบ และคำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.นवलวรรณ ทวยเจริญ ประธานกรรมการสอบ ผู้ให้คำแนะนำเรื่องแสงสว่าง และผู้สูงอายุ ในการดำเนินการวิจัย

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ผู้สอนในกลุ่มวิชาเทคโนโลยีอาคาร และอาจารย์ท่านอื่นๆ ในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผู้ซึ่งมอบความรู้และคำแนะนำที่ดีมาตลอดการศึกษา

ขอขอบพระคุณ พี่มณฑิชา พี่ปัญญาทิพย์ พี่ณัฐพร และพี่โสภา ที่คอยช่วยเหลือเป็นธุระและประสานงาน ในส่วนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณ กิตติคุณ ยกทรัพย์ เพื่อนผู้ซึ่งคอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2559 ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ตามสัญญาเลขที่ ทน 16/2559

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อกฤตติภูมิ คุณแม่ดวงพร และครอบครัวหอมหวล ที่สนับสนุน ผลักดัน และเป็นกำลังใจในการดำเนินชีวิตเสมอมา รวมทั้งขอขอบคุณผู้ให้ความช่วยเหลือที่เกี่ยวข้องทุกท่านมา ณ ที่นี้

นางสาวจิราภรณ์ หอมหวล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 ประเด็นปัญหาของการวิจัย	5
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.7 นิยามศัพท์	8
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับผู้สูงอายุ	12

2.1.1	นิยามของผู้สูงอายุ และสถานการณ์ผู้สูงอายุ	12
2.1.2	การจำแนกกลุ่มผู้สูงอายุ	12
2.1.3	ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายของผู้สูงอายุ	13
2.1.4	การมองเห็นของผู้สูงอายุ	14
2.2	แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแสงสว่างในบ้านพักอาศัย	14
2.2.1	แนวทางการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัย	14
2.2.2	แหล่งกำเนิดแสงในบ้านพักอาศัย	16
2.3	แนวความคิดและทฤษฎีเรื่องการออกแบบแสงสว่างสำหรับผู้สูงอายุ	21
2.3.1	ทิศทางการให้ความส่องสว่าง	21
2.3.2	แนวทางการออกแบบแสงสว่างในแต่ละพื้นที่	23
2.4	แนวความคิดและทฤษฎีเรื่องการส่องสว่าง	25
2.4.1	แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับปริมาณความส่องสว่าง	25
2.4.2	แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพของการส่องสว่าง	28
2.5	แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง	30
2.6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่ 3 วิธีการวิจัย		36
3.1	การศึกษาเบื้องต้น	36
3.2	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย	37
3.3	เกณฑ์ในการประเมิน	38
3.4	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	42
3.5	ขั้นตอนการศึกษา	44
3.6	การสรุปและประเมินผล	52
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล พื้นที่ห้องนั่งเล่น		53
4.1	การประเมินผลการศึกษาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน	53
4.2	การประเมินผลการปรับปรุงรูปแบบการจัดผัง	57
4.3	การประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง	64

4.4 การประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน	66
บทที่ 5 ผลการวิจัยและอภิปรายผล พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	68
5.1 การประเมินผลการศึกษาศาสนภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน	68
5.2 การประเมินผลการปรับปรุงรูปแบบการจัดผัง	72
5.3 การประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง	82
5.4 การประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน	84
บทที่ 6 ผลการวิจัยและอภิปรายผล พื้นที่ห้องครัว	86
6.1 การประเมินผลการศึกษาศาสนภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน	86
6.2 การประเมินผลการปรับปรุงรูปแบบการจัดผัง	90
6.3 การประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง	98
6.4 การประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน	99
บทที่ 7 ผลการวิจัยและอภิปรายผล พื้นที่ห้องน้ำ	102
7.1 การประเมินผลการศึกษาศาสนภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน	102
7.2 การประเมินผลการปรับปรุงรูปแบบการจัดผัง	108
7.3 การประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง	116
7.4 การประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน	118
บทที่ 8 ผลการวิจัยและอภิปรายผล พื้นที่ห้องนอนเล็ก	120
8.1 การประเมินผลการศึกษาศาสนภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน	120
8.2 การประเมินผลการปรับปรุงรูปแบบการจัดผัง	124
8.3 การประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง	133
8.4 การประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน	135

บทที่ 9 ผลการวิจัยและอภิปรายผล พื้นที่ห้องนอนใหญ่	137
9.1 การประเมินผลการศึกษาศาภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน	137
9.2 การประเมินผลการปรับปรุงรูปแบบการจัดผัง	141
9.3 การประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง	150
9.4 การประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน	152
บทที่ 10 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	154
10.1 สรุปผลการวิจัยปัญหาด้านแสงสว่างในด้านความเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ	154
10.2 สรุปผลการวิจัยการปรับปรุงแสงสว่าง	154
10.3 การนำไปประยุกต์ใช้	156
10.4 ข้อเสนอแนะ	163
รายการอ้างอิง	164
ประวัติผู้เขียน	167

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงเปรียบเทียบ ข้อดี-ข้อเสีย ของการติดตั้งแหล่งกำเนิดแบบต่างๆ	22
2.2 ความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES (เฉพาะพื้นที่การใช้งานหลักภายในบ้าน)	26
2.3 ความส่องสว่างตาม ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544	27
2.4 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน	29
3.1 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ต้องการของห้องนั่งเล่น และรับประทานอาหาร	38
3.2 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ต้องการของห้องครัว	39
3.3 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ต้องการของห้องน้ำ	40
3.4 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ต้องการของห้องนอน	40
3.5 ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแต่ละพื้นที่การใช้งาน	41
3.6 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน	42
3.7 ตารางแสดงปริมาณแสงที่ให้แปรผันตามจำนวนวัตต์ของหลอด Circular Tube	48
3.8 ตารางแสดงปริมาณแสงที่ให้แปรผันตามจำนวนวัตต์หลอด Compact Fluorescent	49
3.9 ตารางแสดงกรณีที่ใช้ศึกษาการจัดรูปแบบผสม	49
4.1 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง	54
4.2 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง	56
4.3 ตารางแสดงผลที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องนั่งเล่น	58
4.4 ตารางแสดงผลที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องนั่งเล่น	60
4.5 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องนั่งเล่น	61
4.6 ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ในพื้นที่ห้องนั่งเล่น	64
4.7 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่น	65
4.8 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบผสมพื้นที่ห้องนั่งเล่น	66
4.9 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่างของผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่น	66

4.10 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่าง ของผังแบบผสม พื้นที่ห้องนั่งเล่น	67
5.1 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง	69
5.2 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง	71
5.3 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid หลังการปรับเปลี่ยน จำนวนวัตต์พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	73
5.4 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลังการ ปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	75
5.5 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	77
5.6 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	80
5.7 ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงที่ผ่านเกณฑ์ในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	82
5.8 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ห้องรับประทานอาหาร	83
5.9 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ห้องรับประทานอาหาร	84
5.10 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่างห้องรับประทานอาหาร	84
6.1 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid ห้องครัวก่อนปรับปรุง	87
6.2 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center ห้องครัวก่อน ปรับปรุง	89
6.3 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid หลังการปรับเปลี่ยน จำนวนวัตต์พื้นที่ห้องครัว	90
6.4 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลังการ ปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์พื้นที่ห้องครัว	92
6.5 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องครัว	94
6.6 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องครัว	96
6.7 ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ในพื้นที่ห้องครัว	98
6.8 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear	99
6.9 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear	99

6.10	ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่างของผังแบบผสมห้องครัว	100
6.11	ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่างผังแบบ Linear ห้องครัว	100
7.1	ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลอด Compact Fluorescent พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตรก่อนการปรับปรุง	103
7.2	ตารางแสดงผลที่วัดได้จากผังรูปแบบ Center หลอด Compact Fluorescent พื้นที่ห้องน้ำ ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร ระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตรก่อนการปรับปรุง	104
7.3	ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลอด Circular Tube พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร ระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตรก่อนการปรับปรุง	106
7.4	ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลอด Circular Tube พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร ระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตรก่อนการปรับปรุง	107
7.5	ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร หลังการปรับปรุง	109
7.6	ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร หลังการปรับปรุง	109
7.7	ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร	111
7.8	ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร	112
7.9	ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร	113
7.10	ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร	114
7.11	ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร	116
7.12	ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร	116

7.13 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำ	117
7.14 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำ	118
7.15 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่าง พื้นที่ห้องน้ำ	118
8.1 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Grid พื้นที่ห้องนอน ก่อนการปรับปรุง	121
8.2 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Center พื้นที่ห้องนอนก่อนการปรับปรุง	123
8.3 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Grid หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องนอน	125
8.4 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Center หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องนอนเล็ก	127
8.5 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องนอนเล็ก	128
8.6 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Linear พื้นที่ห้องนอนเล็ก	131
8.7 ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ พื้นที่ห้องนอนเล็ก	133
8.8 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนเล็ก	134
8.9 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนเล็ก	135
8.10 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่าง	135
9.1 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนใหญ่ ก่อนการปรับปรุง	138
9.2 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Center พื้นที่ห้องนอนใหญ่ ก่อนการปรับปรุง	140
9.3 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนใหญ่ หลังการปรับปรุง	142
9.4 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Center พื้นที่ห้องนอนใหญ่ หลังการปรับปรุง	144
9.5 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องนอนใหญ่	145
9.6 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนใหญ่	147

- 9.7 ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนใหญ่ 149
- 9.8 ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสง พื้นที่ห้องนอนใหญ่ 151
- 9.9 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนใหญ่ 151
- 9.10 ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนใหญ่ 152
- 9.11 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่าง พื้นที่ห้องนอนใหญ่ 153



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	2
1.2	2
1.3	3
1.4	4
1.5	8
1.6	9
1.7	9
1.8	10
2.1	13
2.2	16
2.3	17
2.4	18
2.5	18
2.6	18
2.7	19
2.8	20
2.9	20
2.10	20
2.11	20
2.12	22
2.13	29
2.14	30
2.15	31
2.16	32
2.17	32
3.1	37
3.2	43

3.3	การสร้างแบบจำลองในโปรแกรมAGI32	43
3.4	รูปแบบบ้านมาตรฐานที่พบได้ทั่วไปของกลุ่มบ้านราคา 3-5 ล้านบาท	44
3.5	ระนาบการวัดของห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องน้ำ ห้องนอน	46
3.6	การจัดผังแบบ Center โดยใช้โคมแบบกลมชนิดติดเพดาน	47
3.7	แผนภูมิการกระจายแสงของดวงโคม, หลอด Fluorescent Circular Tube	47
3.8	การจัดผังแบบ Grid โดยใช้โคมแบบ Downlight ชนิดฝังฝ้า	48
3.9	แผนภูมิการกระจายแสงของดวงโคม หลอด Compact Fluorescent	48
3.10	การจัดผังแบบผสม	49
3.11	การจัดผังแบบ Linear โดยใช้โคมแบบ Linear	50
3.12	แผนภูมิการกระจายแสงของดวงโคม, หลอด Linear Fluorescent	51
3.13	แนวทางการปรับปรุงแสงสว่างให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน IES	51
4.1	การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องนั่งเล่นที่พบได้ทั่วไป	53
4.2	การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องนั่งเล่นที่พบได้ทั่วไป	53
4.3	การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง	54
4.4	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง	55
4.5	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้ง พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง	55
4.6	การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง	56
4.7	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบนอนพื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง	56
4.8	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง	57
4.9	การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่นหลังการปรับปรุง	58
4.10	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องนั่งเล่นหลังการปรับปรุง	59
4.11	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องนั่งเล่นหลังการปรับปรุง	59
4.12	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w	59
4.13	การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนั่งเล่นหลังการปรับปรุง	60

4.14 การจัดผังแบบผสมภายในพื้นที่ห้องนั่งเล่น	61
4.15 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสมในระนาบนอนพื้นที่ห้องนั่งเล่น	62
4.16 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนั่งเล่น	63
4.17 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบผสมกรณี DL18W+Cir40W พื้นที่ห้องนั่งเล่น	63
4.18 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่น	65
4.19 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบผสม พื้นที่ห้องนั่งเล่น	65
5.1 การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องรับประทานอาหารที่พบได้ทั่วไป	68
5.2 การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องรับประทานอาหารที่พบได้ทั่วไป	68
5.3 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง	69
5.4 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง	70
5.5 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้ง พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง	70
5.6 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง	71
5.7 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบนอน พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง	71
5.8 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง	72
5.9 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง	73
5.10 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง	74
5.11 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง	74
5.12 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง	75
5.13 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง	76
5.14 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง	76

5.15 การจัดผังแบบผสมภายในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	77
5.16 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระนาบนอนห้องรับประทานอาหาร	78
5.17 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระนาบตั้งห้องรับประทานอาหาร	79
5.18 การจัดผังแบบ Linear ห้องรับประทานอาหาร รูปแบบที่ 1 (ซ้าย) รูปแบบที่ 2 (ขวา)	79
5.19 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบนอนในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	80
5.20 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบตั้งในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	80
5.21 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	81
5.22 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบนอนในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	81
5.23 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบตั้งในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	81
5.24 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร	82
5.25 ตำแหน่งพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1	83
5.26 ตำแหน่งพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2	83
6.1 การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องครัวที่พบได้ทั่วไป	86
6.2 การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องครัวที่พบได้ทั่วไป	86
6.3 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง	87
6.4 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง	88
6.5 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง	88
6.6 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง	88
6.7 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบนอนพื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง	89
6.8 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง	89

6.9	การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง	90
6.10	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง	91
6.11	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง	91
6.12	การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง	92
6.13	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w พื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุงในระนาบแนวนอน	93
6.14	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง	93
6.15	การจัดผังแบบผสมภายในพื้นที่ห้องครัว	93
6.16	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบผสมในระนาบนอนพื้นที่ห้องครัว	95
6.17	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบผสมในระนาบตั้งพื้นที่ห้องครัว	95
6.18	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม พื้นที่ห้องครัว	95
6.19	การจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องครัว	96
6.20	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear ในระนาบนอนพื้นที่ห้องครัว	96
6.21	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องครัว	97
6.22	แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องครัว	97
6.23	ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบผสม พื้นที่ห้องครัว	98
6.24	ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องครัว	99
7.1	การจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Compact Fluorescents พื้นที่ห้องน้ำ ที่พบได้ทั่วไป	102
7.2	การจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Fluorescent Circular Tube ในพื้นที่ห้องน้ำ ที่พบได้ทั่วไป	102
7.3	การจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Compact Fluorescent	103
7.4	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ระบายแนวนอน อ้างอิง 0.00 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง	104

7.5	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้ง อ้างอิง 1.20 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง	104
7.6	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ระนาบแนวนอน อ้างอิง 0.70 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง	105
7.7	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้ง อ้างอิง 0.90 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง	105
7.8	การจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Fluorescent Circular Tube ในพื้นที่ห้องน้ำ	105
7.9	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ระนาบแนวนอน อ้างอิง 0.00 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง	106
7.10	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอด 32 w ในระนาบแนวตั้ง อ้างอิง 1.20 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง	106
7.11	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ระนาบแนวนอน อ้างอิง 0.70 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง	107
7.12	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอด 32 w ในระนาบแนวตั้ง อ้างอิง 0.90 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง	107
7.13	การจัดผังแบบ Center หลอด Compact Fluorescent ภายในห้องน้ำ หลังการปรับปรุง	108
7.14	การจัดผังแบบ Center หลอด Fluorescent Circular Tube ภายในห้องน้ำ หลังการปรับปรุง	108
7.15	การจัดผังแบบ Linear ภายในห้องน้ำ รูปแบบที่ 1 (ซ้าย) รูปแบบที่ 2 (ขวา)	110
7.16	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบแนวนอน อ้างอิง 0.00 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ	111
7.17	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบแนวตั้ง อ้างอิง 1.20 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ	111
7.18	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบแนวนอน อ้างอิง 0.70 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ	112
7.19	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบแนวตั้ง อ้างอิง 0.90 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ	112
7.20	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำ	113

7.21	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบแนวนอน อ้างอิง 0.00 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ	113
7.22	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบแนวตั้ง อ้างอิง 1.20 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ	114
7.23	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบแนวนอน อ้างอิง 0.70 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ	114
7.24	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบแนวตั้ง อ้างอิง 0.90 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ	115
7.25	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำ	115
7.26	ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำ	117
7.27	ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำ	117
8.1	การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องนอนเล็กที่พบได้ทั่วไป	120
8.2	การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องนอนเล็กที่พบได้ทั่วไป	120
8.3	การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง	121
8.4	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง	122
8.5	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบแนวตั้ง พื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง	122
8.6	การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง	123
8.7	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ระนาบนอน พื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง	123
8.8	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง	124
8.9	การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง	125
8.10	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง	125
8.11	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้ง พื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง	126

8.12	การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง	126
8.13	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ระบายนอน พื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง	127
8.14	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง	127
8.15	การจัดผังแบบผสม ภายในห้องนอนเล็ก	128
8.16	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบผสมในระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนเล็ก	129
8.17	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนเล็ก	130
8.18	การจัดผังแบบ Linear ภายในห้องนอนเล็ก รูปแบบที่ 1 (ซ้าย) รูปแบบที่ 2 (ขวา)	130
8.19	แสดงปริมาณความส่องสว่างผัง Linear แบบที่ 1 ในระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนเล็ก	131
8.20	แสดงปริมาณความส่องสว่างผัง Linear แบบที่ 1 ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องนอนเล็ก	131
8.21	แสดงปริมาณความส่องสว่างผัง Linear แบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนเล็ก	132
8.22	แสดงปริมาณความส่องสว่างผัง Linear แบบที่ 2 ในระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนเล็ก	132
8.23	แสดงปริมาณความส่องสว่างผัง Linear แบบที่ 2 ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนเล็ก	132
8.24	แสดงปริมาณความส่องสว่างผัง Linear แบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนเล็ก	133
8.25	ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผัง Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนเล็ก	134
8.26	ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผัง Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนเล็ก	134
9.1	การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องนอนใหญ่ที่พบได้ทั่วไป	137
9.2	การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องนอนใหญ่ที่พบได้ทั่วไป	137
9.3	การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง	138
9.4	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง	139
9.5	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบแนวตั้ง พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง	139
9.6	การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง	140
9.7	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ระบายนอน พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง	140

9.8	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง	141
9.9	การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง	142
9.10	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องนั่งนอนใหญ่หลังการปรับปรุง	142
9.11	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้ง พื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง	143
9.12	การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง	143
9.13	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบนอน พื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง	144
9.14	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง	144
9.15	การจัดผังแบบผสมภายในพื้นที่ห้องนอนใหญ่	145
9.16	แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบผสมในระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนใหญ่	146
9.17	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่	147
9.18	การจัดผังแบบ Linear ภายในห้องนอนใหญ่ รูปแบบที่ 1	147
9.19	แสดงปริมาณความส่องสว่างผังแบบ Linear แบบที่ 1 ระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนใหญ่	148
9.20	แสดงปริมาณความส่องสว่างผังแบบ Linear แบบที่ 1 ระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่	148
9.21	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนใหญ่	148
9.22	การจัดผังแบบ Linear ภายในห้องนอนใหญ่ รูปแบบที่ 2	149
9.23	แสดงปริมาณความส่องสว่างผังแบบ Linear แบบที่ 2 ระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนใหญ่	149
9.24	แสดงปริมาณความส่องสว่างผังแบบ Linear แบบที่ 2 ระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่	150
9.25	แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนใหญ่	150
9.26	ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนใหญ่	151
9.27	ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนใหญ่	152
10.1	แนวทางการประยุกต์ใช้	156
10.2	แนวทางการประยุกต์ใช้ พื้นที่ห้องนั่งเล่น ห้องรับประทานอาหาร และห้องครัว	157

10.3	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอน และห้องน้ำ	158
10.4	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนั่งเล่นผิงแบบ Grid หลอด Compact Fluorescent ขนาด 18 วัตต์	159
10.5	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนั่งเล่นด้วยผิงแบบผสม หลอด Compact Fluorescent ขนาด 18 วัตต์ และหลอด Fluorescent Circular Tube ขนาด 40 W	159
10.6	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร ผิงแบบ Linear รูปแบบที่ 1	159
10.7	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร ผิงแบบ Linear รูปแบบที่ 2	160
10.8	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องครัวด้วยผิงแบบผสม หลอด Compact Fluorescent ขนาด 18 วัตต์ และหลอด Fluorescent Circular Tube ขนาด 40 W	160
10.9	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องครัว ผิงแบบ Linear	160
10.10	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องน้ำ ผิงแบบ Linear รูปแบบที่ 1	161
10.11	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องน้ำ ผิงแบบ Linear รูปแบบที่ 2	161
10.12	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอนเล็ก ผิงแบบ Linear รูปแบบที่ 1	161
10.13	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอนเล็ก ผิงแบบ Linear รูปแบบที่ 2	162
10.14	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอนใหญ่ ผิงแบบ Linear รูปแบบที่ 1	162
10.15	แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอนใหญ่ ผิงแบบ Linear รูปแบบที่ 2	162

บทที่ 1

บทนำ

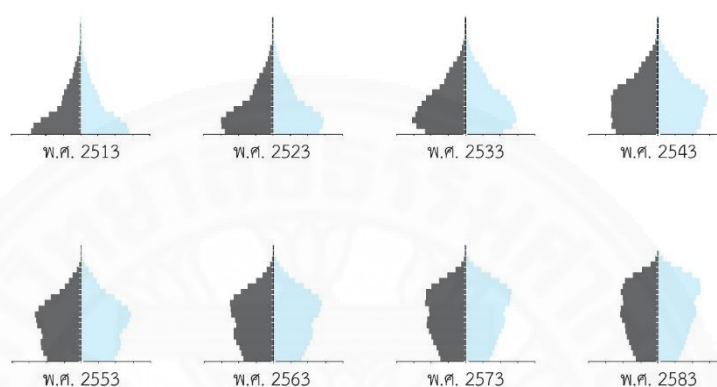
1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากตัวอย่างสถิติจำนวนหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าแยกตามประเภทผู้ใช้ของการไฟฟ้านครหลวงพบว่า บ้านพักอาศัยเป็นกลุ่มที่มีการบริโภคไฟฟ้าอยู่ถึงร้อยละ 25 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดและมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หากพิจารณาไปที่สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านพักอาศัยจะพบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างมีส่วนในการบริโภคพลังงานไฟฟ้าถึง ร้อยละ 15 ของพลังงานที่ถูกใช้ไปภายในบ้านพักอาศัย การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับรูปแบบการใช้ชีวิตของผู้ใช้งานภายในบ้านพักอาศัยทั้งเวลากลางวันและกลางคืน

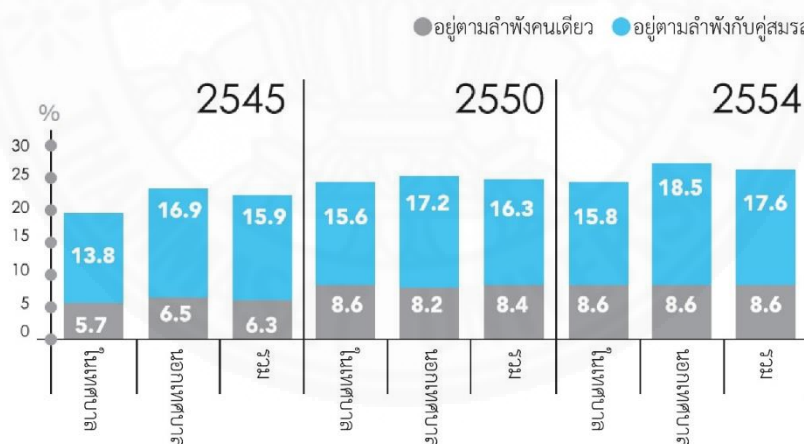
แสงสว่างภายในบ้านพักอาศัยมีความสำคัญในการเป็นปัจจัย ที่ช่วยส่งเสริมการมองเห็น และการทำกิจกรรมและลดการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ได้รับแสงสว่างไม่เพียงพอ ผู้ใช้งานภายในบ้านพักอาศัยที่มีความจำเป็นในเรื่องของแสงสว่างมากที่สุด คือกลุ่มผู้ใช้งานที่เป็นผู้สูงอายุที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและการมองเห็น จากสถิติทางด้านประชากรในปัจจุบันพบว่าผู้สูงอายุเป็นกลุ่มประชากรที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่ว่าจะเป็นประชากรผู้สูงอายุของโลก หรือประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยต่างมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันพบว่าประเทศไทยมีประชากรผู้สูงอายุ ที่มีอายุมากกว่า 60 ปีมากกว่า 10.02 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 14.9 ของประชากรทั้งหมด และมีคาดการณ์ในอนาคตว่าในปีพุทธศักราช 2593 จะมีประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 37.5 หากพิจารณาในส่วนของประเทศไทยจะพบว่าประชากรผู้สูงอายุกำลังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่การเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ โดยมีการคาดการณ์จาก สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ว่าสังคมไทยจะมีประชากรผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ในปีพุทธศักราช 2567 ซึ่งเป็นระยะเวลาเพียง 10 ปี

ในปัจจุบันผู้สูงอายุยังคงอาศัยอยู่กับบุตรถึงร้อยละ 56.7 จากจำนวนผู้สูงอายุภายในประเทศทั้งหมด แต่ในอนาคตมีแนวโน้มที่จะลดจำนวนลงอย่างต่อเนื่อง (จากร้อยละ 72.8 ในปีพุทธศักราช 2537 เป็นร้อยละ 56.7 ในปีพุทธศักราช 2554) ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของจำนวนผู้สูงอายุที่อยู่ตามลำพังกับคู่สมรส (จากร้อยละ 11.6 ในปีพุทธศักราช 2537 เป็นร้อยละ 17.6 ในปีพุทธศักราช 2554) และผู้สูงอายุที่อยู่เพียงลำพังคนเดียว (จากร้อยละ 3.6 ในปีพุทธศักราช 2537

เป็นร้อยละ 8.6 ในปีพุทธศักราช 2554) จากสถิติความต้องการผู้ดูแลปรนนิบัติในการทำกิจวัตรประจำวัน พบว่าผู้สูงอายุกว่าร้อยละ 91.6 ไม่มีความต้องการผู้ดูแลปรนนิบัติในการทำกิจวัตรประจำวัน และร้อยละ 88.9 พบว่าเป็นผู้ที่ไม่มีความต้องการดูแลตนเอง จากสถิติข้างต้นอาจกล่าวได้ว่าผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะอยู่อาศัยเพียงคนเดียวมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการดูแลตนเอง และความปลอดภัยในที่พักอาศัยจึงมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของผู้สูงอายุ



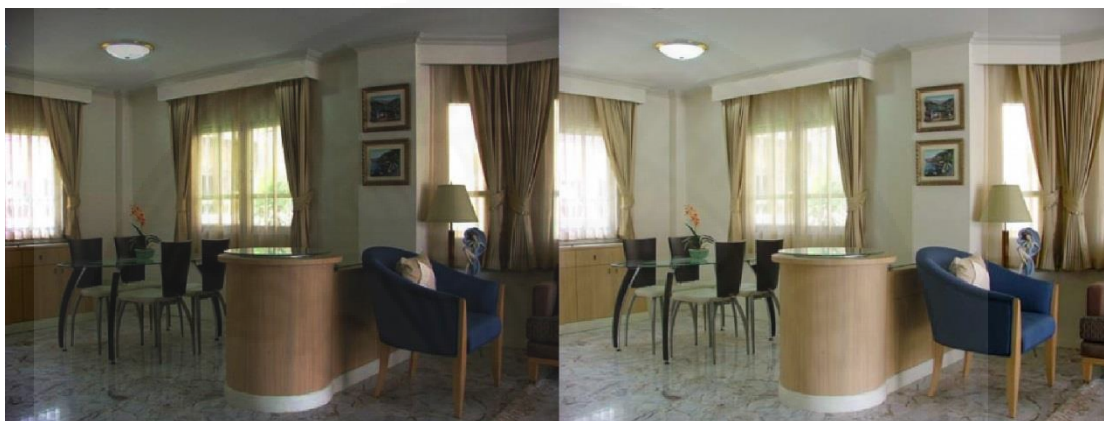
ภาพที่ 1.1 พีระมิดประชากรไทยเปลี่ยนรูปไป. จาก รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย, 2556.



ภาพที่ 1.2 อัตราส่วนร้อยละของผู้มีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่อยู่ตามลำพังคนเดียวหรืออยู่ตามลำพังกับคู่สมรสเท่านั้น จำแนกตามเขตการปกครอง พ.ศ. 2545, 2550 และ 2554. จาก รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย, 2556.

งานออกแบบลักษณะกายภาพ และสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้สูงอายุมีความสำคัญกับการดำรงชีวิตของผู้สูงอายุ เนื่องจากปัจจุบันพบว่าผู้สูงอายุมักมีปัญหาการหกล้ม และการหกล้มที่เกิดขึ้นร้อยละ 50-67 เป็นการหกล้มภายในบ้านพักอาศัย

(ประเสริฐ อัสสันตชัย, 2554) ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการหกล้มมีทั้งปัจจัยภายในร่างกาย เช่น ความบกพร่องทางการมองเห็น การทรงตัว เป็นต้น และปัจจัยภายนอกร่างกาย เช่น พื้นที่ที่ผู้สูงอายุใช้งาน มีลักษณะไม่ปลอดภัย แสงสว่างที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น แสงสว่างที่ไม่เหมาะสมในที่พักอาศัย แสงสลัว ทำให้กล้ามเนื้อดวงตาทำงานหนัก มีผลเสียต่อดวงตา และความชัดเจนลดลงก่อให้เกิดอุบัติเหตุล้มลงได้ พบว่าบริเวณที่มักเกิดอันตรายจากแสงสลัว คือ บริเวณบันได ทางเข้าบ้าน ทางเดินภายในภายนอกบ้าน จากปัจจัยข้างต้นผู้สูงอายุจึงมีความต้องการ การออกแบบลักษณะทางกายภาพแตกต่างจากกลุ่มคนวัยอื่น ๆ จึงมีความสำคัญต่อรูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุ



ภาพที่ 1.3 ภาพแสดงความแตกต่างระหว่างห้องที่แสงสว่างไม่เหมาะสม(ซ้าย) และเหมาะสม(ขวา)
จาก <http://www.srangsookjai.com/>

พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 มาตรา 11 ข้อ (5) ได้กล่าวว่า “ผู้สูงอายุมีสิทธิได้รับการคุ้มครองและการสนับสนุนในด้านการอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยโดยตรงแก่ผู้สูงอายุในอาคารสถานที่ยานพาหนะ หรือการบริการสาธารณะอื่น การสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อผู้สูงอายุใช้ชีวิตอยู่ภายในบ้านหรือชุมชน” ในด้านของแสงสว่าง ประเทศไทยมีการออกกฎหมายขึ้นมารองรับเรื่องเกณฑ์ความส่องสว่างพื้นฐาน โดยกฎหมายดังกล่าวคือ ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พุทธศักราช 2544 จากที่มาตรฐาน IES (Illuminating Engineering Society) ได้กำหนดเกณฑ์ในการออกแบบแสงสว่างไว้โดยที่แบ่งช่วงอายุออกเป็น ต่ำกว่า 25 ปี ระหว่าง 25 ปีถึง 65 ปี และมากกว่า 65 ปีจากเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดจะพบว่า ในส่วนของผู้สูงอายุ (ที่มีอายุมากกว่า 65 ปี) มีความต้องการทางด้านแสงสว่างมากกว่า คนวัย 25 ปีถึง 65 ปีถึง 2 เท่า แม้ว่าข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครจะออกขึ้นมารองรับหากแต่ข้อบัญญัติ ฉบับนี้ไม่ได้ครอบคลุมไปถึงความต้องการด้านแสงสว่างของผู้สูงอายุ และพื้นที่การใช้งานที่เป็นบ้านพักอาศัย

การแก้ไขปัญหาคความปลอดภัยภายในที่พักอาศัยได้มีการนำเอาแนวความคิดเรื่อง การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) ที่เป็นการออกแบบเพื่อคนทั้งมวลมาใช้แก้ปัญหา ลักษณะด้านกายภาพภายในบ้านพักอาศัย ตัวอย่างเช่นรายการโทรทัศน์ “เมืองใจดี” โดย สถาปนิก จากสมาคมสถาปนิกสยาม ร่วมกับทีมก่อสร้าง เข้าไปออกแบบปรับเปลี่ยนบ้านที่มีผู้สูงอายุอาศัยอยู่ ให้ทุกคนในบ้านสามารถใช้ประโยชน์ได้ การนำเอาแนวความคิดเรื่อง การออกแบบเพื่อคนทั้ง มวล (Universal Design) มาปรับใช้สามารถแก้ปัญหาได้เพียงลักษณะของพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับ ผู้สูงอายุ ซึ่งยังไม่ครอบคลุมถึงการแก้ปัญหาคความปลอดภัยที่เกิดจากปัจจัยอื่น



ภาพที่ 1.4 ห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุตามหลัก Universal Design จาก คู่มือบ้านใจดี บ้านที่ออกแบบ เพื่อทุกคน (Universal Design Home). สืบค้นจาก <http://www.hba-th.org/>

รูปแบบการดำรงชีวิตของผู้สูงอายุนั้น ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ใช้ระยะเวลาในหนึ่งวันกับ กิจกรรมภายในบ้านพักอาศัยมากที่สุด ดังนั้นเมื่อได้พิจารณาแบบบ้านพักอาศัยที่พบอยู่ในปัจจุบัน จะพบว่า ในบ้านพักอาศัยทั่วไปที่มีผู้สูงอายุอาศัยร่วมอยู่ด้วยไม่ได้มีการจัดการด้านแสงสว่างที่ เหมาะสม ในช่วงเวลาที่ผู้สูงอายุอาศัยอยู่บ้านเพียงลำพังอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้นั้นก่อให้เกิดประโยชน์ในหลายด้าน จากงานวิจัยของ Gagne (2011) ได้ศึกษาถึงช่วงแสงสีฟ้าในแสงธรรมชาติที่มีอิทธิพลต่ออารมณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป แสง ธรรมชาติมีส่วนช่วยให้เกิดการกระตุ้นฮอร์โมนภายในร่างกาย (Melatonin) ที่มีผลในการบรรเทา ความเครียดและการนอนหลับที่ดีขึ้น ประโยชน์อีกด้านของการใช้แสงธรรมชาติคือ การลดการใช้

พลังงาน ในช่วงเวลากลางวันภายในบ้านพักอาศัยสามารถลดการใช้แสงประดิษฐ์โดยการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ จากการใช้ประโยชน์ของช่องเปิดภายในบ้าน ดังนั้นการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุทำให้เกิดการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัยที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าการออกแบบ และเสนอแนะแนวทางในการออกแบบลักษณะทางกายภาพด้านแสงสว่างอย่างเหมาะสม จะเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่สามารถแก้ปัญหาความปลอดภัยในบ้านพักอาศัยของผู้สูงอายุ และยังให้ความสำคัญกับการใช้พลังงานภายในบ้านพักอาศัยได้เหมาะสม

1.2 ประเด็นปัญหาของการวิจัย

ด้วยเหตุข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

- 1.2.1 แนวทางการออกแบบสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างภายในบ้านพักอาศัยที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ภายใต้เกณฑ์มาตรฐาน IES (Illuminating Engineering Society)
- 1.2.2 การใช้พลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปของบ้านที่มีสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ และแนวทางการออกแบบเพื่อลดการใช้พลังงาน

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.3.1 เพื่อศึกษาปัญหาด้านแสงสว่างในด้านความเหมาะสมกับการใช้งานของผู้สูงอายุภายในบ้านพักอาศัย
- 1.3.2 เพื่อนำเสนอวิธีการปรับปรุงแสงสว่างโดยอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานของ IES
- 1.3.3 นำเสนอรูปแบบการปรับปรุงในหลายรูปแบบ และแนวทางในการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีคุณภาพแสงสว่าง และประสิทธิภาพพลังงาน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.4.1 การศึกษาจะทำการทดลองสร้างรูปแบบจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- 1.4.2 การศึกษาจะศึกษาเฉพาะสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ (อายุมากกว่า 60 ปี) ที่เป็นผู้สูงอายุในกลุ่มที่ช่วยเหลือตนเองได้ดี สามารถเคลื่อนไหวได้ปกติ หรือใช้อุปกรณ์ในการช่วยเหลือตนเองได้

1.4.3 การศึกษา จะศึกษาเฉพาะพื้นที่ภายในของบ้านพักอาศัย แบ่งออกเป็นพื้นที่ห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องน้ำ และห้องนอน

1.4.4 ศึกษาการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ในเวลากลางวัน และการใช้แสงประดิษฐ์ในเวลากลางคืน

1.4.5 การศึกษาจะเลือกใช้เฉพาะเกณฑ์มาตรฐานของ IES (Illuminating Engineering Society) เท่านั้น

1.4.6 ศึกษาเฉพาะการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้แสงสว่างของบ้านพักอาศัยที่มีอยู่เดิม ไม่ใช่รูปแบบแสงสว่างของบ้านสร้างใหม่

1.4.7 การศึกษาด้านพลังงานศึกษาเฉพาะพลังงานที่ใช้ในระบบแสงสว่างเท่านั้น

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาด้วยการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อหาแนวทางการแก้ไขในหลายรูปแบบ และแนวทางในการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีคุณภาพแสงสว่าง และประสิทธิภาพพลังงาน โดยการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.5.1 ขั้นตอนการศึกษาที่ 1

ศึกษาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างภายในบ้านพักอาศัยที่พบได้ในกลุ่มบ้านจัดสรรทั่วไปในรูปแบบบ้านพักอาศัย 2 ชั้น พฤติกรรมการใช้แสงประดิษฐ์ภายในบ้านพักอาศัยของผู้อยู่อาศัยในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน โดยเลือกลักษณะการจัดผังรูปแบบแสงสว่างที่พบได้ทั่วไป และทิศทางที่พบได้โดยทั่วไปของบ้านพักอาศัย เพื่อให้ได้ข้อมูลเรื่องสภาพ และปริมาณความส่องสว่างเบื้องต้นของบ้านพักอาศัยที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เพื่อกำหนดเป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการพิจารณา การปรับปรุงสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ

1.5.2 ขั้นตอนการศึกษาที่ 2

การศึกษาแนวทางการปรับปรุง เพื่อแก้ไขปัญหาที่ทราบจากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 โดยอ้างอิงให้เป็นไปตามเกณฑ์จากมาตรฐานของ IES (Illuminating Engineering Society) เพื่อหาแนวทางในการทำให้พื้นที่ใช้งานมีปริมาณความส่องสว่างที่เพียงพอ และได้คุณภาพที่เหมาะสมกับการใช้งาน

1.5.2.1 แนวทางการออกแบบ

แนวทางการออกแบบเพื่อให้พื้นที่การใช้งานมีปริมาณความสว่างที่เพียงพอตามเกณฑ์มาตรฐาน

- (1) การปรับเปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้ง
- (2) การเปลี่ยนกำลังไฟของหลอดไฟ
- (3) การเปลี่ยนชนิดของดวงโคม

1.5.2.2 การพิจารณาคุณภาพของแสงสว่างภายในพื้นที่ใช้งาน

โดยมีเกณฑ์ที่พิจารณาคือ ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Uniformity) และอัตราส่วนความสว่างสะท้อน (Luminance Ratio)

1.5.2.3 สรุปรูปแบบที่ได้จากการศึกษา

1.5.3 ขั้นตอนการศึกษาที่ 3

การประเมินรูปแบบที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 2 เพื่อสรุปเป็นรูปแบบสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาใน 2 ส่วนคือ

- 1.5.3.1 รูปแบบที่มีปริมาณและคุณภาพแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ
- 1.5.3.2 ประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสง การติดตั้งและปริมาณแหล่งกำเนิด ที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขของเกณฑ์มาตรฐาน IES

1.6.2 เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบองค์ประกอบภายในบ้านพักอาศัยที่มีสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่าง ในด้านปริมาณความสว่าง หรือคุณภาพของแสงสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานของผู้สูงอายุ

1.6.3 สามารถกำหนดตัวอย่างของบ้านพักอาศัยที่มีสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ และมีประสิทธิภาพทางด้านการใช้พลังงาน

1.7 นิยามศัพท์

1.7.1 สภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ หมายถึง ปริมาณความส่องสว่าง และคุณภาพของแสงที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ ภายใต้เกณฑ์มาตรฐาน IES

1.7.2 องค์ประกอบภายในบ้านพักอาศัย หมายถึง ช่องเปิดแสงธรรมชาติ การเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสง

1.7.3 ปริมาณความส่องสว่าง หมายถึง ระดับความเข้มของแสงบนระนาบเฉพาะพื้นที่ Illuminance มีหน่วยเป็น "Lux" (หน่วย imperial คือ fc , Lumens per square meter)

1.7.4 คุณภาพของแสงสว่าง หมายถึง

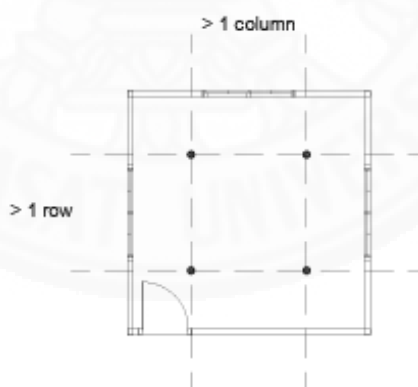
1.7.4.1 ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Uniformity)

1.7.4.2 อัตราส่วนความสว่างสะท้อน (Luminance Ratio)

1.7.5 ประเภทของแหล่งกำเนิด หมายถึง แหล่งกำเนิดที่มี ปริมาณแสงที่ให้ (Lumen) และช่วงกำลัง (วัตต์) ที่แตกต่างกัน

1.7.6 การจัดผังประกอบด้วย

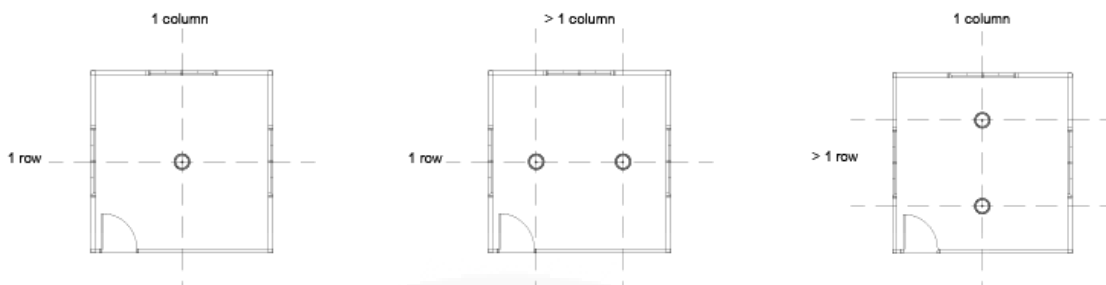
1.7.6.1 การจัดผังแบบ Grid หรือการจัดผังแบบตาราง (Grid Layout) คือการจัดผังที่มีตำแหน่งการติดตั้งในแนว คอลัมน์ (Column) มากกว่า 1 คอลัมน์ และมีแถว (Rows) มากกว่า 1 แถว



ภาพที่ 1.5 การจัดผังแบบ Grid ที่มีคอลัมน์มากกว่า 1 คอลัมน์ และมีแถวมากกว่า 1 แถว

1.7.6.2 การจัดผังแบบ Center หรือการจัดผังแบบกึ่งกลาง (Centered Layout)

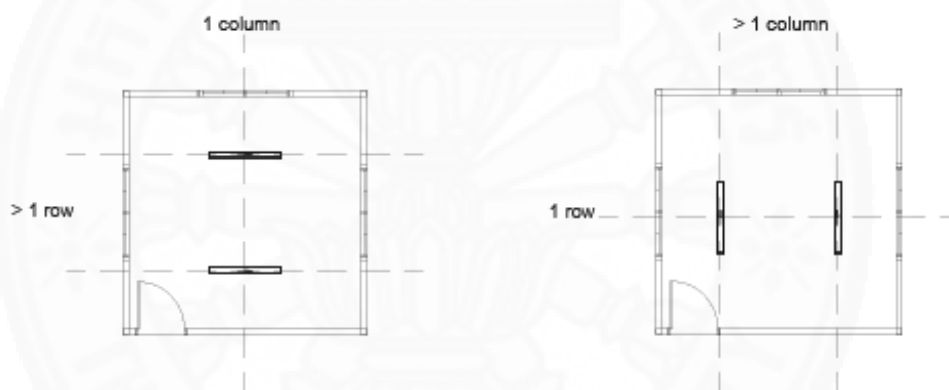
คือการจัดผังที่มีตำแหน่งการติดตั้งในแนวคอลัมน์ 1 คอลัมน์ หรือมีแถว 1 แถว



ภาพที่ 1.6 การจัดแบบ Center ที่มีตำแหน่งการติดตั้งในแนวคอลัมน์ 1 คอลัมน์ หรือมีแถว 1 แถว

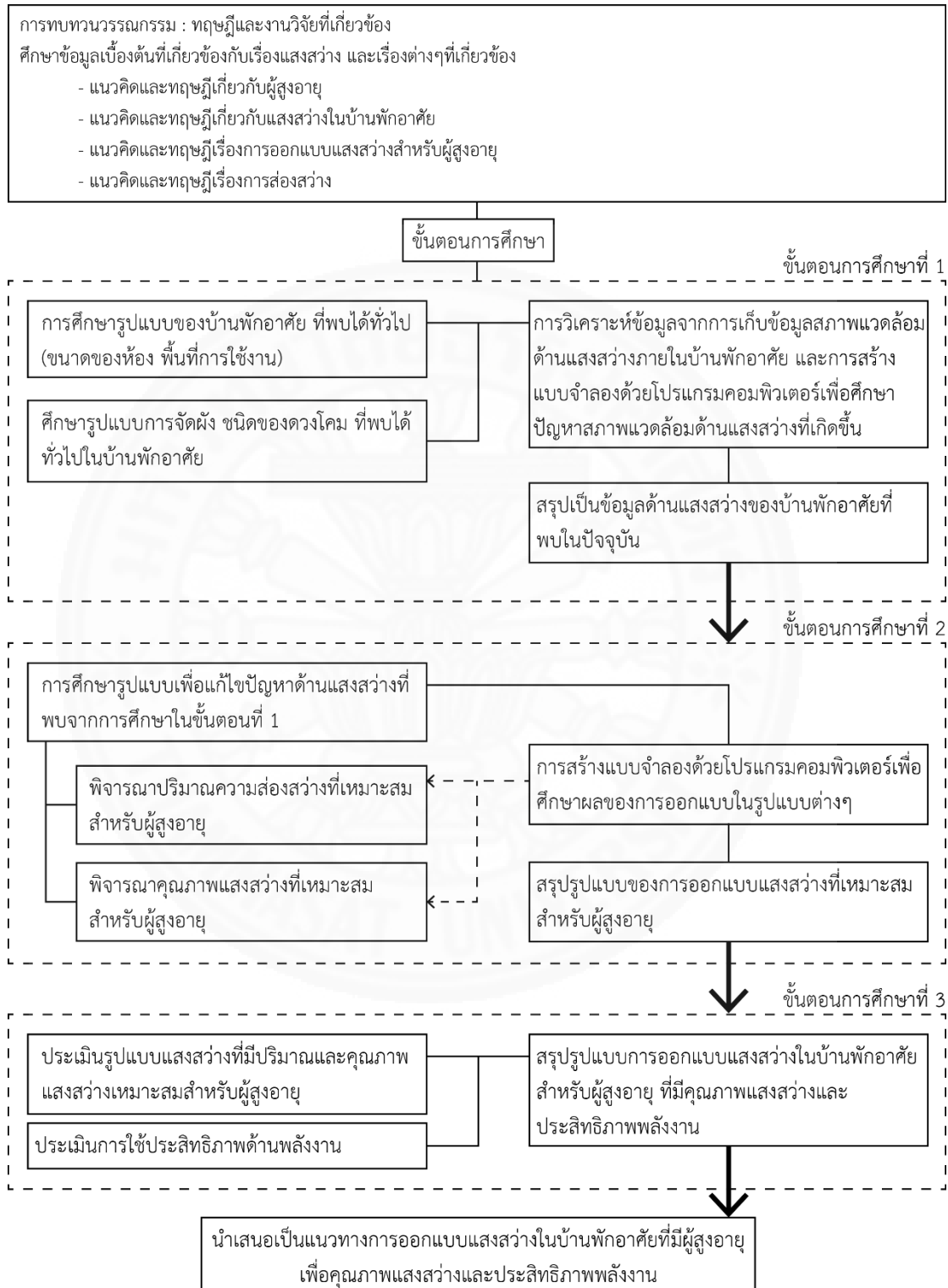
1.7.6.3 การจัดผังแบบ Linear หรือการจัดผังแบบเส้น (Linear) คือการจัดผังแบบ

กึ่งกลางโดยใช้ดวงโคมแบบเส้น



ภาพที่ 1.7 การจัดแบบ Linear คือการจัดผังแบบกึ่งกลางโดยใช้ดวงโคมแบบเส้น

กรอบแนวความคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.8 กรอบแนวความคิดการวิจัย

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ศึกษาเรื่องแนวทางการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยที่มีผู้สูงอายุเพื่อคุณภาพแสงสว่างและประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งมีแนวทางในงานทบทวนวรรณกรรมในด้านที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 เนื้อหาหลักคือ แสงสว่าง ผู้สูงอายุ ประสิทธิภาพพลังงาน ดังเนื้อหาที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้

- 2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับผู้สูงอายุ
 - 2.1.1 นิยามของผู้สูงอายุ และสถานการณ์ผู้สูงอายุ
 - 2.1.2 การจำแนกกลุ่มผู้สูงอายุ
 - 2.1.3 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายของผู้สูงอายุ
 - 2.1.4 การมองเห็นของผู้สูงอายุ
- 2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแสงสว่างในบ้านพักอาศัย
 - 2.2.1 แนวทางการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัย
 - 2.2.2 แหล่งกำเนิดแสงในบ้านพักอาศัย
- 2.3 แนวคิดและทฤษฎีเรื่องการออกแบบแสงสว่างสำหรับผู้สูงอายุ
 - 2.3.1 ทิศทางการให้ความส่องสว่าง
 - 2.3.2 แนวทางการออกแบบแสงสว่างในแต่ละพื้นที่การใช้งาน
- 2.4 แนวคิดและทฤษฎีเรื่องการส่องสว่าง
 - 2.4.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับปริมาณความส่องสว่าง
 - 2.4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพของการส่องสว่าง
- 2.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับผู้สูงอายุ

เพื่อสร้างเงื่อนไขในการออกแบบลักษณะสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ ปัจจัยทางด้านร่างกายของผู้สูงอายุ ที่สามารถใช้เป็นตัวกำหนดตัวแปรในการสร้างรูปแบบองค์ประกอบทางกายภาพภายในบ้านในงานวิจัยนี้มีประเด็นที่ทำการศึกษาดังนี้

2.1.1 นิยามของผู้สูงอายุ และสถานการณ์ผู้สูงอายุ

พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พุทธศักราช 2546 ได้ระบุความหมายของผู้สูงอายุไว้ว่าเป็นบุคคลซึ่งมีอายุเกินกว่า 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป นอกจากนี้ในพระราชบัญญัติฉบับดังกล่าว ในมาตรา 11 ข้อ (5) ได้กล่าวถึงการให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุไว้ว่า “ผู้สูงอายุมีสิทธิได้รับการคุ้มครองและการสนับสนุนในด้านการอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยโดยตรงแก่ผู้สูงอายุในอาคารสถานที่ยานพาหนะ หรือการบริการสาธารณะอื่น การสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปลอดภัยเมื่อผู้สูงอายุใช้ชีวิตอยู่ภายในบ้านหรือชุมชน” จากสถิติประเทศไทยปัจจุบันพบว่า มีประชากรผู้สูงอายุ ที่มีอายุมากกว่า 60 ปีมากกว่า 10.02 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 14.9 ของประชากรทั้งหมด และมีสถิติคาดการณ์ในอนาคตว่าในปี พุทธศักราช 2593 จะมีประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 37.5 ในปัจจุบันผู้สูงอายุยังคงอาศัยอยู่กับบุตรถึง 56.7% จากจำนวนผู้สูงอายุภายในประเทศทั้งหมด แต่ก็มีแนวโน้มลดจำนวนลงอย่างต่อเนื่อง (จาก 72.8% ในปีพุทธศักราช 2537 เป็น 56.7% ในปีพุทธศักราช 2554) ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของจำนวนผู้สูงอายุที่อยู่ตามลำพังกับคู่สมรส (จาก 11.6% ในปีพุทธศักราช 2537 เป็น 17.6% ในปีพุทธศักราช 2554) และผู้สูงอายุที่อยู่เพียงลำพังคนเดียว (จาก 3.6% ในปีพุทธศักราช 2537 เป็น 8.6% ในปีพุทธศักราช 2554) จากสถิติความต้องการผู้ดูแลปรนนิบัติในการทำกิจวัตรประจำวัน พบว่าผู้สูงอายุกว่า 91.6% ไม่มีความต้องการผู้ดูแลปรนนิบัติในการทำกิจวัตรประจำวัน และ 88.9% พบว่าเป็นผู้ที่ไม่มีผู้ดูแล ดูแลตนเอง จากสถิติข้างต้นอาจกล่าวได้ว่าผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะอยู่อาศัยเพียงคนเดียวมากยิ่งขึ้นดังนั้นการดูแลตนเองและความปลอดภัยในที่พักอาศัยจึงมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของผู้สูงอายุ

2.1.2 การจำแนกกลุ่มผู้สูงอายุ

การจำแนกกลุ่มของผู้สูงอายุมักจำแนกตามลักษณะทางสุขภาพและด้านสังคม โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังต่อไปนี้

2.1.2.1 ผู้สูงอายุกลุ่มที่ช่วยตนเองได้ดี หรือ กลุ่มติดสังคม คือ ผู้สูงอายุที่สามารถทำกิจกรรมภายในบ้านและภายนอกบ้านได้ตามปกติโดยไม่ต้องอาศัยผู้ดูแล การออกแบบลักษณะทาง

กายภาพสำหรับผู้สูงอายุกลุ่มนี้คือ ควรมีพื้นที่เรียบสม่ำเสมอไม่มีพื้นต่างระดับ พื้นห้องน้ำมีความหยาบเพื่อป้องกันอุบัติเหตุลื่นล้มจากการลื่น มีการระบายอากาศ และแสงสว่างที่เหมาะสม มีพื้นที่สร้างปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกในครอบครัว

2.1.2.2 ผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้าน คือ ผู้สูงอายุที่เริ่มมีความเสื่อมของร่างกายแต่ยังสามารถช่วยเหลือตัวเองได้ หรือมีการใช้อุปกรณ์ในการช่วยเหลือตนเอง เช่น การใช้ไม้เท้าช่วยพยุง การออกแบบลักษณะทางกายภาพสำหรับผู้สูงอายุกลุ่มนี้คือ บริเวณพื้นที่ติดกัน (เช่น พื้นกับผนัง) ควรใช้สีที่ตัดหรือมีความแตกต่างกัน พื้นมีความเรียบสม่ำเสมอไม่มีพื้นต่างระดับ มีการติดตั้งราวจับเพื่อช่วยพยุงที่บริเวณห้องน้ำ หรือในพื้นที่ที่ผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนการเคลื่อนไหวบ่อย

2.1.2.3 ผู้สูงอายุกลุ่มติดเตียง คือ ผู้สูงอายุที่มีปัญหาสุขภาพที่อยู่กับบ้านและเตียงมากขึ้น ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ เคลื่อนไหวได้ลำบาก ต้องการผู้ดูแล การออกแบบลักษณะทางกายภาพสำหรับผู้สูงอายุกลุ่มนี้คือ ความสูงของสุขภัณฑ์ เคาน์เตอร์ สวิตช์ ต้องสามารถให้รถเข็นเข้าใช้งานได้ ขนาดทางเดินและประตูมีระยะเพียงพอสำหรับรถเข็น มีพื้นที่ลาดและไม่มีพื้นต่างระดับระดับขอบล่างของหน้าต่างควรสูงจากพื้น 50 เซนติเมตรเพื่อให้สามารถเห็นวิวภายนอกหน้าต่างได้



ภาพที่ 2.1 ผู้สูงอายุกลุ่มที่ช่วยเหลือตัวเองได้ดี, ผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้าน, ผู้สูงอายุกลุ่มติดเตียง จาก E-Book SCG Elder care (2015) สืบค้นจาก <http://www.scgbuildingmaterials.com/>

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มที่ 1 และ 2 เนื่องจากเป็นกลุ่มผู้สูงอายุที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ และสามารถทำกิจกรรมในพื้นที่ต่าง ๆ ของบ้านได้โดยไม่ต้องอาศัยผู้ดูแล

2.1.3 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายของผู้สูงอายุ

ลักษณะทางกายภาพของผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงไป ในทางที่เสื่อมลง และการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพเป็นผลมาจากปัจจัยทางด้านพันธุกรรม ความเจ็บป่วย โรคที่เกิดขึ้น พฤติกรรม และสิ่งแวดล้อม (จันทนา รณฤทธิวิชัย และวิไลวรรณ ทองเจริญ, 2548) โดยการเสื่อมถอย

ที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ชัดจากการเปลี่ยนแปลง ทางด้านการมองเห็น การได้ยิน อารมณ์ และปฏิกิริยาตอบกลับของผู้สูงอายุ ทั้งนี้รวมไปถึงลักษณะการทรงตัว และความคล่องตัวในการเคลื่อนไหวที่ลดลงแสดงให้เห็นถึงการตอบสนองของระบบร่างกายที่น้อยลงด้วย

ดังนั้นลักษณะการออกแบบของพื้นที่พักอาศัยที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุจึงควรใช้หลักการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) เพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุการล้มลงจากลักษณะพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมภายในบ้านพักอาศัย

2.1.4 การมองเห็นของผู้สูงอายุ

ลักษณะการการมองเห็นที่เปลี่ยนแปลงไปส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของอายุ ซึ่งพบได้มากสำหรับผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป โดยมักเกิดปัญหาทางด้านสายตาอย่างเช่น ต้อหิน ต้อกระจก หรือปัญหาจอประสาทตา ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้มักจะส่งผลสำคัญต่อลักษณะการดำรงชีวิต และลักษณะการสื่อสารของผู้สูงอายุ ช่วงของการมองเห็นอย่างชัดเจนของผู้สูงอายุจะแคบลง ซึ่งส่งผลเห็นความสนใจและการมองส่วนใหญ่ของผู้สูงอายุจะอยู่ภายในช่วงของการมองเห็นเท่านั้น รูม่านตาที่มีการเปลี่ยนแปลงทำให้ผู้สูงอายุสามารถรับแสงได้น้อยกว่ากลุ่มคนวัยอื่นถึงร้อยละ 50 ลักษณะเลนส์ตาที่มีความเป็นสีเหลืองมากขึ้นจะทำให้ภาพของการมองเห็นของผู้สูงอายุจะมีสีไปทางโทนเหลือง (Cornett, 2006.)

จึงสรุปได้ว่าผู้สูงอายุมีความต้องการความส่องสว่างที่มากกว่ากลุ่มบุคคลอื่น ในการออกแบบแสงสว่างจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณความส่องสว่างที่เพียงพอ การเลือกใช้ประเภทของแหล่งกำเนิดแสง และตำแหน่งการติดตั้งจึงมีความสำคัญในการออกแบบ

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแสงสว่างในบ้านพักอาศัย

2.2.1 แนวทางการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัย

การออกแบบแสงสว่างสำหรับบ้านพักอาศัยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในหลายด้านเนื่องด้วยความหลากหลายของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ต่างกันทำให้การออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อแสงสว่างภายในดังนี้

2.2.1.1 ปัจจัยทางด้านบุคคล

ในการออกแบบแสงสว่างผู้ออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้พักอาศัยในด้าน การมองเห็น สภาพร่างกาย อายุ และรูปแบบการใช้ชีวิต ตัวอย่างเช่น ผู้สูงอายุ

มีความต้องการความส่องสว่างมากกว่ากลุ่มวัยที่อายุน้อยกว่า เป็นต้น ด้วยปัจจัยความต้องการที่หลากหลายดังนั้นการออกแบบจึงจำเป็นต้องง่ายต่อการควบคุม

2.2.1.2 ปัจจัยทางด้านการออกแบบ

การออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยจะต้อง สร้างความปลอดภัยของการเปลี่ยนจากพื้นที่หนึ่ง ไปยังอีกพื้นที่หนึ่ง ความยืดหยุ่นในการใช้งานของพื้นที่ที่มีการใช้งานที่หลากหลาย นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงความสวยงามและประสิทธิภาพพลังงาน ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงทางเลือกของแหล่งกำเนิด อุปกรณ์ พื้นที่ติดตั้ง การควบคุม ภายใต้เงื่อนไขของผลลัพธ์ที่ได้ และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ภายหลังจากการออกแบบผู้ออกแบบจำเป็นต้องบอกถึงการบำรุงรักษา เวลาการใช้งาน รายการหลอดไฟที่ใช้เปลี่ยนหรือนำมาทดแทน เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ได้ตามที่ทำการวางแผนและออกแบบ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบแสงสว่างของพื้นที่ภายในบ้านประกอบด้วย

(1) คุณภาพของแสง (Lighting Quality)

การใช้แสงแบบกระจาย (Diffuse Light) และแบบส่องตรง (Direct Light) แสงประเภท Diffuse จะลดการเกิดเงา และช่วยสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลายมากกว่า ในขณะที่การใช้ Direct Light จะใช้เพื่อเน้นไปที่วัตถุใดวัตถุหนึ่ง เพื่อให้วัตถุนั้นเกิดความสว่างที่มากกว่า ในการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยจะต้องสร้างให้เกิดบรรยากาศที่อาจมีมากกว่าหนึ่ง มีความหลากหลายของบรรยากาศ การออกแบบให้เกิดความยืดหยุ่นจะต้องถูกรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบ

(2) พื้นที่ใช้งาน

พื้นที่การใช้งานของการออกแบบแสงสว่างจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. พื้นที่ใช้งานเฉพาะจุด (Task Area)
2. พื้นที่โดยรอบของพื้นที่ใช้งานเฉพาะจุด (Immediate Surrounding)
3. พื้นที่การใช้งานทั่วไป (General Surrounding)

(3) การสะท้อน

ค่าการสะท้อนของพื้นผิวมีความสำคัญต่อการออกแบบความสว่างภายในพื้นที่ใช้งาน ลักษณะของสี และพื้นผิวที่ต่างกันจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนที่ต่างกัน

(4) แสงบาดตา

แสงบาดตาที่เกิดจากการสะท้อนของแสงจากแหล่งกำเนิดลงบนพื้นผิวที่มีความมันวาวบริเวณดังกล่าวมีความสว่างที่มากเกินไป ก่อให้เกิดความไม่สบายทางการมองเห็น

(5) แสง และสี

แสงและสี ที่ต่างกันเกิดมาจากแหล่งกำเนิดที่ต่างชนิดกัน ซึ่งให้ผลทางการมองที่แตกต่างออกไป

(6) ปริมาณความสว่าง

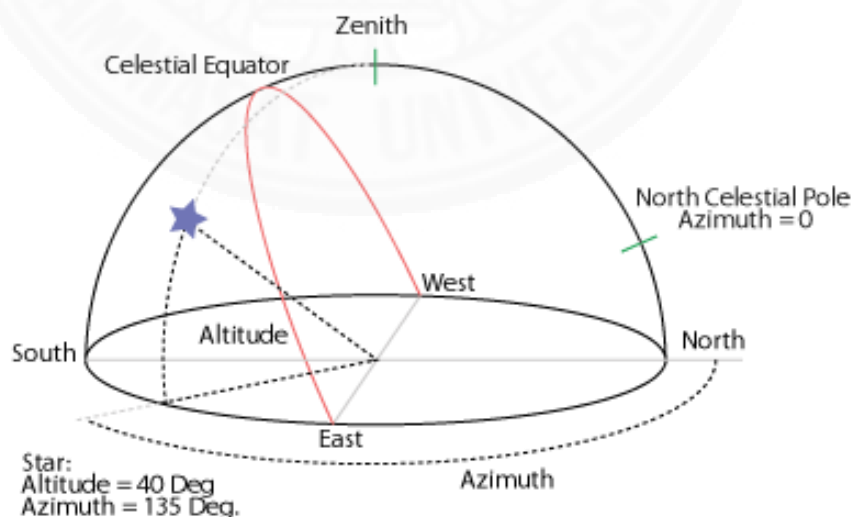
ในแต่ละพื้นที่ของที่พักอาศัยจะมีความต้องการด้านแสงสว่างที่ต่างกันออกไป ตั้งแต่พื้นที่ใช้งานทั่วไป ไปจนถึงพื้นที่การใช้งานเฉพาะ ตัวอย่างเช่น พื้นที่ทำงานฝีมือ จำเป็นจะต้องมีความสว่างที่มากขึ้น ลักษณะการส่องสว่างจะต้องไม่ทำให้เกิดเงา ต่างจากพื้นที่โถงทางเข้าที่ไม่จำเป็นต้องได้รับแสงสว่างมากเท่าพื้นที่ข้างต้น

2.2.2 แหล่งกำเนิดแสงในบ้านพักอาศัย

การออกแบบแสงสว่างภายในบ้านพักอาศัยจะประกอบไปด้วย แหล่งกำเนิดที่มาจากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์

2.2.2.1 แสงธรรมชาติ

แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ คือ แสงกลางวันที่ได้จากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ให้สีถูกต้องมากที่สุด การใช้แสงธรรมชาติมักเกิดปัญหา เนื่องจากการที่ไม่สามารถบังคับแสงให้เป็นไปในทิศทางที่ต้องการ หรือการควบคุมปริมาณความเข้มของแสง เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตลอดเวลา ตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์ มีความสำคัญในการระบุแนวแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร การโคจรของดวงอาทิตย์ก่อให้เกิดมุมต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 2.2 มุมที่เกิดจากตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์

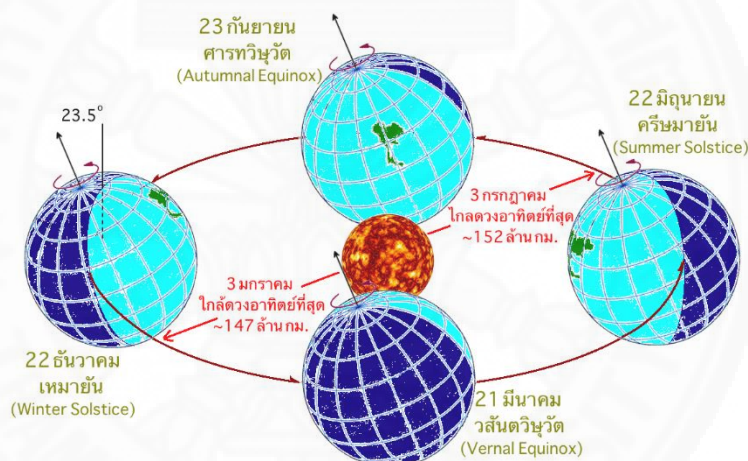
(1) มุมเบี่ยง (Azimuth Angle) คือระยะทางเชิงมุมที่เบี่ยงไปจากแนวเหนือ-ใต้ โดยเริ่มต้นที่ ทิศเหนือมีมุมอะซิมูทเป็น 0

(2) มุมกระทำ (Altitude Angle) หรือมุมเงย คือระยะทางเชิงมุมระหว่างพื้นในระนาบ กับดวงอาทิตย์ หาค่าได้จากการอ่านมุมเบี่ยง และมุมตัด

(3) มุมเดคคลิเนชัน (Declination Angle) คือมุมระหว่างแนวลำแสงอาทิตย์ มีค่าเป็น + เมื่อไปทางทิศเหนือ และเป็นเมื่อไปทางทิศใต้

(4) มุมตัด (Profile Angle) มุมที่ระดับดวงอาทิตย์กระทำในระนาบตั้งฉากกับผนังอาคาร

การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ส่งผลให้เกิดฤดูกาล โดยการที่โลกเอียงทำมุม 23.5 องศา กับเส้นตั้งฉากระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้เกิดวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งสำคัญดังนี้



ภาพที่ 2.3 วันที่ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งสำคัญ จาก วฤทธิ์ มิตรธรรมศิริ, (2557).

ลักษณะท้องฟ้า แบ่งท้องฟ้าออกเป็น 8 ส่วน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558)

(1) ท้องฟ้าแจ่มใส (Clear Sky) มีเมฆน้อยกว่า 1 ส่วน

(2) มีเมฆบางส่วน (Partly Cloudy Sky) มีเมฆตั้งแต่ 1 ส่วนขึ้นไปแต่ไม่ถึง 3 ส่วน

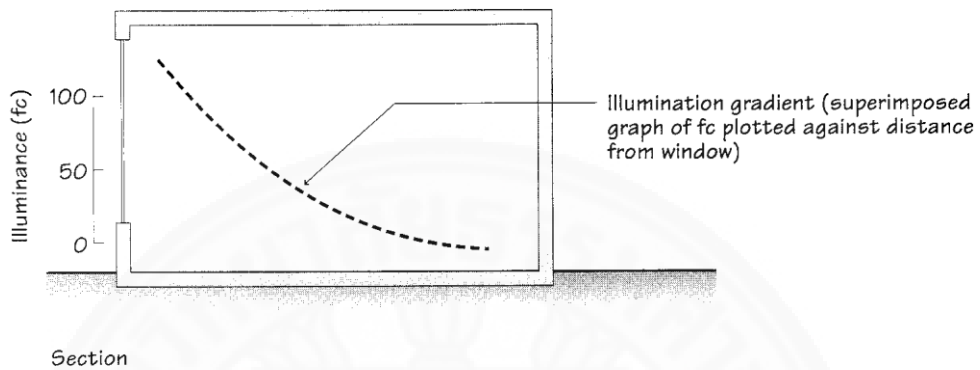
(3) มีเมฆเป็นส่วนมาก (Cloudy Sky) มีเมฆตั้งแต่ 3 ส่วนขึ้นไปถึง 5 ส่วน

(4) มีเมฆมาก (Very Cloudy Sky) มีเมฆตั้งแต่ 6 ส่วนขึ้นไปถึง 7 ส่วน

(5) เมฆเต็มท้องฟ้า (Overcast) มีเมฆ 8 ส่วน

โดยในงานวิจัยจะมุ่งเน้นการศึกษาที่สภาพท้องฟ้าแบบ ท้องฟ้าแจ่มใส (Clear Sky) และเมฆเต็มท้องฟ้า (Overcast)

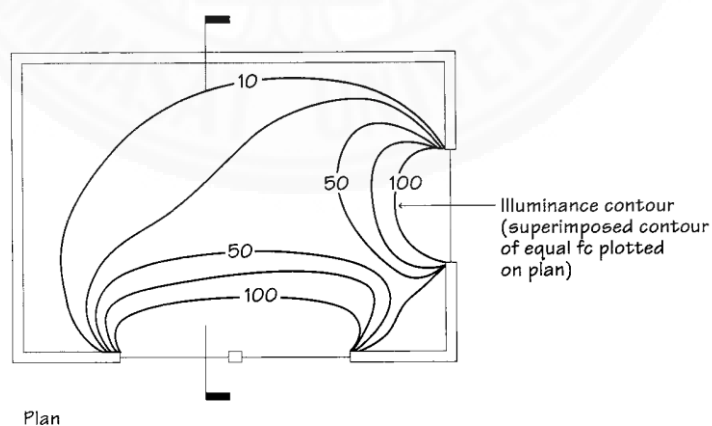
แสงธรรมชาติจะช่วงในการส่องสว่างในเวลากลางวัน และในบางส่วนของบ้านพักอาศัยแสงธรรมชาติจะไม่สามารถเข้าถึงได้ หรือมีความส่องสว่างของแสงไม่เพียงพอต่อการทำงานในห้องนั้น ๆ การมีช่องเปิดมากกว่า 1 ด้านจะช่วยให้สามารถนำแสงสว่างเข้ามาภายในได้มากขึ้น



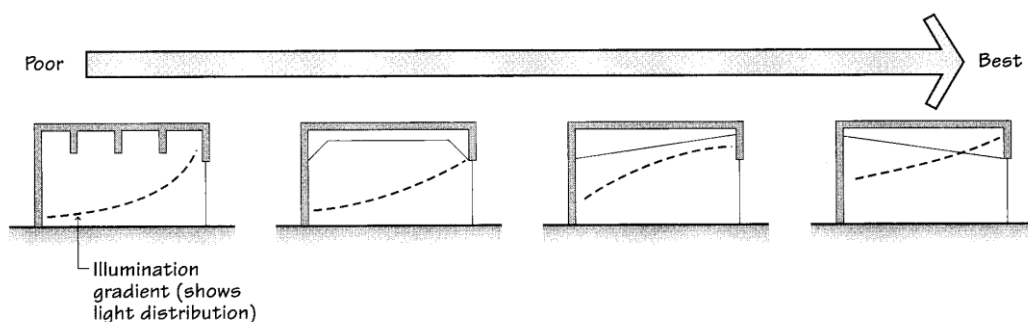
ภาพที่ 2.4 การส่องสว่างของแสงที่เข้ามาภายใน (รูปตัด) จาก Egan & Olgyay. (2002)



ภาพที่ 2.5 การส่องสว่างของแสงที่เข้ามาภายในห้องที่มีช่องเปิดด้านเดียว(ซ้าย) ห้องที่มีช่องเปิด 2 ด้าน (ขวา) จาก Egan & Olgyay. (2002)



ภาพที่ 2.6 การส่องสว่างของแสงที่เข้ามาภายในห้องที่มีช่องเปิด 2 ด้าน (รูปผังพื้น) จาก Egan & Olgyay. (2002)



ภาพที่ 2.7 เปรียบเทียบองค์ประกอบภายในที่ทำให้เกิดการส่องสว่างเพิ่มมากขึ้น (รูปตัด) จาก Egan & Olgay. (2002)

2.2.2.2 แสงประดิษฐ์

แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ หรือ หลอดไฟ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

(1) หลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดไส้

หลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดไส้โดยที่ไส้หลอดทำจากทั้งสแตน เมื่อกระแสไฟผ่านจะเกิดความร้อน ยิ่งมีการเกิดความร้อนมากขึ้นก็ยิ่งทำให้แสงสว่างที่เปล่งมามากขึ้น และให้แสงสี เหลืองส้ม อายุการใช้งานของหลอดประเภทนี้จะสั้นมากกว่า และมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำกว่า เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานไปกับการทำความร้อน

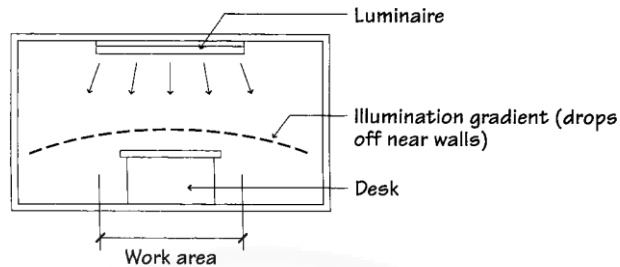
(2) หลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ

หลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ อย่างเช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดประเภทที่ภายในของหลอดเคลือบด้วยสารเรืองแสง ก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในจะแตกตัวเป็นไอออนเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านไอออน จะเกิดรังสีที่ทำให้หลอดสว่างขึ้น โดยมี 3 สีที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือ

1. สี Warm White ให้แสงสีขาวอมเหลืองนวล จะทำให้รู้สึกอบอุ่น
2. สี Cool White ให้แสงสีขาวอมฟ้า ให้ความรู้สึกเย็นสบายตา แต่จะทำให้สีของวัตถุเพี้ยนไป
3. สี Daylight ให้แสงใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด ทำให้สามารถมองเห็นสีของวัตถุใกล้เคียงกับสีจริง

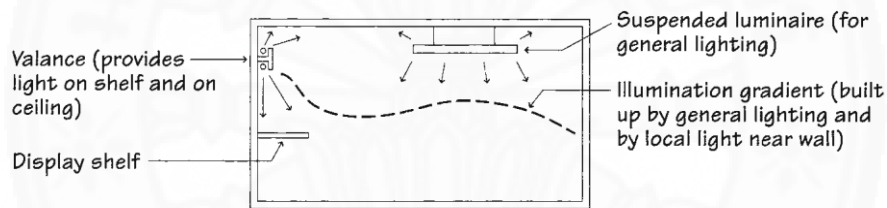
การใช้แสงประดิษฐ์จะช่วยเพิ่มความส่องสว่างภายในได้มากขึ้น โดยเฉพาะส่วนของพื้นที่ภายในที่แสงธรรมชาติไม่สามารถเข้าถึง การออกแบบแสงสว่างจะต้อง

คำนึงถึงการใช้แสงประดิษฐ์เพียงอย่างเดียวในช่วงกลางคืน หรือช่วงเวลาที่ไม่มีแสงธรรมชาติ ตำแหน่งในการติดตั้งย่อมมีผลต่อพื้นที่การส่องสว่างของแสงประดิษฐ์ภายในพื้นที่การศึกษา

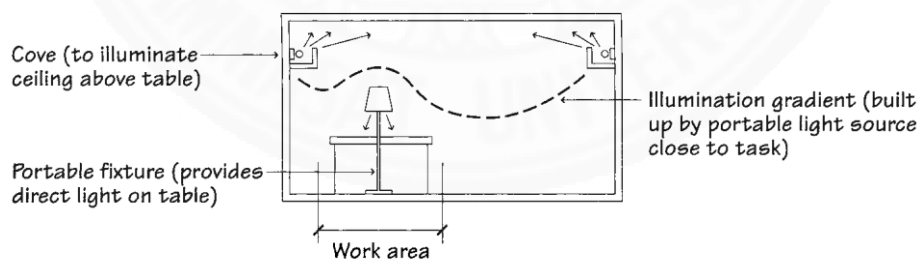


ภาพที่ 2.8 แนวการส่องสว่างของแสงประดิษฐ์ จาก Egan & Olgyay. (2002)

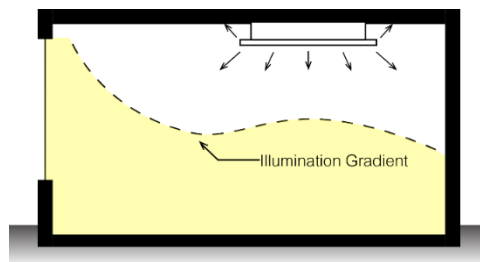
จากภาพที่ 2.8 จะพบว่าการส่องสว่างของแสงประดิษฐ์จะมากในช่วงที่ตรงกับแหล่งกำเนิด ในส่วนของบริเวณถัดออกไป ความส่องสว่างจะลดลง บริเวณผนังจะมีความส่องสว่างที่ลดลงมากกว่าจุดอื่น การติดตั้งแหล่งกำเนิดบริเวณผนังจะทำให้เพิ่มพื้นที่การส่องสว่างมากขึ้น



ภาพที่ 2.9 การเพิ่มแหล่งกำเนิด เพื่อเพิ่มการส่องสว่าง จาก Egan & Olgyay. (2002)



ภาพที่ 2.10 การเพิ่มแหล่งกำเนิด เพื่อเพิ่มการส่องสว่างเฉพาะจุด จาก Egan & Olgyay. (2002)



ภาพที่ 2.11 กรณีการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์

2.2.2.3 การคำนวณความส่องสว่างภายในด้วยวิธีลูเมน (Lumem Method)

การคำนวณความส่องสว่างด้วยวิธีลูเมนมักจะใช้กับการคำนวณหาความส่องสว่างในพื้นที่ ที่มีความต้องการความสม่ำเสมอของแสง ความส่องสว่างในห้องที่ใช้คำนวณมีความสว่างเฉลี่ยโดยเท่ากัน การคำนวณด้วยวิธีแบบลูเมนจะพิจารณาผลที่เกิดจากการสะท้อนขององค์ประกอบทางกายภาพ เช่น ผนัง ฝ้า พื้น เป็นต้น ซึ่งการคำนวณด้วยวิธีแบบลูเมนจะทำให้ทราบจำนวนโคมไฟที่ต้องการ เพื่อนำไปกำหนดระยะในการติดตั้งเพื่อให้ได้ความส่องสว่าง และคุณภาพตามที่ต้องการ

การหาปริมาณความส่องสว่างที่ต้องการ

$$\text{ความส่องสว่าง } E = \frac{\text{ฟลักซ์ส่องสว่าง } \Phi}{\text{พื้นที่ } A} \quad (\text{lux})$$

การคำนวณโดยการเพิ่มตัวคูณ

1. สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ (Coefficient of Utilization, CU) ตามเกณฑ์ของ IES

2. ความเสื่อมของหลอดไฟ (Lamp Lumen Depreciation, LLD) ,

3. ความสกปรกของดวงโคม (Luminaries Dirt Depreciation, LDD)

$$\text{ความส่องสว่าง } E = \frac{\text{ฟลักซ์ส่องสว่าง } \Phi(\text{CU})(\text{LLD})(\text{LDD})}{\text{พื้นที่ } A} \quad (\text{Lux})$$

$$\text{การหาจำนวนโคม } N = \frac{\text{ฟลักซ์ส่องสว่าง } \Phi}{(\text{ฟลักซ์ส่องสว่างต่อหลอด})(\text{จำนวนหลอดต่อโคม})}$$

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเรื่องการออกแบบแสงสว่างสำหรับผู้สูงอายุ

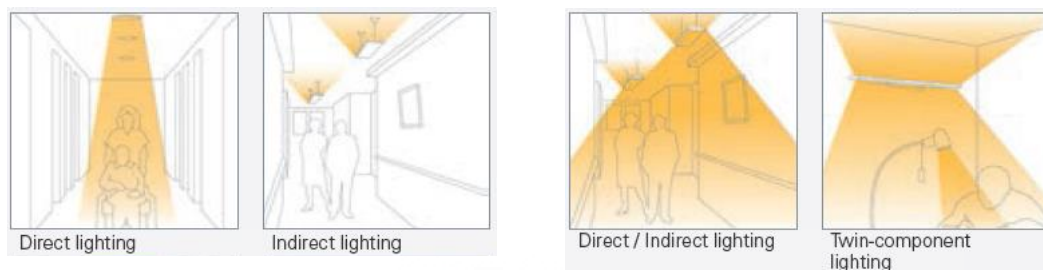
2.3.1 ทิศทางการให้ความส่องสว่าง

ทิศทางของการให้ความส่องสว่างเป็นส่วนสำคัญของการออกแบบสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุโดยที่ ทิศทางของแหล่งกำเนิดสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลักดังนี้

- 1) Direct Light
- 2) Indirect Light

3) Direct/ Indirect light

4) Twin – component Lighting



ภาพที่ 2.12 รูปแบบทิศทางการส่องสว่าง จาก งานวิจัยเรื่อง “LIGHTING SOLUTIONS FOR ELDERLY HEALTHCARE”

งานวิจัยเรื่อง “LIGHTING SOLUTIONS FOR ELDERLY HEALTHCARE” ได้เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการให้แสงสว่าง

ตารางที่ 2.1

ตารางแสดงเปรียบเทียบ ข้อดี-ข้อเสีย ของการติดตั้งแหล่งกำเนิดแบบต่าง ๆ

	ข้อดี	ข้อเสีย
Direct light	<ul style="list-style-type: none"> - ประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน - ควบคุมปริมาณความสว่างได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - เกิด Discomfort Glare - Reflective Glare บนอุปกรณ์ - เกิดการสะท้อนที่พื้น
Indirect Light	<ul style="list-style-type: none"> - ควบคุม Glare ได้ดี - เกิดการสะท้อนน้อย - เกิดเงาได้ยาก 	<ul style="list-style-type: none"> - ประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำ - เพดานสว่างมาก
Direct/ Indirect Light	<ul style="list-style-type: none"> - ประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน - เกิดเงาได้ยาก - เกิดการสะท้อนน้อย - ควบคุม Glare ได้ดี - ห้องค่อนข้างสว่าง 	

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ตารางแสดงเปรียบเทียบ ข้อดี-ข้อเสีย ของการติดตั้งแหล่งกำเนิดแบบต่าง ๆ

	ข้อดี	ข้อเสีย
Twin-component Lighting	<ul style="list-style-type: none"> - ประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน - เกิดเงาได้ยาก - เกิดการสะท้อนน้อย - ควบคุม Glare ได้ดี - ห้องค่อนข้างสว่าง 	

งานวิจัยข้างต้นได้ระบุว่า การออกแบบแสงสว่างสำหรับผู้สูงอายุนั้น การเลือกใช้ประเภทแสงแบบ Direct/Indirect Light และแบบ Twin-Component Lighting เป็นทางเลือกที่เหมาะสมมากที่สุดเนื่องจาก การให้แสงในสองรูปแบบดังกล่าวจะสามารถให้ความสว่างของห้องได้มาก แต่ก็ลดการเกิดแสงบาดตาได้มากเช่นกัน นั่นทำให้คุณภาพของแสงภายในห้องนั้นเพิ่มขึ้น

2.3.2 แนวทางการออกแบบแสงสว่างในแต่ละพื้นที่การใช้งาน (อ้างอิงจาก IESNA, Lighting Handbook 9th edition)

2.3.2.1 ห้องนั่งเล่น และพื้นที่รับประทานอาหาร

สำหรับผู้สูงอายุกิจกรรมที่มักเกิดขึ้นในห้องนั่งเล่นมักเป็นการดูโทรทัศน์ การอ่านหนังสือ และกิจกรรมภายในครอบครัว ดังนั้นในการออกแบบสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างภายในห้องนั่งเล่นในช่วงเวลากลางวันจะใช้แสงธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ และใช้การให้แสงสว่างเฉพาะจุดในบริเวณที่ผู้สูงอายุใช้อ่านหนังสือ โดยที่การให้แสงสว่างเฉพาะจุดอาจใช้โคมไฟประเภทตั้งพื้นมาช่วยเพิ่มความสว่างให้กับกิจกรรมของผู้สูงอายุ ระบายการใช้งานภายในห้องนั่งเล่นคือ บริเวณระดับเก้าอี้ (โซฟา)

ในส่วนของพื้นที่รับประทานอาหารเพื่อให้เกิดความส่องสว่างที่ดีขึ้นควรติดตั้งแหล่งกำเนิดเหนือบริเวณโต๊ะอาหารแต่ปริมาณความส่องสว่างจะต้องน้อยกว่าบริเวณอื่น เนื่องจากการรับประทานอาหารมีความต้องการความส่องสว่างน้อยกว่า

2.3.2.2 ห้องครัว

การออกสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างสำหรับห้องครัวยังมีพื้นที่ ที่ต้องคำนึงถึงอยู่ 4 บริเวณหลัก คือ

1) บริเวณเหนือตู้ลอย (Cabinet) โดยดวงโคมที่ใช้เพื่อให้เกิดการให้แสงสว่างในทางยาวตลอดตู้ลอยคือ หลอดประเภทฟลูออเรสเซนต์แบบ Linear

2) บริเวณใต้ตู้ลอย เนื่องจากบริเวณใต้ตู้ลอยมีโอกาสการเกิดเงาและความสว่างที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งานบนเคาน์เตอร์ การติดตั้งดวงโคมบริเวณใต้เคาน์เตอร์จะช่วยเพิ่มการส่องสว่างได้มากขึ้น ในขณะที่เดียวกันการติดตั้งโคมบริเวณใต้ตู้ลอยจะต้องระวังไม่ให้เกิดการสะท้อนกับวัสดุพื้นผิวของเคาน์เตอร์ซึ่งอาจก่อให้เกิดแสงบาดตาขึ้นได้

3) การติดตั้งแหล่งกำเนิดบริเวณเหนืออ่างล้างจาน โดยวางตำแหน่งที่มุมสองฝั่งของอ่างล้างจาน

4) การติดตั้งบริเวณเพดาน เพื่อให้ความส่องสว่างบริเวณพื้นที่ทั่วไปของห้องครัว

2.3.2.3 ห้องน้ำ

การออกสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างสำหรับห้องน้ำมีพื้นที่ ที่ต้องคำนึงถึงอยู่ 2 บริเวณหลัก คือ

1) บริเวณพื้นที่ใช้งานหน้ากระจกเงา โดยการติดตั้งแหล่งกำเนิดควรติดตั้งที่บริเวณ 2 ฝั่งของกระจกเงาที่ระดับสายตาของผู้ใช้งาน

2) บริเวณเพดานเพื่อให้ความส่องสว่างทั่วบริเวณของห้องน้ำ เนื่องจากบริเวณห้องน้ำเป็นพื้นที่ ที่มีความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุทั้งจากการใช้งาน การเลือกใช้วัสดุภายในห้องน้ำจะต้องลดการเกิดแสงบาดตา และหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการสะท้อนของแสงมากที่สุด

2.3.2.4 ห้องนอน

การออกสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างสำหรับห้องนอนมีพื้นที่ ที่ต้องคำนึงถึงอยู่ 2 บริเวณหลัก คือ

1) การให้แสงสว่างเฉพาะจุดบริเวณสองฝั่งของหัวเตียง

2) การให้แสงสว่างภายในห้อง

การเลือกใช้สีของแหล่งกำเนิดภายในห้องนอนควรเป็นการเลือกใช้สีโทนอบอุ่นนอกจากนี้ควรเพิ่มการให้แสงบริเวณประตู และใต้เตียง โดยควรติดตั้งเป็นระบบอัตโนมัติ เพื่อรองรับการใช้งานของผู้สูงอายุที่ตื่นขึ้นมาใช้งานห้องน้ำในเวลากลางคืน เพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการล้มลงเพราะการมองเห็นที่ลดลง

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเรื่องการส่องสว่าง

2.4.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับปริมาณความส่องสว่าง

2.4.1.1 มุมตัน

มุมตัน (Solid Angle) หมายถึง มุมที่รองรับด้วยพื้นผิว มีหน่วยเป็น steradian (Sr.)

$$\omega = \frac{A}{r^2}$$

A คือ พื้นที่ที่รองรับมุม

r^2 คือ รัศมี หรือระยะจากจุดยอดมุม ถึงพื้นที่รับมุม

2.4.1.2 ปริมาณแสง

ปริมาณแสงหรือ ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux) หมายถึง ฟลักซ์ของการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงในมุมตัน มีหน่วยเป็น ลูเมน (Lumen) ในแต่ละแหล่งกำเนิดแสงสว่างจะมีค่าความส่องสว่างที่ต่างกันไป เช่น หลอด T12 40-watt จะมีระดับความสว่างที่ 3050 lumens โดยที่ระดับของความสว่างจะลดลงตามอายุของการใช้งานแหล่งกำเนิดนั้น ๆ

ปริมาณแสง 1 ลูเมน คือ ปริมาณแสงที่เปล่งออกไปในมุมตัน 1 Sr. ด้วย Point Source ที่มีความเข้มการส่องสว่างเท่ากับ 1 Candela

2.4.1.3 ความเข้มของการส่องสว่าง

ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) หมายถึง ความหนาแน่นของปริมาณแสงภายในมุมตันที่กำหนด โดยความเข้มของแสงจะแสดงให้เห็นถึงความสามารถของแหล่งกำเนิดแสงในการส่องสว่าง มีหน่วยเป็น แคนเดลา (cd.)

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

2.4.1.4 ความส่องสว่าง

ฟุตแคนเดิล (ในระบบอังกฤษ) หรือ Lux (ในระบบ SI) โดยที่

$$1 \text{ fc} = 1 \text{ lm/ft}^2$$

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$$

$$(1 \text{ fc} = 10.76 \text{ lux})$$

$$E = \frac{I}{r^2}$$

E คือ ความส่องสว่าง (lux)

I คือ กำลังส่องสว่าง (แคนเดลา, cd)

R คือ ระยะห่างจากหลอดไฟถึงผิวที่พิจารณา (m)

ตารางที่ 2.2

ความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES (เฉพาะพื้นที่การใช้งานหลักภายในบ้าน)

Applications and Tasks	Recommended Maintained Illuminance Targets (lux)						Uniformity Targets Over Area of Coverage
	Horizontal (E _h) Targets			Vertical (E _v) Targets			
	Visual Ages of Observers (years) where at least half are			Visual Ages of Observers (years) where at least half are			1st ratio E _h / 2nd ratio E _v if difference uniformities apply
	< 25	25-65	>65	< 25	25-65	>65	Avg : Min
Residential Interiors							
> Living Room	15	30	60	15	30	60	5:1
> Dining Informal	50	100	200	20	40	80	4:1
> Kitchen General	25	50	100	10	20	40	5:1
> Bathrooms Shower/Tubs	25	50	100	10	20	40	2:1

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES (เฉพาะพื้นที่การใช้งานหลักภายในบ้าน)

Applications and Tasks	Recommended Maintained Illuminance Targets (lux)						Uniformity Targets Over Area of Coverage
	Horizontal (E_h) Targets			Vertical (E_v) Targets			
	Visual Ages of Observers (years) where at least half are			Visual Ages of Observers (years) where at least half are			1st ratio E_h / 2nd ratio E_v if difference uniformities apply
	< 25	25-65	>65	< 25	25-65	>65	
Residential Interiors							
Toilets and Bidets	50	100	200	15	30	60	2:1
> Bedrooms							
General	25	50	100	15	30	60	3:1

ตารางที่ 2.3

ความส่องสว่างตาม ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	หน่วยความเข้มของแสงสว่าง ลักซ์ (LUX)
1	ที่จอดรถและอาคารจอดรถ	100
2	ช่องทางเดินภายในอาคารอยู่อาศัยรวม	100
3	ห้องพักในโรงแรม อาคารอยู่อาศัยรวม	100
4	ห้องน้ำ ห้องส้วมของอาคารอยู่อาศัยรวม โรงแรม โรงเรียน และ สำนักงาน	100
5	โรงมหรสพ (บริเวณที่นั่งสำหรับคนดูขณะที่ไม่มีการละเล่น)	100
6	ช่องทางเดินภายในโรงแรม สำนักงาน สถานพยาบาล โรงเรียน โรงงาน	200
7	สถานีขนส่งมวลชน (บริเวณที่พักรถโดยสาร)	200
8	โรงงาน	200
9	ห้างสรรพสินค้า	200

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ความส่องสว่างตาม ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	หน่วยความเข้มของแสงสว่าง ลักซ์ (LUX)
10	ตลาด	200
11	ห้องน้ำ ห้องส้วมของโรงมหรสพ สถานพยาบาล สถานีขนส่งมวลชน	200
	ห้างสรรพสินค้า	
12	ห้องสมุด ห้องเรียน	300
13	ห้องประชุม	300
14	บริเวณที่ทำงานของอาคารสำนักงาน	300

หมายเหตุ : สถานที่อื่น ๆ ที่มีได้ระบุไว้ในตารางนี้ให้ใช้ความเข้มของแสงสว่างของสถานที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับความเข้มที่กำหนดไว้ในตาราง

2.4.1.5 ความสว่าง

ความสว่าง (Luminance) หมายถึง ปริมาณแสงที่สะท้อน มีหน่วยเป็น แคนเดลา/ตารางเมตร (ในระบบ SI) หรือ หน่วยฟุตแลมเบิร์ต (ในระบบอังกฤษ) เมื่อวัตถุที่แสงที่มีปริมาณแสงที่เท่ากันไปตกกระทบมีสัมประสิทธิ์ของการสะท้อนแสงที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้เกิดปริมาณการสะท้อนกลับที่แตกต่างกัน

2.4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพของการส่องสว่าง

2.4.2.1 ความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง (Uniformity)

ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Uniformity) สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Illuminance Uniformity} = \frac{\text{ความเข้มของแสงที่ต่ำสุด}}{\text{ความเข้มแสงเฉลี่ย}}$$

2.4.2.2 ค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนจากผิววัสดุ (Luminance Ratio)

เป็นค่าที่มีความสำคัญต่อความสบายในการมองเห็นภายในอาคาร ในมุมมองหนึ่งที่มีค่าความสว่างสะท้อนต่างกัน เช่นบริเวณโต๊ะทำงานและบริเวณรอบ ถ้ามีความสว่างต่างกันมาก ดวงตาไม่สามารถรับความสว่างได้ทั้งหมด ทำให้เกิดความชัดเจนในการมองเห็นลดลง (พิมลมาศ วรรณคณาพล, 2554)

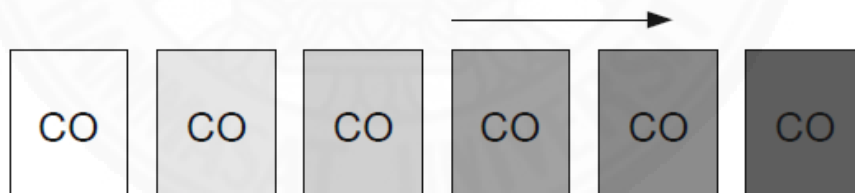
ตารางที่ 2.4

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน

รายการ	ค่าที่ต้องการ	ค่าต่ำสุด
พื้นที่ติดกับพื้นที่ใช้งาน	1 : 3	1 : 5
พื้นที่รอบข้าง	1 : 5	1 : 10

2.4.2.3 ความเปรียบต่าง (contrast)

คือความแตกต่างระหว่าง ความสว่างบนวัตถุชิ้นงานของตา กับฉากหลัง หรือสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ภาพที่ตามองเห็น ยิ่งมีค่าความเปรียบต่างสูง จะยิ่งทำให้การมองเห็นมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น และชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น การมองตัวอักษรสีดำ บนพื้นสีขาว เป็นต้น



ภาพที่ 2.13 ความแตกต่างระหว่างความดำ-ขาว (Contrast) จาก ราชมงคณล้านนา เชียงใหม่, ธรรมชาติของแสงและการมองเห็น, น.4-9

$$C = \frac{L_M - L_L}{L_M}$$

C คือ ความเปรียบต่าง

L_M คือ ความสว่างที่มีค่ามากกว่า (cd/m^2)

L_L คือ ความสว่างที่มีค่าน้อยกว่า (cd/m^2)

2.4.2.4 แสงบาดตา

แสงบาดตา (Glare) หมายถึง แสงที่เข้าตาแล้วทำให้มองเห็นวัตถุได้ยาก หรือ มองไม่เห็น โดยแสงบาดตาสามารถแยกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

- (1) แสงจ้าตาที่เกิดจากการแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง (Direct Glare)
- (2) แสงจ้าตาที่เกิดจากการสะท้อนแสง (Reflected Glare) จากวัสดุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น ผนังห้อง เพอร์นิเจอร์ เป็นต้น โดยได้แบ่งระดับของแสงบาดตาได้ดังนี้

- ไม่สามารถรับรู้ได้ (Imperceptible)
- สามารถรับรู้ได้ (Perceptible)
- รบกวนการมอง (Disturbing)

2.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง

การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาใน 2 ด้าน คือ ประสิทธิภาพด้านพลังงาน และประสิทธิภาพด้านการใช้งาน ในพื้นที่ใช้งานของกิจกรรมที่แตกต่าง กันไปมีระดับความต้องการความส่องสว่าง ที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุที่มีความ ต้องการความส่องสว่างมากกว่ากลุ่มคนในช่วงวัยอื่น ดังนั้นการปรับเปลี่ยนชนิดของแหล่งกำเนิดแสง จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการใช้พลังงานที่เปลี่ยนแปลงไป ดังตัวอย่างที่แสดงดังต่อไปนี้

ห้องที่ใช้ทำการทดลองมีขนาด 4 x 4 เมตร และมีระดับความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดานที่ ระดับ 2.5 เมตร



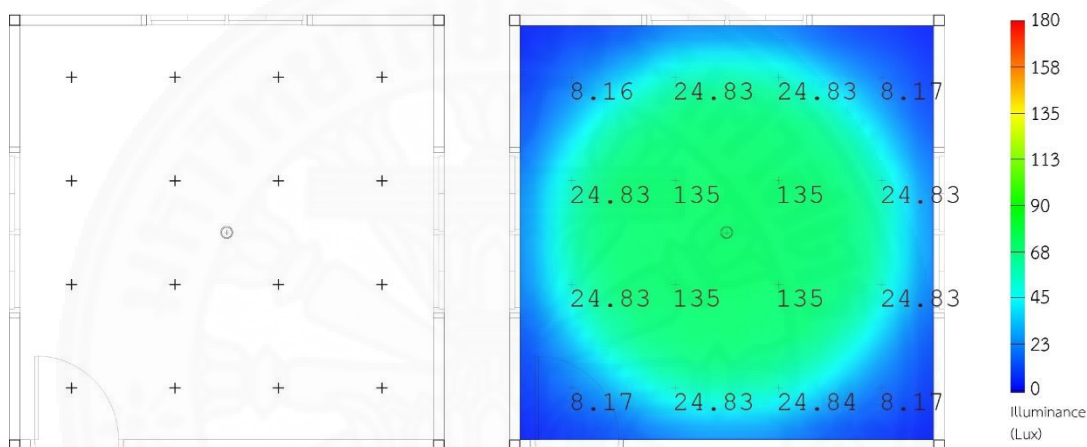
ภาพที่ 2.14 รูปตัดห้องที่ใช้ในการทำการทดลอง

โดยมีการติดตั้งแสงสว่างดังต่อไปนี้

2.5.1 การติดตั้งแหล่งกำเนิดแสง Compact Fluorescent แบบ Center ขนาด 8W (840 Lumen)

2.5.2 การติดตั้งแหล่งกำเนิดแสง Compact Fluorescent แบบ Center และ Grid ขนาด 8W (840 Lumen) จำนวน 5 จุด

2.5.3 การติดตั้งแหล่งกำเนิดแสง Compact Fluorescent แบบ Center ขนาด 16W (1680 Lumen)

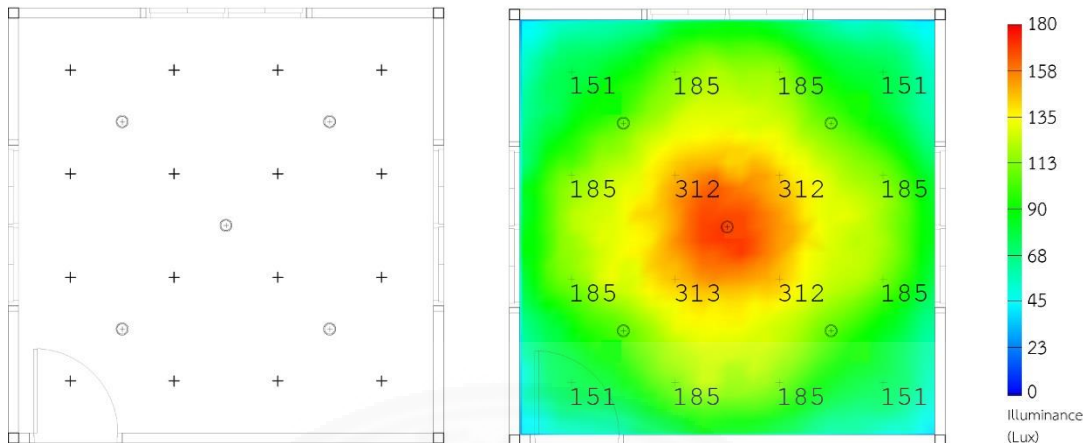


ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสง Compact Fluorescent ขนาด 8W (415 Lumen) แบบ Center

จากภาพที่ 2.15 การติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงขนาด 8W (415 Lumen) แบบ Center ของห้องที่มีขนาด 4 x 4 เมตร ให้ระดับความส่องสว่าง (Illuminance Level) บริเวณกึ่งกลางห้องที่ 135 ลักซ์ และที่บริเวณมุมของห้องที่ระดับ 8.16 ลักซ์

Illuminance (Lux)	- Average	= 48.17		
	- Maximum	= 135	- Minimum	= 8.16
	- Avg/Min	= 5.90	- Max/Min	= 16.53

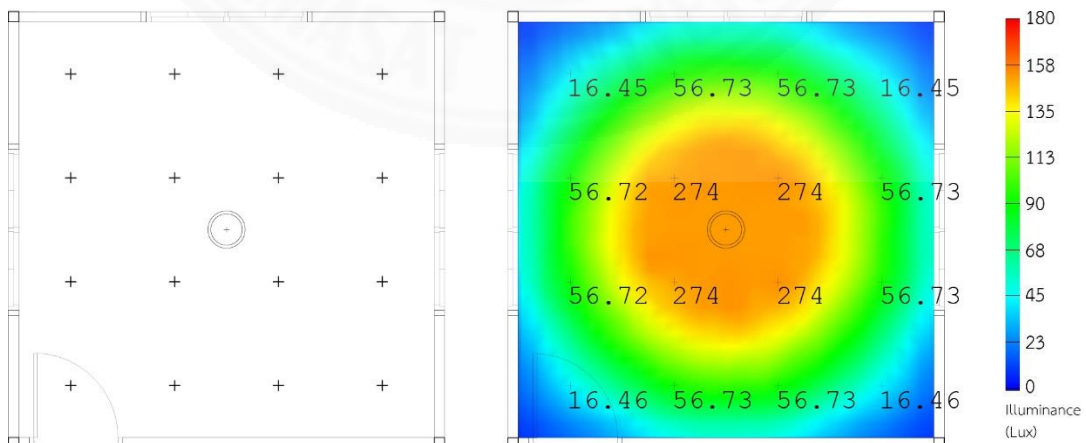
ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งสองบริเวณมีระดับความแตกต่างที่ชัดเจน ไม่มีความสม่ำเสมอในทั่วบริเวณของห้อง



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสง Compact Fluorescent ขนาด 8W (415 Lumen) แบบ Grid ในบริเวณของห้องจำนวน 5 จุด

Illuminance (Lux)	- Average	= 208.68		
	- Maximum	= 313	- Minimum	= 151
	- Avg/Min	= 1.38	- Max/Min	= 2.06

หากต้องการเพิ่มระดับความส่องสว่างให้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่มีความต้องการความส่องสว่างมากกว่ากลุ่มคนวัยอื่นถึงสองเท่า การปรับเปลี่ยนอย่างง่ายในเบื้องต้น คือ การเพิ่มจำนวนของแหล่งกำเนิด จากในภาพที่ 2.16 แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปริมาณแหล่งกำเนิดทำให้พื้นที่การส่องสว่างขยายออกไปที่บริเวณมุมของห้อง และบริเวณกึ่งกลางของห้องมีระดับความส่องสว่างที่เพิ่มมากขึ้นเกินกว่า 2 เท่าของระดับความส่องสว่างเดิม ในขณะที่ได้ปริมาณความส่องสว่าง เพิ่มมากขึ้นการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างภายในห้องก็เพิ่มมากขึ้นถึง 5 เท่าเช่นกัน



ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสง Fluorescent ขนาด 22W (1050 Lumen) แบบ Center

Illuminance (Lux)	- Average	= 101.1		
	- Maximum	= 274	- Minimum	= 16.45
	- Avg/Min	= 6.15	- Max/Min	= 16.69

การปรับเปลี่ยนชนิดของแหล่งกำเนิดเป็นอีกหนึ่งแนวทางหนึ่งในการปรับเปลี่ยนเพื่อให้ได้ปริมาณความส่องสว่างที่เพิ่มมากขึ้น จากภาพที่ 2.15 เป็นการปรับเปลี่ยนแหล่งกำเนิดจากชนิด Compact Fluorescent 8W ไปเป็นชนิดกลม 22W (ภาพที่ 2.17) ซึ่งทำให้ความส่องสว่างบริเวณกึ่งกลาง เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าคือจากระดับความส่องสว่างที่ 48.1 Lux ไปเป็น 101.1 Lux บริเวณพื้นที่ทั้งห้องมีความส่องสว่างที่เพิ่มมากขึ้น และจากการปรับเปลี่ยนด้วยการเปลี่ยนชนิดของแหล่งกำเนิดทำให้การใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่หากเปรียบเทียบกับภาพที่ 2.16 จะพบว่า ที่บริเวณกึ่งกลางห้องการปรับเปลี่ยนในภาพที่ 2.17 ใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างน้อยกว่า ถึงแม้ว่าระดับความส่องสว่างจะน้อยกว่าแต่ยังคงอยู่ในระดับที่มีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 การออกแบบแสงสว่างสำหรับผู้สูงอายุภายในบ้านพักอาศัย

ผู้สูงอายุเป็นช่วงวัยที่ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เสื่อมลง จึงเป็นผลให้การออกแบบบ้านพักอาศัยจำเป็นต้องคำนึงความต้องการของผู้สูงอายุ ในส่วนของด้านแสงสว่าง ผู้สูงอายุมีความต้องการทั้งทางด้านปริมาณความสว่าง และคุณภาพของแสงสว่าง โดยการคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ คือ

- แสงประดิษฐ์ทั่วไป
- แสงประดิษฐ์ที่มีการเพิ่มความส่องสว่าง (Illuminance)
- Daylight
- Sunlight
- มุมมอง
- Color and Contrast

การให้แสงสว่างในพื้นที่ต่างๆยังต้องคำนึงถึงช่วงเวลาการใช้งานในแต่ละพื้นที่ หากแบ่งการใช้งานออกเป็นช่วงเวลาจะแบ่งได้เป็น ช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน ซึ่งทั้ง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันชัดเจนไม่ว่าจะเป็นเรื่องของความต้องการปริมาณแสงสว่าง ปัญหาจากพฤติกรรม

การใช้งานที่แตกต่างออกไป ส่งผลให้การออกแบบระบบแสงสว่างเพียงรูปแบบเดียวไม่สามารถแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด

2.6.2 การใช้งานพื้นที่ในช่วงเวลากลางวัน

ข้อสำคัญในการออกแบบแสงสว่างสำหรับผู้สูงอายุคือ ผู้สูงอายุต้องได้ปริมาณ ความสว่างที่เพียงพอ และการสร้างบรรยากาศภายในพื้นที่ใช้งานควรที่จะมีการนำเอา Daylight และ Sunlight มาใช้นอกจากนี้ พื้นที่การใช้งานในแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะการออกแบบแสงสว่างที่แตกต่าง กันไป ตัวอย่างเช่น การให้แสงสว่างเฉพาะจุด ในห้องครัว หรือห้องน้ำ เป็นต้น (Lewis, 2013) และ สภาพแวดล้อมของพื้นที่ภายในอาคารควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) ควรใช้ไฟส่องสว่างที่มีค่าความส่องสว่าง 1290 Lux และมีค่าอุณหภูมิของ แสง 4200K (เทียบเท่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ Cool White)
- 2) เพื่อลดแสงบาดตาวิที่มองผ่านหน้าต่างควรมีองค์ประกอบ เช่น สวน น้ำ สัตว์ หรือสิ่งปลูกสร้างงานสถาปัตยกรรมรวมอยู่ด้วย
- 3) ควรใช้รูปแบบดวงโคมที่หลากหลายร่วมกัน เช่น ดวงโคมดาวไลท์ โคมไฟตั้ง โต๊ะ เป็นต้น ควรใช้ไฟที่มีโทนสีขาว วัสดุเฟอร์นิเจอร์ควรเป็นโทนสีอบอุ่น และวัสดุพื้นผิวห้องควรมีสี ขาว (นวลวรรณ ทวยเจริญ, 2556)

2.6.3 การใช้งานพื้นที่ในช่วงเวลากลางคืน

การเพิ่มปริมาณความส่องสว่างนั้นไม่สามารถใช้ได้กับทุกช่วงเวลา ในช่วงเวลา กลางคืน ลักษณะของ Ambient จะแตกต่างจากกลางวันค่อนข้างชัดเจน ในช่วงเวลากลางคืน การใ้ งานในเวลากลางคืนอาจแบ่งได้อีก 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงเวลาก่อนเข้านอน และช่วงเวลาตื่นกลางดึก การใช้งานก่อนช่วงเวลาเข้านอนพื้นที่ใช้งานที่เป็นห้องนอนมีความต้องการความส่องสว่างที่น้อยกว่า และอยู่ในโทนของ warm white เป็นต้น ในช่วงเวลาที่ผู้สูงอายุตื่นขึ้นมากกลางดึก เป็นอีกหนึ่งช่วงที่ ทำให้ผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุล้มลง ดังนั้นในงานออกแบบแสงสว่างจึงคำนึงถึงการออกแบบตำแหน่งของ แหล่งกำเนิดแค่เพียงเพดาน หรือโคมไฟเฉพาะจุดไม่ได้และผู้สูงอายุไม่สามารถทนกับแสงสว่างที่จ้า มากเกินไปความเปรียบต่าง (contrast) ไม่ควรต่างกันอย่างชัดเจน (Grass, et al. 2008) ตัวอย่าง ทางเลือกที่เหมาะสมในการปรับปรุงคือ การให้แสงสว่างในแนว Horizontal และ Vertical ที่บริเวณ ประตู เมื่อผู้สูงอายุลุกออกจากเตียงในเวลากลางคืน แสงดังกล่าวจะช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถเดินไปถึง บริเวณประตูได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น (Figueiro, 2008)

2.6.4 การใช้วัสดุที่มีผลต่อความส่องสว่างและประสิทธิภาพพลังงาน

การเพิ่มปริมาณความสว่าง และพลังงานไว้ว่า การใช้วัสดุเพดานที่มีค่าการสะท้อนของพื้นผิวที่สูงขึ้น (จากเดิมที่ใช้ 0.75 เปลี่ยนเป็น 0.90) ควบคู่ไปกับการใช้แสงประดิษฐ์ที่เป็นประเภท Indirect light จะช่วยทำให้เกิดการเพิ่มความสว่างถึงร้อยละ 22 หรืออาจกล่าวในอีกทางว่า สามารถลดการใช้พลังงานในการให้ความสว่างได้ถึงร้อยละ 22 นอกจากนี้ยังได้ประโยชน์การลดใช้พลังงานด้านการทำความเย็นลงถึงร้อยละ 7 (Bischel and Beakes, 2008)

ในส่วนของงานวิจัยสามารถนำเอาแนวความคิดเรื่องการปรับเปลี่ยนสี และชนิดของวัสดุมาใช้เป็นอีกหนึ่งปัจจัยในการศึกษารูปแบบการออกแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยที่มีผู้สูงอายุ ในด้านการเพิ่มปริมาณความส่องสว่างและประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงาน

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีประเด็นในการศึกษาแนวทางการออกแบบองค์ประกอบภายในบ้านพักอาศัยที่มีสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ โดยทำการศึกษาใน 2 ส่วนหลักคือ การออกแบบให้ห้องการใช้งานมีปริมาณการส่องสว่างที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้สูงอายุ ตามมาตรฐานของ IES (Illuminating Engineering Society) และการปรับปรุงให้ห้องการใช้งานมีคุณภาพการส่องสว่างที่เหมาะสม งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ที่จัดทำโดยการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม AGI32 เพื่อศึกษาหาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เป็นอยู่ของบ้านพักอาศัยในปัจจุบัน และทำการปรับปรุงสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งานของผู้สูงอายุ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาเบื้องต้น

ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแสงสว่าง และเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 ศึกษาระดับความเข้มของแสงที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ จากค่ามาตรฐานของ IES

3.1.2 ศึกษาเรื่องคุณภาพของแสงที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

- อัตราส่วนความสว่างสะท้อน (Luminance Ratio)

- ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง (Uniformity)

3.1.3 ศึกษาลักษณะทางกายภาพ ที่มีผลต่อแสงสว่างที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

3.1.4 ศึกษารูปแบบการใช้แสงประดิษฐ์

- การเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสง

- ปริมาณแสงที่ให้

- ช่วงกำลังที่มี (วัตต์)

- ปริมาณแหล่งกำเนิดที่ต้องใช้

- ตำแหน่งการติดตั้งแหล่งกำเนิด

3.1.5 ศึกษาค่ามาตรฐานทั่วไปที่ใช้ในการออกแบบ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ใช้กับ

ผู้สูงอายุ

3.2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

3.2.1 ตัวแปรต้น

- 3.2.1.1 รูปแบบการจัดผัง (Centered Layout, Grid Layout)
- 3.2.1.2 ประเภทของดวงโคม (หลอด Compact Fluorescent, หลอด Fluorescent, หลอด Linear Fluorescent)
- 3.2.1.3 กำลังไฟของหลอด

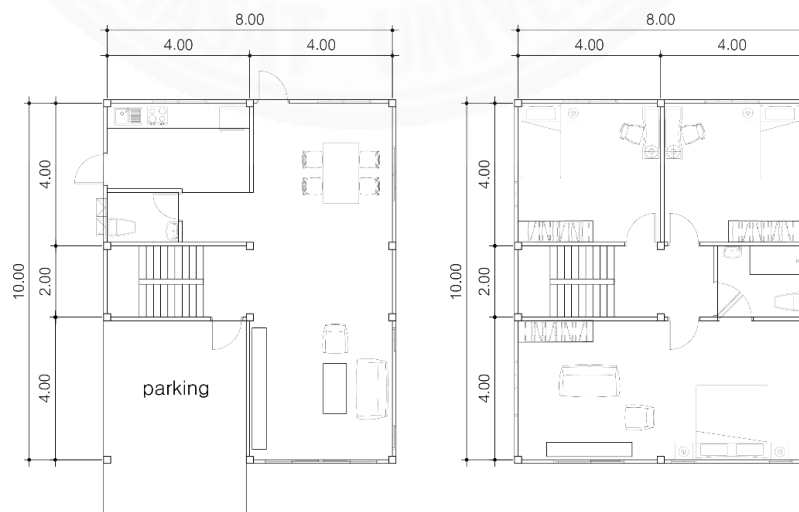
3.2.2 ตัวแปรตาม

- 3.2.2.1 ปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance Level)
- 3.2.2.2 ความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง (Uniformity)
- 3.2.2.3 อัตราส่วนความสว่างสะท้อน (Luminance Ratio)

3.2.3 ตัวแปรควบคุม

- 3.2.3.1 ขนาดห้องที่ใช้ทำการทดลอง

บ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว กลุ่มราคา 3-5 ล้านบาท เนื่องจากเป็นระดับราคาที่มีจำนวนหน่วยมากที่สุดในกลุ่มบ้านจัดสรรประเภทบ้านเดี่ยว โดยมีปริมาณ 47% จากจำนวนบ้านพักอาศัยประเภทบ้านจัดสรรทั้งหมด และในอนาคตมีแนวโน้มอุปทานตลาดที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุ จะมีการแข่งขันเพิ่มสูงขึ้น โดยมีหลายโครงการบ้านจัดสรรที่เป็นตัวอย่างนำร่องในการออกแบบโดยใช้หลักเกณฑ์การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล มาออกแบบให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้ด้วยตัวอย่างเช่น โครงการ เวลเนสโฮม เฟส 3 ของกลุ่ม เวลเนสซิดี ที่มีการออกแบบให้สอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุ



ภาพที่ 3.1 รูปแบบบ้านมาตรฐานที่พบได้ทั่วไปของกลุ่มบ้านราคา 3-5 ล้านบาท

ห้องนั่งเล่น	4x6	เมตร
ห้องรับประทานอาหาร	4x4	เมตร
ห้องครัว	3.5x4	เมตร
ห้องน้ำ	2x2.5	เมตร
ห้องนอนเล็ก	4x4	เมตร
ห้องนอนใหญ่	4x8	เมตร

3.2.3.2 ระดับฝ้าเพดานที่ 2.5 เมตร

3.2.3.3 ระบายทำงานของแต่ละพื้นที่การใช้งาน

3.2.3.4 ระยะ grid ที่ใช้เก็บข้อมูล (ทุกระยะ 0.5 เมตร)

3.3 เกณฑ์ในการประเมิน

เกณฑ์ในการประเมินแสงสว่างในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การประเมินในด้านปริมาณความส่องสว่างของพื้นที่การใช้งาน และการประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง (มาตรฐาน IES 10th edition, 2011)

3.3.1 การประเมินด้านปริมาณความส่องสว่าง

3.3.1.1 ปริมาณความส่องสว่างของพื้นที่ห้องนั่งเล่น, ห้องรับประทานอาหาร

ในด้านปริมาณความส่องสว่างเลือกใช้เกณฑ์ของผู้สูงอายุซึ่ง IES กำหนดช่วงอายุ 65 ปีขึ้นไป ในการเทียบเคียงกับกลุ่มผู้สูงอายุของไทยที่กำหนดช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไป

ตารางที่ 3.1

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ต้องการของห้องนั่งเล่น และห้องรับประทานอาหารตามมาตรฐาน IES

	Recommended Maintained Illuminance Targets (lux)					
	Horizontal (E_h) Targets			Vertical (E_v) Targets		
	Visual Ages of Observers (years) where at least half are			Visual Ages of Observers (years) where at least half are		
Residential Interiors	< 25	25-65	>65	< 25	25-65	>65
> Living Room	15	30	60	15	30	60
> Dining	50	100	200	20	40	80

จากตารางเกณฑ์มาตรฐาน เลือกพิจารณาในช่องของผู้ใช้งานอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป โดยตำแหน่งที่ทำการพิจารณาค่าความสว่างทำการเก็บข้อมูลทุกระยะ 0.50 เมตรที่ระดับความสูงดังต่อไปนี้

ระนาบนอน	พื้นที่บริเวณห้องนั่งเล่นที่ระดับ	0.00 เมตร
	พื้นที่บริเวณห้องทานอาหารที่ระดับ	0.75 เมตร
ระนาบตั้ง	พื้นที่ห้องนั่งเล่นบริเวณผนังสูงจากพื้นที่ระดับ	1.20 เมตร
	พื้นที่รับประทานอาหารที่ผนังสูงจากพื้นที่ระดับ	1.20 เมตร

3.3.1.2 ปริมาณความส่องสว่างของพื้นที่ห้องครัว

ตารางที่ 3.2

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ต้องการของห้องครัว ตามมาตรฐาน IES

	Recommended Maintained Illuminance Targets (lux)					
	Horizontal (E_h) Targets			Vertical (E_v) Targets		
	Visual Ages of Observers (years) where at least half are			Visual Ages of Observers (years) where at least half are		
Residential Interiors	< 25	25-65	>65	< 25	25-65	>65
> Kitchen						
General	25	50	100	10	20	40

จากตารางเกณฑ์มาตรฐาน เลือกพิจารณาในช่องของผู้ใช้งานอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป โดยตำแหน่งที่ทำการพิจารณาค่าความสว่างทำการเก็บข้อมูลทุกระยะ 0.50 เมตรที่ระดับความสูงดังต่อไปนี้

ระนาบนอน	พื้นที่บริเวณทั่วไปที่ระดับ	0.00 เมตร
ระนาบตั้ง	พื้นที่บริเวณทั่วไปที่ผนังสูงจากพื้นที่ระดับ	1.50 เมตร

ตารางที่ 3.3

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ต้องการของห้องน้ำ ตามมาตรฐาน IES

	Recommended Maintained Illuminance Targets (lux)					
	Horizontal (E_h) Targets			Vertical (E_v) Targets		
	Visual Ages of Observers (years) where at least half are			Visual Ages of Observers (years) where at least half are		
Residential Interiors	< 25	25-65	>65	< 25	25-65	>65
> Bathrooms						
Shower/Tubs	25	50	100	10	20	40
Toilets and Bidets	50	100	200	15	30	60

จากตารางเกณฑ์มาตรฐาน เลือกพิจารณาในช่องของผู้ใช้งานอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป โดยตำแหน่งที่ทำการพิจารณาค่าความส่องสว่างทำการเก็บข้อมูลทุกระยะ 0.50 เมตรที่ระดับความสูงดังต่อไปนี้

ระนาบนอน	พื้นที่บริเวณฝักบัวและอ่างอาบน้ำที่ระดับ	0.00 เมตร
	พื้นที่บริเวณสุขภัณฑ์ที่ระดับ	0.70 เมตร
ระนาบตั้ง	พื้นที่ฝักบัวและอ่างอาบน้ำที่ผนังสูงจากพื้นที่ระดับ	1.20 เมตร
	พื้นที่สุขภัณฑ์ที่ผนังสูงจากพื้นที่ระดับ	0.90 เมตร

3.3.1.4 ปริมาณความส่องสว่างของพื้นที่ห้องนอน

ตารางที่ 3.4

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ต้องการของห้องนอน ตามมาตรฐาน IES

	Recommended Maintained Illuminance Targets (lux)					
	Horizontal (E_h) Targets			Vertical (E_v) Targets		
	Visual Ages of Observers (years) where at least half are			Visual Ages of Observers (years) where at least half are		
Residential Interiors	< 25	25-65	>65	< 25	25-65	>65
> Bedrooms						
General	25	50	100	15	30	60

จากตารางเกณฑ์มาตรฐาน เลือกพิจารณาในช่องของผู้ใช้งานอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป โดยตำแหน่งที่ทำการพิจารณาค่าความสว่างทำการเก็บข้อมูลทุกระยะ 0.50 เมตรที่ระดับความสูงดังต่อไปนี้

ระนาบนอน	พื้นที่บริเวณทั่วไปที่ระดับ	0.60 เมตร
ระนาบตั้ง	พื้นที่บริเวณทั่วไปที่ผนังสูงจากพื้นที่ระดับ	1.20 เมตร

3.3.2 การประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง

3.3.2.1 ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Uniformity)

ในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดเกณฑ์เรื่องความสม่ำเสมอของแสงที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานของ IES ที่ใช้ในปัจจุบันสำหรับบุคคลทั่วไปเพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการศึกษา

ตารางที่ 3.5

ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแต่ละพื้นที่การใช้งาน ตามมาตรฐาน IES

	Uniformity Targets
	Avg : Min
> Living Room	5 : 1
> Dining Informal	4 : 1
> Kitchen General	5 : 1
> Bathrooms Shower/Tubs	2 : 1
Toilets and Bidets	2 : 1
>Bedroom General	3 : 1

3.3.2.2 อัตราส่วนความสว่างสะท้อน (Luminance Ratio)

ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างของพื้นที่ใช้งานและข้างเคียง

ตารางที่ 3.6

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน

รายการ	ค่าที่ต้องการ	ค่าต่ำสุด
พื้นที่ติดกับพื้นที่ใช้งาน	1 : 3	1 : 5
พื้นที่รอบข้าง	1 : 5	1 : 10

ในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดเกณฑ์เรื่องอัตราส่วนความสว่างสะท้อนที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานของ IES ที่ใช้ในปัจจุบันเพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการศึกษา

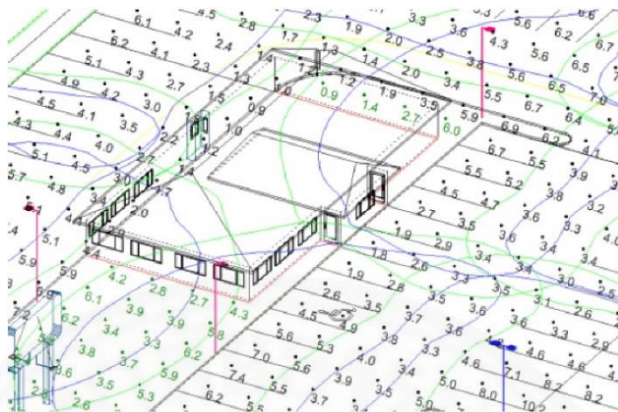
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในปัจจุบันมีโปรแกรมจำลองแสงสว่างหลายโปรแกรม เช่น Radiance, Autodesk 3Ds Max Design, Dialux, Relux, เป็นต้น นักวิจัยหรือนักออกแบบสามารถใช้โปรแกรมเพื่อประเมินผลรูปแบบแสงสว่างที่ซับซ้อน ในพื้นที่ที่ซับซ้อนได้ โปรแกรม AGI32 ซึ่งเป็นโปรแกรมคำนวณแสงสว่างด้วยวิธีแบบ Radiosity คือการคำนวณค่าความเข้มแสงที่พื้นผิวโดยเริ่มแบ่งพื้นผิวออกเป็นส่วนเล็ก ๆ เรียกว่า Element โดยการคำนวณจากแสงที่กระจาย ไว้ในแต่ละ element การจำลองหนึ่งครั้งสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองเพื่อพิจารณาค่าในมุมมองอื่น ต่าง element แต่ละส่วน ซึ่งไปมีผลต่อ Element ส่วนอื่น ๆ โดยสุดท้ายผลของการคำนวณจะถูกเก็บจากวิธีการแบบ Ray-Tracing ที่ใช้วิธีการตั้งมุมมอง เป็นการวัดจากมุมมองไปยังแหล่งกำเนิด โดยพื้นฐานของโปรแกรม AGI32 จะอ้างอิงเกณฑ์มาตรฐานจาก IES และ CIE

3.4.1 การคำนวณของโปรแกรม

การคำนวณของโปรแกรมเป็นการคำนวณตัวเลขแบบ Point-by-Point ของ Direct และ Reflected Light บนพื้นที่ผิวหรือระนาบการใช้งาน ภายใต้กรอบการทำงานของ

โปรแกรมทำให้สามารถคาดการณ์ หรือหาจำนวนของแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติในสภาพแวดล้อมใด ๆ ได้



ภาพที่ 3.2 การคำนวณแบบ Point-by-Point ของโปรแกรม

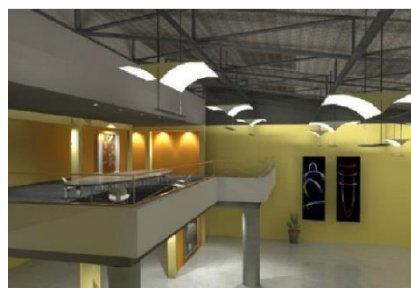
การใส่ข้อมูลภายในโปรแกรมในส่วนของ Luminaire Photometric Data โปรแกรม AGI32 สามารถรองรับไฟล์ IES (*.IES), EULUMDAT (*.LDT) และ CIBSE (*.CIB) ซึ่งไฟล์เหล่านี้สามารถหาได้จากเว็บไซต์ของผู้ผลิตทั่วไป

ค่าที่โปรแกรมสามารถคำนวณได้ในงาน Interior ได้แก่

- ค่าความส่องสว่าง Illuminance (fc , lux) ในระนาบตั้ง และนอน
- Luminous Exitance (lm/sq.ft, lm/sq.m.)
- Lighting Power Density (watts/sq.ft)
- Unified Glare Rating
- Luminance (cd/m²)

3.4.2 การขึ้นแบบจำลอง (Modeling)

การขึ้นแบบจำลอง 3 มิติของโปรแกรมสามารถนำไฟล์ในสกุล *.DWG หรือ *.DXF เข้ามาใช้ได้



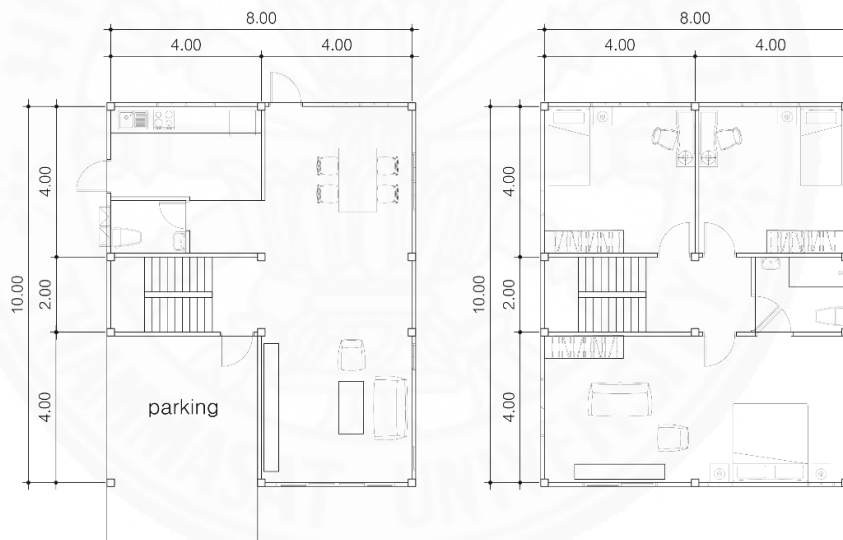
ภาพที่ 3.3 การสร้างแบบจำลองในโปรแกรมAGI32–wireframe (ซ้าย) rendered: radiosity + raytrace (ขวา)

3.5 ขั้นตอนการศึกษา

3.5.1 ขั้นตอนการศึกษาที่ 1

ศึกษาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างภายในบ้านพักอาศัยที่พบได้ในกลุ่มบ้านจัดสรรทั่วไปในรูปแบบบ้านพักอาศัย 2 ชั้น พฤติกรรมการใช้แสงประดิษฐ์ภายในบ้านพักอาศัยของผู้อยู่อาศัยในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน โดยเลือกลักษณะการจัดผังรูปแบบแสงสว่างที่พบได้ทั่วไปและทิศทางที่พบได้โดยทั่วไปของบ้านพักอาศัย เพื่อให้ได้ข้อมูลเรื่องสภาพ และปริมาณความส่องสว่างเบื้องต้นของบ้านพักอาศัยที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เพื่อกำหนดเป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการพิจารณา การปรับปรุงสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.5.1.1 การศึกษาข้อมูลสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างสำหรับผู้สูงอายุ โดยศึกษาข้อมูลพื้นที่การใช้งาน ห้องนั่งเล่น ห้องรับประทานอาหาร ห้องน้ำ ห้องครัว ห้องนอน ที่จะนำมาใช้ในการทดลอง โดยมีข้อกำหนดดังนี้



ภาพที่ 3.4 รูปแบบบ้านมาตรฐานที่พบได้ทั่วไปของกลุ่มบ้านราคา 3-5 ล้านบาท

3.5.1.2 กำหนดเงื่อนไขในการทดลอง

1) รูปแบบการศึกษาข้อมูล : สภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างเมื่อใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์

2) พื้นที่ที่ทำการศึกษา : บ้านพักอาศัยในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

3) ขนาดพื้นที่การใช้งาน :

ห้องนั่งเล่น

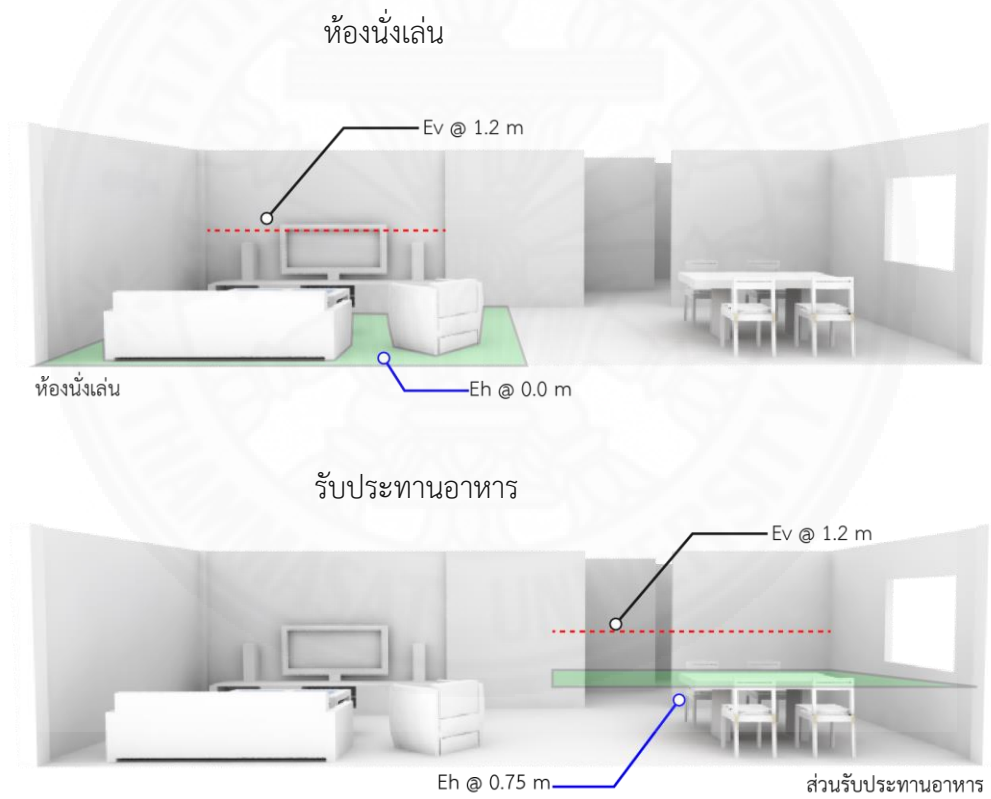
4x6

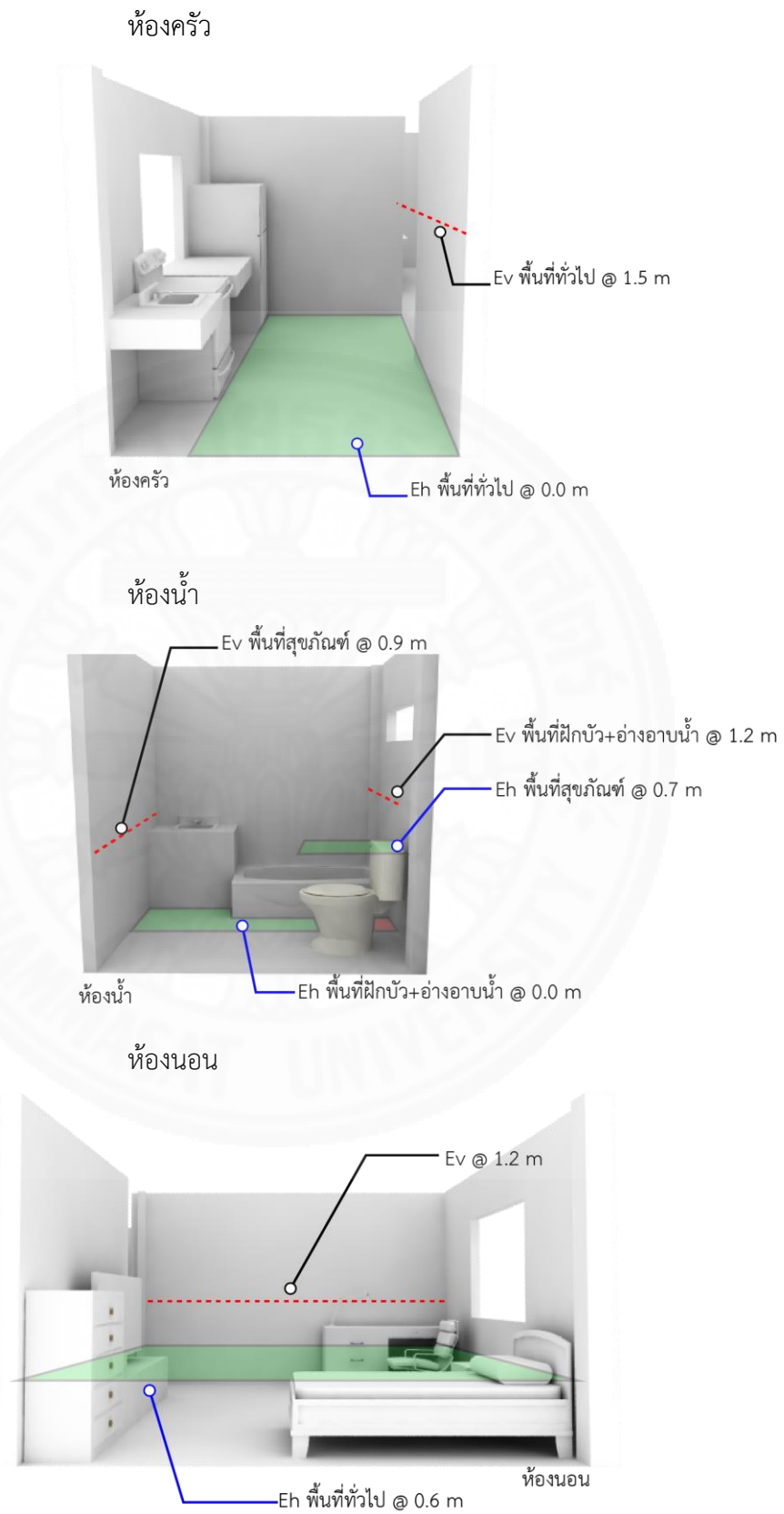
เมตร

ห้องรับประทานอาหาร	4x4	เมตร
ห้องครัว	3.5x4	เมตร
ห้องน้ำ	2x2.5	เมตร
ห้องนอนเล็ก	4x4	เมตร
ห้องนอนใหญ่	4x8	เมตร

3.5.1.3 การวัดค่าที่จำเป็น และการประเมิน

- 1) วัดค่าความส่องสว่าง (Illuminance Level)
- 2) วัดค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity)





ภาพที่ 3.5 ระนาบการวัดของห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องน้ำ ห้องนอน

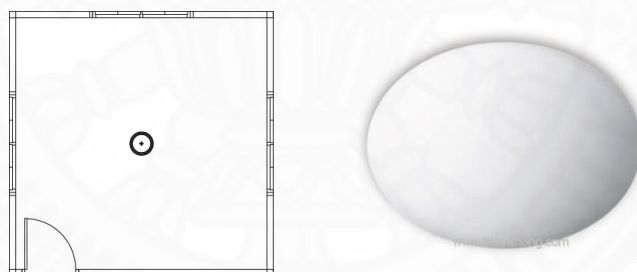
- 3) ประเมินอัตราส่วนความสว่างสะท้อน
- 4) ประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงาน

3.5.2 ขั้นตอนการศึกษาที่ 2

การศึกษาแนวทางการปรับปรุง เพื่อแก้ไขปัญหาที่ทราบจากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 โดยอ้างอิงให้เป็นไปตามเกณฑ์จากมาตรฐานของ IES (Illuminating Engineering Society) เพื่อหาแนวทางในการทำให้พื้นที่ใช้งานมีปริมาณความสว่างที่เพียงพอ และได้คุณภาพที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.5.2.1 แนวทางการออกแบบเพื่อให้พื้นที่การใช้งานมีปริมาณความสว่างที่เพียงพอตามเกณฑ์มาตรฐาน

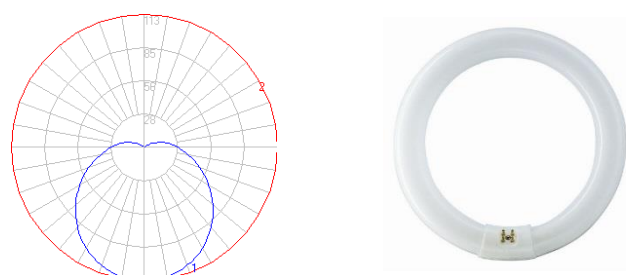
- การปรับเปลี่ยนกำลังไฟของหลอด
 - การปรับรูปแบบการจัดผัง
 - การเปลี่ยนประเภทของดวงโคม
- 1) รูปแบบการจัดผัง และชนิดของดวงโคมที่ใช้
 - การจัดผังแบบ Center



ภาพที่ 3.6 การจัดผังแบบ Center (ซ้าย) โดยใช้โคมแบบกลม (ขวา)

ดวงโคม : ขนาด 30 x 30 เซนติเมตร

หลอดไฟ : ฟลูออเรสเซนต์แบบกลม (Circular Tube)



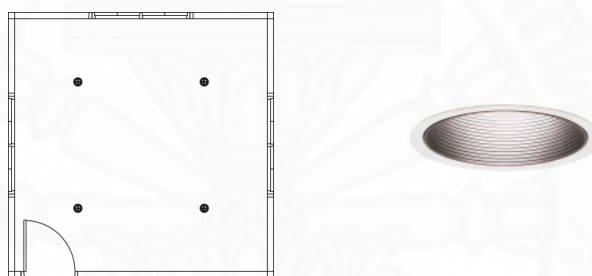
ภาพที่ 3.7 แผนภูมิการกระจายแสงของดวงโคม (ซ้าย) หลอด Circular Tube (ขวา)

ตารางที่ 3.7

ตารางแสดงปริมาณแสงที่ให้แปรผันตามจำนวนวัตต์ของหลอด Circular Tube

กำลังไฟของหลอด (วัตต์)	ปริมาณแสง (ลูเมน)
22 วัตต์	1050
32 วัตต์	1750
40 วัตต์	2500

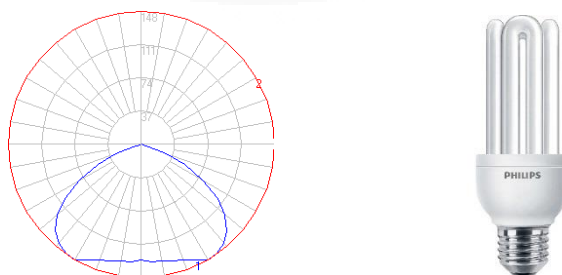
- การจัดผังแบบ Grid



ภาพที่ 3.8 การจัดผังแบบ Grid (ซ้าย) โดยใช้โคมแบบ Downlight ชนิดฝังฝ้า (ขวา)

ดวงโคม : ขนาด 12.5 x 12.5 เซนติเมตร

หลอดไฟ : หลอด Compact Fluorescent



ภาพที่ 3.9 แผนภูมิการกระจายแสงของดวงโคม (ซ้าย) หลอด Compact Fluorescent (ขวา)

ตารางที่ 3.8

ตารางแสดงปริมาณแสงที่ให้แปรผันตามจำนวนวัตต์ของหลอด Compact Fluorescent

กำลังไฟของหลอด (วัตต์)	ปริมาณแสง (ลูเมน)
5 วัตต์	235
8 วัตต์	415
11 วัตต์	600
14 วัตต์	790
18 วัตต์	1040

- การจัดผังแบบ Grid



ภาพที่ 3.10 การจัดผังแบบผสม (ซ้าย) โดยใช้โคมแบบกลม (กลาง) และดวงโคมแบบ Downlight ชนิดฝังฝ้า (ขวา)

ตารางที่ 3.9

ตารางแสดงกรณีที่ใช้ศึกษาการจัดรูปแบบผสม

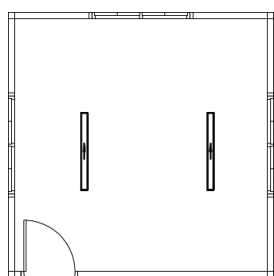
กรณีศึกษา	หลอดที่ใช้	
	Compact Fluorescent	Circular Tube
DL5w + Cir22w	5 W	22W
DL5w + Cir32w	5 W	32W

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ตารางแสดงกรณีที่ใช้ศึกษาการจัดรูปแบบผสม

กรณีศึกษา	หลอดที่ใช้	
	Compact Fluorescent	Circular Tube
DL5w + Cir40w	5 W	40W
DL8w + Cir22w	8 W	22W
DL8w + Cir32w	8 W	32W
DL8w + Cir40w	8 W	40W
DL11w + Cir22w	11 W	22W
DL11w + Cir32w	11 W	32W
DL11w + Cir40w	11 W	40W
DL14w + Cir22w	14 W	22W
DL14w + Cir32w	14 W	32W
DL14w + Cir40w	14 W	40W
DL18w + Cir22w	18 W	22W
DL18w + Cir32w	18 W	32W
DL18w + Cir40w	18 W	40W

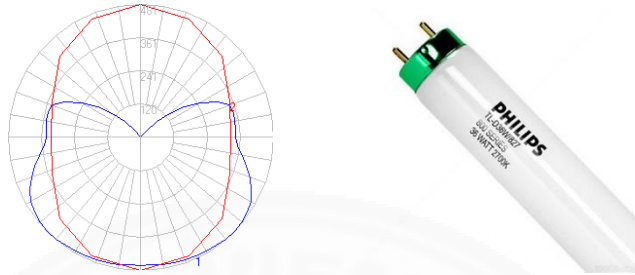
- การจัดผังแบบ Linear



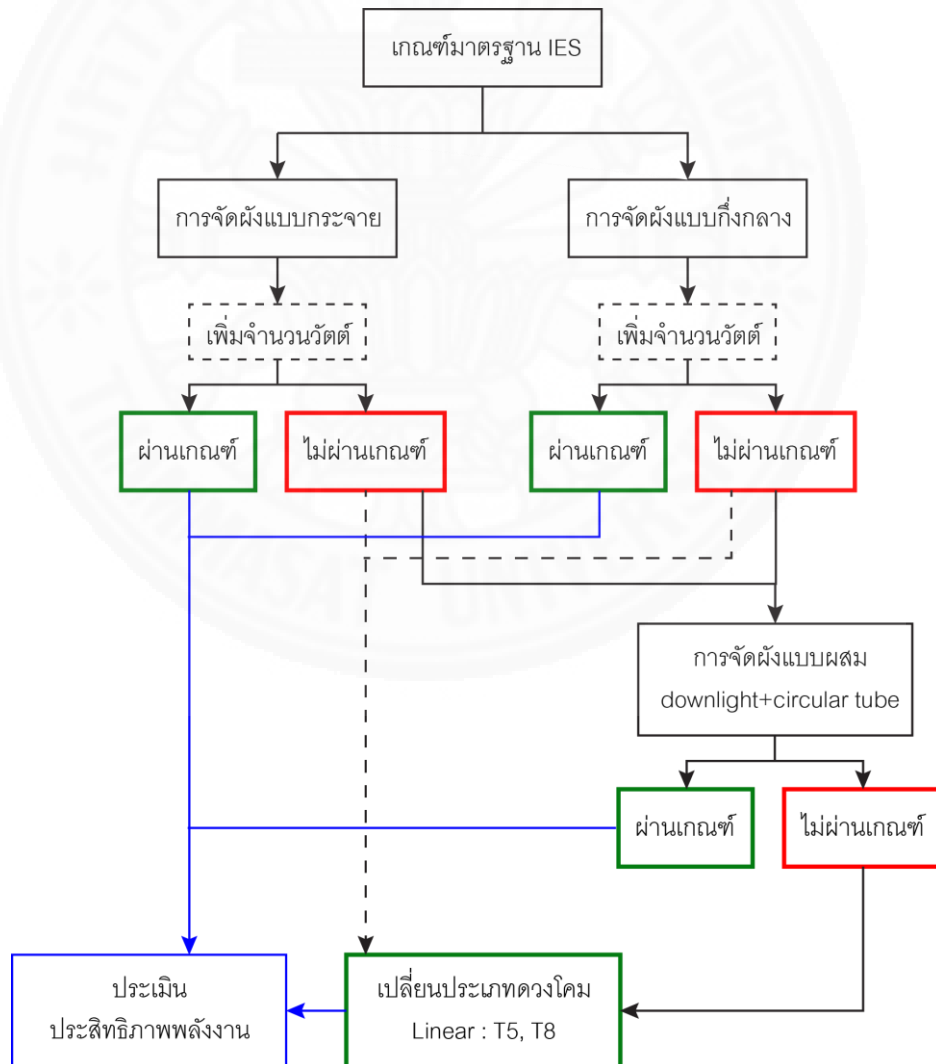
ภาพที่ 3.11 การจัดผังแบบ Linear (ซ้าย) โดยใช้ดวงโคมแบบ Linear (ขวา)

ดวงโคม : ขนาด 10 x 120 เซนติเมตร

หลอดไฟ : หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ Linear



ภาพที่ 3.12 แผนภูมิการกระจายแสงของดวงโคม (ซ้าย) หลอด Linear Fluorescent (ขวา)



ภาพที่ 3.13 แนวทางการปรับปรุงแสงสว่างให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน IES

3.5.2.1 การวัดค่าที่จำเป็น และการประเมิน

- 1) วัดค่าความเข้มของแสงภายในพื้นที่ที่ทำการศึกษา (Illuminance Level)
- 2) วัดค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) เพื่อกำหนดหาจุดที่แสงสว่างไม่สามารถเข้าถึง และความเข้มแสงไม่เพียงพอต่อความต้องการสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างของผู้สูงอายุ
- 3) ประเมินอัตราส่วนความสว่างสะท้อน (Luminance Ratio)
- 4) ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง

3.5.3 ขั้นตอนการศึกษาที่ 3

การประเมินรูปแบบที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 2 เพื่อสรุปเป็นรูปแบบสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาใน 2 ส่วนคือ

- 3.5.3.1 รูปแบบที่มีปริมาณและคุณภาพแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ
- 3.5.3.2 ประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงาน

3.6 การสรุปผลและประเมินผล

นำเสนอเป็นแนวทางในการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ และเป็นรูปแบบที่มีความคุ้มค่าด้านการใช้พลังงานสำหรับระบบแสงสว่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

พื้นที่ห้องนั่งเล่น

4.1 การประเมินผลการศึกษาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน

การศึกษารูปแบบการจัดผังดวงโคมของบ้านพักอาศัยในปัจจุบันพบว่า มีการจัดรูปแบบใน 2 ลักษณะคือ การจัดผังแบบ Grid ด้วยหลอด Compact Fluorescent และการจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Circular Tube



ภาพที่ 4.1 การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องนั่งเล่นที่พบได้ทั่วไป



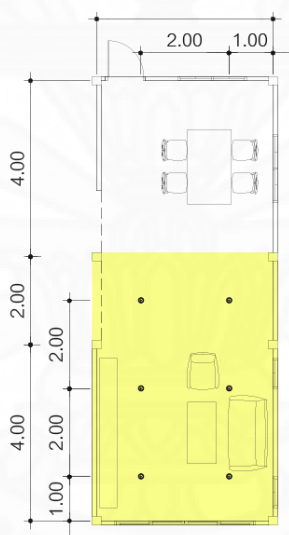
ภาพที่ 4.2 การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องนั่งเล่นที่พบได้ทั่วไป

หลอดไฟฟ้่าที่นิยมใช้คือ หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5-18 วัตต์ และหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ขนาด 22-40 วัตต์ โดยให้ปริมาณความสว่าง และคุณภาพแสงสว่างดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการศึกษาพื้นที่ห้องนั่งเล่น

ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ การจัดผังแบบ Grid และการจัดผังแบบ Centered ในการศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent 11 วัตต์ (600 Lumen) และ Fluorescent Circular Tube 32 วัตต์ (1750 Lumen) เนื่องจากเป็นหลอดไฟฟ้่าที่สามารถหาซื้อได้ทั่วไป

4.1.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

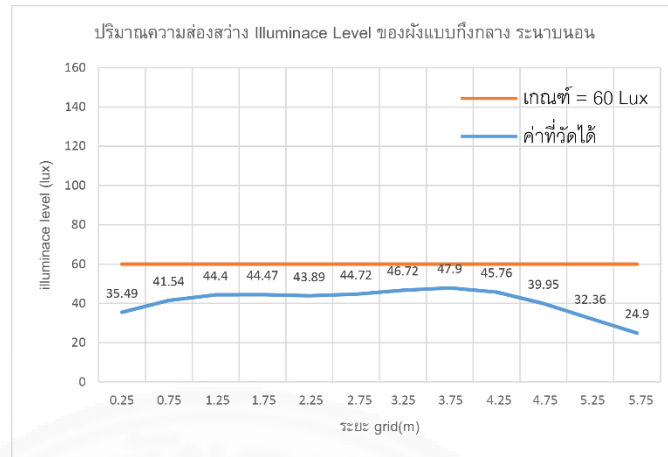
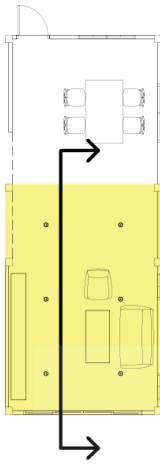


ภาพที่ 4.3 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง

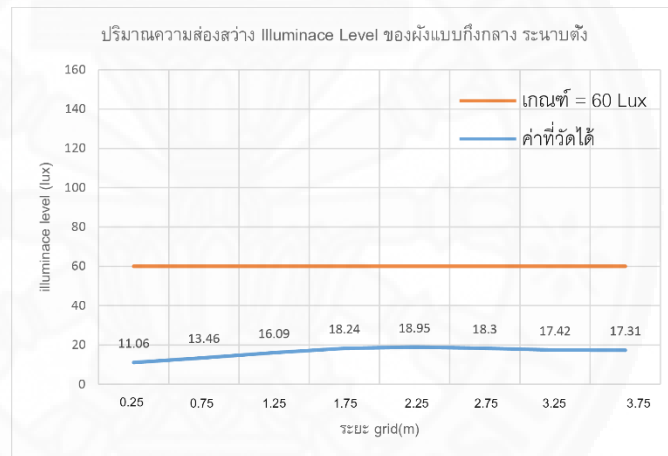
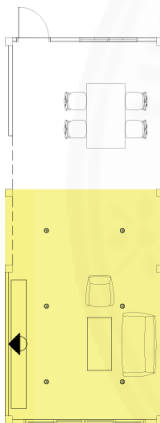
ตารางที่ 4.1

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง

	ค่าความส่องสว่างระนาบแนวนอน (Lux)				ค่าความส่องสว่างระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	60.00	-	-	5.00	60.00	-	-	5.00
ผลที่ทดลองได้	48.78↓	65.35	28.68	1.7	40.42↓	44.42	30.08	1.34



ภาพที่ 4.4 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง

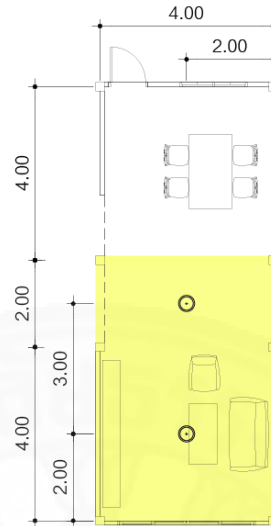


ภาพที่ 4.5 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Grid ที่ระนาบแนวนอนมีค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนด โดยบริเวณริมห้องมีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

ในขณะที่ระนาบแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.2 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES ในทุกบริเวณ

4.1.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

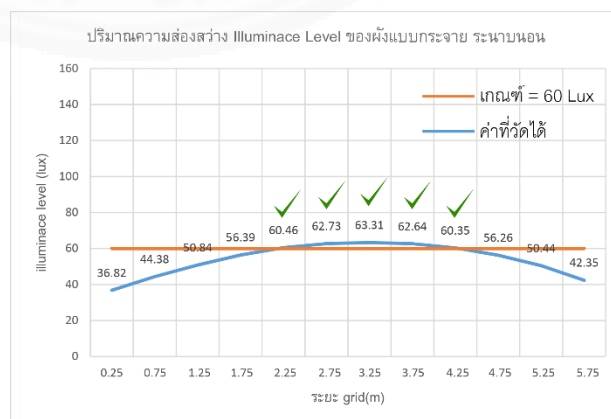
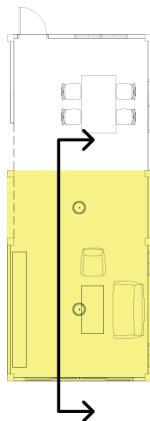


ภาพที่ 4.6 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง

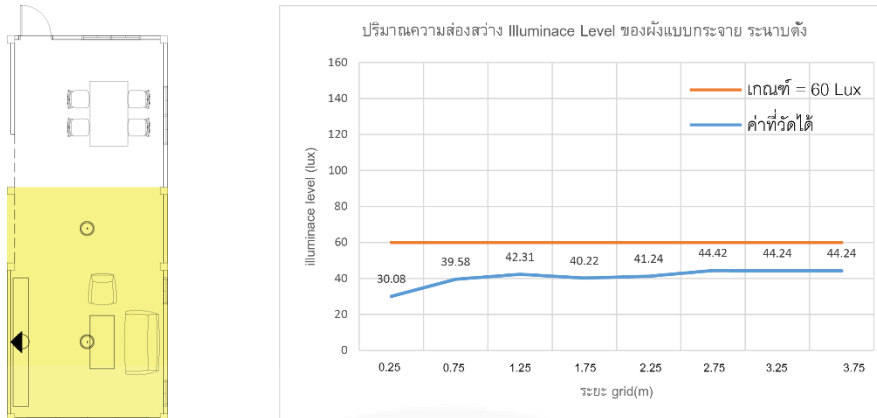
ตารางที่ 4.2

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Max	Avg./Min	Avg.	Max	Max	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	60.00	-	-	5.00	60.00	-	-	5.00
ผลที่ทดลองได้	36.14↓	52.50	52.50	1.89	16.35↓	52.50	52.50	1.48



ภาพที่ 4.7 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 4.8 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องนั่งเล่นก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Center ที่ระนาบแนวนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดในทุกบริเวณ และที่ระนาบแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.2 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES มากในทุกบริเวณ

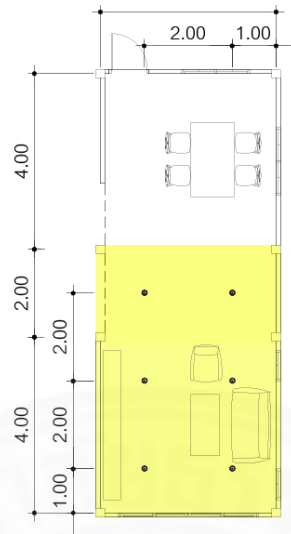
จากการศึกษารูปแบบการจัดผังของพื้นที่ห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัยที่พบได้ในปัจจุบันพบว่า ผังรูปแบบ Grid ในระนาบแนวนอนมีค่าใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ระนาบแนวตั้งไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ผังรูปแบบ Center ทั้งในระนาบแนวนอน และแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมากในทั้งสองกรณี ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพแสงสว่างในขั้นตอนต่อไป

4.2 การประเมินผลแนวทางการแก้ไข

4.2.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนกำลังไฟ (วัตต์) ของหลอดไฟฟ้า

4.1.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Grid การศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5, 8, 11, 14, 18 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 235, 415, 600, 790 และ 1040 lumen ตามลำดับ

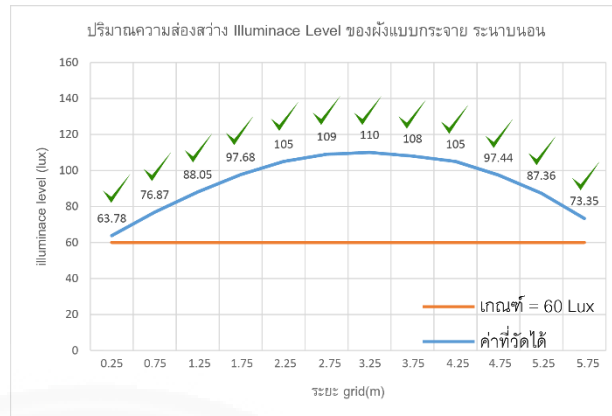
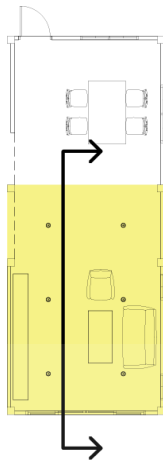


ภาพที่ 4.9 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่นหลังการปรับปรุง

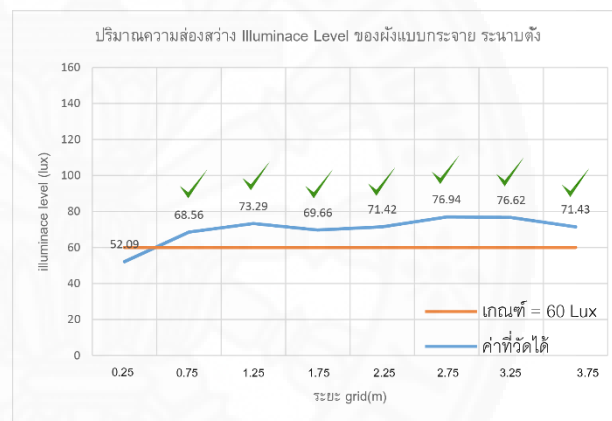
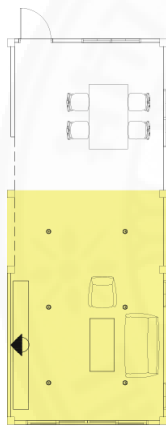
ตารางที่ 4.3

ตารางแสดงผลที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องนั่งเล่น

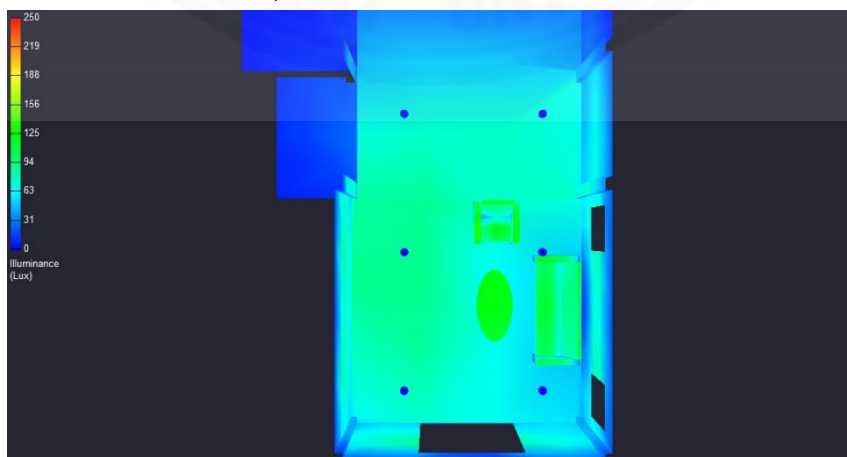
	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	60.00	-	-	5.00	60.00	-	-	5.00
grid_downlight_5w	19.08	25.56	11.22	1.70	15.81	17.37	11.76	1.34
grid_downlight_8w	33.75	45.22	19.84	1.70	27.97	30.74	20.81	1.34
grid_downlight_11w	48.78	65.35	28.68	1.70	40.42	44.42	30.08	1.34
grid_downlight_14w	64.22	86.04	37.76	1.70	53.21	58.48	39.6	1.34
grid_downlight_18w	84.49	113	49.67	1.70	70.01	76.94	52.09	1.34



ภาพที่ 4.10 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องนั่งเล่นหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 4.11 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องนั่งเล่นหลังการปรับปรุง

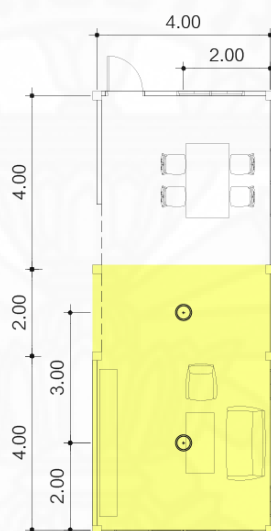


ภาพที่ 4.12 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w

การศึกษาการปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของผังแบบ Grid เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ที่ 14 วัตต์พบว่าในระนาบแนวนอนมีปริมาณความส่องสว่าง และความสม่ำเสมอของแสงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน IES ในขณะที่ระนาบแนวตั้งยังมีปริมาณความส่องสว่างต่ำกว่า ที่เกณฑ์มาตรฐานกำหนด และเมื่อปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ที่ 18 วัตต์ พบว่าทั้งในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้งมีปริมาณและคุณภาพของแสงสว่างเป็นไปตามเกณฑ์ที่มาตรฐาน IES กำหนด

4.1.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Center การศึกษาเลือกใช้หลอด Fluorescent Circular Tube 22, 32 และ 40 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 1050, 1750 และ 2500 lumen ตามลำดับ



ภาพที่ 4.13 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนั่งเล่นหลังการปรับปรุง

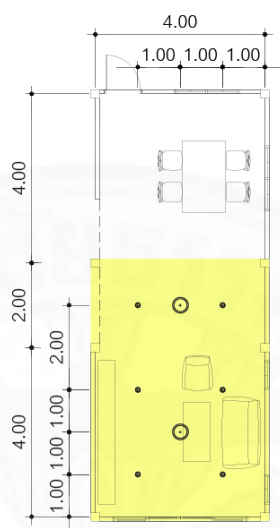
ตารางที่ 4.4

ตารางแสดงผลที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องนั่งเล่น

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	60.00	-	-	5.00	60.00	-	-	5.00
center_22w	21.68↓	31.5	11.47	1.89	9.81 ↓	11.37	6.64	1.48
center_32w	36.14↓	52.5	19.12	1.89	16.35↓	18.95	11.06	1.48
center_40w	51.62↓	75	27.32	1.89	23.36↓	27.07	15.8	1.48

การปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของการจัดผังแบบ Center พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 40 วัตต์ ปริมาณความส่องสว่างที่ได้ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนด

4.1.1.3 ผลของการจัดผังแบบผสม (Grid + Centered Layout)



ภาพที่ 4.14 การจัดผังแบบผสมภายในพื้นที่ห้องนั่งเล่น

ตารางที่ 4.5

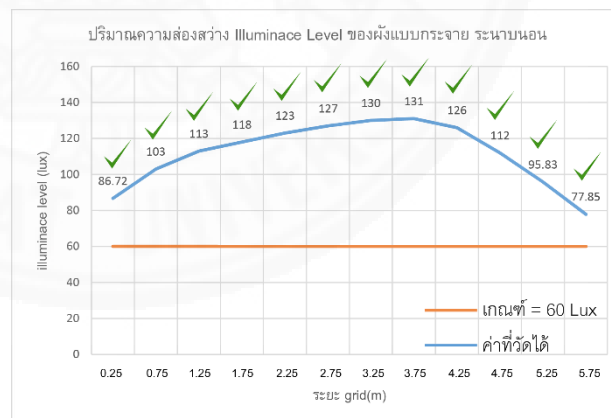
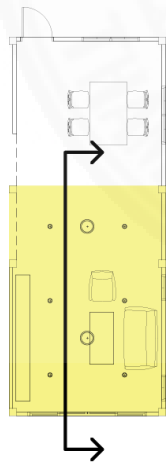
ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องนั่งเล่น

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	60.00	-	-	5.00	60.00	-	-	5.00
DL5W + Cir22W	40.55	56.63	24.41	1.66	25.6	28.36	18.51	1.38
DL5W + Cir32W	54.83	77.59	32.67	1.68	32.08	35.65	22.91	1.4
DL5W + Cir40W	70.15	98.73	41.33	1.7	38.98	43.1	27.64	1.41
DL8W + Cir22W	55.24	75.99	33.02	1.67	37.77	41.75	27.66	1.37
DL8W + Cir32W	69.52	96.96	41.83	1.66	44.29	49.05	32.07	1.38
DL8W + Cir40W	84.87	119	50.81	1.67	51.27	56.86	36.8	1.39
DL11W+Cir22W	70.22	95.81	41.83	1.68	50.23	55.46	37.02	1.36

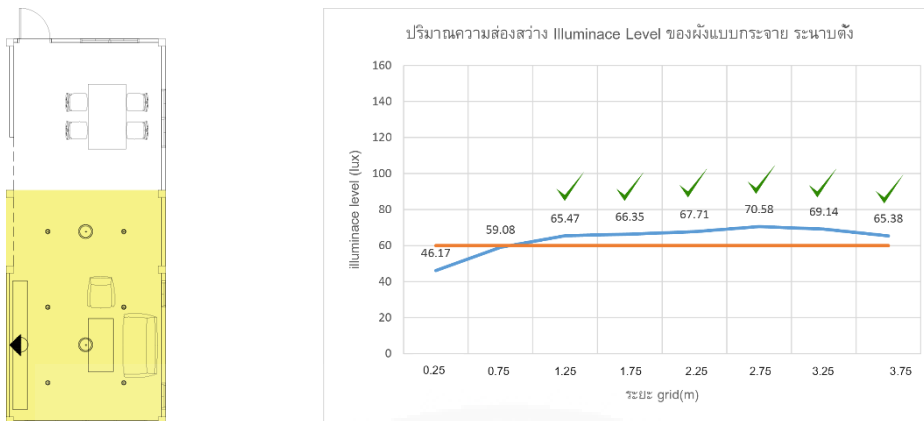
ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องนั่งเล่น

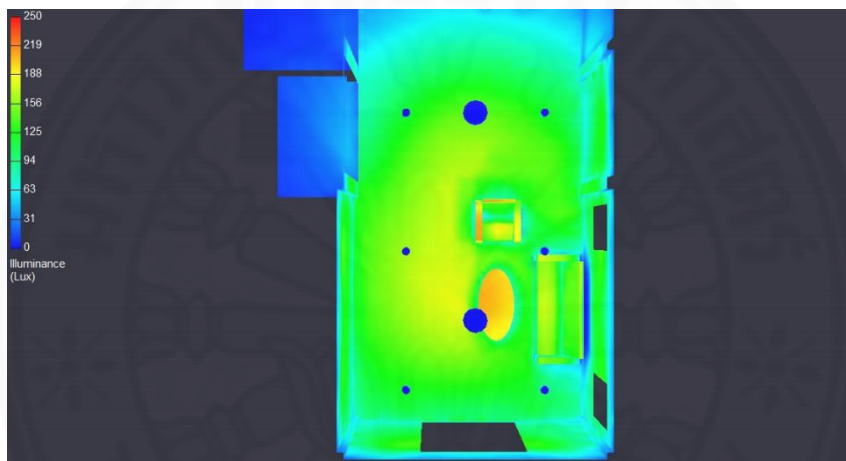
	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	60.00	-	-	5.00	60.00	-	-	5.00
DL11W+Cir32W	84.58	117	50.64	1.67	56.75	62.76	41.44	1.37
DL11W+Cir40W	99.89	139	60.08	1.66	63.74	70.58	46.17	1.38
DL14W+Cir22W	85.65	116	50.88	1.68	62.99	69.55	46.31	1.36
DL14W+Cir32W	99.97	137	59.69	1.67	69.56	76.86	51.08	1.36
DL14W+Cir40W	115.37	160	69.14	1.67	76.55	84.68	55.8	1.37
DL18W+Cir22W	105.88	62.77	144	1.69	79.95	58.75	88.04	1.36
DL18W+Cir32W	120.22	71.58	164	1.68	86.36	63.71	95.34	1.36
DL18W+Cir40W	135.60	81.02	186	1.67	93.35	68.44	103	1.36



ภาพที่ 4.15 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสมในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องนั่งเล่น



ภาพที่ 4.16 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนั่งเล่น



ภาพที่ 4.17 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบผสมกรณี DL18W+Cir40W พื้นที่ห้องนั่งเล่น

การศึกษาการปรับปรุงโดยการปรับรูปแบบการจัดผังเป็นแบบผสม Grid + Centered Layout พบว่าการใช้หลอด Compact Fluorescents ร่วมกับหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube จะทำให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานไม่ครบทุกกรณี โดยการปรับปรุงรูปแบบจะผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้งก็ต่อเมื่อดวงโคมแบบ Downlight ใช้หลอด Compact Fluorescents ที่มีขนาด 11 วัตต์ขึ้นไปร่วมกับ หลอด Circular Tube 22, 32 และ 40 วัตต์ (เฉพาะหลอด Compact Fluorescent 11 วัตต์ ต้องใช้คู่กับหลอด Circular Tube 40 วัตต์)

4.3 ผลการประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง

4.3.1 ความสม่ำเสมอของแสง

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ได้แก่

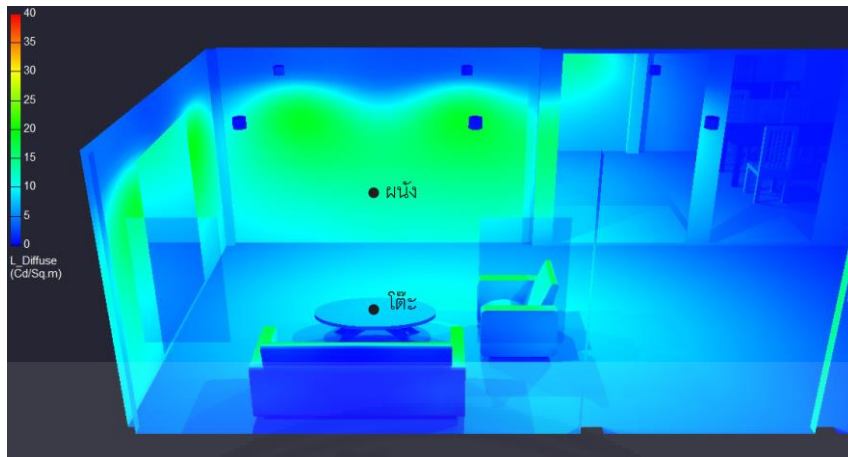
ตารางที่ 4.6

ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ในพื้นที่ห้องนั่งเล่น

กรณีศึกษาที่ผ่านมาเกณฑ์	ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง	
	ระนาบแนวนอน	ระนาบแนวตั้ง
เกณฑ์มาตรฐาน	5.00	5.00
grid_downlight_18w	1.70	1.34
DL11W+Cir40W	1.66	1.38
DL14W+Cir22W	1.68	1.36
DL14W+Cir32W	1.67	1.36
DL14W+Cir40W	1.67	1.37
DL18W+Cir22W	1.69	1.36
DL18W+Cir32W	1.68	1.36
DL18W+Cir40W	1.67	1.36

4.3.2 อัตราส่วนความสว่างสะท้อน

อัตราส่วนความสว่างสะท้อนจากผิววัสดุของพื้นที่ใช้งาน กับพื้นที่รอบข้างค่าที่เหมาะสมมีค่าต้องการคือ 1 : 5 หรือ 5 : 1 มีอัตราส่วนต่ำสุด 1 : 10 หรือ 10 : 1

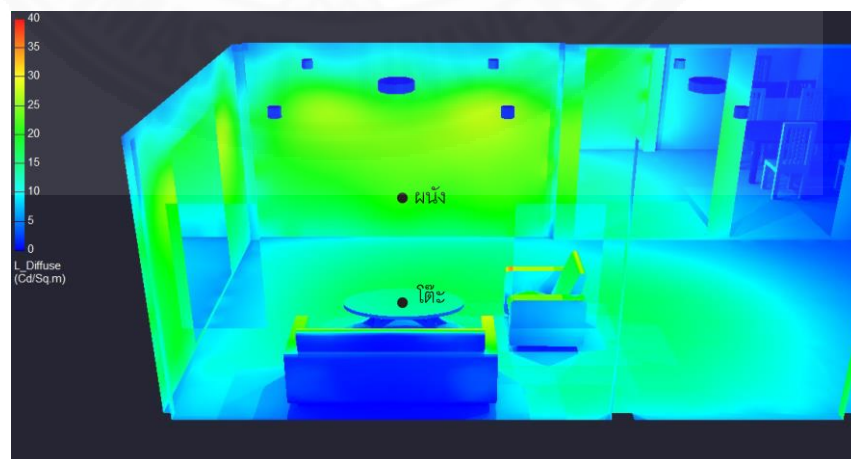


ภาพที่ 4.18 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่น

ตารางที่ 4.7

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่น

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
7.5	17.5	1 : 2.33



ภาพที่ 4.19 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบผสมพื้นที่ห้องนั่งเล่น

ตารางที่ 4.8

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบผสมพื้นที่ห้องนั่งเล่น

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
10	22.5	1 : 2.25

4.4 ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน

4.4.1 กรณีการจัดผังแบบ Grid

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ได้แก่

ตารางที่ 4.9

ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่างของผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนั่งเล่น

รูปแบบที่ผ่าน เกณฑ์	พื้นที่ (ตร. ม.)	กำลังไฟที่ใช้ (วัตต์)	บัลลาสต์ (วัตต์)	กำลังไฟรวม (วัตต์)	กำลังไฟเฉลี่ย (วัตต์/ตร.ม.)
Downlight 18 W	24	108	-	108	4.50

4.4.2 กรณีการจัดผังแบบ Center

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

4.4.3 กรณีการจัดผังแบบผสม

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ได้แก่

ตารางที่ 4.10

ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่าง ของผังแบบผสมพื้นที่ห้องนั่งเล่น

รูปแบบที่ผ่านเกณฑ์	พื้นที่ (ตร.ม.)	กำลังไฟที่ ใช้(วัตต์)	บัลลาสต์ (วัตต์)	กำลังไฟรวม (วัตต์)	กำลังไฟเฉลี่ย (วัตต์/ตร.ม.)
DL11W+Cir40W	24	146	20	166	6.91
DL14W+Cir22W	24	128	20	148	6.16
DL14W+Cir32W	24	148	20	168	7.00
DL14W+Cir40W	24	164	20	184	7.67
DL18W+Cir22W	24	152	20	172	7.17
DL18W+Cir32W	24	172	20	192	8.00
DL18W+Cir32W	24	188	20	208	8.67

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงาน ของรูปแบบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง ปริมาณและคุณภาพแสงสว่าง รูปแบบที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานมากที่สุดคือการจัดผังแบบ Grid โดยใช้ หลอด Compact Fluorescents ขนาด 18 วัตต์ รูปแบบดังกล่าวมีการไฟกำลังไฟฟารวมที่ต่ำกว่ารูปแบบอื่น

หลังการประเมินปริมาณความส่องสว่าง คุณภาพแสงสว่าง และประสิทธิภาพพลังงานพบว่ารูปแบบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผู้สูงอายุ และมีประสิทธิภาพด้านพลังงานมากที่สุดภายในพื้นที่ห้องนั่งเล่น คือรูปแบบการจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟขนาด 18 วัตต์ ซึ่งมีค่าปริมาณความส่องสว่างในระนาบแนวนอนเท่ากับ 84.49 Lux ระนาบแนวตั้งเท่ากับ 70.01 Lux ค่าความสม่ำเสมอของแสงเท่าในระนาบแนวนอนเท่ากับ 1.70 ระนาบแนวตั้ง 1.34 และมีการใช้พลังงาน 4.5 วัตต์ต่อตารางเมตร

บทที่ 5

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

5.1 การประเมินผลการศึกษาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน

การศึกษารูปแบบการจัดผังดวงโคมของบ้านพักอาศัยในปัจจุบันพบว่า มีการจัดรูปแบบใน 2 ลักษณะคือ การจัดผังแบบ Grid ด้วยหลอด Compact Fluorescent และการจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Circular Tube



ภาพที่ 5.1 การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องรับประทานอาหารที่พบได้ทั่วไป



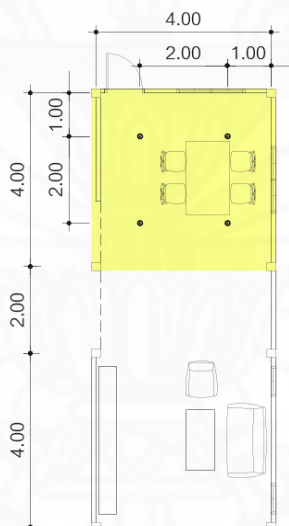
ภาพที่ 5.2 การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องรับประทานอาหารที่พบได้ทั่วไป

หลอดไฟฟ้านิยมใช้คือ หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5-18 วัตต์ และหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ขนาด 22-40 วัตต์ โดยให้ปริมาณความสว่าง และคุณภาพแสงสว่างดังต่อไปนี้

5.1.1 ผลการศึกษาพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ การจัดผังแบบ Grid และการจัดผังแบบ Centered ในการศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent 11 วัตต์ (600 Lumen) และ Fluorescent Circular Tube 32 วัตต์ (1750 Lumen) เนื่องจากเป็นหลอดไฟที่สามารถหาซื้อได้ทั่วไป

5.1.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

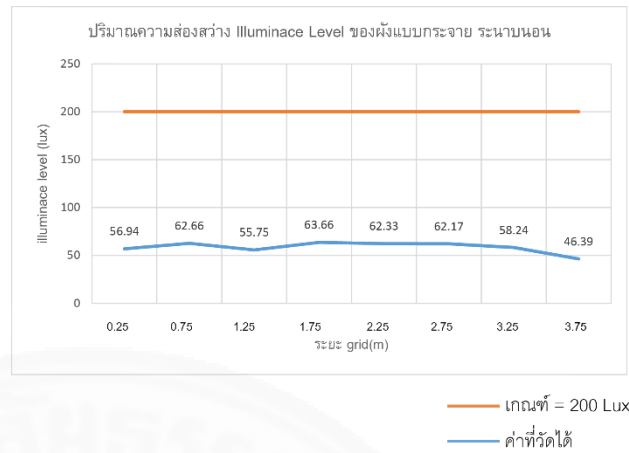
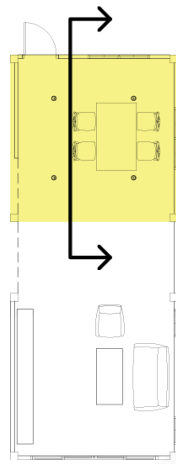


ภาพที่ 5.3 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง

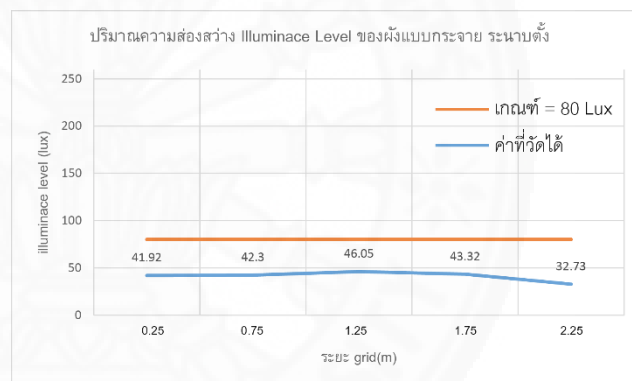
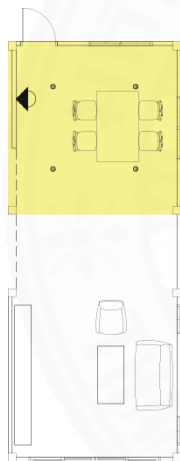
ตารางที่ 5.1

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง

	ค่าความส่องสว่างระนาบแนวนอน (Lux)				ค่าความส่องสว่างระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200.00	-	-	4.00	80.00	-	-	4.00
ผลที่ทดลองได้	56.21↓	72.55	33.15	1.7	41.26↓	46.05	32.73	1.26



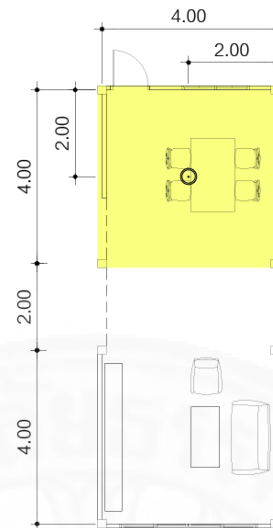
ภาพที่ 5.4 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 5.5 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.75 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Grid ที่ระนาบแนวนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดในทุกบริเวณ และที่ระนาบแนวตั้งวัดที่ความสูงจากระดับพื้น 1.2 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES ในทุกบริเวณ

5.1.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

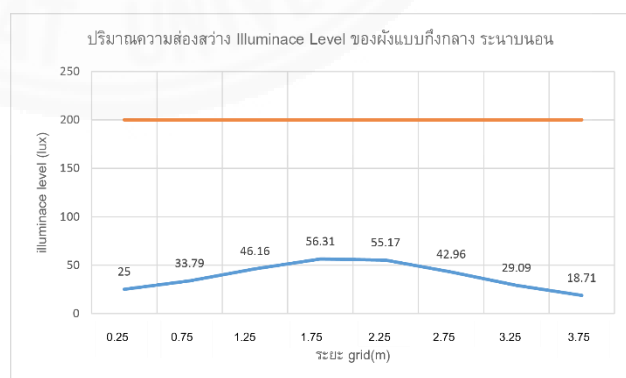
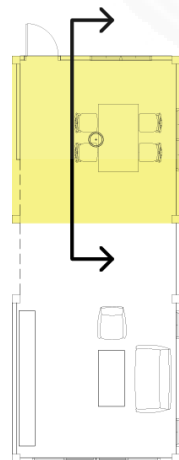


ภาพที่ 5.6 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 5.2

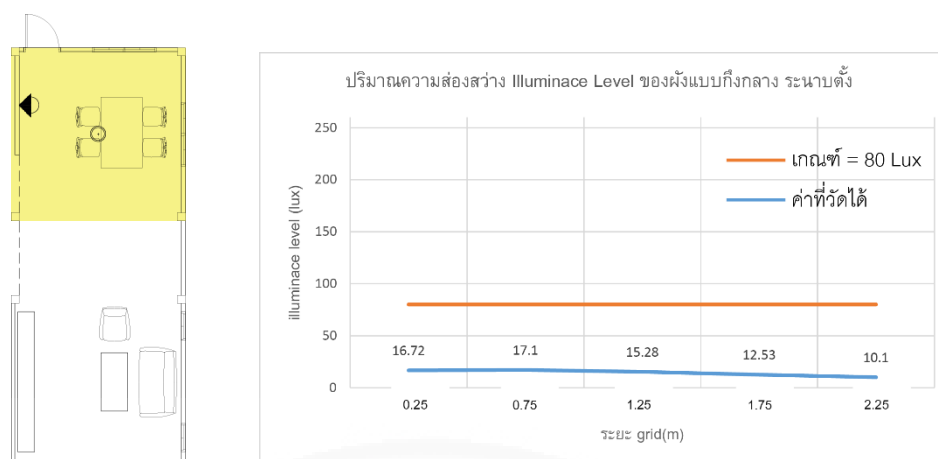
ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง

	ค่าความส่องสว่างระนาบแนวนอน (Lux)				ค่าความส่องสว่างระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200.00	-	-	4.00	80.00	-	-	4.00
ผลที่ทดลองได้	33.36↓	71.35	11.11	3	14.35↓	17.1	10.1	1.42



— เกณฑ์ = 200 Lux
— ค่าที่วัดได้

ภาพที่ 5.7 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้ผ้งแบบกึ่งกลาง ระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 5.8 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระบายตั้ง พื้นที่ห้องรับประทานอาหารก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระยะแนวนอนอ้างอิง 0.75 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Center ที่ระยะแนวนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดมากในทุกบริเวณ และที่ระยะแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.2 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES มากในทุกบริเวณ

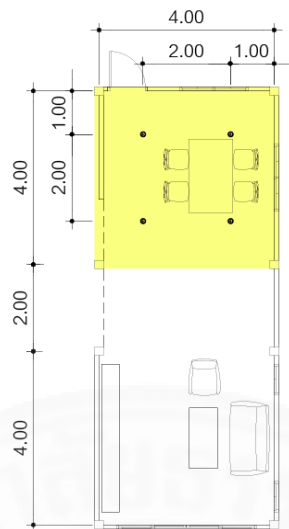
จากการศึกษารูปแบบการจัดผังของพื้นที่ห้องรับประทานอาหารในบ้านพักอาศัยที่พบได้ในปัจจุบัน พบว่า ผังรูปแบบ Grid ในระบายแนวนอน และระบายแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ผังรูปแบบ Center ทั้งในระบายแนวนอน และแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมากในทั้งสองกรณี ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพแสงสว่างในขั้นต้นถัดไป

5.2 การประเมินผลแนวทางการแก้ไข

5.2.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนกำลังไฟ (วัตต์) ของหลอดไฟฟ้า

5.1.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Grid การศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5, 8, 11, 14, 18 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 235, 415, 600, 790 และ 1040 lumen ตามลำดับ

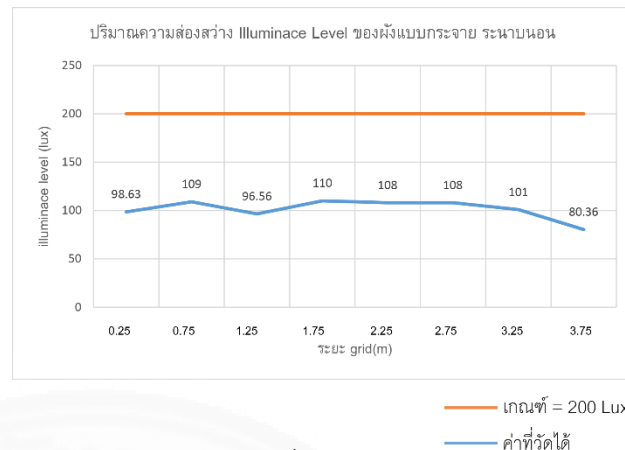
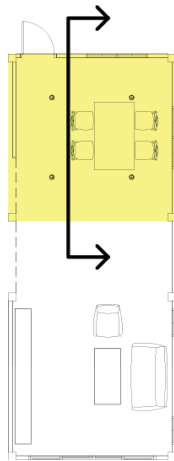


ภาพที่ 5.9 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง

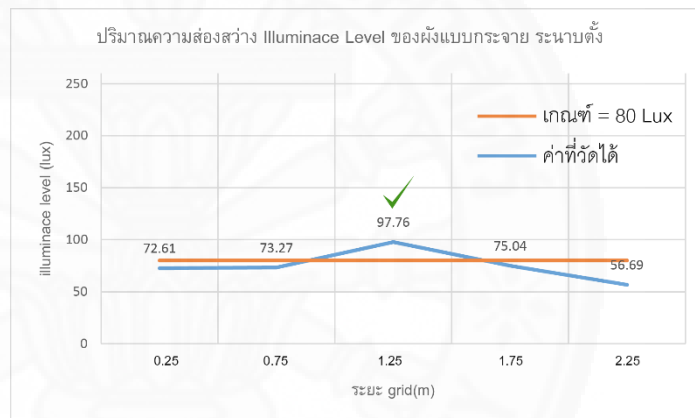
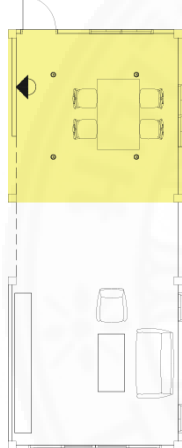
ตารางที่ 5.3

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200.00	-	-	4.00	80.00	-	-	4.00
grid_downlight_5w	21.99↓	28.37	12.97	1.7	16.14↓	18.01	12.8	1.26
grid_downlight_8w	38.90↓	50.2	22.94	1.7	28.56↓	31.87	22.65	1.26
grid_downlight_11w	56.21↓	72.55	33.15	1.7	41.26↓	46.05	32.73	1.26
grid_downlight_14w	74.01↓	95.52	43.65	1.7	54.33↓	60.63	43.09	1.26
grid_downlight_18w	97.37↓	126	57.42	1.7	71.47↓	79.76	56.69	1.26



ภาพที่ 5.10 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง

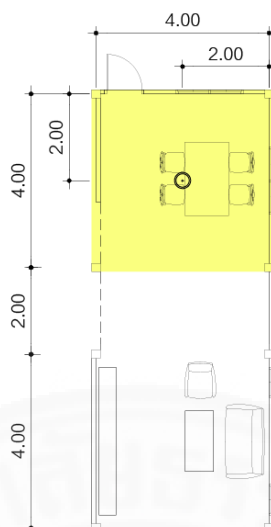


ภาพที่ 5.11 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง

การศึกษาการปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของผังแบบ Grid เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 18 วัตต์พบว่าในระนาบแนวนอนและระนาบแนวตั้งมีปริมาณความส่องสว่าง ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES มาก

5.1.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Center การศึกษาเลือกใช้หลอด Fluorescent Circular Tube 22, 32 และ 40 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 1050, 1750 และ 2500 lumen ตามลำดับ



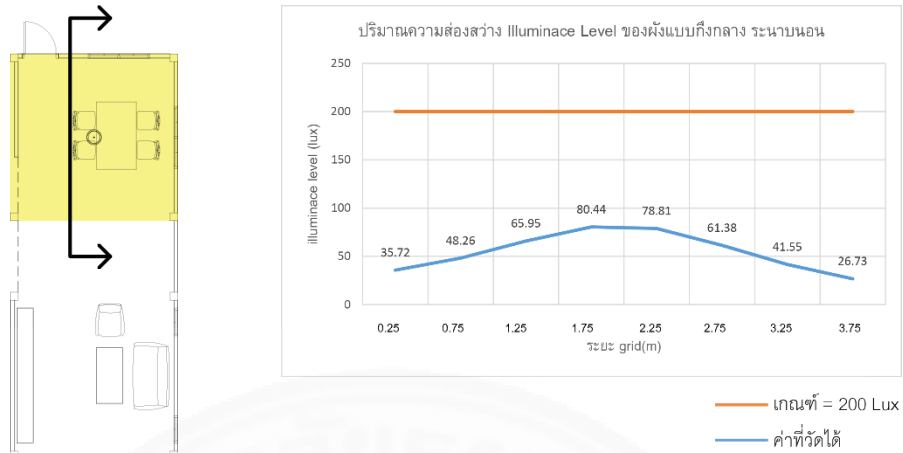
ภาพที่ 5.12 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 5.4

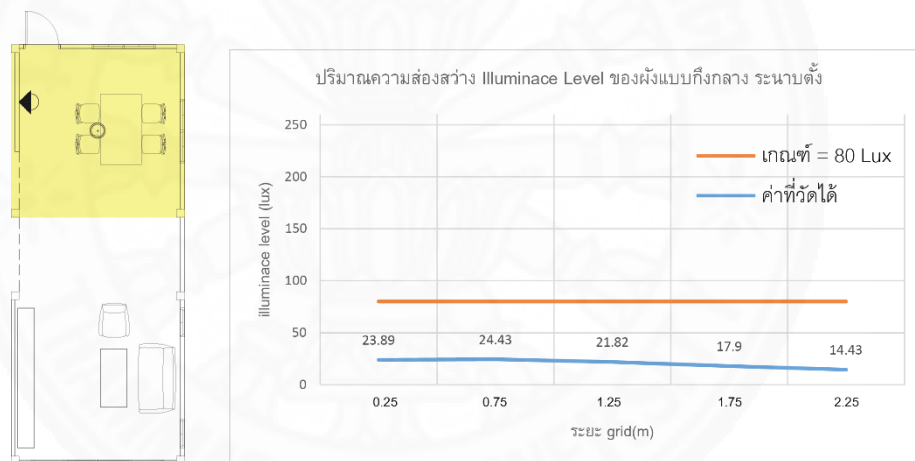
ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200.00	-	-	4.00	80.00	-	-	4.00
center_22w	20.02↓	42.81	6.66	3.01	8.61↓	10.26	6.06	1.42
center_32w	33.36↓	71.35	11.11	3	14.35↓	17.1	10.1	1.42
center_40w	47.66↓	102	15.86	3.01	20.49↓	24.43	14.43	1.42

การปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของการจัดผังแบบ Center พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 40 วัตต์ ปริมาณความส่องสว่างที่ได้ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนด



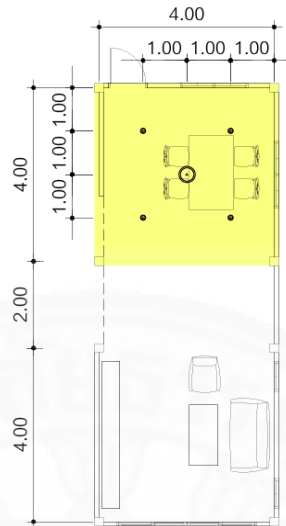
ภาพที่ 5.13 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 5.14 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องรับประทานอาหารหลังการปรับปรุง

การปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของการจัดผังแบบ Center พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 40 วัตต์ ปริมาณความส่องสว่างที่ได้ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนด จึงทำการปรับปรุงด้วยวิธีการจัดแบบผสมในชั้นตอนถัดไป

5.1.1.3 ผลของการจัดผังแบบผสม (Grid + Centered Layout)



ภาพที่ 5.15 การจัดผังแบบผสมภายในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

ตารางที่ 5.5

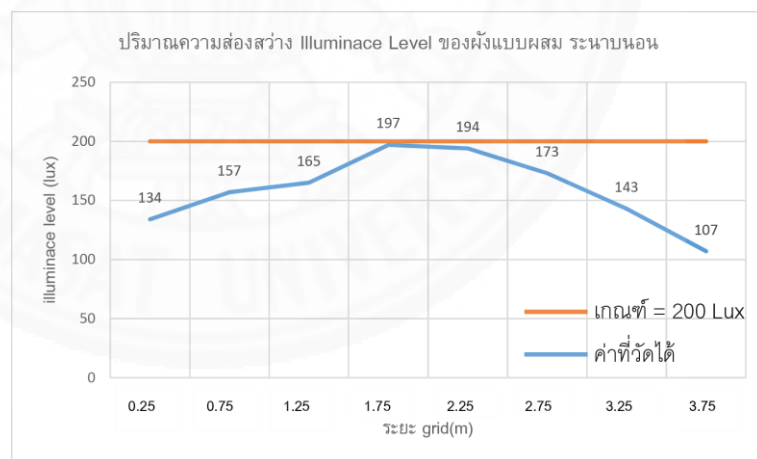
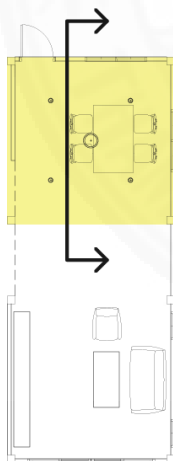
ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200.00	-	-	4.00	80.00	-	-	4.00
DL5W + Cir22W	42.91	76.66	19.14	2.24	24.36	26.79	18.5	1.32
DL5W + Cir32W	56.8	109	23.43	2.42	29.8	32.91	22.27	1.34
DL5W + Cir40W	71.6	143	28.03	2.55	35.62	39.9	26.3	1.35
DL8W + Cir22W	59.86	98.49	28.9	2.07	36.83	40.72	28.4	1.3
DL8W + Cir32W	73.77	131	33.2	2.22	42.27	46.51	32.17	1.31
DL8W + Cir40W	88.58	165	37.8	2.34	48.09	52.71	36.19	1.33
DL11W+Cir22W	77.17	121	38.89	1.98	49.59	54.98	38.53	1.29
DL11W+Cir32W	91.16	153	43.19	2.11	55.03	60.77	42.3	1.3

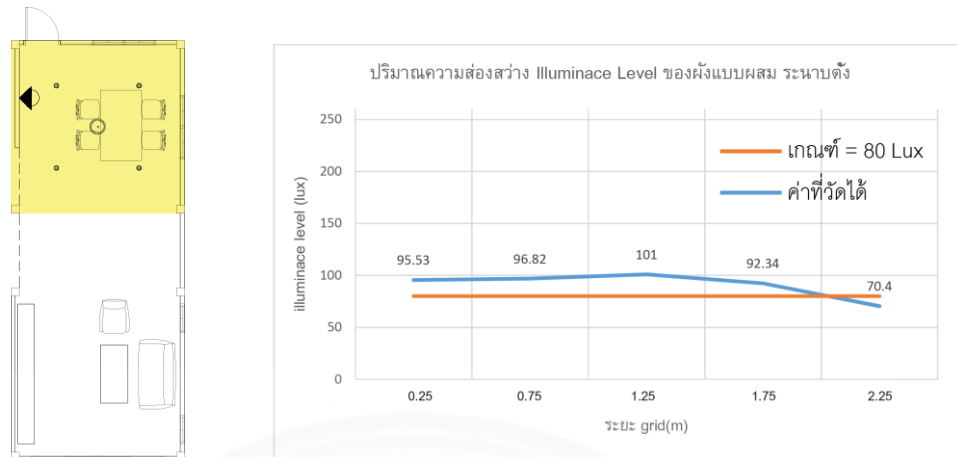
ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200.00	-	-	4.00	80.00	-	-	4.00
DL11W+Cir40W	106.01	187	47.79	2.22	60.85	66.96	46.32	1.31
DL14W+Cir22W	94.96	144	49.17	1.93	62.71	69.63	48.94	1.28
DL14W+Cir32W	108.95	176	53.46	2.04	68.15	75.43	52.7	1.29
DL14W+Cir40W	123.77	210	58.06	2.13	73.98	81.63	56.74	1.3
DL18W+Cir22W	118.28	174	62.65	1.89	79.85	88.78	62.49	1.28
DL18W+Cir32W	132.29	206	66.94	1.98	85.37	94.67	66.36	1.29
DL18W+Cir40W	147.28	241	71.55	2.06	91.19	101	70.4	1.3



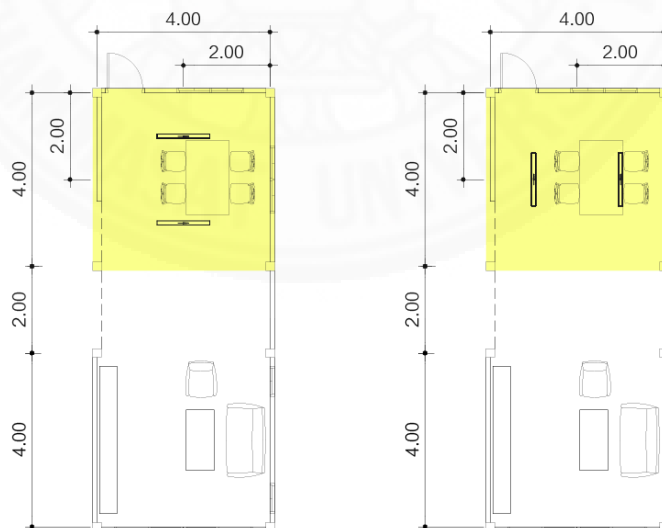
ภาพที่ 5.16 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร



ภาพที่ 5.17 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระบายตั้งพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

การศึกษาการปรับปรุงโดยการปรับรูปแบบการจัดผังเป็นแบบผสม Grid + Centered Layout พบว่าการใช้หลอด Compact Fluorescents ร่วมกับหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ในระนาบนอนไม่มีกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์มาตรฐาน และในระนาบแนวตั้งพบว่ามีเพียงกรณี DL18W+Cir32W และ DL18W+Cir40W ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จึงต้องทำการปรับปรุงรูปแบบในขั้นตอนถัดไป

5.1.1.3 ผลของการจัดผังแบบ Linear

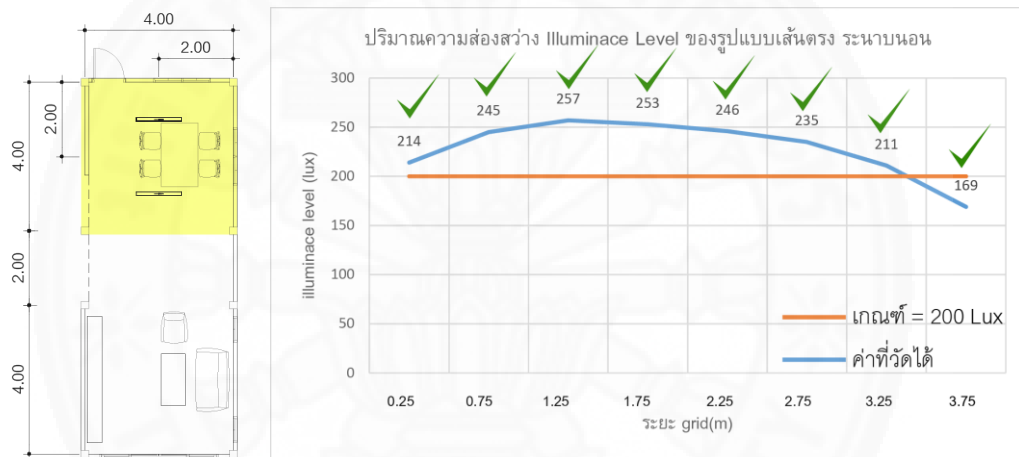


ภาพที่ 5.18 การจัดผังแบบ Linear ห้องรับประทานอาหาร รูปแบบที่ 1 (ซ้าย) รูปแบบที่ 2 (ขวา)

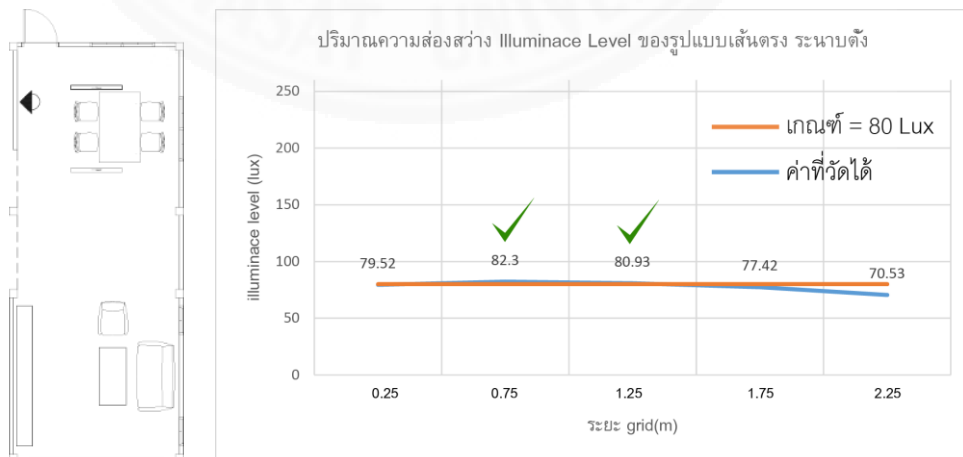
ตารางที่ 5.6

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

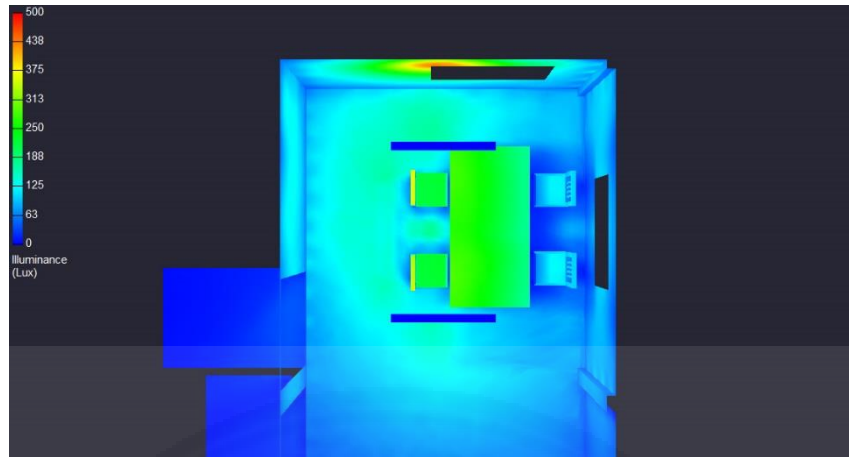
	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200.00	-	-	4.00	80.00	-	-	4.00
Linear 36 W_1	197.99	307	79.72	2.48	78.14	82.30	70.53	1.11
Linear 36 W_2	194.39	322	79.48	2.45	162.99	224	76.48	2.13



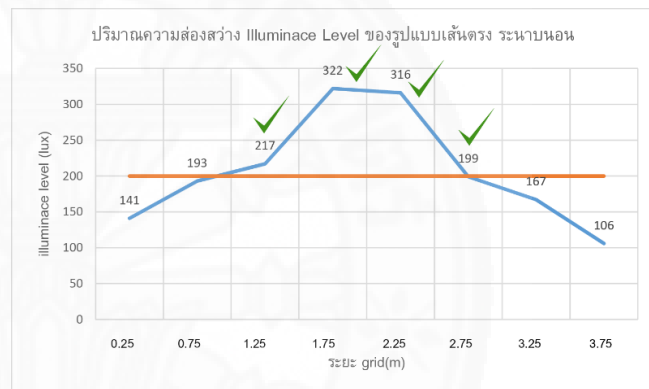
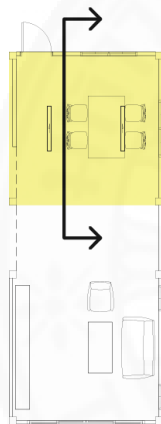
ภาพที่ 5.19 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบนอนในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร



ภาพที่ 5.20 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบตั้งในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

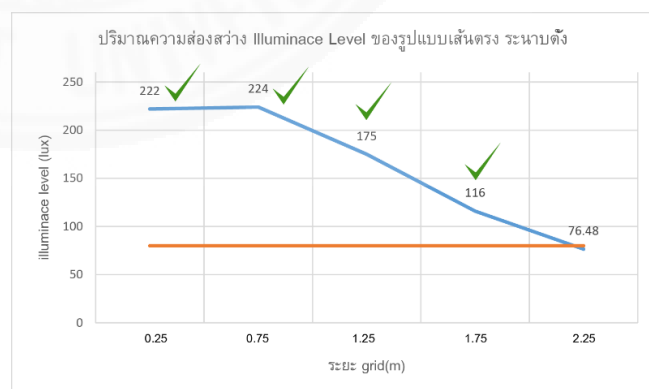
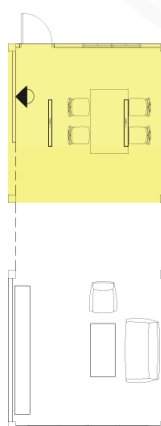


ภาพที่ 5.21 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร



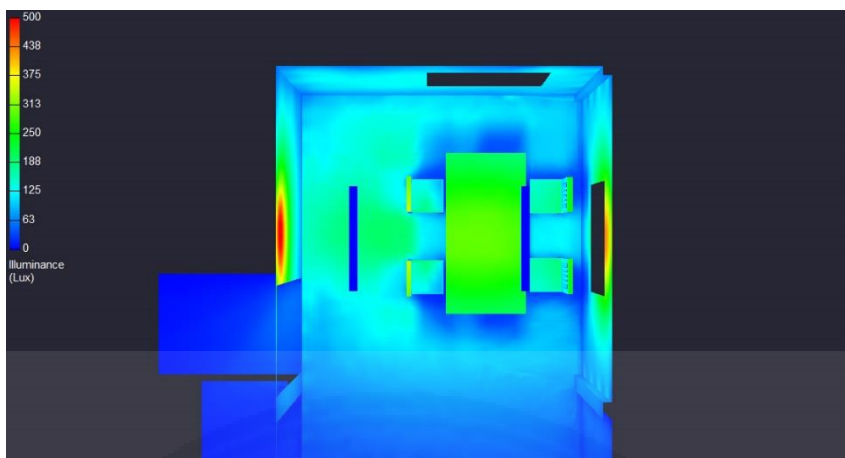
— เกณฑ์ = 200 Lux
— ค่าที่วัดได้

ภาพที่ 5.22 แสดงปริมาณความส่องสว่างการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบนอนในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร



— เกณฑ์ = 80 Lux
— ค่าที่วัดได้

ภาพที่ 5.23 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบตั้งในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร



ภาพที่ 5.24 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

การศึกษาการปรับปรุงโดยการปรับเป็นการจัดผังแบบ Linear โดยใช้หลอด 36 วัตต์ จะได้ค่าปริมาณความส่องสว่างใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐาน โดยบริเวณริมห้องมีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความสม่ำเสมอของแสงพบว่า รูปแบบที่ 1 มีความสม่ำเสมอของแสงเป็นไปตามเกณฑ์ และมีคุณภาพที่ดีกว่าในรูปแบบที่ 2

5.3 ผลการประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง

5.3.1 ความสม่ำเสมอของแสง

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ได้แก่

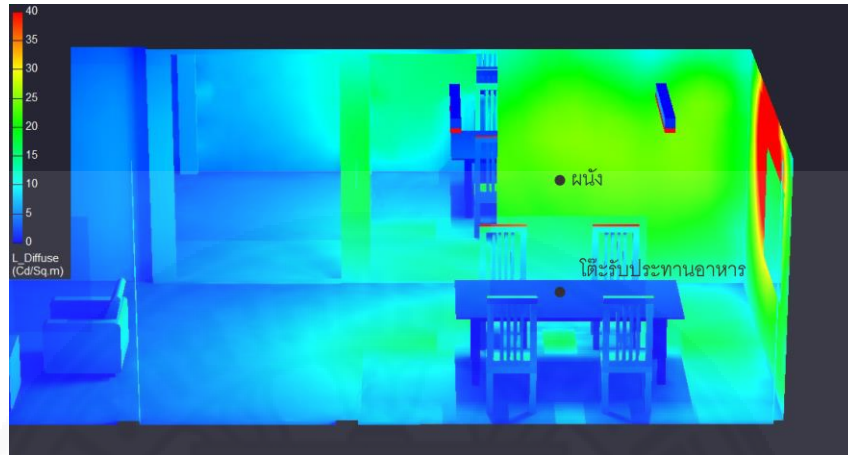
ตารางที่ 5.7

ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

กรณีศึกษาที่ผ่านมาเกณฑ์	ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง	
	ระนาบแนวนอน	ระนาบแนวตั้ง
เกณฑ์มาตรฐาน	4.00	4.00
Linear 36 W_1	2.48	1.11
Linear 36 W_2	2.45	2.13

5.3.2 อัตราส่วนความสว่างสะท้อน

อัตราส่วนความสว่างสะท้อนจากผิววัสดุของพื้นที่ใช้งาน กับพื้นที่รอบข้างค่าที่เหมาะสมมีค่าต้องการคือ 1 : 5 หรือ 5 : 1 มีอัตราส่วนต่ำสุด 1 : 10 หรือ 10 : 1

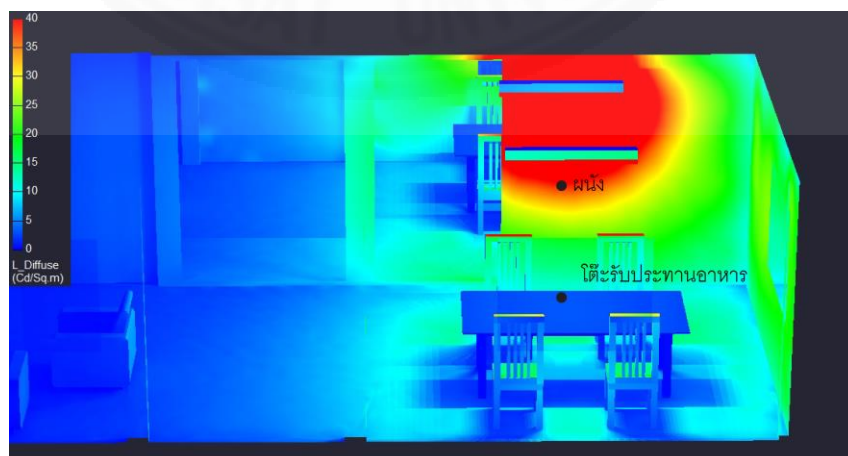


ภาพที่ 5.25 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

ตารางที่ 5.8

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผังแบบ Linear แบบที่ 1 ห้องรับประทานอาหาร

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
2.5	20	1 : 8



ภาพที่ 5.26 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

ตารางที่ 5.9

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผังแบบ Linear แบบที่ 2 ห้องรับประทานอาหาร

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
2.5	40	1 : 16

5.4 ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน

5.4.1 กรณีการจัดผังแบบ Grid

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

5.4.2 กรณีการจัดผังแบบ Center

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

5.4.3 กรณีการจัดผังแบบผสม

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

5.4.4 กรณีการจัดผังแบบ Linear

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ได้แก่

ตารางที่ 5.10

ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่าง พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร

รูปแบบที่ผ่านมาเกณฑ์	พื้นที่ (ตร.ม.)	กำลังไฟที่ ใช้(วัตต์)	บัลลาสต์ (วัตต์)	กำลังไฟรวม (วัตต์)	กำลังไฟเฉลี่ย (วัตต์/ตร.ม.)
Linear 36 W_1	16	72	20	92	5.75
Linear 36 W_2	16	72	20	92	5.75

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงาน พบว่ารูปแบบที่ใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานมี 2 รูปแบบคือ การจัดผังแบบ Linear ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีการใช้กำลังไฟเพื่อการส่องสว่างในปริมาณที่เท่ากัน

หลังการประเมินปริมาณความส่องสว่าง คุณภาพแสงสว่าง และประสิทธิภาพพลังงานพบว่ารูปแบบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผู้สูงอายุ และมีประสิทธิภาพด้านพลังงานมากที่สุดภายในพื้นที่ห้องรับประทานอาหาร คือรูปแบบการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีคุณภาพแสงสว่างในด้าน ความสม่ำเสมอของแสง และอัตราส่วนความสว่างสะท้อนที่ดีกว่า ซึ่งมีค่าปริมาณความส่องสว่างในระนาบแนวนอนเท่ากับ 197.99 Lux ระนาบแนวตั้งเท่ากับ 78.14 Lux ค่าความสม่ำเสมอของแสงเท่าในระนาบแนวนอนเท่ากับ 2.48 ระนาบแนวตั้ง 1.11 และมีการใช้พลังงาน 5.75 วัตต์ต่อตารางเมตร

บทที่ 6

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

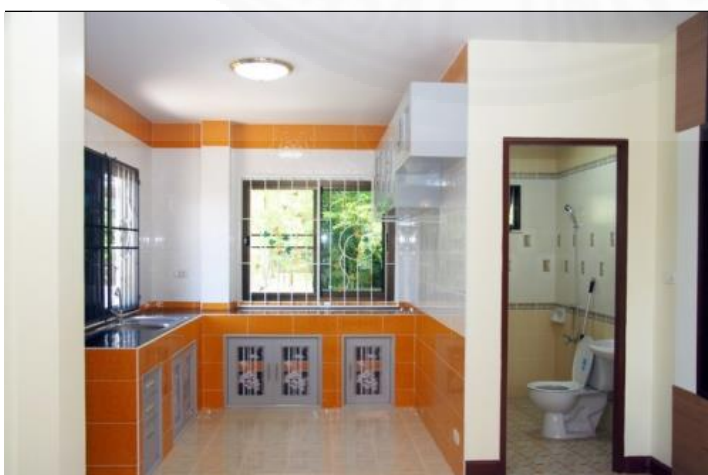
พื้นที่ห้องครัว

6.1 การประเมินผลการศึกษาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน

การศึกษารูปแบบการจัดผังดวงโคมของบ้านพักอาศัยในปัจจุบันพบว่า มีการจัดรูปแบบผังด้วยโคมไฟ Down Light แบบ Point source ใน 2 ลักษณะคือ การจัดผังแบบ Grid และการจัดผังแบบ Center



ภาพที่ 6.1 การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องครัวที่พบได้ทั่วไป



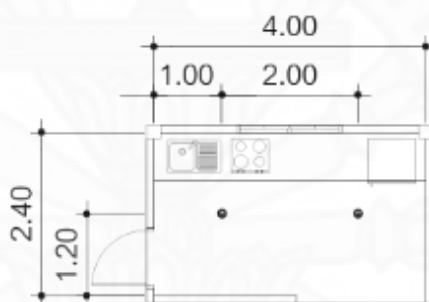
ภาพที่ 6.2 การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องครัวที่พบได้ทั่วไป

หลอดไฟฟ้ายอดนิยมใช้คือ หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5-18 วัตต์ และหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ขนาด 22-40 วัตต์ โดยให้ปริมาณความสว่าง และคุณภาพแสงสว่างดังต่อไปนี้

6.1.1 ผลการศึกษาพื้นที่ห้องครัว

ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ การจัดผังแบบ Grid และการจัดผังแบบ Centered ในการศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent 11 วัตต์ (600 Lumen) และ Fluorescent Circular Tube 32 วัตต์ (1750 Lumen) เนื่องจากเป็นหลอดไฟฟ้ายอดนิยมที่สามารถหาซื้อได้ทั่วไป

6.1.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

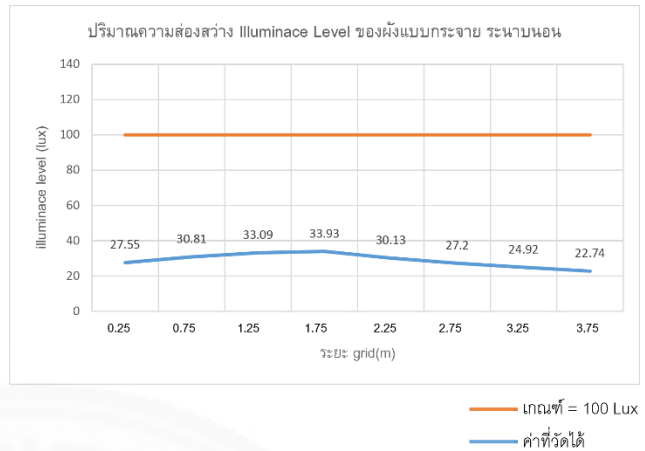
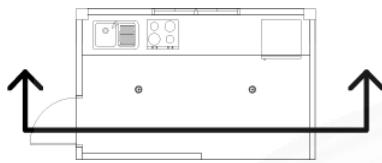


ภาพที่ 6.3 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง

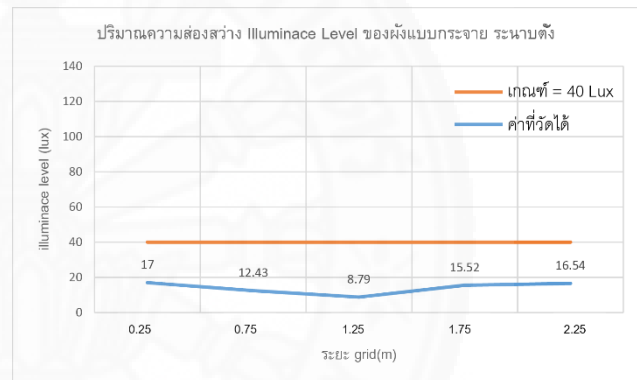
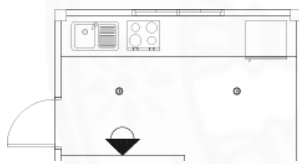
ตารางที่ 6.1

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid ห้องครัวก่อนปรับปรุง

	ค่าความส่องสว่างระนาบแนวนอน (Lux)				ค่าความส่องสว่างระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	5.00	40.00	-	-	5.00
ผลที่ทดลองได้	31.54↓	36.81	22.74	1.39	14.06↓	17	8.79	1.6



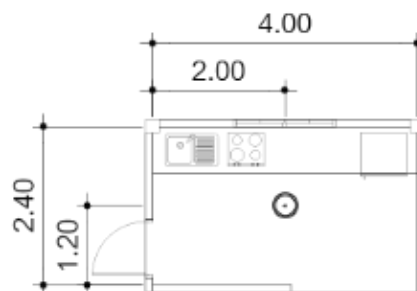
ภาพที่ 6.4 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 6.5 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Grid ที่ระนาบแนวนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดในทุกบริเวณและที่ระนาบแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.5 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES ในทุกบริเวณ

6.1.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

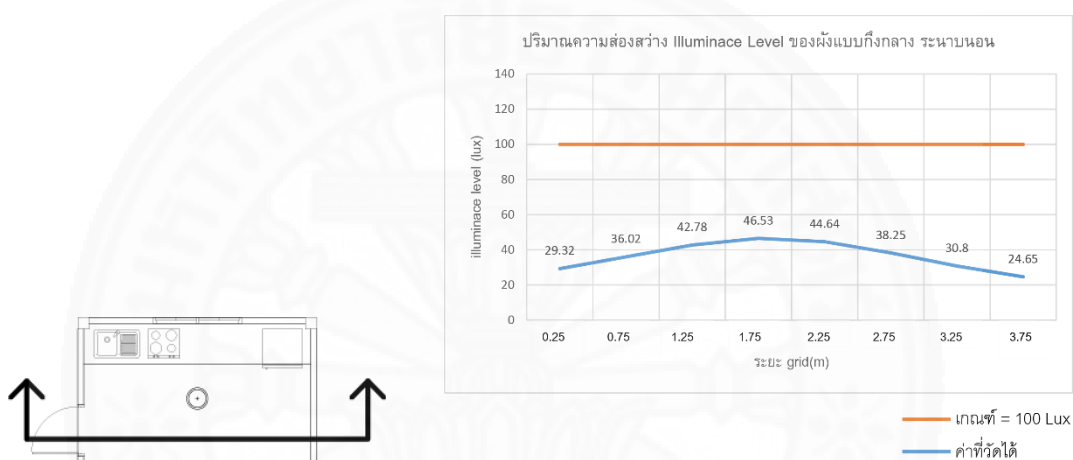


ภาพที่ 6.6 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง

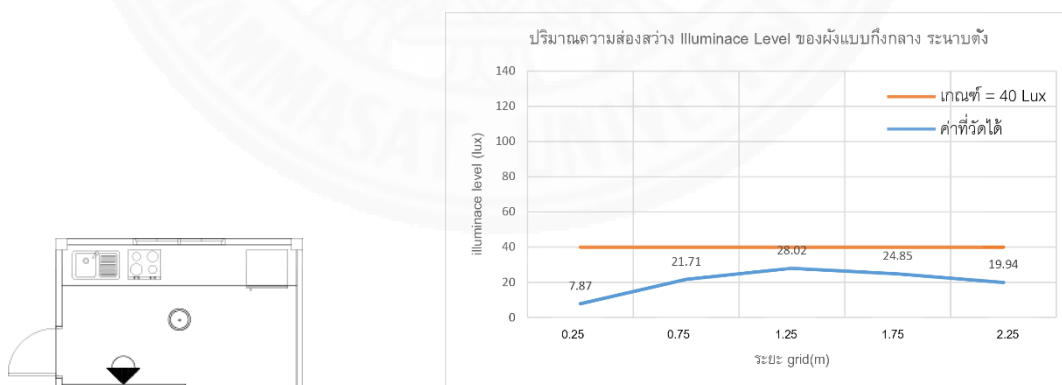
ตารางที่ 6.2

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center ห้องครัวก่อนปรับปรุง

	ค่าความส่องสว่างระนาบแนวนอน (Lux)				ค่าความส่องสว่างระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	5.00	40.00	-	-	5.00
ผลที่ทดลองได้	35.65↓	49.31	20.52	1.74	20.48↓	28.02	7.87	2.6



ภาพที่ 6.7 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบนอน พื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 6.8 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องครัวก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Center ที่ระนาบแนวนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดมาก

ในทุกบริเวณ และที่ระนาบแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.5 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES มากในทุกบริเวณ

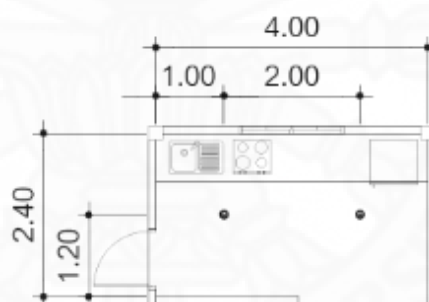
จากการศึกษารูปแบบการจัดผังของพื้นที่ห้องครัวในบ้านพักอาศัยที่พบได้ในปัจจุบันพบว่า ผังรูปแบบ Grid ในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน การจัดผังแบบ Center ทั้งในระนาบแนวนอน และแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมากในทั้งสองกรณี ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพแสงสว่างในชั้นตอนถัดไป

6.2 การประเมินผลแนวทางการแก้ไข

6.2.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนกำลังไฟ (วัตต์) ของหลอดไฟฟ้า

6.1.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Grid การศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5, 8, 11, 14, 18 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 235, 415, 600, 790 และ 1040 lumen ตามลำดับ



ภาพที่ 6.9 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 6.3

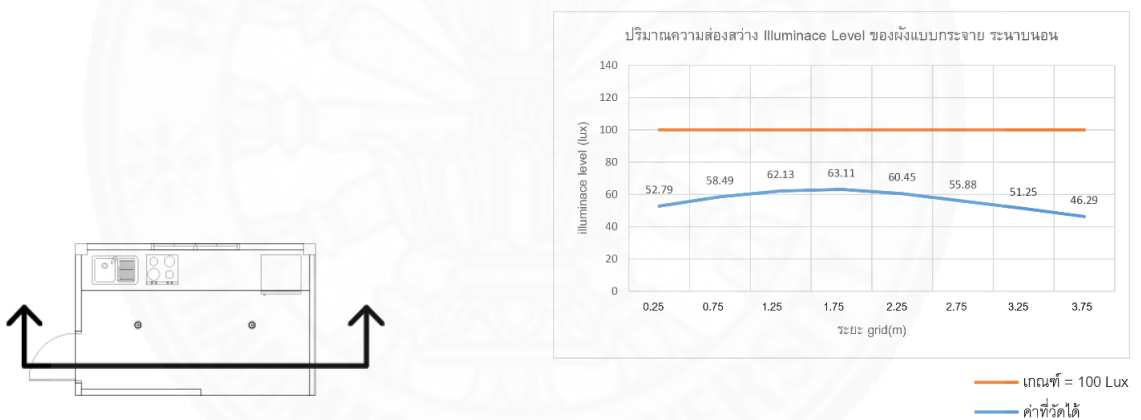
ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องครัว

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	5.00	40.00	-	-	5.00
grid_downlight_5w	12.34↓	14.4	8.9	1.39	5.5↓	6.65	3.44	12.34

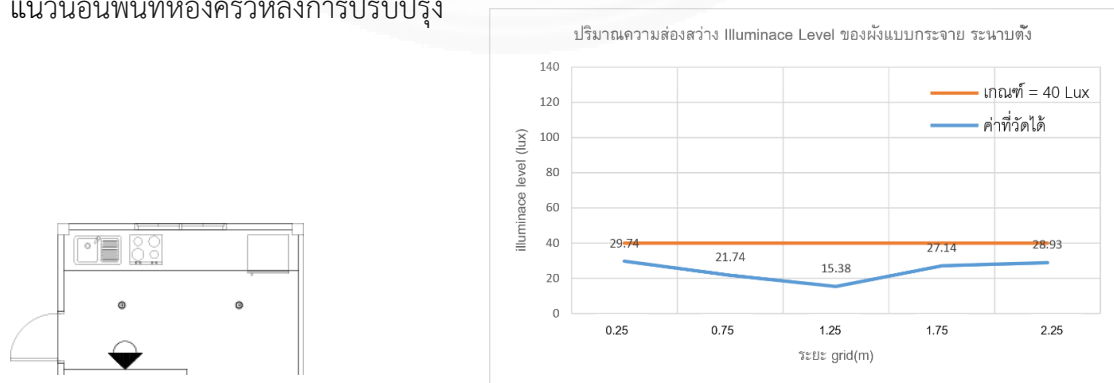
ตารางที่ 6.3 (ต่อ)

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Grid หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องครัว

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	5.00	40.00	-	-	5.00
grid_downlight_8w	21.82↓	25.47	15.74	1.39	9.72 ↓	11.76	6.08	21.82
grid_downlight_11w	31.54↓	36.81	22.74	1.39	14.06↓	17	8.79	31.54
grid_downlight_14w	41.52↓	48.47	29.95	1.39	18.51↓	22.38	11.58	41.52
grid_downlight_18w	55.17↓	64.4	39.79	1.39	24.59↓	29.74	15.38	55.17



ภาพที่ 6.10 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง

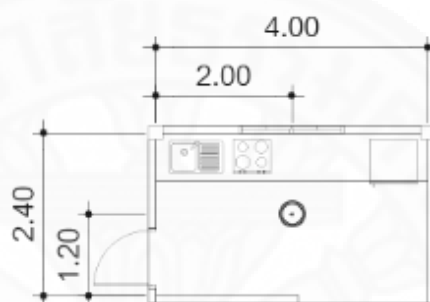


ภาพที่ 6.11 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง

การศึกษาการปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของผังแบบ Grid เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 18 วัตต์พบว่าในระนาบแนวนอนและระนาบแนวตั้งมีปริมาณความส่องสว่าง ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES มาก

6.1.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Center การศึกษาเลือกใช้หลอด Fluorescent Circular Tube 22, 32 และ 40 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 1050, 1750 และ 2500 lumen ตามลำดับ

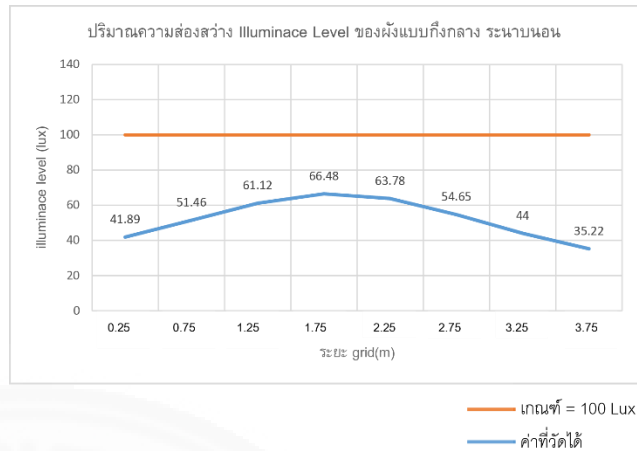
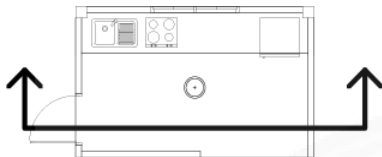


ภาพที่ 6.12 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง

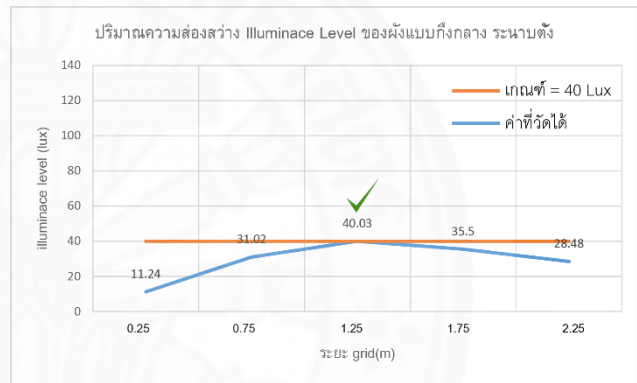
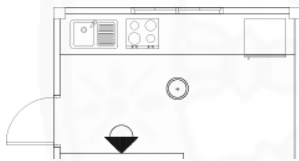
ตารางที่ 6.4

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องครัว

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	5.00	40.00	-	-	5.00
center_22w	21.39↓	29.58	12.31	1.74	12.29↓	16.81	4.72	2.6
center_32w	35.65↓	49.31	20.52	1.74	20.48↓	28.02	7.87	2.6
center_40w	50.93↓	70.44	29.31	1.74	29.25↓	40.03	11.24	2.6



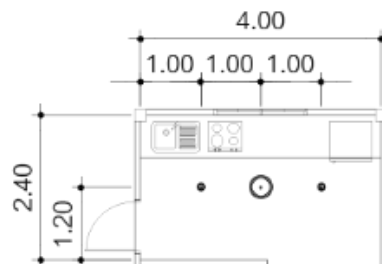
ภาพที่ 6.13 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 6.14 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องครัวหลังการปรับปรุง

การปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของการจัดผังแบบ Center พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 40 วัตต์ ปริมาณความส่องสว่างที่ได้ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนด จึงทำการปรับปรุงด้วยวิธีการจัดแบบผสมในขั้นตอนถัดไป

6.1.1.3 ผลของการจัดผังแบบผสม (Grid + Centered Layout)

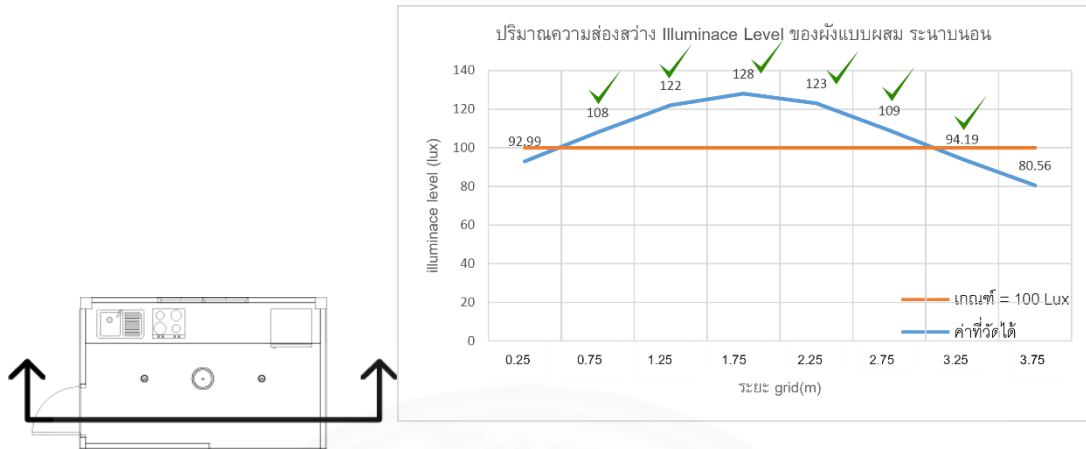


ภาพที่ 6.15 การจัดผังแบบผสมภายในพื้นที่ห้องครัว

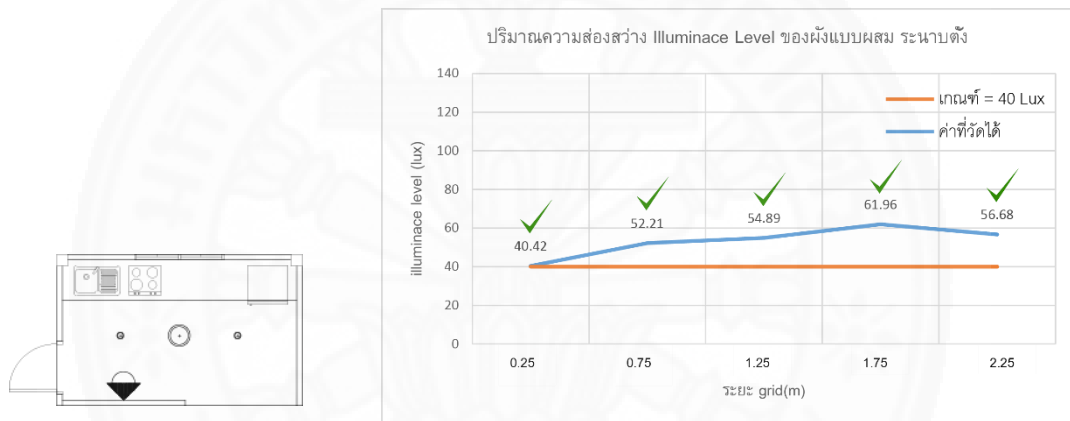
ตารางที่ 6.5

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องครัว

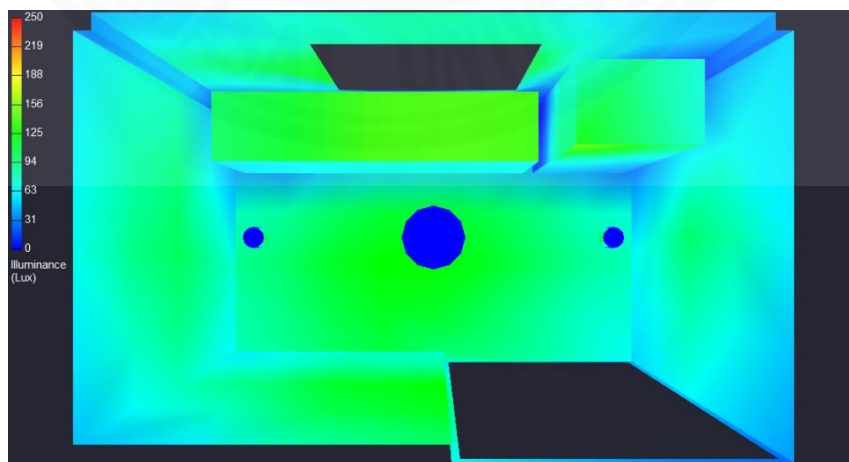
	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	5.00	40.00	-	-	5.00
DL5W + Cir22W	33.36	43.6	21.04	1.59	17.64	20.82	11.25	1.57
DL5W + Cir32W	47.44	63.13	29.16	1.63	25.7	31.26	14.35	1.79
DL5W + Cir40W	62.76	84.37	37.99	1.65	34.49	43.29	17.73	1.95
DL8W + Cir22W	42.84	54.66	27.88	1.54	21.86	25.48	16.37	1.34
DL8W + Cir32W	56.87	74.15	35.98	1.58	29.96	35.32	19.43	1.54
DL8W + Cir40W	71.91	95.02	44.66	1.61	38.64	45.87	22.72	1.7
DL11W+Cir22W	66.58	85.47	42.98	1.55	34.29	40.09	24.68	1.39
DL11W+Cir32W	66.57	85.47	42.98	1.55	34.28	40.09	24.68	1.39
DL11W+Cir40W	81.61	106	51.66	1.58	42.96	50.64	27.96	1.54
DL14W+Cir22W	62.5	77.6	42.06	1.49	30.62	35.14	26.98	1.13
DL14W+Cir32W	76.53	97.09	50.16	1.53	38.72	44.98	30.06	1.29
DL14W+Cir40W	91.58	118	58.86	1.56	47.41	55.54	33.36	1.42
DL18W+Cir22W	75.58	92.87	51.5	1.47	36.44	41.57	31.83	1.14
DL18W+Cir32W	89.62	112	59.6	1.5	44.55	51.41	37.13	1.2
DL18W+Cir40W	104.66	133	68.3	1.53	53.23	61.96	40.42	1.32



ภาพที่ 6.16 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบผสมในระนาบนอนพื้นที่ห้องครัว



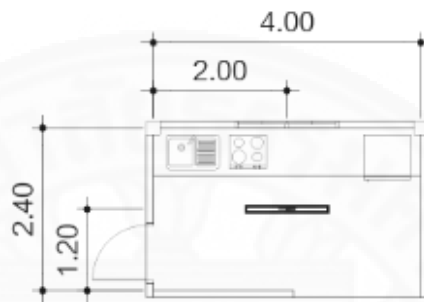
ภาพที่ 6.17 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบผสมในระนาบตั้งพื้นที่ห้องครัว



ภาพที่ 6.18 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม พื้นที่ห้องครัว

การศึกษากการปรับปรุงโดยการปรับรูปแบบการจัดผังเป็นแบบผสม Grid + Centered Layout พบว่าการใช้หลอด Compact Fluorescents ร่วมกับหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ในระนาบนอนและระนาบตั้งมีเพียง รูปแบบ DL18W+Cir40W ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน IES ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงรูปแบบเพิ่มเติมในขั้นตอนถัดไป

4.1.1.3 ผลของการจัดผังแบบ Linear

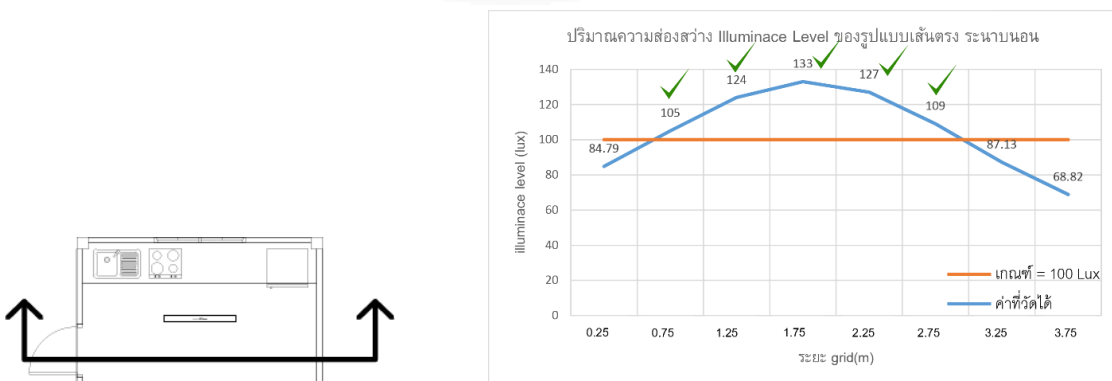


ภาพที่ 6.19 การจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องครัว

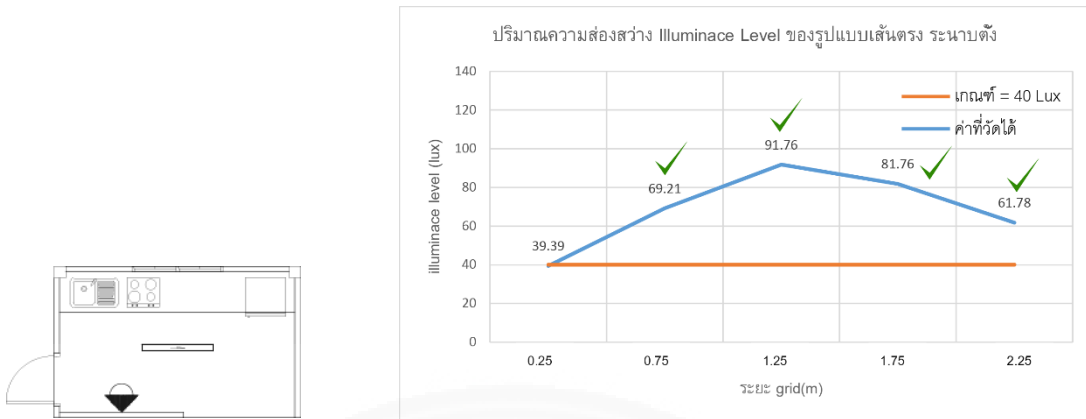
ตารางที่ 6.6

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องครัว

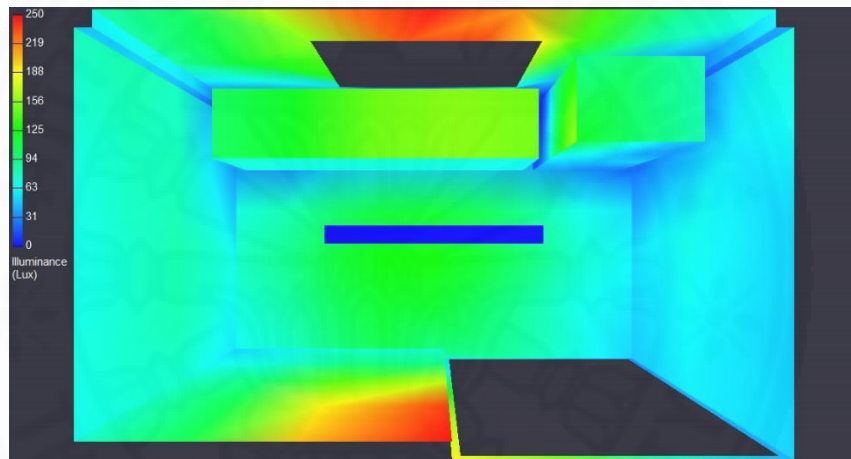
	ระนาบนอน (Lux)				ระนาบตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	5.00	40.00	-	-	5.00
Linear 36 W	101.64	138	59.55	1.71	68.78	91.76	39.39	1.75



ภาพที่ 6.20 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear ในระนาบนอนพื้นที่ห้องครัว



ภาพที่ 6.21 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องครัว



ภาพที่ 6.22 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องครัว

การศึกษการปรับปรุงโดยการปรับเป็นการจัดผังแบบ Linear โดยใช้หลอด 36 วัตต์ ในระนาบแนวนอนจะได้ค่าปริมาณความส่องสว่างในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้งมีค่าปริมาณความส่องสว่างเป็นไปตามมาตรฐาน

6.3 ผลการประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง

6.3.1 ความสม่ำเสมอของแสง

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ได้แก่

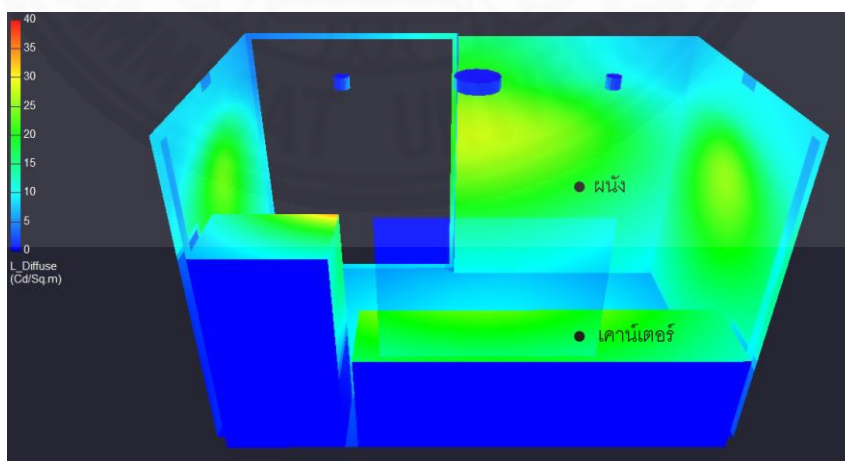
ตารางที่ 6.7

ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ในพื้นที่ห้องครัว

กรณีศึกษาที่ผ่านมาเกณฑ์	ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง	
	ระนาบแนวนอน	ระนาบแนวตั้ง
เกณฑ์มาตรฐาน	5.00	5.00
DL18W+Cir40W	1.53	1.32
Linear 36 W	1.71	1.75

6.3.2 อัตราส่วนความสว่างสะท้อน

อัตราส่วนความสว่างสะท้อนจากผิววัสดุของพื้นที่ใช้งาน กับพื้นที่รอบข้างค่าที่เหมาะสมมีค่าต้องการคือ 1 : 5 หรือ 5 : 1 มีอัตราส่วนต่ำสุด 1 : 10 หรือ 10 : 1

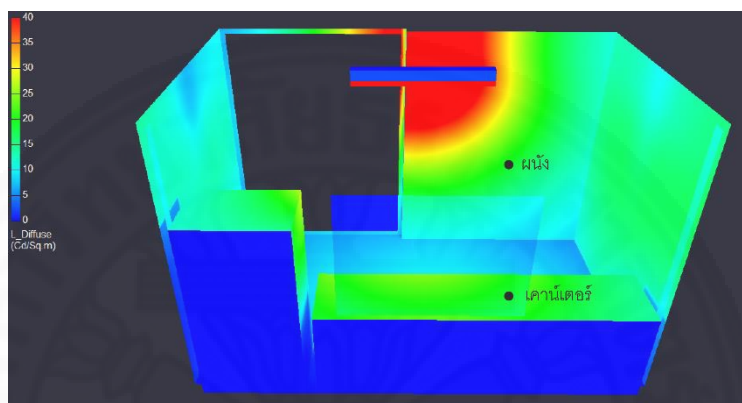


ภาพที่ 6.23 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบผสมพื้นที่ห้องครัว

ตารางที่ 6.8

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
12.5	25	1 : 2



ภาพที่ 6.24 ตำแหน่งการพิจารณาอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Linear พื้นที่ห้องครัว

ตารางที่ 6.9

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
15	30	1 : 2

6.4 ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน

6.4.1 กรณีการจัดผังแบบ Grid

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

6.4.2 กรณีการจัดผังแบบ Center

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

6.4.3 กรณีการจัดผังแบบผสม

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ได้แก่

ตารางที่ 6.10

ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่างของผังแบบผสมพื้นที่ห้องครัว

รูปแบบที่ผ่านเกณฑ์	พื้นที่ (ตร.ม.)	กำลังไฟที่ ใช้(วัตต์)	บัลลาสต์ (วัตต์)	กำลังไฟรวม (วัตต์)	กำลังไฟเฉลี่ย (วัตต์/ตร.ม.)
DL18W+Cir40W	10	76	10	86	8.6

6.4.4 กรณีการจัดผังแบบ Linear

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ได้แก่

ตารางที่ 6.11

ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่างของผังแบบ Linear พื้นที่ห้องครัว

รูปแบบที่ผ่านเกณฑ์	พื้นที่ (ตร.ม.)	กำลังไฟที่ ใช้(วัตต์)	บัลลาสต์ (วัตต์)	กำลังไฟรวม (วัตต์)	กำลังไฟเฉลี่ย (วัตต์/ตร.ม.)
Linear 36 W	10	36	10	46	4.2

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงาน จากรูปแบบที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานมี 2 รูปแบบคือ การจัดผังแบบผสม และการจัดผังแบบ Linear พบว่ารูปแบบ Linear มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงานมากกว่าการจัดในรูปแบบผสม

หลังการประเมินปริมาณความส่องสว่าง คุณภาพแสงสว่าง และประสิทธิภาพพลังงานพบว่ารูปแบบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผู้สูงอายุ และมีประสิทธิภาพด้านพลังงานมากที่สุดภายในพื้นที่ห้องครัว คือรูปแบบการจัดผังแบบ Linear ซึ่งมีค่าปริมาณความส่องสว่างในระนาบ

แนวนอนเท่ากับ 101.64 Lux ระบายแนวตั้งเท่ากับ 68.78 Lux ค่าความสม่ำเสมอของแสงเท่าใน
ระบายแนวนอนเท่ากับ 1.53 ระบายแนวตั้ง 1.32 และมีการใช้พลังงาน 4.2 วัตต์ต่อตารางเมตร



บทที่ 7

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

พื้นที่ห้องน้ำ

7.1 การประเมินผลการศึกษาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน

การศึกษารูปแบบการจัดผังดวงโคมของบ้านพักอาศัยในปัจจุบันพบว่า มีการจัดรูปแบบผัง 1 รูปแบบ คือ การจัดผังแบบ Center โดยการใช้หลอด Compact Fluorescent และหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube



ภาพที่ 7.1 การจัดผังแบบ Center โดยใช้หลอด Compact Fluorescents พื้นที่ห้องน้ำที่พบได้ทั่วไป



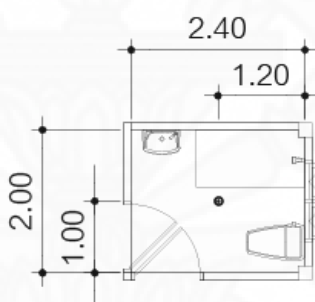
ภาพที่ 7.2 การจัดผังแบบ Center โดยใช้หลอด Fluorescent Circular Tube ในพื้นที่ห้องน้ำที่พบได้ทั่วไป

หลอดไฟฟ้่าที่นิยมใช้คือ หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5-18 วัตต์ และหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ขนาด 22-40 วัตต์ โดยให้ปริมาณความสว่าง และคุณภาพแสงสว่างดังต่อไปนี้

7.1.1 ผลการศึกษาพื้นที่ห้องน้่า

ในการศึกษาการจัดผังแบบ Center แบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ การใช้ หลอด Compact Fluorescent และหลอด Circular Tube ในการศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent 11 วัตต์ (600 Lumen) และ Fluorescent Circular Tube 32 วัตต์ (1750 Lumen) เนื่องจากเป็นหลอดไฟฟ้่าที่สามารถหาซื้อได้ทั่วไป

7.1.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Compact Fluorescent

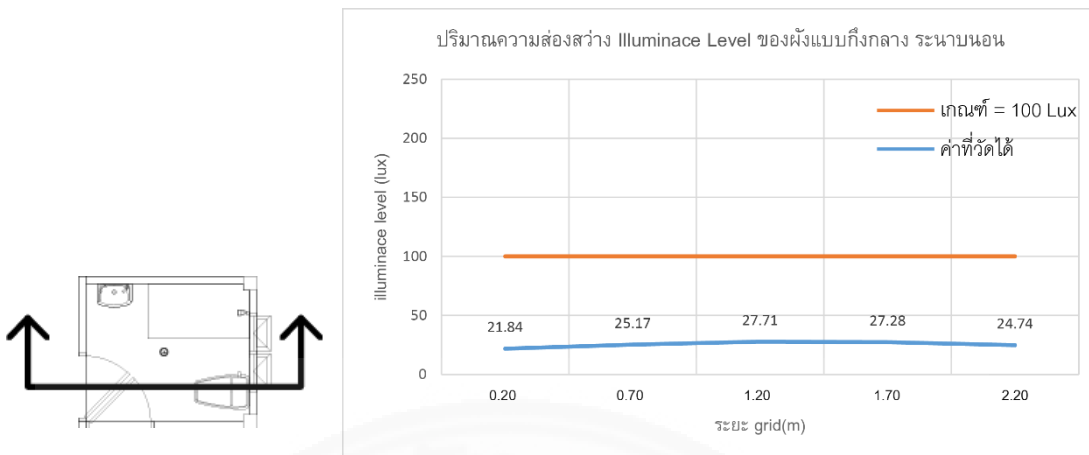


ภาพที่ 7.3 การจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Compact Fluorescent

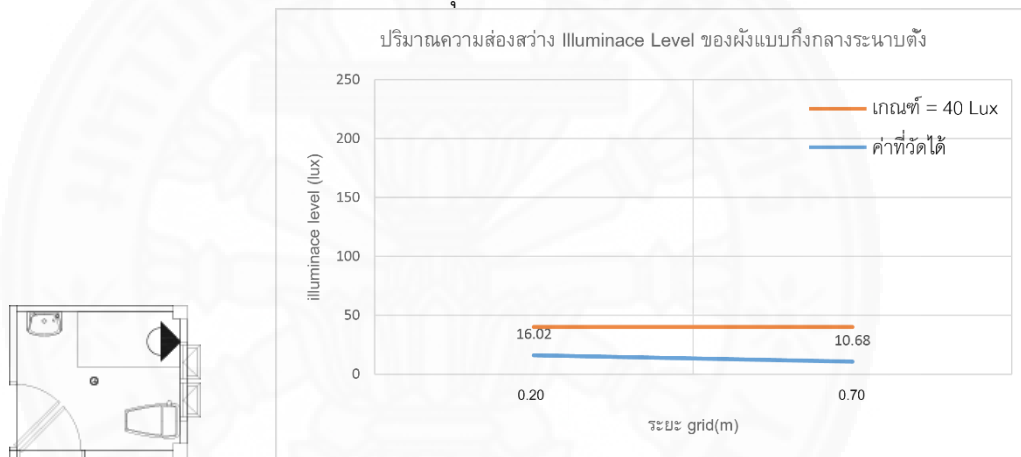
ตารางที่ 7.1

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Compact Fluorescent พื้นที่ห้องน้่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100	-	-	2.00	40	-	-	2.00
ผลที่ทดลองได้	24.96↓	27.71	21.84	1.14	13.35↓	16.02	10.68	1.25



ภาพที่ 7.4 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบแนวนอน อ่างอิง 0.00 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง

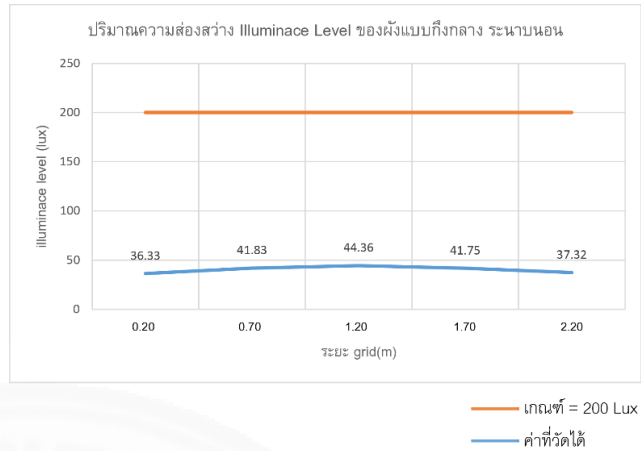
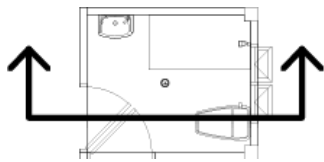


ภาพที่ 7.5 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้งอ่างอิง 1.20 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง

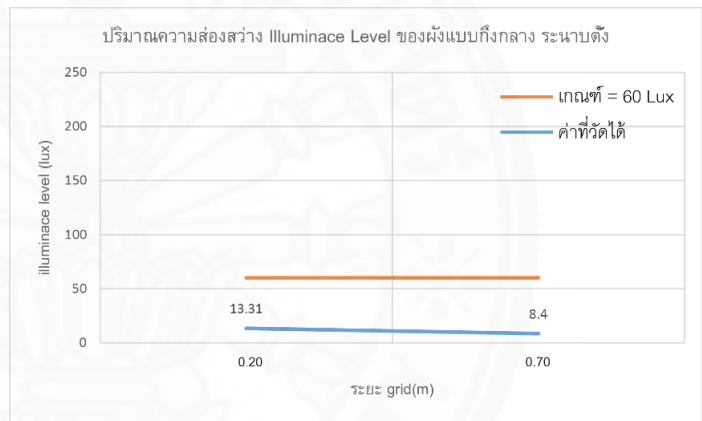
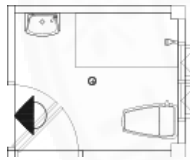
ตารางที่ 7.2

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Compact Fluorescent พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ่างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ่างอิง 0.90 เมตร ก่อนการปรับปรุง

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200	-	-	2.00	60	-	-	2.00
ผลที่ทดลองได้	38.20↓	44.36	31.34	1.22	10.86↓	13.31	8.4	1.29

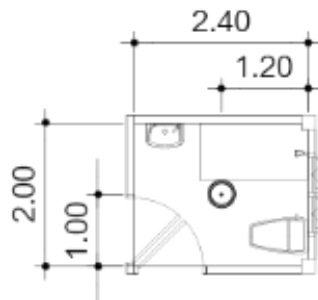


ภาพที่ 7.6 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบแนวนอน อ้างอิง 0.70 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 7.7 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง

7.1.1.2 การจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Fluorescent Circular Tube

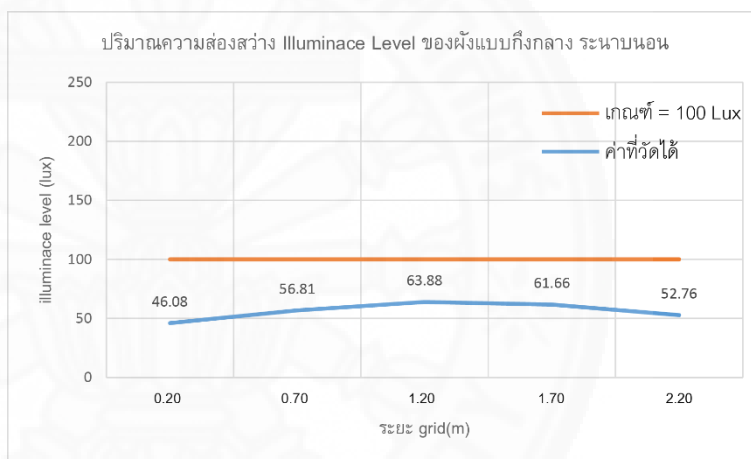
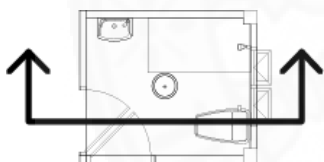


ภาพที่ 7.8 การจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Fluorescent Circular Tube ในพื้นที่ห้องน้ำ

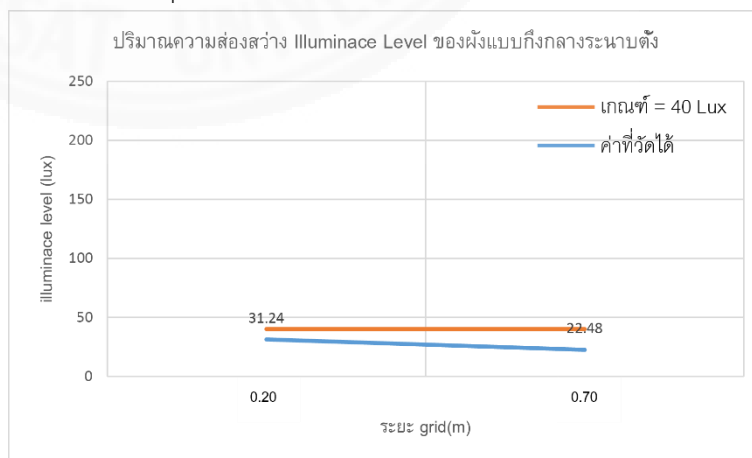
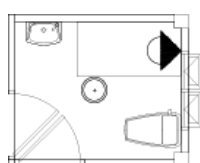
ตารางที่ 7.3

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลอด Fluorescent Circular Tube พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร ก่อนการปรับปรุง

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100	-	-	2.00	40	-	-	2.00
ผลที่ทดลองได้	54.62↓	63.88	46.08	1.19	26.86↓	31.24	22.48	1.19



ภาพที่ 7.9 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง

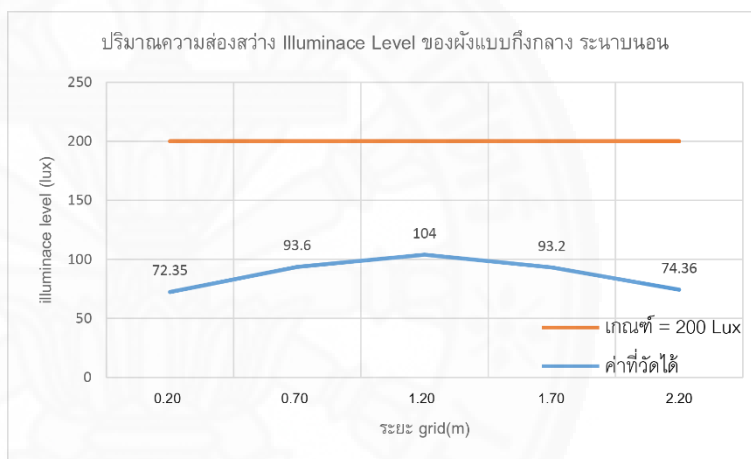
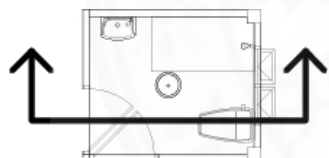


ภาพที่ 7.10 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอด 32 w ในระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง

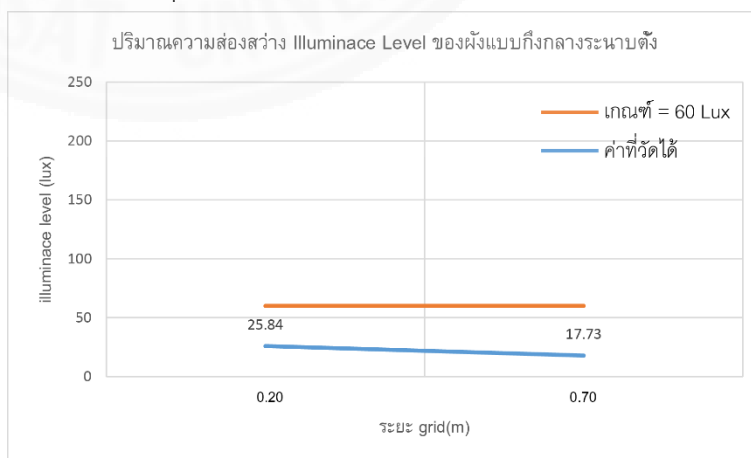
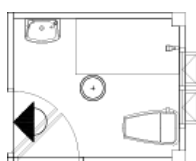
ตารางที่ 7.4

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center หลอด Fluorescent Circular Tube พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร ก่อนการปรับปรุง

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200	-	-	2.00	60	-	-	2.00
ผลที่ทดลองได้	80.21↓	104	61.06	1.31	21.79↓	25.84	17.73	80.21



ภาพที่ 7.11 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 7.12 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Center ที่ใช้หลอด 32 w ในระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร พื้นที่ห้องน้ำก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 และ 0.70 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Center ที่ระนาบแนวนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดมาก ในทุกบริเวณ และที่ระนาบแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.2 และ 0.90 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES มากในทุกบริเวณ

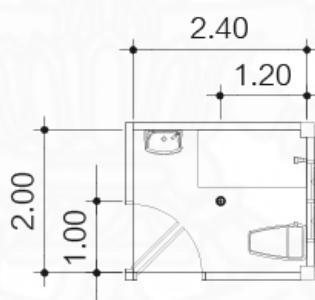
จากการศึกษารูปแบบการจัดผังของพื้นที่ห้องน้ำในบ้านพักอาศัยที่พบได้ใน ปัจจุบัน พบว่า ผังรูปแบบ Center ในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มากในทั้งสองกรณี จึงต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพแสงสว่างในชั้นตอนถัดไป

7.2 การประเมินผลแนวทางการแก้ไข

7.2.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนกำลังไฟ (วัตต์) ของหลอดไฟฟ้า

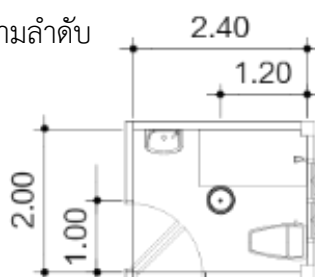
7.2.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Center

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Center ของเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5, 8, 11, 14, 18 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 235, 415, 600, 790 และ 1040 lumen ตามลำดับ



ภาพที่ 7.13 การจัดผังแบบ Center หลอด Compact Fluorescent ภายในห้องน้ำหลังการปรับปรุง

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Center ของหลอด Fluorescent Circular Tube การศึกษาเลือกใช้หลอด Fluorescent Circular Tube 22, 32 และ 40 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 1050, 1750 และ 2500 lumen ตามลำดับ



ภาพที่ 7.14 การจัดผังแบบ Center หลอด Fluorescent Circular Tube ภายในห้องน้ำหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 7.5

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร หลังการปรับปรุง

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100	-	-	2.00	40	-	-	2.00
center_22w_circular	32.77↓	38.33	27.65	1.19	16.12↓	18.74	13.49	1.19
center_32w_circular	54.62↓	63.88	46.08	1.19	26.86↓	31.24	22.48	1.19
center_40w_circular	78.03↓	91.26	65.84	1.19	38.38↓	44.63	32.12	1.19
center_5w_downlight	9.76 ↓	10.84	8.54	1.14	5.22 ↓	6.26	4.18	1.25
center_8w_downlight	17.27↓	19.17	15.12	1.14	9.24 ↓	11.08	7.39	1.25
center_11w_downlight	24.96↓	27.71	21.84	1.14	13.35↓	16.02	10.68	1.25
center_14w_downlight	32.86↓	36.48	28.76	1.14	17.58↓	21.09	14.06	1.25
center_18w_downlight	43.23↓	47.99	37.84	1.14	23.12↓	27.74	18.49	1.25

ตารางที่ 7.6

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร หลังการปรับปรุง

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200	-	-	2.00	60	-	-	2.00
center_22w_circular	48.13↓	62.28	36.63	1.31	13.07↓	15.5	10.64	1.23
center_32w_circular	80.21↓	104	61.06	1.31	21.79↓	25.84	17.73	1.23
center_40w_circular	114.59↓	148	87.25	1.31	31.13↓	36.92	25.33	1.23
center_5w_downlight	14.94↓	17.35	12.26	1.22	4.25 ↓	5.21	3.29	1.29

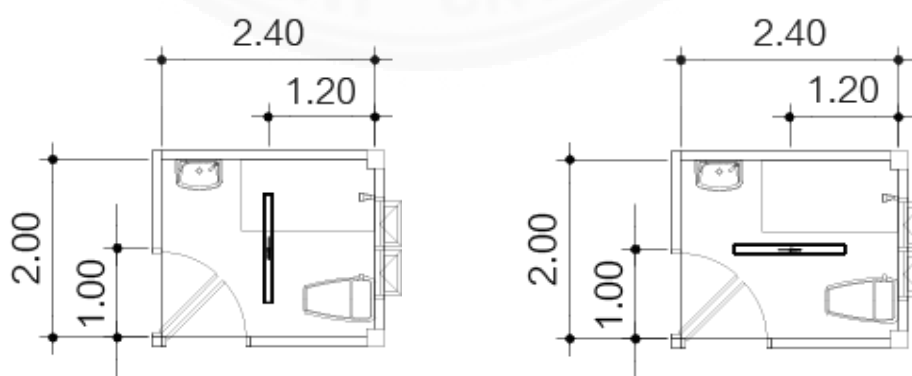
ตารางที่ 7.6 (ต่อ)

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากการจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร หลังการปรับปรุง

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200	-	-	2.00	60	-	-	2.00
center_8w_downlight	26.44 ↓	30.7	21.69	1.22	7.51 ↓	9.21	5.81	1.29
center_11w_downlight	38.2 ↓	44.36	31.34	1.22	10.86 ↓	13.31	8.4	1.29
center_14w_downlight	50.3 ↓	58.4	41.26	1.22	14.3 ↓	17.53	11.06	1.29
center_18w_downlight	66.17 ↓	76.83	54.28	1.22	18.81 ↓	23.06	14.55	1.29

การปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของการจัดผังแบบ Center พบว่า สำหรับดวงโคมแบบ downlight หลอด Compact Fluorescent เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 18 วัตต์ ปริมาณความส่องสว่างที่ได้ยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด และสำหรับดวงโคมแบบกลม เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 40 วัตต์ ปริมาณความส่องสว่างที่ได้ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนด จึงทำการปรับปรุงด้วยวิธีการจัดแบบผสมในขั้นตอนถัดไป

7.2.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Linear

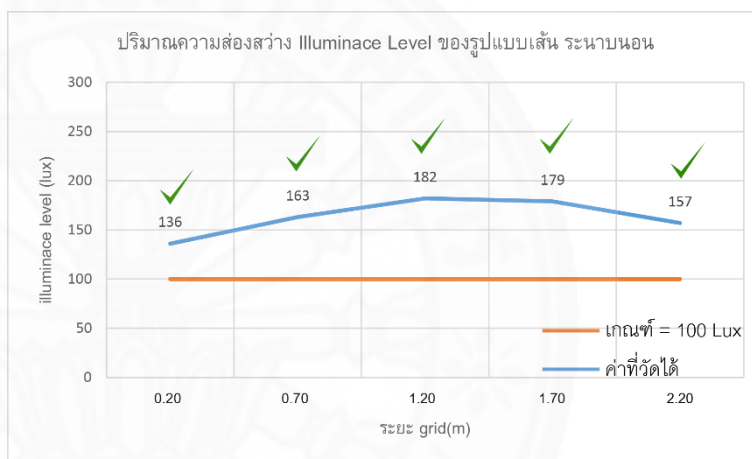
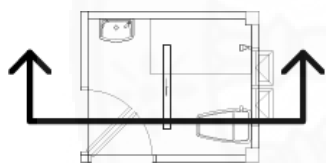


ภาพที่ 7.15 การจัดผังแบบ Linear ภายในห้องน้ำ รูปแบบที่ 1 (ชาย) รูปแบบที่ 2 (หญิง)

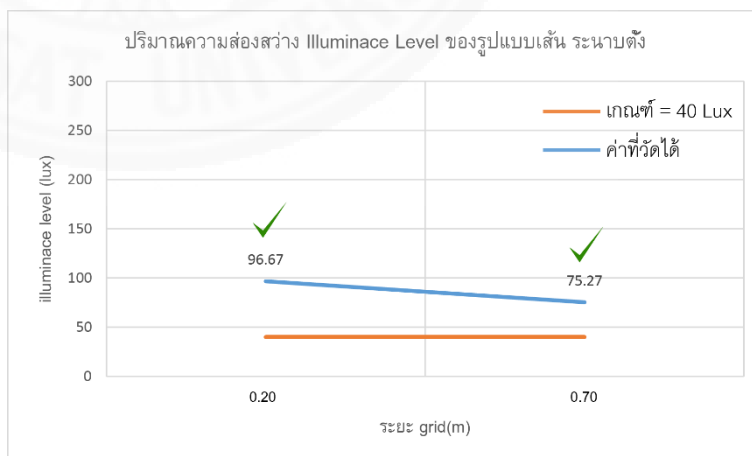
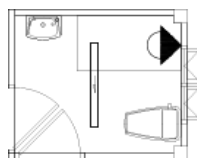
ตารางที่ 7.7

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100	-	-	2.00	40	-	-	2.00
ผลที่ทดลองได้	158.6	182	136	1.17	85.97	96.67	75.27	1.14



ภาพที่ 7.16 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ

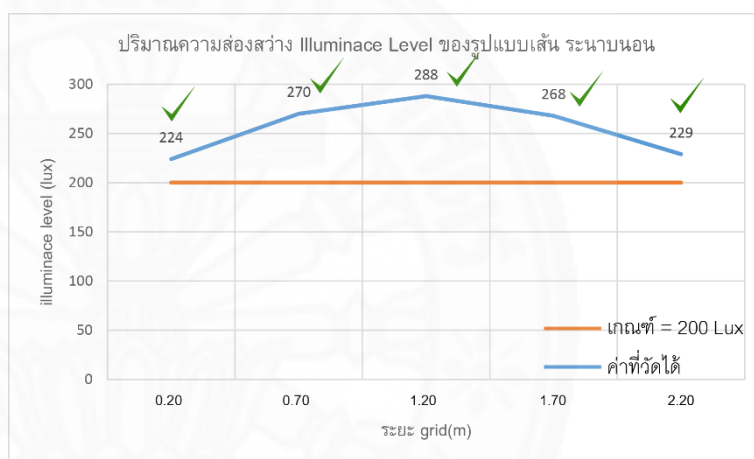
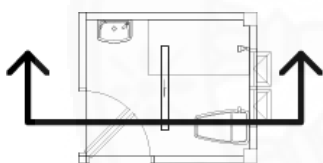


ภาพที่ 7.17 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ

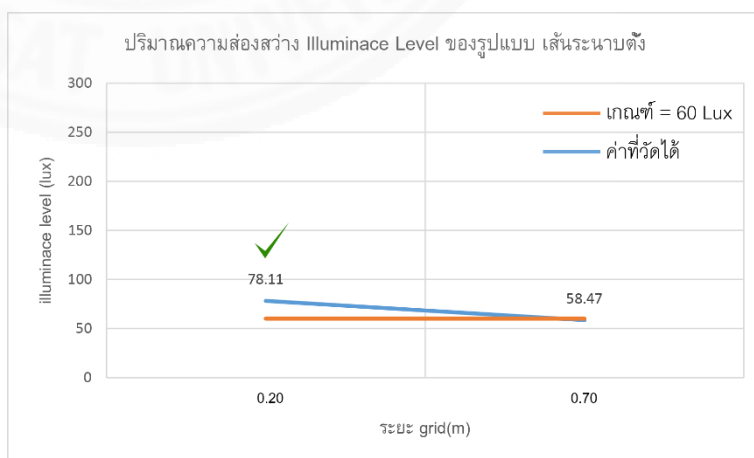
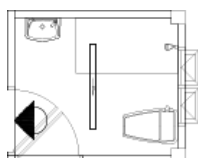
ตารางที่ 7.8

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร

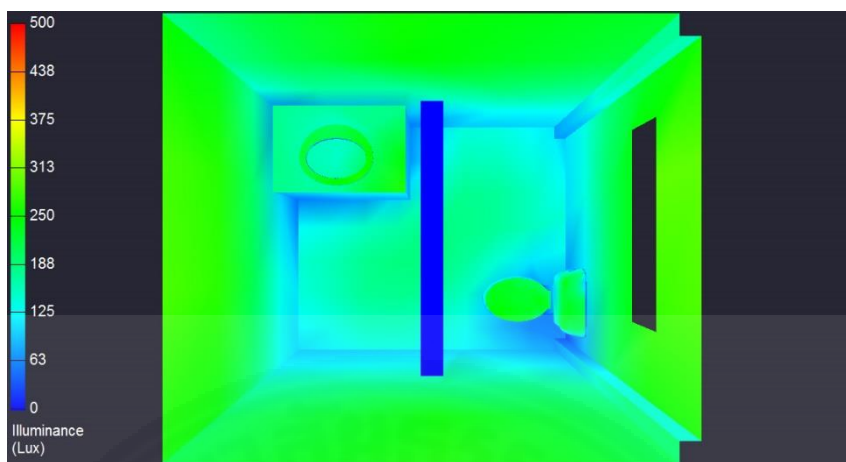
	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200	-	-	2.00	60	-	-	2.00
ผลที่ทดลองได้	236.63	288	190	1.25	68.29	78.11	58.47	1.17



ภาพที่ 7.18 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ



ภาพที่ 7.19 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ในระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ

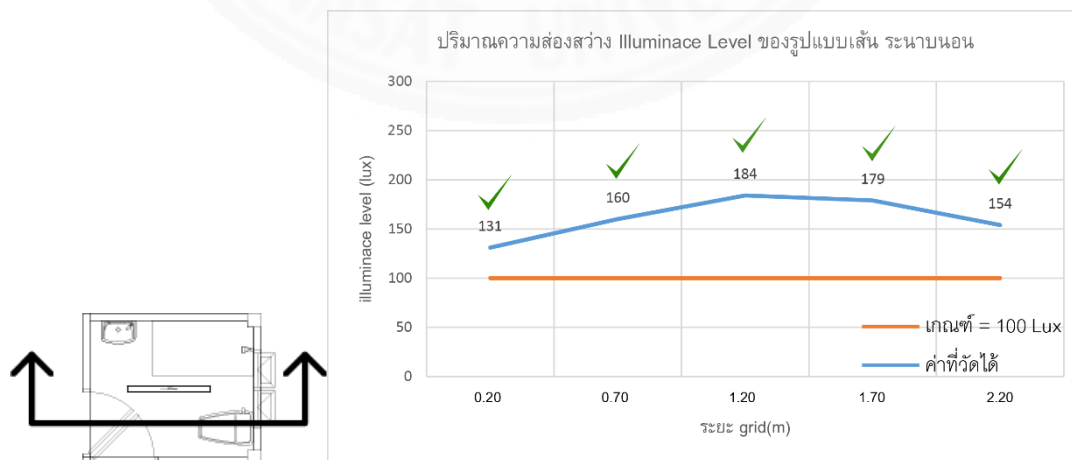


ภาพที่ 7.20 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำ

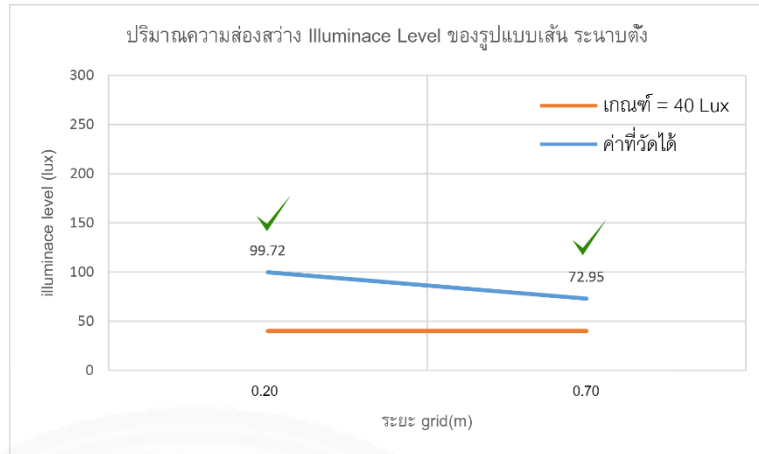
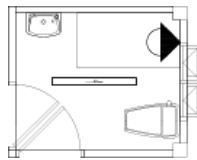
ตารางที่ 7.9

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100	-	-	2.00	40	-	-	2.00
ผลที่ทดลองได้	158.49	184	131	1.21	86.34	99.72	72.95	1.18



ภาพที่ 7.21 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ

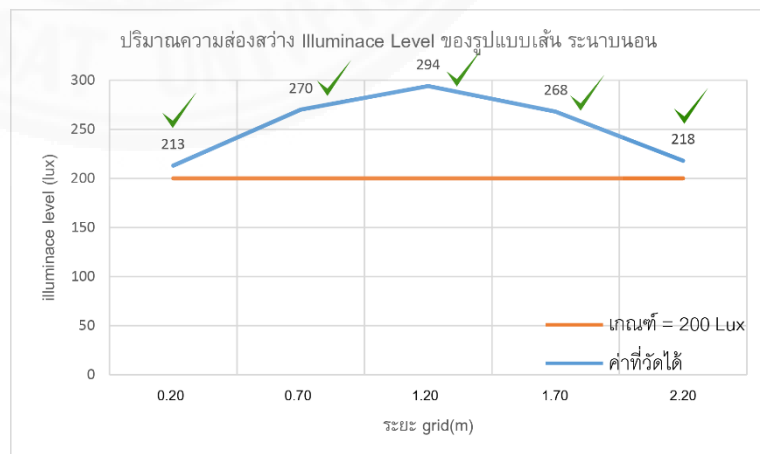
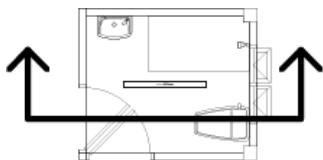


ภาพที่ 7.22 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ

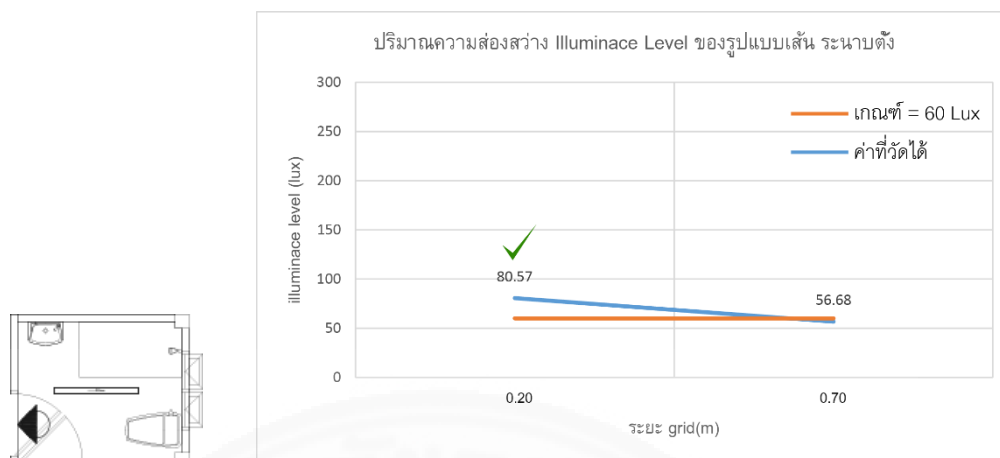
ตารางที่ 7.10

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร

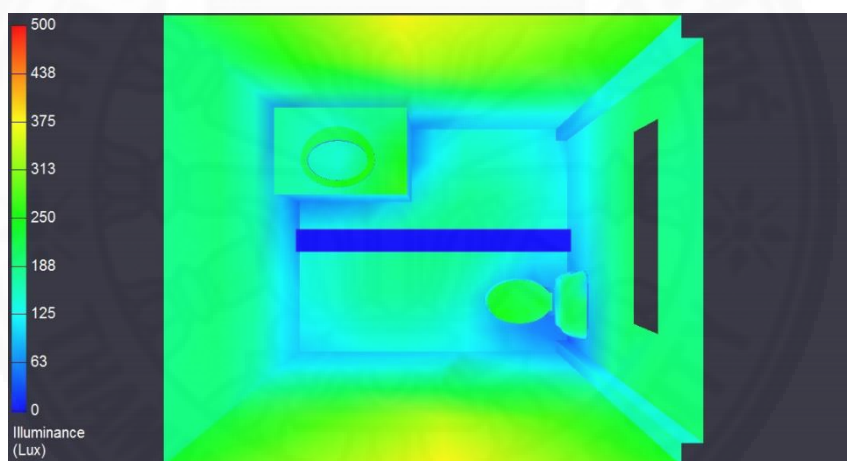
	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	200	-	-	2.00	60	-	-	2.00
ผลที่ทดลองได้	236.87	294	187	1.27	68.63	80.57	56.68	1.21



ภาพที่ 7.23 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ



ภาพที่ 7.24 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ในระนาบแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร พื้นที่ห้องน้ำ



ภาพที่ 7.25 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำ

การศึกษาการปรับปรุงโดยการปรับเป็นรูปแบบ Linear โดยใช้หลอด 36 วัตต์ วางในทิศทาง 2 แขนพบว่าในระนาบแนวนอนและแนวตั้ง มีค่าความส่องสว่างเป็นไปตามมาตรฐาน กำหนด

7.3 ผลการประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง

7.3.1 ความสม่ำเสมอของแสง

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ได้แก่

ตารางที่ 7.11

ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ระบายแนวนอนอ้างอิง 0.00 เมตร และ ระบายแนวตั้งอ้างอิง 1.20 เมตร

กรณีศึกษาที่ผ่านมาเกณฑ์	ค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่าง	
	ระบายแนวนอน	ระบายแนวตั้ง
เกณฑ์มาตรฐาน	2.00	2.00
Linear 36 W_1	1.17	1.14
Linear 36 W_2	1.25	1.17

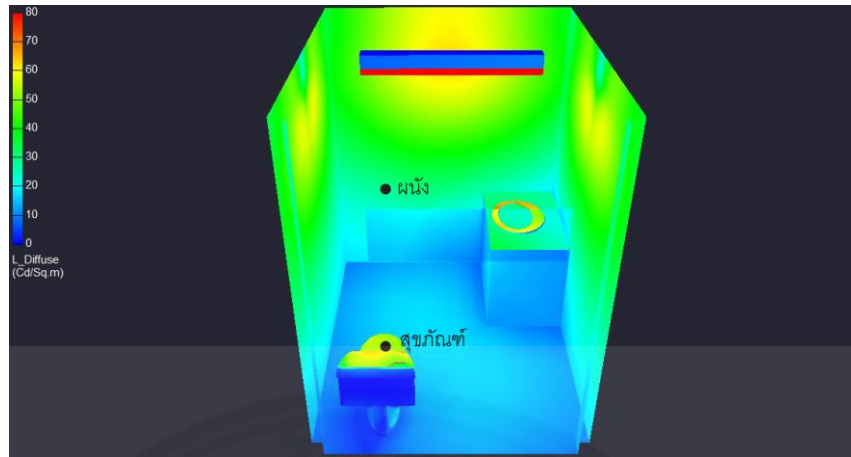
ตารางที่ 7.12

ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ระบายแนวนอนอ้างอิง 0.70 เมตร และ ระบายแนวตั้งอ้างอิง 0.90 เมตร

กรณีศึกษาที่ผ่านมาเกณฑ์	ค่าความสม่ำเสมอของแสงสว่าง	
	ระบายแนวนอน	ระบายแนวตั้ง
เกณฑ์มาตรฐาน	2.00	2.00
Linear 36 W_1	1.21	1.18
Linear 36 W_2	1.27	1.21

7.3.2 อัตราส่วนความสว่างสะท้อน

อัตราส่วนความสว่างสะท้อนจากผิววัสดุของพื้นที่ใช้งาน กับพื้นที่รอบข้างค่าที่เหมาะสมมีค่าต้องการคือ 1 : 5 หรือ 5 : 1 มีอัตราส่วนต่ำสุด 1 : 10 หรือ 10 : 1

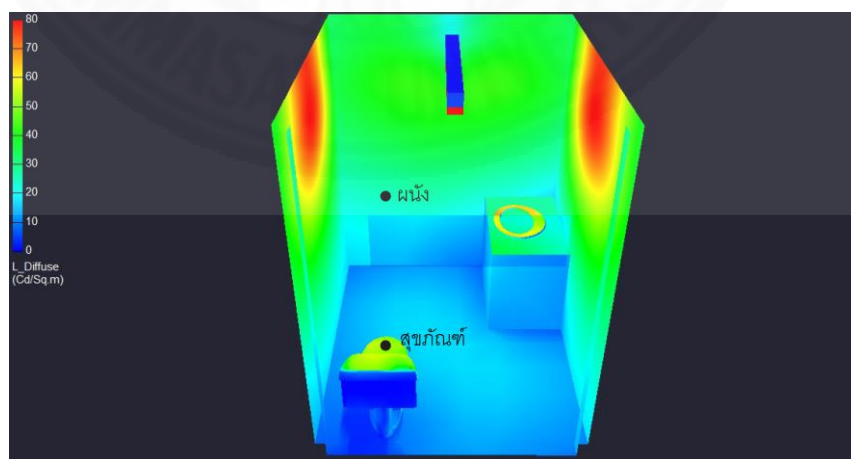


ภาพที่ 7.26 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำ

ตารางที่ 7.13

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องน้ำ

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
55	40	1.375 : 1



ภาพที่ 7.27 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำ

ตารางที่ 7.14

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องน้ำ

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
50	35	1.428 : 1

7.4 ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน

7.4.1 กรณีการจัดผังแบบ Center

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

7.4.2 กรณีการจัดผังแบบ Linear

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ได้แก่

ตารางที่ 7.15

ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่าง พื้นที่ห้องน้ำ

รูปแบบที่ผ่านเกณฑ์	พื้นที่ (ตร.ม.)	กำลังไฟที่ ใช้(วัตต์)	บัลลาสต์ (วัตต์)	กำลังไฟรวม (วัตต์)	กำลังไฟเฉลี่ย (วัตต์/ตร.ม.)
Linear 36 W_1	5	36	10	46	9.2
Linear 36 W_2	5	36	10	46	9.2

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงาน พบว่ารูปแบบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มี 2 รูปแบบคือ การจัดรูปแบบ Linear ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีการใช้กำลังไฟเพื่อการส่องสว่างในปริมาณที่เท่ากัน

หลังการประเมินปริมาณความส่องสว่าง คุณภาพแสงสว่าง และประสิทธิภาพพลังงานพบว่ารูปแบบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผู้สูงอายุ และมีประสิทธิภาพด้านพลังงานมากที่สุดภายในพื้นที่ห้องน้ำ คือรูปแบบการจัดผังแบบ Linear เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ให้ปริมาณ และ

คุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ซึ่งการวางทิศทาง 2 แกนให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และมีการใช้พลังงาน 9.2 วัตต์ต่อตารางเมตร



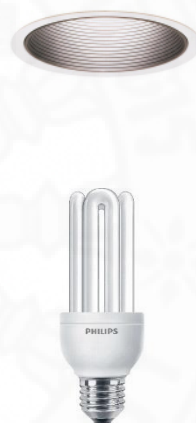
บทที่ 8

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

พื้นที่ห้องนอนเล็ก

8.1 การประเมินผลการศึกษาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน

การศึกษารูปแบบการจัดผังดวงโคมของบ้านพักอาศัยในปัจจุบันพบว่า มีการจัดรูปแบบใน 2 ลักษณะคือ การจัดผังแบบ Grid ด้วยหลอด Compact Fluorescent และการจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Circular Tube



ภาพที่ 8.1 การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องนอนเล็กที่พบได้ทั่วไป



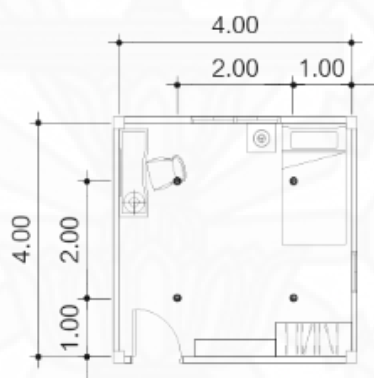
ภาพที่ 8.2 การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องนอนเล็กที่พบได้ทั่วไป

หลอดไฟฟ้ายอดนิยมใช้คือ หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5-18 วัตต์ และหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ขนาด 22-40 วัตต์ โดยให้ปริมาณความสว่าง และคุณภาพแสงสว่างดังต่อไปนี้

8.1.1 ผลการศึกษาพื้นที่ห้องนอน

ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ การจัดผังแบบ Grid และการจัดผังแบบ Centered ในการศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent 11 วัตต์ (600 Lumen) และ Fluorescent Circular Tube 32 วัตต์ (1750 Lumen) เนื่องจากเป็นหลอดไฟที่สามารถหาซื้อได้ทั่วไป

8.1.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

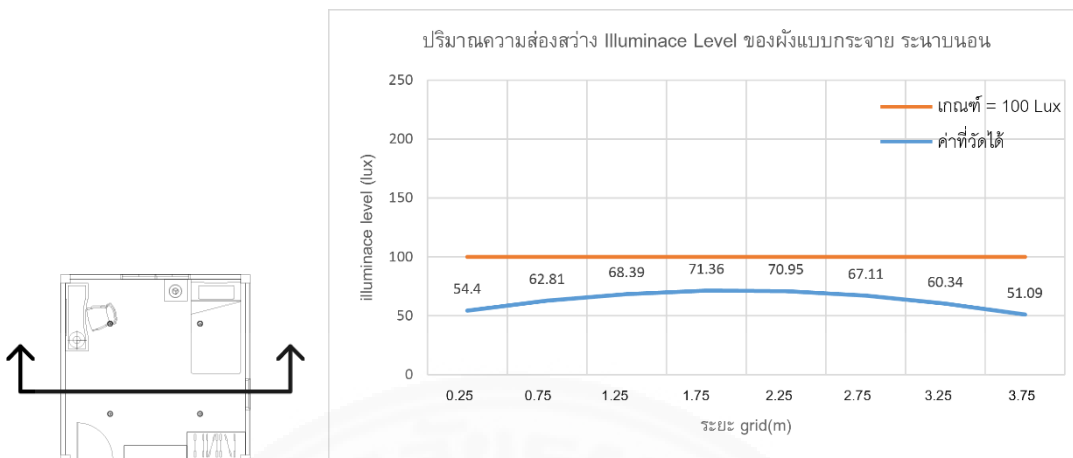


ภาพที่ 8.3 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง

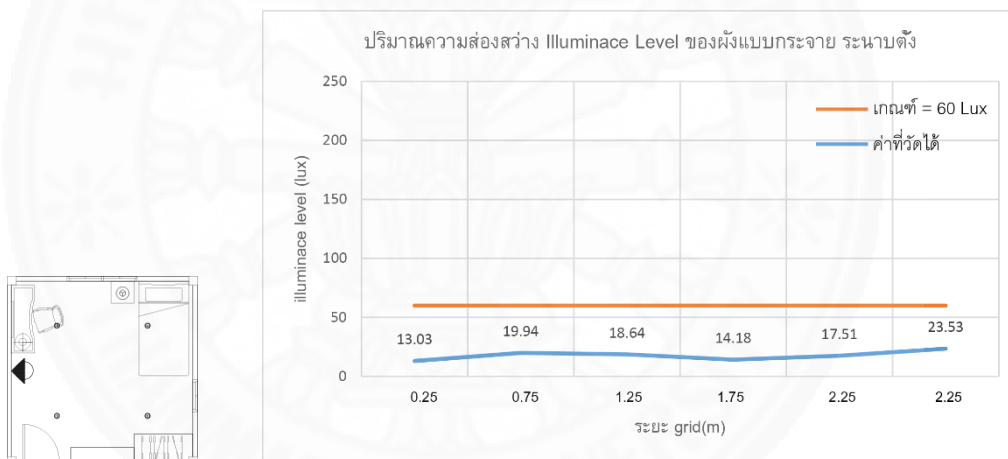
ตารางที่ 8.1

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนก่อนการปรับปรุง

	ค่าความส่องสว่างระนาบแนวนอน (Lux)				ค่าความส่องสว่างระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
ผลที่ทดลองได้	58.54↓	71.36	40.94	1.43	17.8↓	23.53	13.03	1.37



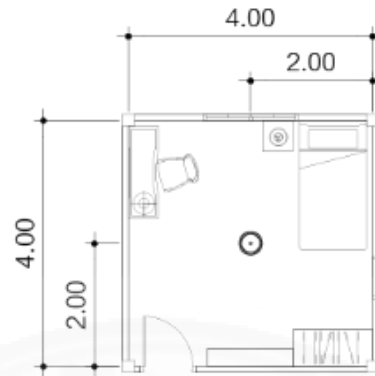
ภาพที่ 8.4 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 8.5 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอด 11 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.60 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Grid ที่ระนาบแนวนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดในทุกบริเวณ และที่ระนาบแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.25 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES ในทุกบริเวณ

8.1.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

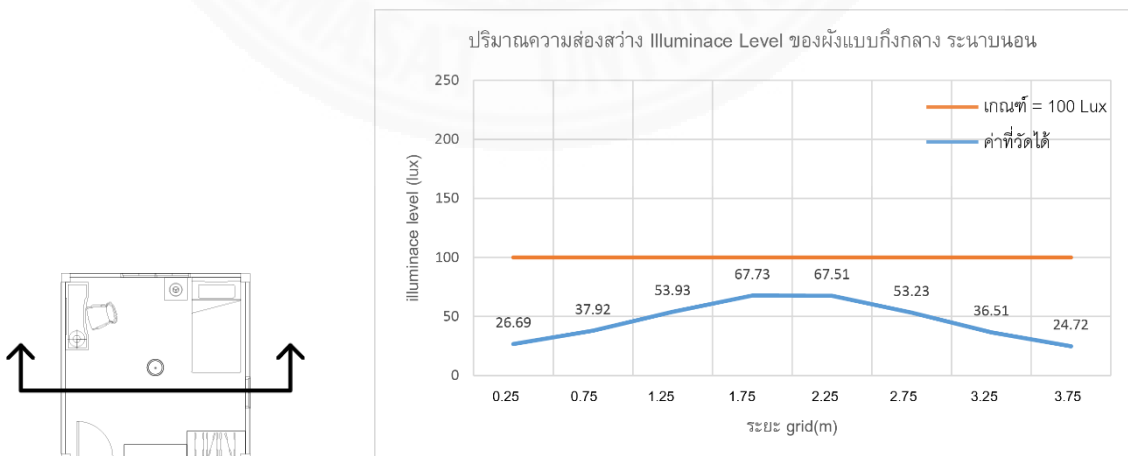


ภาพที่ 8.6 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง

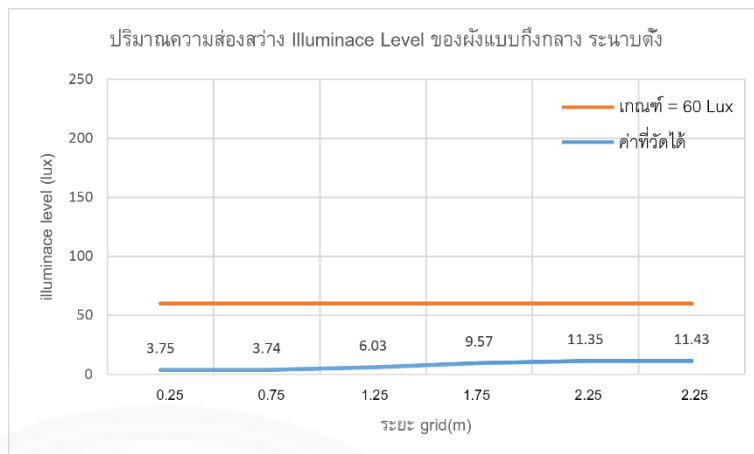
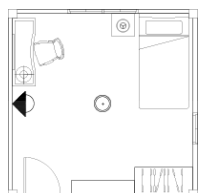
ตารางที่ 8.2

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Center พื้นที่ห้องนอนก่อนการปรับปรุง

	ค่าความส่องสว่างระนาบแนวนอน (Lux)				ค่าความส่องสว่างระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
ผลที่ทดลองได้	36.33↓	67.72	16.1	2.28	7.65↓	11.43	3.74	2.05



ภาพที่ 8.7 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบนอน พื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 8.8 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.60 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Center ที่ระนาบแนวนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดมากในทุกบริเวณ และที่ระนาบแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.25 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES มากในทุกบริเวณ

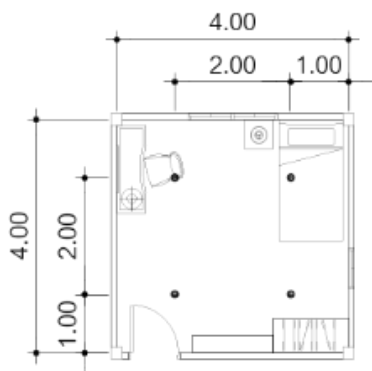
จากการศึกษารูปแบบการจัดผังของพื้นที่ห้องนอนในบ้านพักอาศัยที่พบได้ในปัจจุบัน พบว่า ผังรูปแบบ Grid ในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ผังรูปแบบ Center ทั้งในระนาบแนวนอน และแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมากในทั้งสองกรณี ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพแสงสว่างในขั้นตอนถัดไป

8.2 การประเมินผลแนวทางการแก้ไข

8.2.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนกำลังไฟ (วัตต์) ของหลอดไฟฟ้า

8.2.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Grid การศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5, 8, 11, 14, 18 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 235, 415, 600, 790 และ 1040 lumen ตามลำดับ

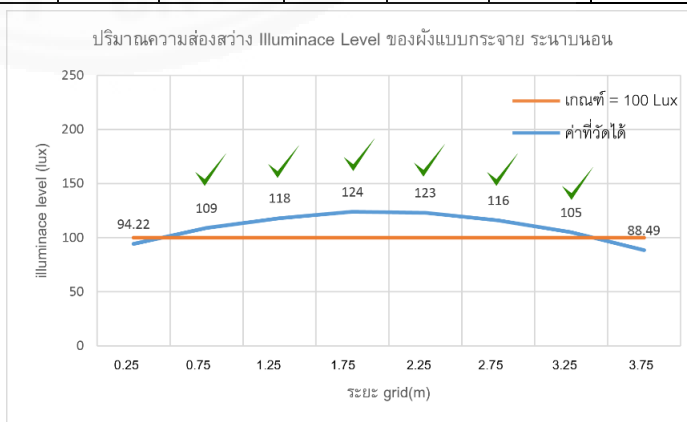
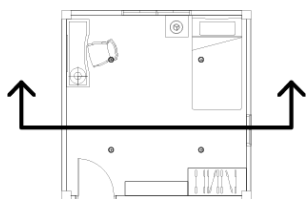


ภาพที่ 8.9 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง

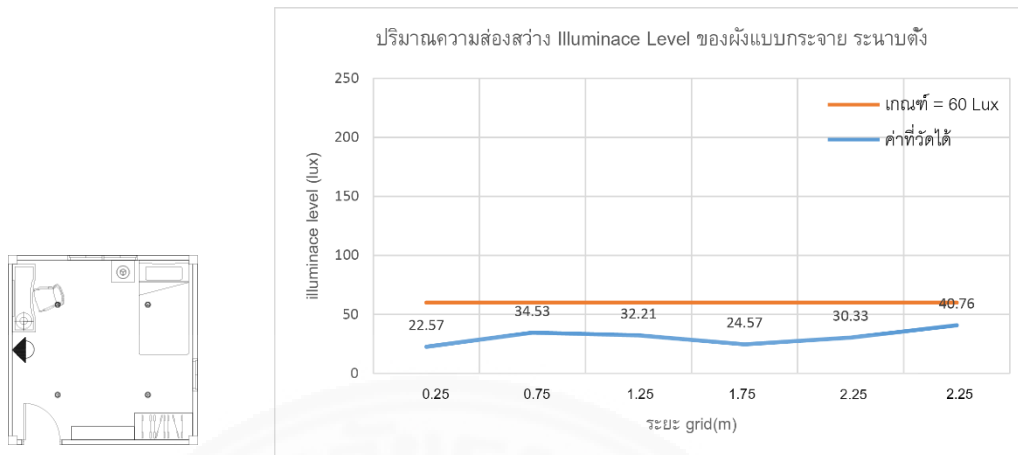
ตารางที่ 8.3

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Grid หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์ พื้นที่ห้องนอน

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
grid_downlight_5w	22.9	27.91	16.01	1.43	6.96	9.2	5.1	1.36
grid_downlight_8w	40.51	49.38	28.33	1.43	12.32	16.28	9.02	1.37
grid_downlight_11w	58.54	71.36	40.94	1.43	17.8	23.53	13.03	1.37
grid_downlight_14w	77.07	93.95	53.9	1.43	23.43	30.98	17.16	1.37
grid_downlight_18w	101.4	124	70.9	1.43	30.83	40.76	22.57	1.37



ภาพที่ 8.10 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 8.11 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง

การศึกษาการปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของผังแบบ Grid เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 18 วัตต์พบว่าในระนาบแนวนอนและระนาบแนวตั้งมีปริมาณความส่องสว่าง ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES มาก

8.2.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Center การศึกษาเลือกใช้หลอด Fluorescent Circular Tube 22, 32 และ 40 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 1050, 1750 และ 2500 lumen ตามลำดับ

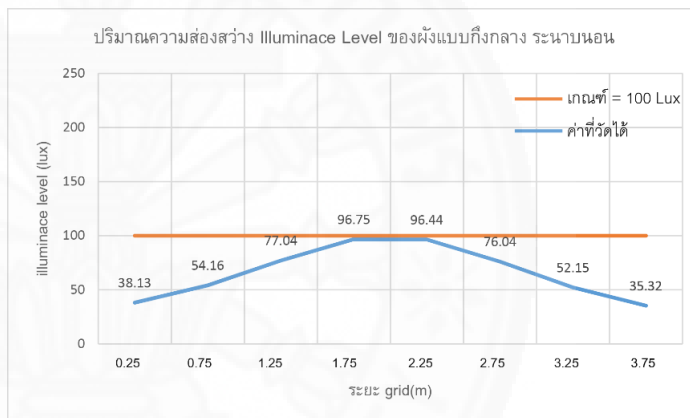
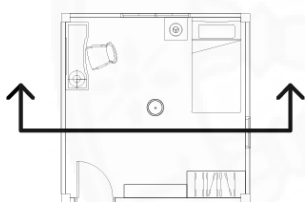


ภาพที่ 8.12 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง

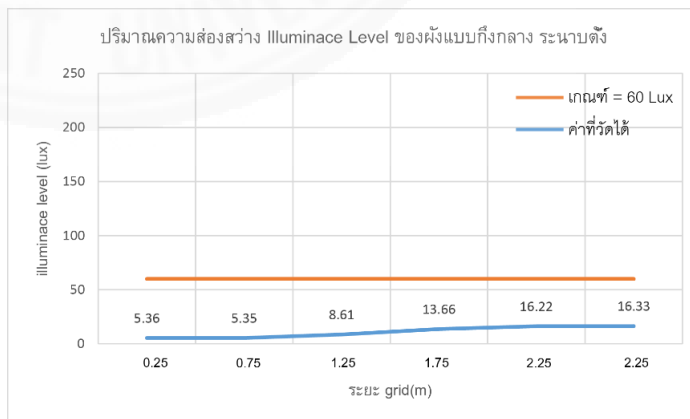
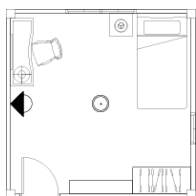
ตารางที่ 8.4

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Center หลังการปรับเปลี่ยนจำนวนวัตต์พื้นที่ห้องนอนเล็ก

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
center_22w	21.98 ↓	40.63	9.66	2.28	4.59 ↓	6.86	2.25	2.04
center_32w	36.33 ↓	67.72	16.1	2.28	7.65 ↓	11.43	3.74	2.05
center_40w	52.33 ↓	96.75	23	2.28	10.92 ↓	16.33	5.35	2.04



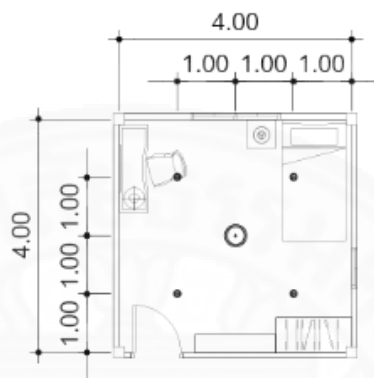
ภาพที่ 8.13 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบนอน พื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 8.14 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุง

การปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของการจัดผังแบบ Center พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 40 วัตต์ ปริมาณความส่องสว่างที่ได้ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนด จึงทำการปรับปรุงด้วยวิธีการจัดแบบผสมในชั้นตอนถัดไป

8.2.1.3 ผลของการจัดผังแบบผสม (Grid + Centered Layout)



ภาพที่ 8.15 การจัดผังแบบผสม ภายในห้องนอนเล็ก

ตารางที่ 8.5

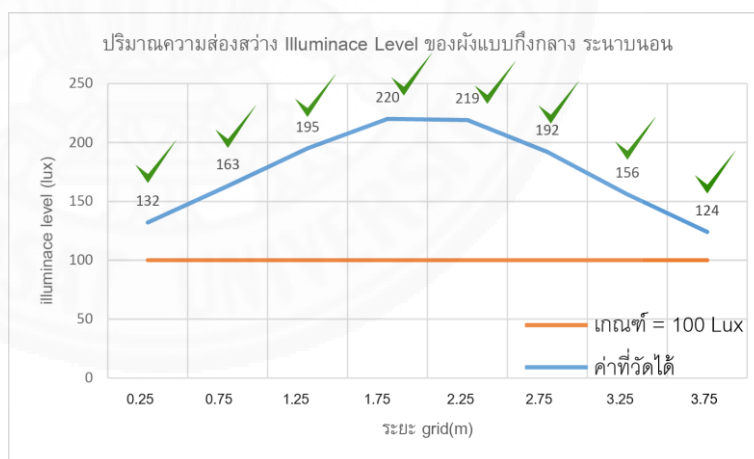
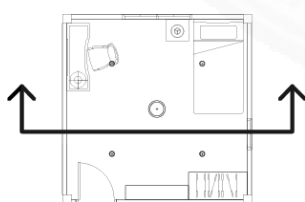
ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องนอนเล็ก

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
DL5W + Cir22W	44.74	68.38	25.6	1.75	11.49	15.86	7.32	1.57
DL5W + Cir32W	59.29	95.39	31.64	1.87	14.52	20.39	8.79	1.65
DL5W + Cir40W	74.84	124	38.48	1.94	17.73	25.25	10.38	1.71
DL8W + Cir22W	62.41	89.88	37.99	1.64	16.86	22.86	11.29	1.49
DL8W + Cir32W	76.92	117	44.31	1.74	19.86	27.36	12.73	1.56
DL8W + Cir40W	92.48	146	50.55	1.83	23.1	32.21	14.3	1.62
DL11W+Cir22W	80.42	112	50.6	1.59	22.32	29.99	15.31	1.46
DL11W+Cir32W	94.94	139	56.93	1.67	25.33	34.49	16.76	1.51

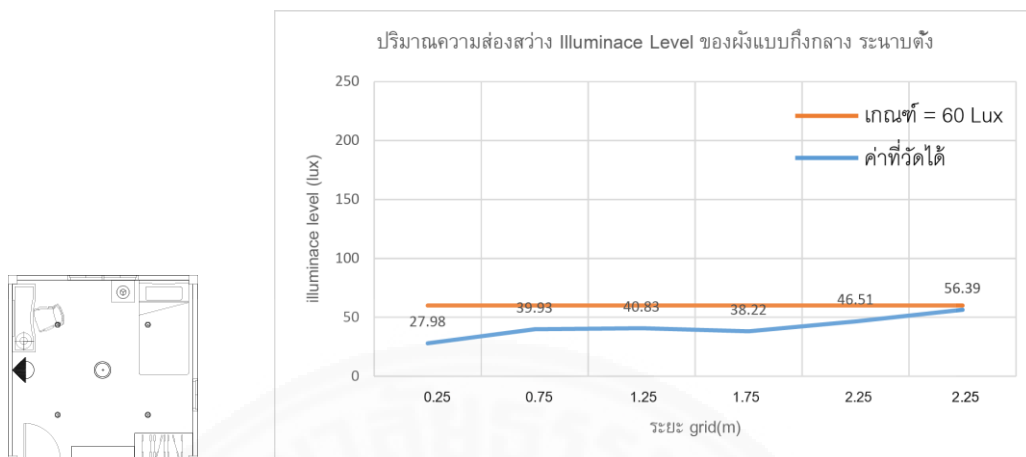
ตารางที่ 8.5 (ต่อ)

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Center พื้นที่ห้องนอนเล็ก

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
DL11W+Cir40W	110.56	168	63.76	1.73	28.57	39.35	18.34	1.56
DL14W+Cir22W	98.89	134	63.48	1.56	27.91	37.28	19.39	1.44
DL14W+Cir32W	113.57	161	70	1.62	31	41.88	20.94	1.48
DL14W+Cir40W	129.07	190	76.72	1.52	34.19	46.67	22.47	1.52
DL18W+Cir22W	123.13	162	80.44	1.53	35.36	47.53	24.78	1.43
DL18W+Cir32W	137.86	191	87.01	1.58	38.37	51.5	26.37	1.46
DL18W+Cir40W	153.54	220	93.91	1.63	41.65	56.39	27.98	1.49



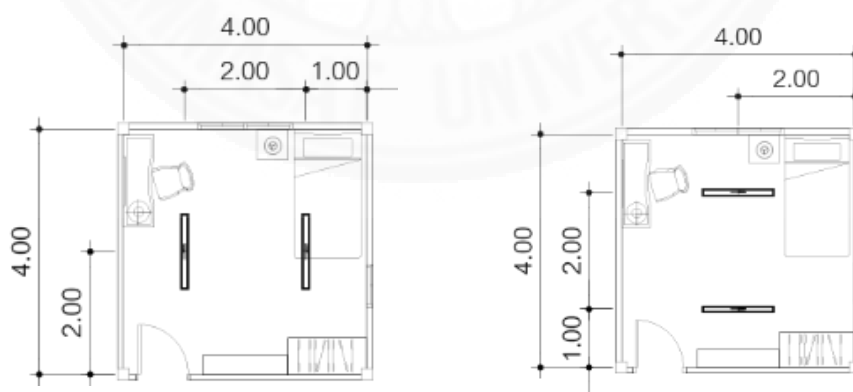
ภาพที่ 8.16 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบผสมในระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนเล็ก



ภาพที่ 8.17 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระบุติดตั้งพื้นที่ห้องนอนเล็ก

การศึกษการปรับปรุงโดยการปรับรูปแบบการจัดผังเป็นแบบผสม Grid + Centered Layout พบว่าการใช้หลอด Compact Fluorescents ร่วมกับหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ในระบุติดตั้งไม่มีกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์มาตรฐาน และในระบุแนวนอนพบว่ามีเพียงกรณี DL11W+Cir40W และ กรณีที่ใช้DL14W+Cir32W ขึ้นไปที่ผ่านมาเกณฑ์มาตรฐาน จึงต้องทำการปรับปรุงรูปแบบในขั้นตอนถัดไป

8.2.1.3 ผลของการจัดผังแบบ Linear

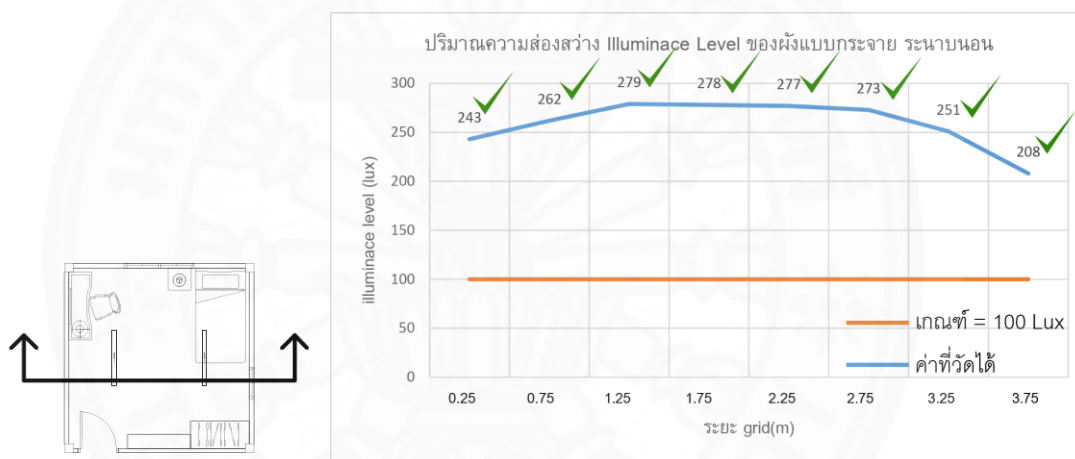


ภาพที่ 8.18 การจัดผังแบบ Linear ภายในห้องนอนเล็ก รูปแบบที่ 1 (ซ้าย) รูปแบบที่ 2 (ขวา)

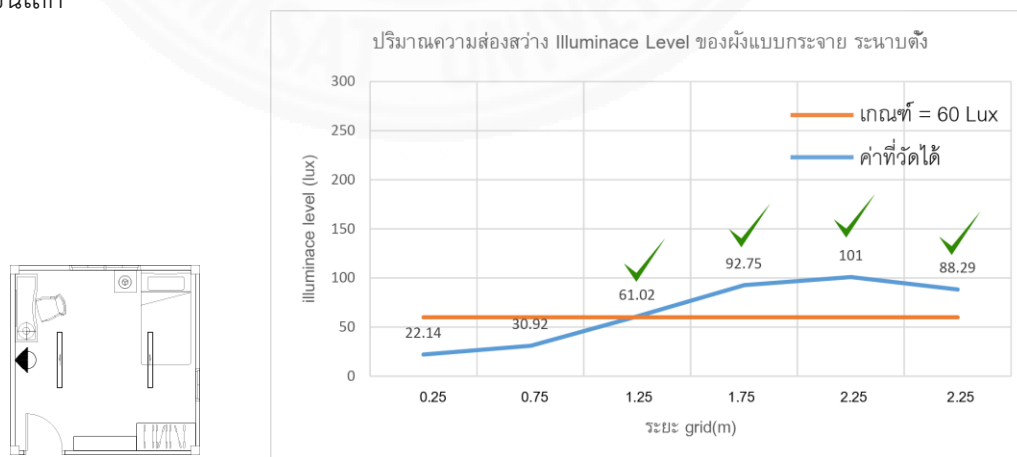
ตารางที่ 8.6

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Linear พื้นที่ห้องนอนเล็ก

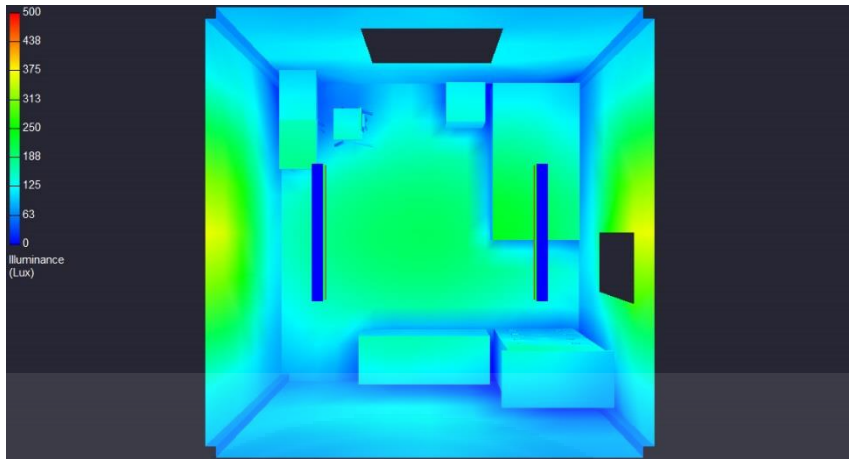
	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
Linear 36 W_1	207.56	279	110	1.88	66.08	101	22.64	2.92
Linear 36 W_2	195.35	277	111	1.77	51.32	66.95	34.53	1.49



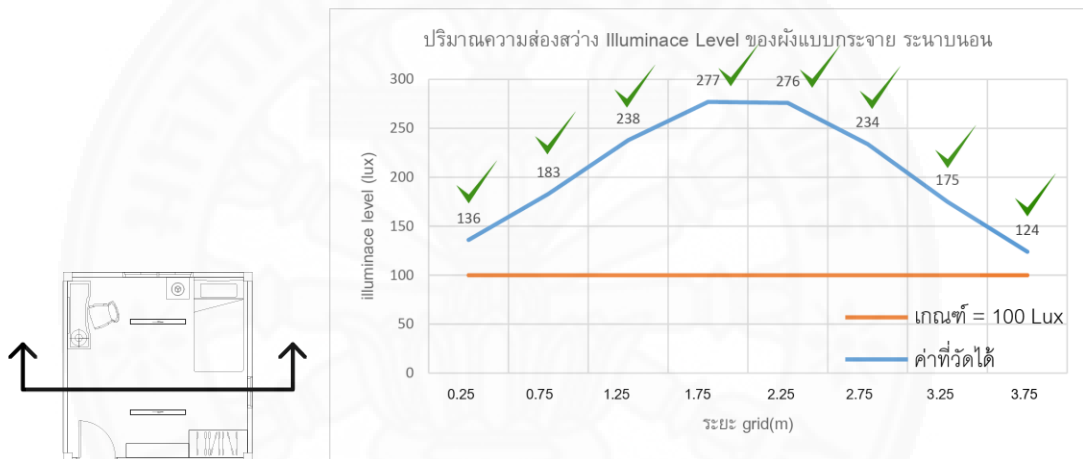
ภาพที่ 8.19 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear แบบที่ 1 ในระนาบแนวนอน พื้นที่ห้องนอนเล็ก



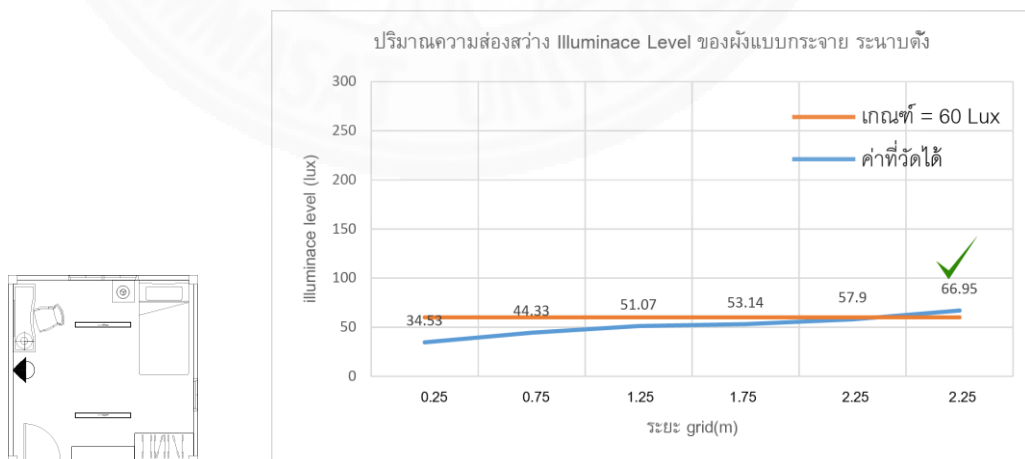
ภาพที่ 8.20 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear แบบที่ 1 ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องนอนเล็ก



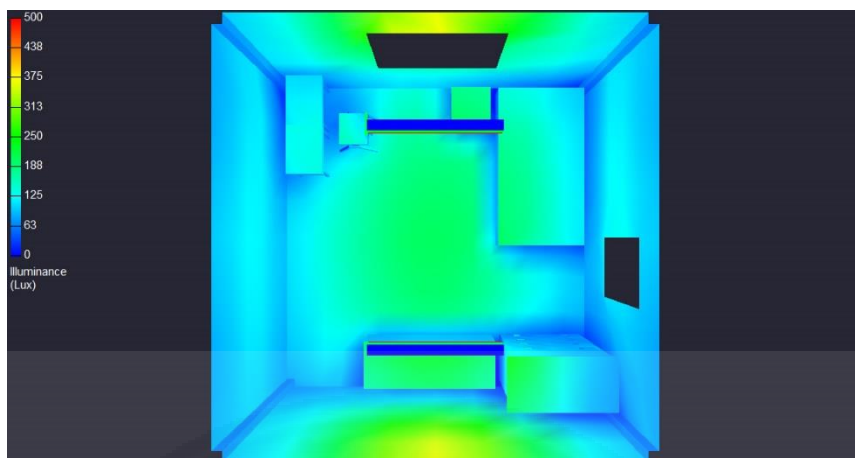
ภาพที่ 8.21 แสดงปริมาณความส่องสว่าง การจัดผังแบบ Linear แบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนเล็ก



ภาพที่ 8.22 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผัง Linear แบบที่ 2 ในระนาบนอน พื้นที่ห้องนอนเล็ก



ภาพที่ 8.23 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผัง Linear แบบที่ 2 ในระนาบตั้ง พื้นที่ห้องนอนเล็ก



ภาพที่ 8.24 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผัง Linear แบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนเล็ก

การศึกษาการปรับปรุงโดยการปรับเป็นการจัดผังแบบ Linear โดยใช้หลอด 36 วัตต์ ในระนาบนอนจะได้ค่าปริมาณความส่องสว่างเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน และในระนาบตั้งได้ค่าความส่องสว่างเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน เฉพาะบริเวณริมห้องที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

8.3 ผลการประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง

8.3.1 ความสม่ำเสมอของแสง

กรณีผ่านเกณฑ์ได้แก่

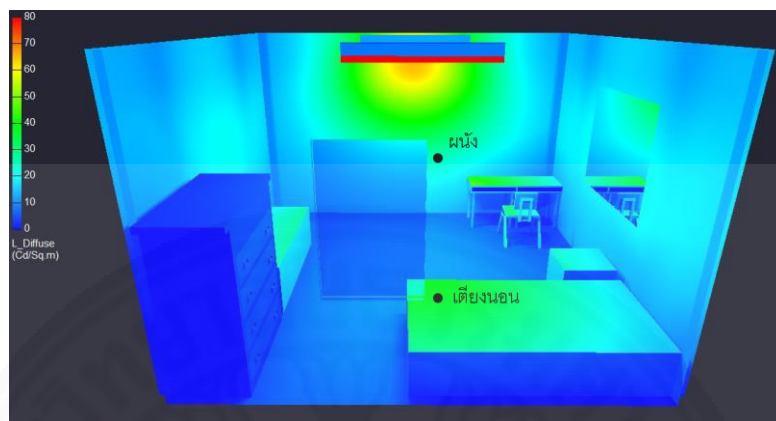
ตารางที่ 8.7

ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสงกรณีผ่านเกณฑ์ พื้นที่ห้องนอนเล็ก

กรณีศึกษาที่ผ่านเกณฑ์	ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง	
	ระนาบนอน	ระนาบแนวตั้ง
เกณฑ์มาตรฐาน	3.00	3.00
Linear 36 W_1	1.88	2.92
Linear 36 W_2	1.77	1.49

8.3.2 อัตราส่วนความสว่างสะท้อน

อัตราส่วนความสว่างสะท้อนจากผิววัสดุของพื้นที่ใช้งาน กับพื้นที่รอบข้างค่าที่เหมาะสมมีค่าต้องการคือ 1 : 5 หรือ 5 : 1 มีอัตราส่วนต่ำสุด 1 : 10 หรือ 10 : 1

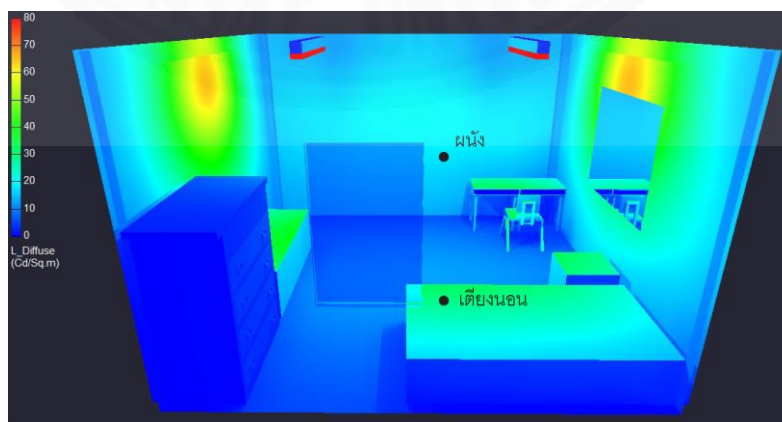


ภาพที่ 8.25 ตำแหน่งการพิจารณาอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนเล็ก

ตารางที่ 8.8

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนเล็ก

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
25	50	1 : 2



ภาพที่ 8.26 ตำแหน่งการพิจารณาอัตราส่วนความสว่างสะท้อนการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนเล็ก

ตารางที่ 8.9

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อนของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนเล็ก

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
25	20	1.25 : 1

8.4 ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน

8.4.1 กรณีการจัดผังแบบ Grid

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

8.4.2 กรณีการจัดผังแบบ Center

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

8.4.3 กรณีการจัดผังแบบผสม

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

8.4.4 กรณีการจัดผังแบบ Linear

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ได้แก่

ตารางที่ 8.10

ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่าง

รูปแบบที่ผ่านมาเกณฑ์	พื้นที่ (ตร.ม.)	กำลังไฟที่ ใช้(วัตต์)	บัลลาสต์ (วัตต์)	กำลังไฟรวม (วัตต์)	กำลังไฟเฉลี่ย (วัตต์/ตร.ม.)
Linear 36 W_1	16	72	20	92	5.75
Linear 36 W_2	16	72	20	92	5.75

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงาน พบว่ารูปแบบที่ใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานมี 2 รูปแบบคือ การจัดรูปแบบ Linear ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีการใช้กำลังไฟเพื่อการส่องสว่างในปริมาณที่เท่ากัน

หลังการประเมินพบว่า รูปแบบ Linear แบบที่ 1 มีปริมาณความส่องสว่างคุณภาพแสงสว่าง เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน และในรูปแบบที่ 2 ถึงแม้ว่าค่าที่ทำการจำลองได้มีค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย แต่เมื่อทำการดูจากรูปตัดพบว่าในระนาบนอน ปริมาณความส่องสว่างเป็นไปตามเกณฑ์ และในระนาบตั้ง มีค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นรูปแบบที่ 1 จึงเป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมด้านปริมาณ คุณภาพแสงสว่าง และประสิทธิภาพพลังงานมากที่สุด ซึ่งมีค่าปริมาณความส่องสว่างในระนาบแนวนอนเท่ากับ 207.56 Lux ระนาบแนวตั้งเท่ากับ 66.08 Lux ค่าความสม่ำเสมอของแสงเท่าในระนาบแนวนอนเท่ากับ 1.88 ระนาบแนวตั้ง 1.49 และมีการใช้พลังงาน 5.75 วัตต์ต่อตารางเมตร

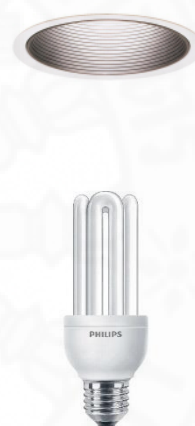
บทที่ 9

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

พื้นที่ห้องนอนใหญ่

9.1 การประเมินผลการศึกษาสภาพแวดล้อมด้านแสงสว่างในบ้านพักอาศัยปัจจุบัน

การศึกษารูปแบบการจัดผังดวงโคมของบ้านพักอาศัยในปัจจุบันพบว่า มีการจัดรูปแบบใน 2 ลักษณะคือ การจัดผังแบบ Grid ด้วยหลอด Compact Fluorescent และ การจัดผังแบบ Center ด้วยหลอด Circular Tube



ภาพที่ 9.1 การจัดผังแบบ Grid ในพื้นที่ห้องนอนใหญ่ที่พบได้ทั่วไป



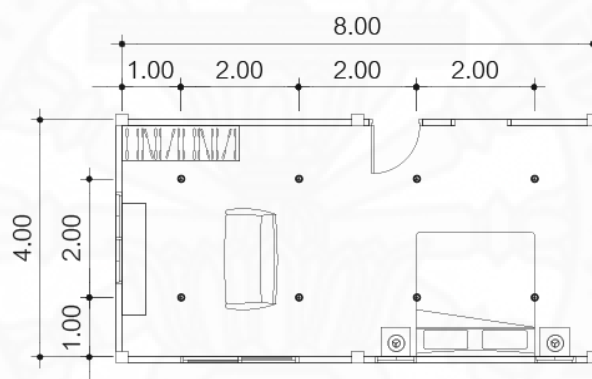
ภาพที่ 9.2 การจัดผังแบบ Center ในพื้นที่ห้องนอนใหญ่ที่พบได้ทั่วไป

หลอดไฟฟ้ายอดนิยมใช้คือ หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5-18 วัตต์ และหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ขนาด 22-40 วัตต์ โดยให้ปริมาณความสว่าง และคุณภาพแสงสว่างดังต่อไปนี้

9.1.1 ผลการศึกษาพื้นที่ห้องนอนใหญ่

ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ การจัดผังแบบ Grid และการจัดผังแบบ Centered ในการศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent 11 วัตต์ (600 Lumen) และ Fluorescent Circular Tube 32 วัตต์ (1750 Lumen) เนื่องจากเป็นหลอดไฟที่สามารถหาซื้อได้ทั่วไป

9.1.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

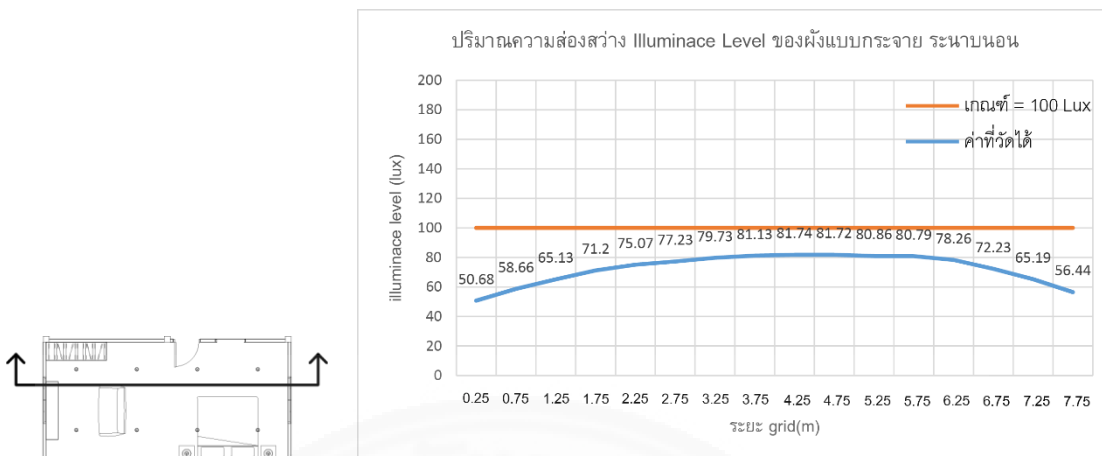


ภาพที่ 9.3 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง

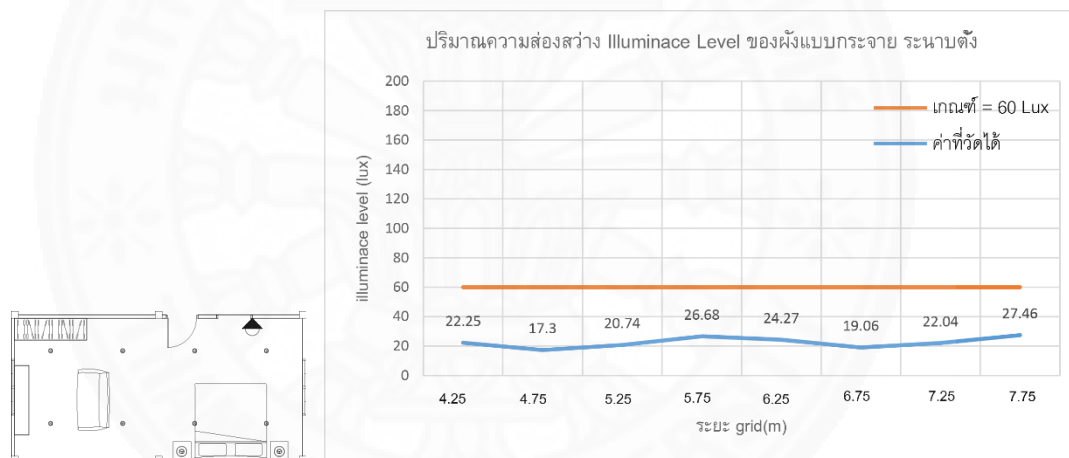
ตารางที่ 9.1

ตารางแสดงค่าความส่องสว่างที่ทำการวัดได้จากผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง

	ค่าความส่องสว่างระนาบแนวนอน (Lux)				ค่าความส่องสว่างระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
ผลที่ทดลองได้	67.59↓	85.74	41	1.65	22.48↓	27.46	17.3	1.3



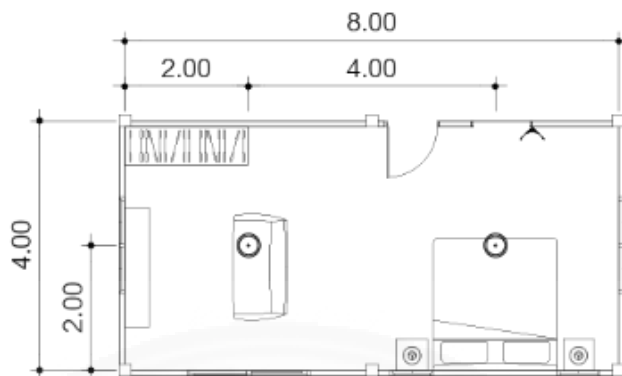
ภาพที่ 9.4 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 9.5 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 11 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบนอนอ้างอิง 0.60 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Grid ที่ระนาบนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดในทุกบริเวณ และที่ระนาบแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.25 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES ในทุกบริเวณ

9.1.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

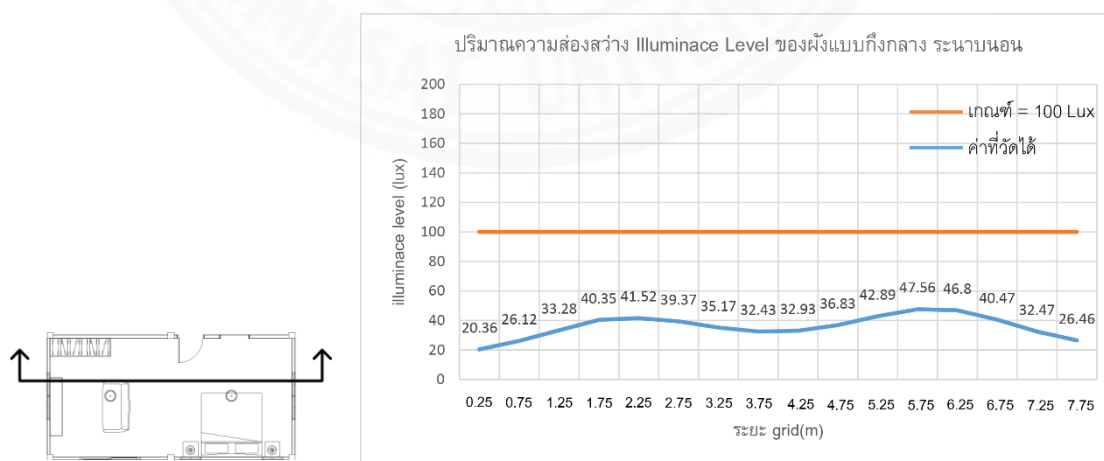


ภาพที่ 9.6 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง

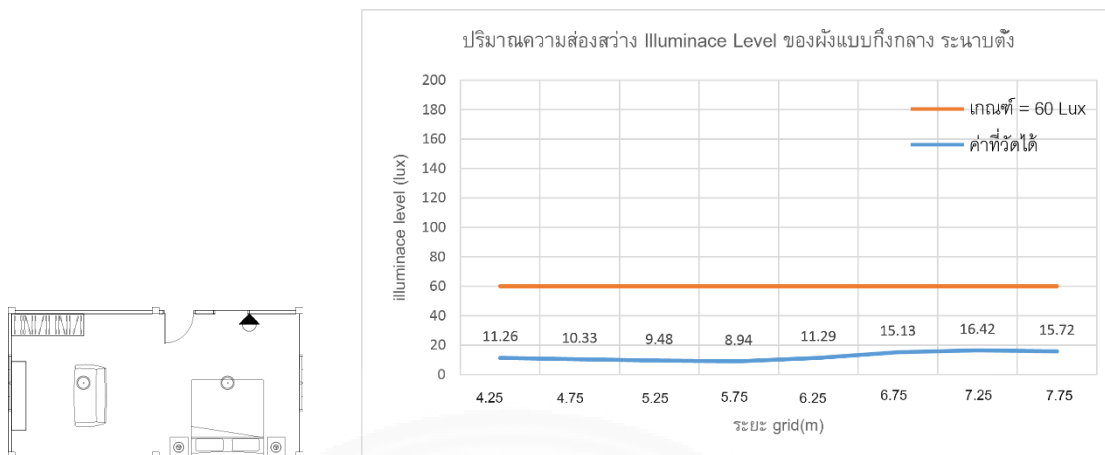
ตารางที่ 9.2

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Center พื้นที่ห้องนอนใหญ่ ก่อนการปรับปรุง

	ค่าความส่องสว่างระนาบแนวนอน (Lux)				ค่าความส่องสว่างระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
ผลที่ทดลองได้	56.87↓	110	18.32	3.1	17.6↓	23.46	12.77	1.38



ภาพที่ 9.7 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบนอน พื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 9.8 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 32 w ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่ก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาพบว่าที่ระนาบแนวนอนอ้างอิง 0.60 เมตร จากพื้น ปริมาณความส่องสว่างของการจัดผังแบบ Center ที่ระนาบแนวนอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนดมากในทุกบริเวณ และที่ระนาบแนวตั้งวัดความสูงจากระดับพื้น 1.25 เมตร มีค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES มากในทุกบริเวณ

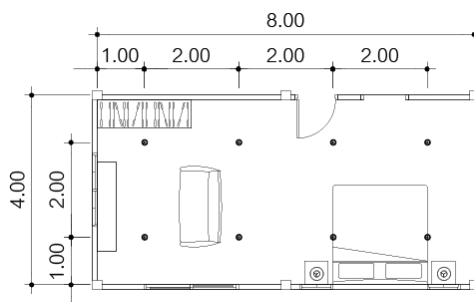
จากการศึกษารูปแบบการจัดผังของพื้นที่ห้องนอนในบ้านพักอาศัยที่พบได้ในปัจจุบัน พบว่า ผังรูปแบบ Grid ในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ผังรูปแบบ Center ทั้งในระนาบแนวนอน และแนวตั้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมากในทั้งสองกรณี ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพแสงสว่างในขั้นตอนถัดไป

9.2 การประเมินผลแนวทางการแก้ไข

9.2.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนกำลังไฟ (วัตต์) ของหลอดไฟฟ้า

9.2.1.1 ผลของการจัดผังแบบ Grid

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Grid การศึกษาเลือกใช้หลอด Compact Fluorescent ขนาด 5, 8, 11, 14, 18 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 235, 415, 600, 790 และ 1040 lumen ตามลำดับ

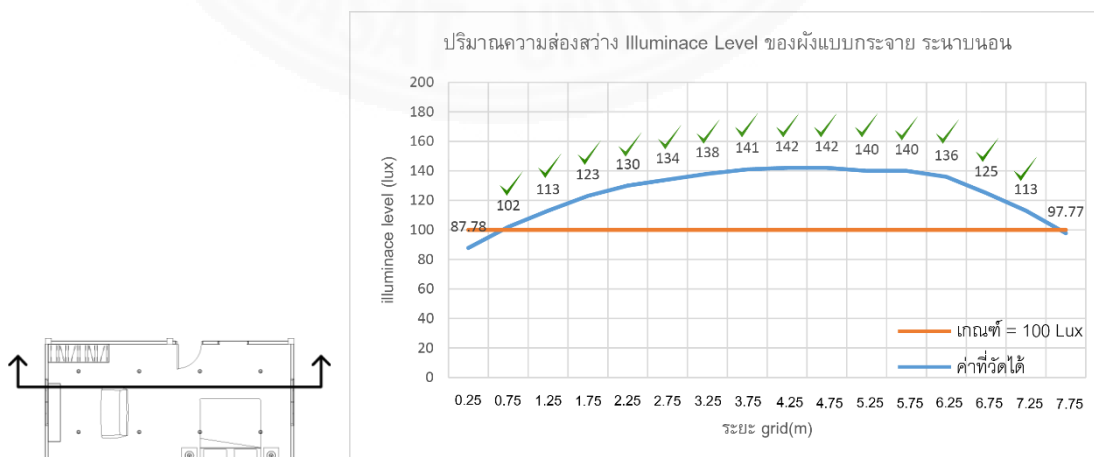


ภาพที่ 9.9 การจัดผังแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง

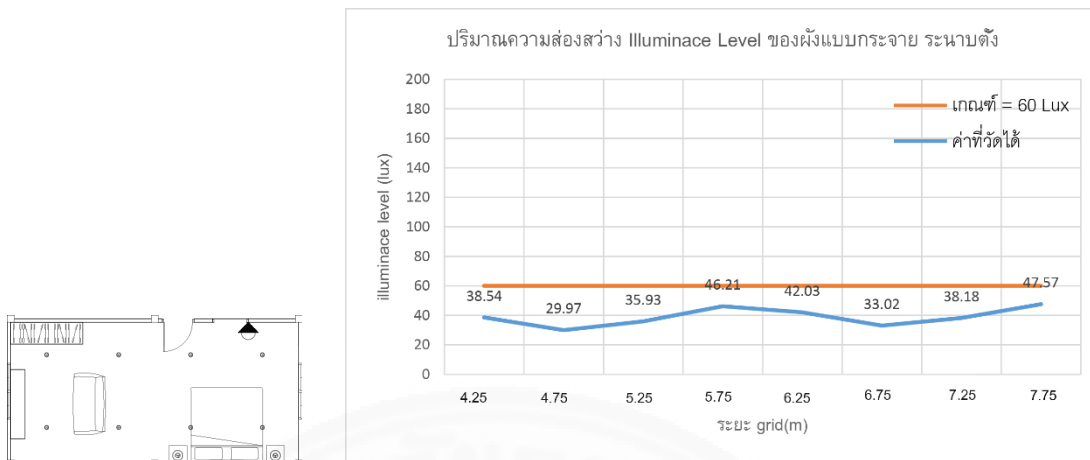
ตารางที่ 9.3

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Grid พื้นที่ห้องนอนใหญ่ หลังการปรับปรุง

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
grid_downlight_5w	26.44	33.53	16.04	1.65	8.79	10.74	6.77	1.3
grid_downlight_8w	46.77	59.33	28.37	1.65	2.09	15.55	19	11.97
grid_downlight_11w	67.59	85.74	41	1.65	22.48	27.46	17.3	1.3
grid_downlight_14w	88.89	113	53.99	1.65	29.59	36.16	22.78	1.3
grid_downlight_18w	117.07	149	71.03	1.65	38.93	47.57	29.97	1.3



ภาพที่ 9.10 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวนอนพื้นที่ห้องน้มนอนใหญ่หลังการปรับปรุง

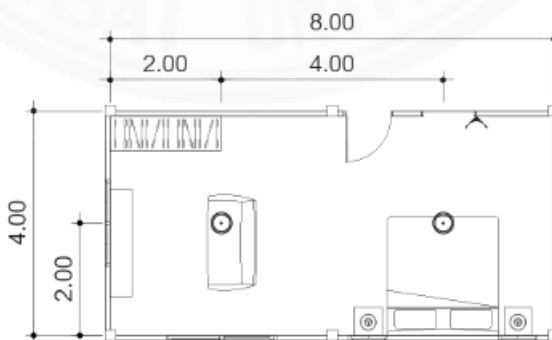


ภาพที่ 9.11 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ผังแบบ Grid ที่ใช้หลอดไฟ 18 w ในระนาบแนวตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง

การศึกษาการปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของผังแบบ Grid เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 18 วัตต์พบว่าในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้งมีปริมาณความส่องสว่าง ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน IES

9.2.1.2 ผลของการจัดผังแบบ Center

สำหรับรูปแบบการจัดผังแบบ Center การศึกษาเลือกใช้หลอด Fluorescent Circular Tube 22, 32 และ 40 วัตต์ ที่ให้ความสว่าง 1050, 1750 และ 2500 lumen ตามลำดับ

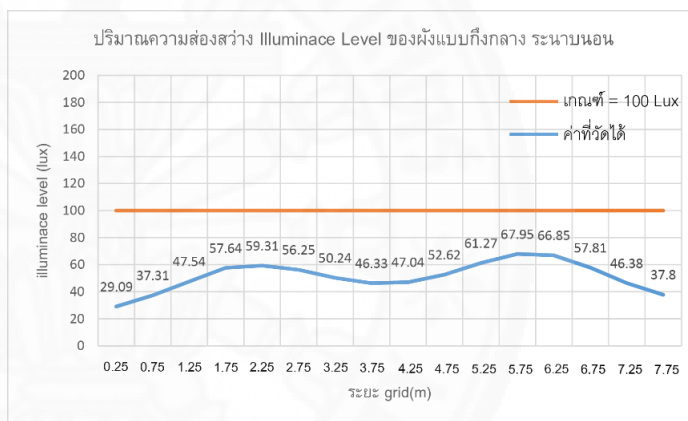
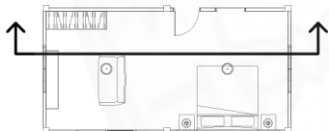


ภาพที่ 9.12 การจัดผังแบบ Center พื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง

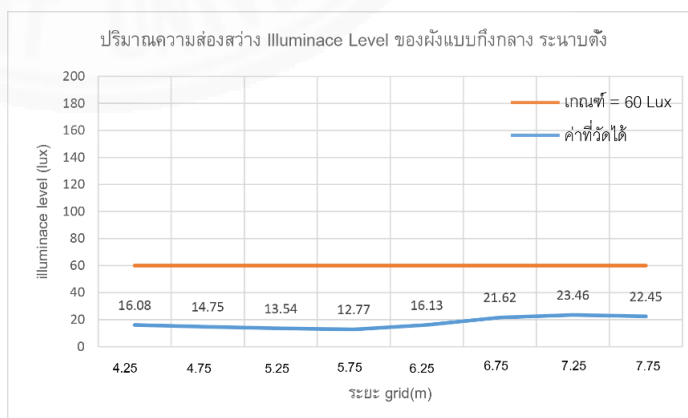
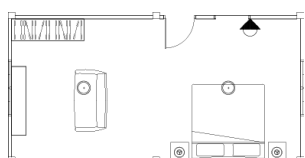
ตารางที่ 9.4

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Center พื้นที่ห้องนอนใหญ่ หลังการปรับปรุง

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
center_22w	23.88 ↓	46.07	7.69	3.11	7.39 ↓	9.85	5.36	1.38
center_32w	39.81 ↓	76.78	12.82	3.11	12.32 ↓	16.42	8.94	1.38
center_40w	56.87 ↓	110	18.32	3.1	17.6 ↓	23.46	12.77	1.38



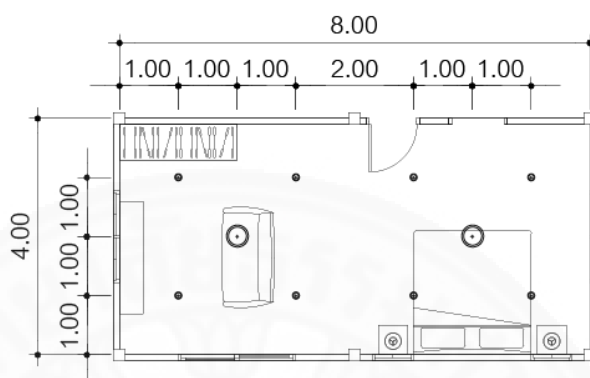
ภาพที่ 9.13 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบนอน พื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง



ภาพที่ 9.14 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบ Center ที่ใช้หลอดไฟ 40 w ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุง

การปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนวัตต์ของการจัดผังแบบ Center พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนวัตต์ถึง 40 วัตต์ ปริมาณความส่องสว่างที่ได้ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ IES กำหนด จึงทำการปรับปรุงด้วยวิธีการจัดแบบผสมในชั้นตอนถัดไป

9.2.1.3 ผลของการจัดผังแบบผสม (Grid + Centered Layout)



ภาพที่ 9.15 การจัดผังแบบผสมภายในพื้นที่ห้องนอนใหญ่

ตารางที่ 9.5

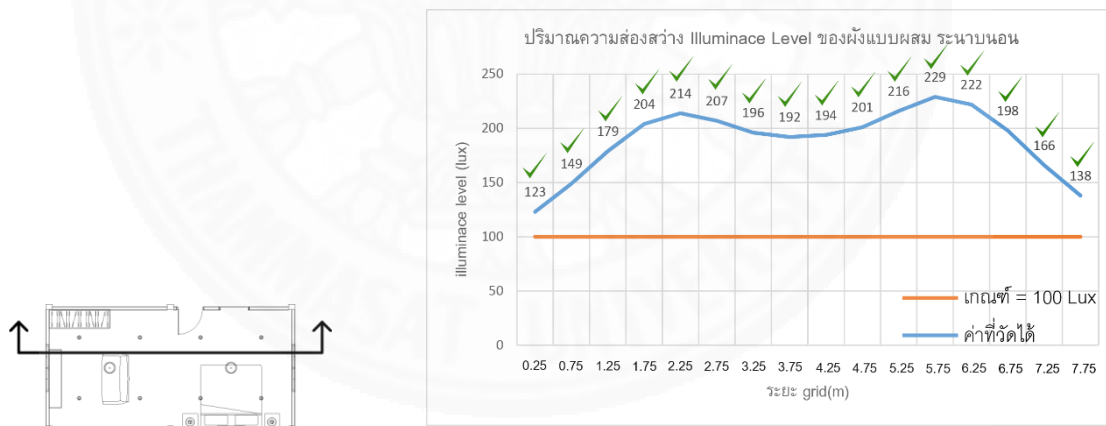
ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องนอนใหญ่

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
DL5W + Cir22W	49.69	77.25	27.57	1.8	15.96	19.98	12.8	1.25
DL5W + Cir32W	65.3	108	32.54	2.01	20.76	25.99	16.84	1.23
DL5W + Cir40W	82.07	140	37.89	2.17	25.99	32.72	21.2	1.23
DL8W + Cir22W	70	103	42.45	1.65	22.72	28.21	18	1.26
DL8W + Cir32W	85.52	132	48.01	1.78	27.49	34.4	22.03	1.25
DL8W + Cir40W	102.26	165	53.36	1.92	32.67	41.03	26.36	1.24
DL11W+Cir22W	90.83	129	56.32	1.61	29.64	36.63	23.34	1.27
DL11W+Cir32W	106.35	159	63.83	1.67	34.41	42.82	27.34	1.26
DL11W+Cir40W	144.4	218	85.43	1.69	46.66	58.11	37.13	1.26

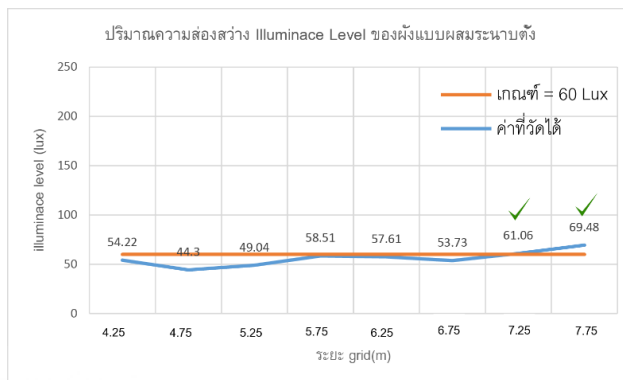
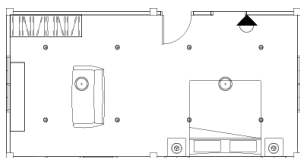
ตารางที่ 9.5 (ต่อ)

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบผสม พื้นที่ห้องนอนใหญ่

	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
DL14W+Cir22W	112.12	154	70.85	1.58	36.82	45.42	28.82	1.28
DL14W+Cir32W	127.69	186	78.08	1.64	41.52	51.49	32.81	1.27
DL14W+Cir40W	144.4	218	85.43	1.69	46.66	58.11	37.13	1.26
DL18W+Cir22W	140.05	189	89.58	1.56	46.14	56.81	35.99	1.28
DL18W+Cir32W	155.8	220	96.81	1.61	50.86	62.88	40.03	1.27
DL18W+Cir40W	172.39	253	105	1.64	55.99	69.48	44.3	1.26



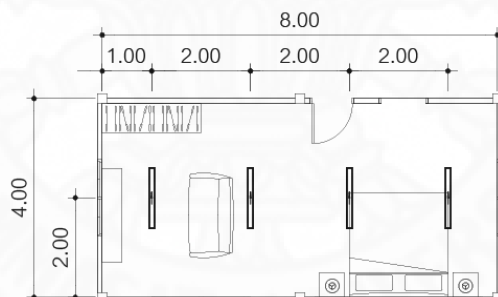
ภาพที่ 9.16 แสดงปริมาณความส่องสว่าง ของผังแบบผสมในระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนใหญ่



ภาพที่ 9.17 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบผสม ในระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่

การศึกษาการปรับปรุงโดยการปรับรูปแบบการจัดผังเป็นแบบผสม Grid + Centered Layout พบว่าการใช้หลอด Compact Fluorescents ร่วมกับหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube ในระนาบตั้งไม่มีกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์มาตรฐาน และในระนาบแนวนอนพบว่ามีเพียงกรณี DL8W + Cir40W และ กรณีที่ใช้ DL11W+Cir32W ขึ้นไปที่ผ่านมาเกณฑ์มาตรฐาน จึงต้องทำการปรับปรุงรูปแบบในขั้นตอนถัดไป

9.2.1.3 ผลของการจัดผังแบบ Linear

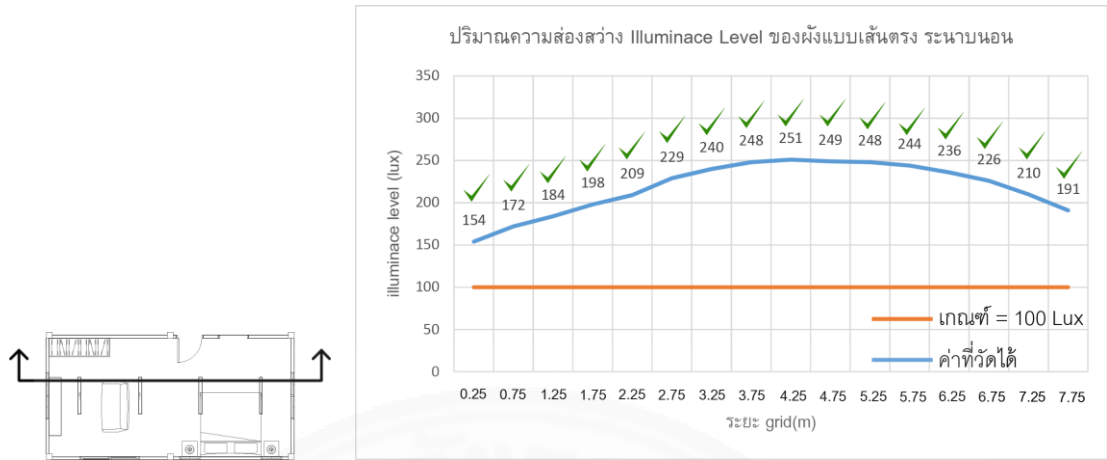


ภาพที่ 9.18 การจัดผังแบบ Linear ภายในห้องนอนใหญ่ รูปแบบที่ 1

ตารางที่ 9.6

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนใหญ่

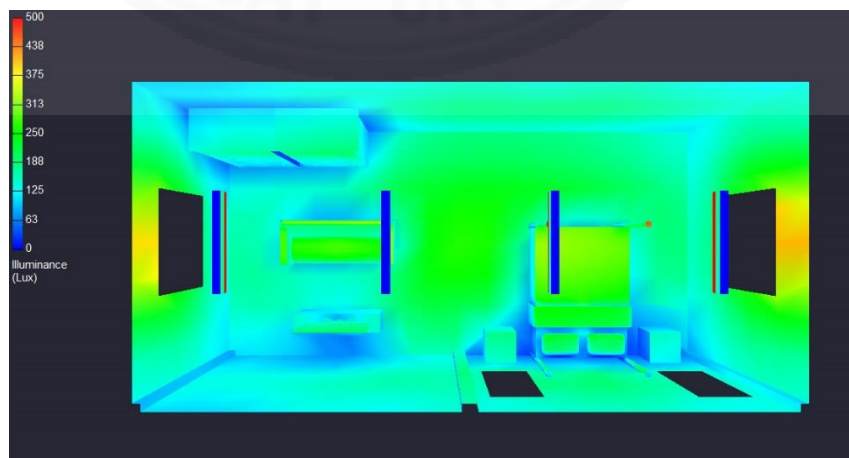
	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
Linear 36 W_1	238.58	342	80.05	2.98	88.39	98.90	77.23	1.14



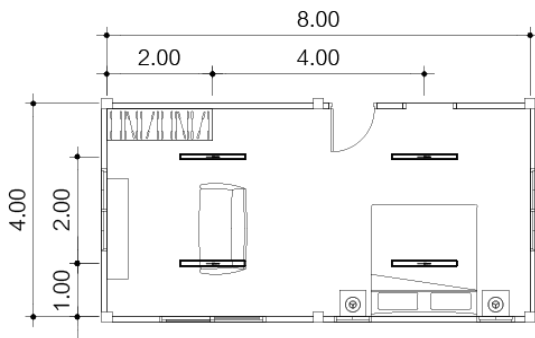
ภาพที่ 9.19 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนใหญ่



ภาพที่ 9.20 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 ระนาบตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่



ภาพที่ 9.21 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนใหญ่

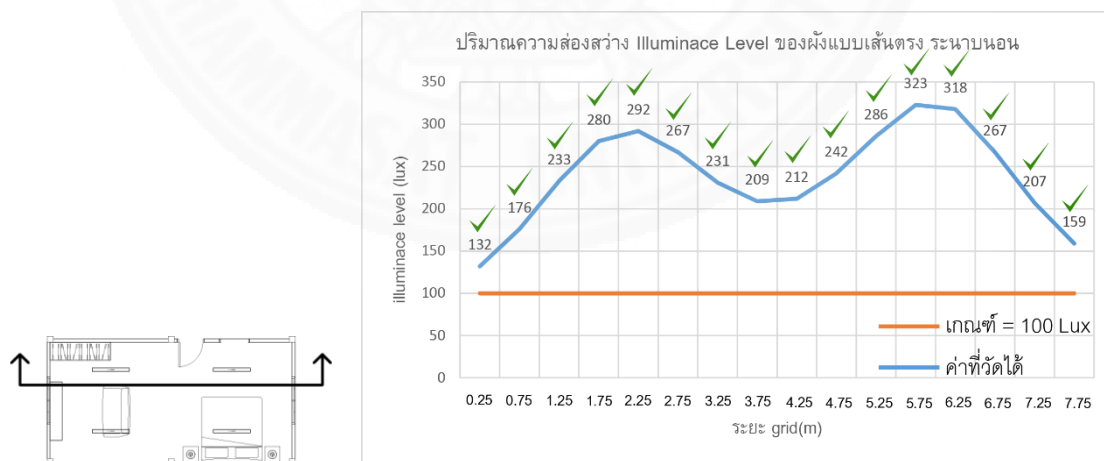


ภาพที่ 9.22 การจัดผังแบบ Linear ภายในห้องนอนใหญ่ รูปแบบที่ 2

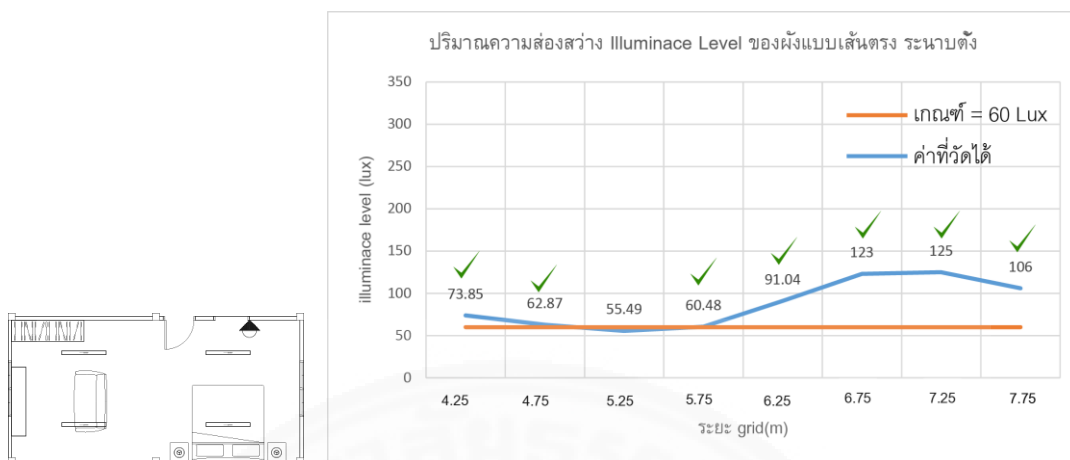
ตารางที่ 9.7

ตารางแสดงผลที่ทำการวัดได้จากผังรูปแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนใหญ่

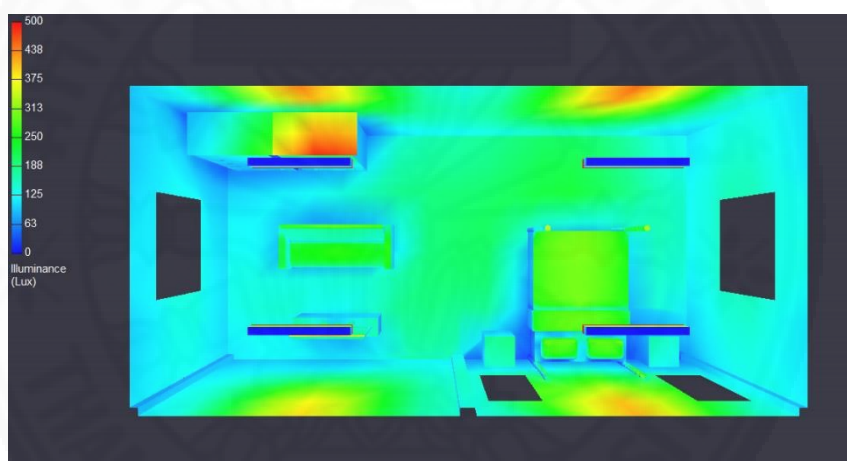
	ระนาบแนวนอน (Lux)				ระนาบแนวตั้ง (Lux)			
	Avg.	Max	Min	Avg./Min	Avg.	Max	Min	Avg./Min
เกณฑ์มาตรฐาน	100.00	-	-	3.00	60.00	-	-	3.00
Linear 36 W_2	224.43	323	113	1.99	87.23	125	55.49	1.57



ภาพที่ 9.23 แสดงปริมาณความส่องสว่างผังแบบ Linear แบบที่ 2 ระนาบนอนพื้นที่ห้องนอนใหญ่



ภาพที่ 9.24 แสดงปริมาณความส่องสว่างผังแบบ Linear แบบที่ 2 ระบายตั้งพื้นที่ห้องนอนใหญ่



ภาพที่ 9.25 แสดงปริมาณความส่องสว่างของผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนใหญ่

การศึกษการปรับปรุงโดยการปรับเป็นการจัดผังแบบ Linear โดยใช้หลอด 36 วัตต์ ในระนาบนอนและระบายตั้งจะได้ค่าปริมาณความส่องสว่างเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

9.3 ผลการประเมินด้านคุณภาพแสงสว่าง

9.3.1 ความสม่ำเสมอของแสง

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ได้แก่

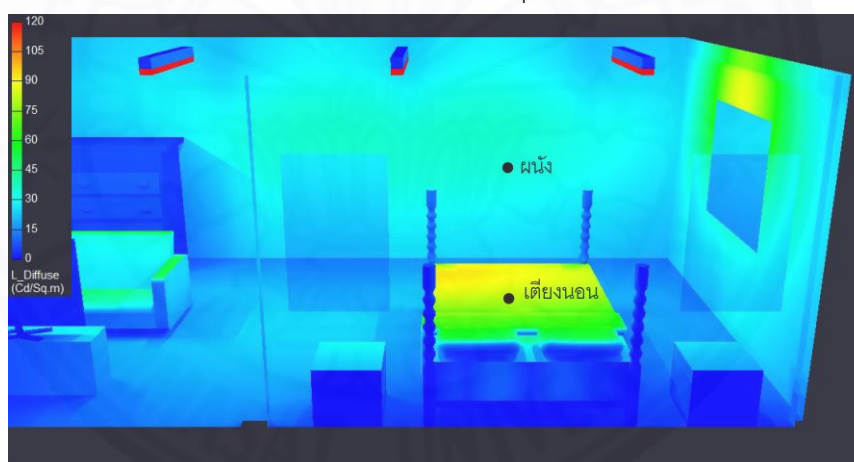
ตารางที่ 9.8

ตารางแสดงค่าความสม่ำเสมอของแสง พื้นที่ห้องนอนใหญ่

กรณีศึกษาที่ผ่านเกณฑ์	ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง	
	ระนาบแนวนอน	ระนาบแนวตั้ง
เกณฑ์มาตรฐาน	3.00	3.00
Linear 36 W_1	2.98	1.14
Linear 36 W_2	1.99	1.57

9.3.2 อัตราส่วนความสว่างสะท้อน

อัตราส่วนความสว่างสะท้อนจากผิววัสดุของพื้นที่ใช้งาน กับพื้นที่รอบข้างค่าที่เหมาะสมมีค่าต้องการคือ 1 : 5 หรือ 5 : 1 มีอัตราส่วนต่ำสุด 1 : 10 หรือ 10 : 1

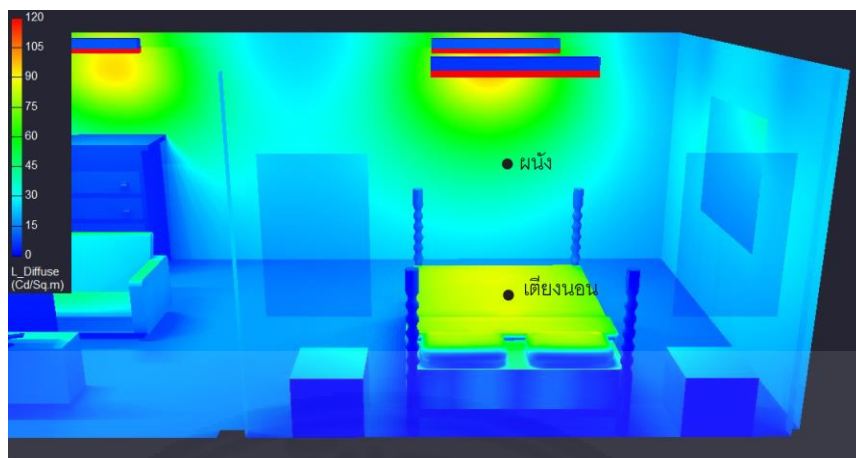


ภาพที่ 9.26 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนใหญ่

ตารางที่ 9.9

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1 พื้นที่ห้องนอนใหญ่

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
80	30	2.66 : 1



ภาพที่ 9.27 ตำแหน่งการพิจารณาค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน การจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 พื้นที่ห้องนอนใหญ่

ตารางที่ 9.10

ตารางแสดงค่าอัตราส่วนความสว่างสะท้อน ของการจัดผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2 ห้องนอนใหญ่

ค่าความสว่างสะท้อน (cd/sq.m)		อัตราส่วนความสว่างสะท้อน
พื้นที่การใช้งาน	ผนัง	
80	60	1.33 : 1

9.4 ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพพลังงาน

9.4.1 กรณีการจัดผังแบบ Grid

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

9.4.2 กรณีการจัดผังแบบ Center

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

9.4.3 กรณีการจัดผังแบบผสม

ไม่พบกรณีที่ผ่านมาเกณฑ์

9.4.4 กรณีการจัดรูปแบบ Linear

กรณีที่ผ่านมาเกณฑ์ ได้แก่

ตารางที่ 9.11

ตารางแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการส่องสว่าง พื้นที่ห้องนอนใหญ่

รูปแบบที่ผ่านเกณฑ์	พื้นที่ (ตร.ม.)	กำลังไฟที่ใช้(วัตต์)	บัลลาสต์ (วัตต์)	กำลังไฟรวม (วัตต์)	กำลังไฟเฉลี่ย (วัตต์/ตร.ม.)
Linear 36 W_1	32	144	40	154	4.81
Linear 36 W_2	32	144	40	154	4.81

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงาน พบว่ารูปแบบที่ใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานมี 2 รูปแบบคือ การจัดรูปแบบ Linear ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีการใช้กำลังไฟเพื่อการส่องสว่างในปริมาณที่เท่ากัน

หลังการประเมินปริมาณความส่องสว่าง คุณภาพแสงสว่าง และประสิทธิภาพพลังงานพบว่า รูปแบบ Linear แบบที่ 1 และ 2 มีปริมาณและคุณภาพแสงสว่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ สามารถนำไปปรับใช้ได้ทั้งสองกรณี และมีการใช้พลังงาน 4.81 วัตต์ต่อตารางเมตร

บทที่ 10

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

10.1 สรุปผลการวิจัยปัญหาด้านแสงสว่างในด้านความเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ

ในบ้านพักอาศัยปัจจุบันพบว่ามีการจัดรูปแบบแสงสว่างแบ่งออกเป็นประเภทหลัก คือ การจัดผังแบบ Grid โดยใช้หลอด Compact Fluorescent และการจัดผังแบบ Center โดยใช้หลอด Fluorescent Circular Tube ผู้พักอาศัยมักเลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่มีกำลังไฟต่ำ เนื่องจากมีความเห็นว่าจะสามารถประหยัดพลังงานได้ จึงเป็นสาเหตุให้การจัดผังในทั้ง 2 รูปแบบมีค่าความส่องสว่างที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ผู้ใช้งานที่เป็นผู้สูงอายุจึงมีประสิทธิภาพในการมองเห็นลดลงในพื้นที่ที่มักเกิดอันตรายจากอุบัติเหตุล้มลง เช่น พื้นที่ห้องน้ำ และห้องนอน มีปัญหาในด้านปริมาณความส่องสว่างทั้งในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้ง มากกว่าพื้นที่อื่น ๆ การจัดการรูปแบบผังที่พบได้ทั่วไปจึงไม่สามารถรองรับการใช้งาน และอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุได้มากขึ้น

10.2 สรุปผลการวิจัยการปรับปรุงแสงสว่าง

10.2.1 ปริมาณความส่องสว่างที่ได้จากรูปแบบการจัดผัง

10.2.1.1 การจัดผังแบบ Grid โดยใช้หลอด Compact Fluorescent

การจัดผังแบบ Grid โดยใช้หลอด Compact Fluorescent สามารถให้ปริมาณความส่องสว่างตามเกณฑ์มาตรฐาน IES ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุเมื่อทำการจัดในพื้นที่ห้องนั่งเล่น เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความต้องการปริมาณความส่องสว่างน้อยกว่าพื้นที่การใช้งานอื่น ๆ หากเมื่อนำเอาการจัดผังแบบ Grid ไปใช้ในการจัดรูปแบบแสงสว่างในพื้นที่อื่น ๆ จะพบว่าผังแบบ Grid จะให้ปริมาณความส่องสว่างในระนาบตั้งที่น้อยกว่าเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดไปมาก

10.2.1.2 การจัดผังแบบ Center โดยใช้หลอด Fluorescent Circular Tube

การจัดผังแบบ Center โดยใช้หลอด Fluorescent Circular Tube เป็นรูปแบบการจัดผังที่สามารถพบได้ทั่วไปในการจัดผังรูปแบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัย แต่เมื่อเปรียบเทียบตามเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุจะพบว่า รูปแบบการจัดผังแบบ Center เป็นรูปแบบที่ให้ค่าความส่องสว่างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานไปมากทั้งในระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้ง ถึงแม้ว่าจะมีการปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแล้วก็ตาม จึงอาจกล่าวได้ว่ารูปแบบการจัดผังแบบ Center เป็นรูปแบบที่ไม่เหมาะสมกับผู้สูงอายุในทุกพื้นที่การใช้งาน

10.2.1.3 การจัดผังแบบผสม

การจัดผังแบบผสมเป็นการจัดผังที่ผสมระหว่างการจัดผังแบบ Grid และ Center ไปด้วยกัน โดยการเลือกใช้ใช้หลอด Compact Fluorescents ร่วมกับหลอด Fluorescent ประเภท Circular Tube รูปแบบการจัดผังแบบผสมสามารถทำให้ค่าปริมาณความส่องสว่างเป็นไปตามมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุเพียงบางพื้นที่การใช้งาน คือ พื้นที่ห้องนั่งเล่น และห้องครัว โดยในส่วนของพื้นที่อื่น ๆ ยังพบว่าในระนาบนอนให้ค่าปริมาณความส่องสว่างใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐาน แต่ในระนาบแนวตั้งยังไม่เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

10.2.1.4 การจัดผังแบบ Linear

การจัดผังแบบ Linear พบว่าในทุกพื้นที่การใช้งาน การจัดผังแบบ Linear สามารถให้ค่าปริมาณความส่องสว่างเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ทั้งในระนาบแนวนอนและระนาบแนวตั้ง การจัดผังแบบ Linear สามารถให้ค่าปริมาณความส่องสว่างในระนาบแนวตั้งได้เพิ่มมากขึ้นกว่าการจัดผังในรูปแบบอื่น ๆ

10.2.2 คุณภาพการส่องสว่าง

จากการศึกษาคุณภาพของการส่องสว่างในด้านของความสม่ำเสมอของแสง พบว่า กรณีที่ศึกษาทั้งหมดมีความสม่ำเสมอของแสงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุทั้งหมด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดผังในรูปแบบต่าง ๆ จะพบว่าการจัดผังรูปแบบผสม มีความสม่ำเสมอของแสงภายในห้องต่ำกว่ารูปแบบอื่น โดยที่บริเวณกึ่งกลางของห้องจะมีปริมาณความส่องสว่างสูงกว่าบริเวณริมห้องค่อนข้างมาก

10.2.3 ประสิทธิภาพพลังงาน

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเฉลี่ย จะพบว่าในพื้นที่ 1 ตารางเมตร รูปแบบที่ใช้กำลังไฟเพื่อการส่องสว่างน้อยที่สุดคือรูปแบบของ การจัดผังแบบ Grid โดยใช้หลอด Compact Fluorescent การใช้หลอด Compact Fluorescent ทำให้ไม่มีการใช้กำลังไฟไปกับบัลลาสต์เพิ่มเข้ามา แต่การจัดผังแบบ Grid ไม่สามารถปรับปรุงปริมาณและคุณภาพแสงสว่างได้ในทุกกรณีศึกษา จึงทำให้การพิจารณาด้านประสิทธิภาพพลังงานจึงต้องทำการเปรียบเทียบเฉพาะรูปแบบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานในแต่ละพื้นที่การใช้งาน

10.2.4 แนวทางการแก้ไขปัญหาแสงสว่างในระนาบแนวตั้ง

ผู้สูงอายุมีความต้องการปริมาณความส่องสว่างในระนาบนอนและระนาบตั้งมากกว่ากลุ่มคนวัยอื่นในการแก้ไขปัญหาคือ ภาวะตาบอดตั้งเป็นภาวะที่มีปัญหาในการแก้ไขมากที่สุด แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาคือ ในพื้นที่ที่ทำการแก้ไข ควรเพิ่มแสงในทิศทาง Uplight ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ดวงโคมแบบ Linear เนื่องด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

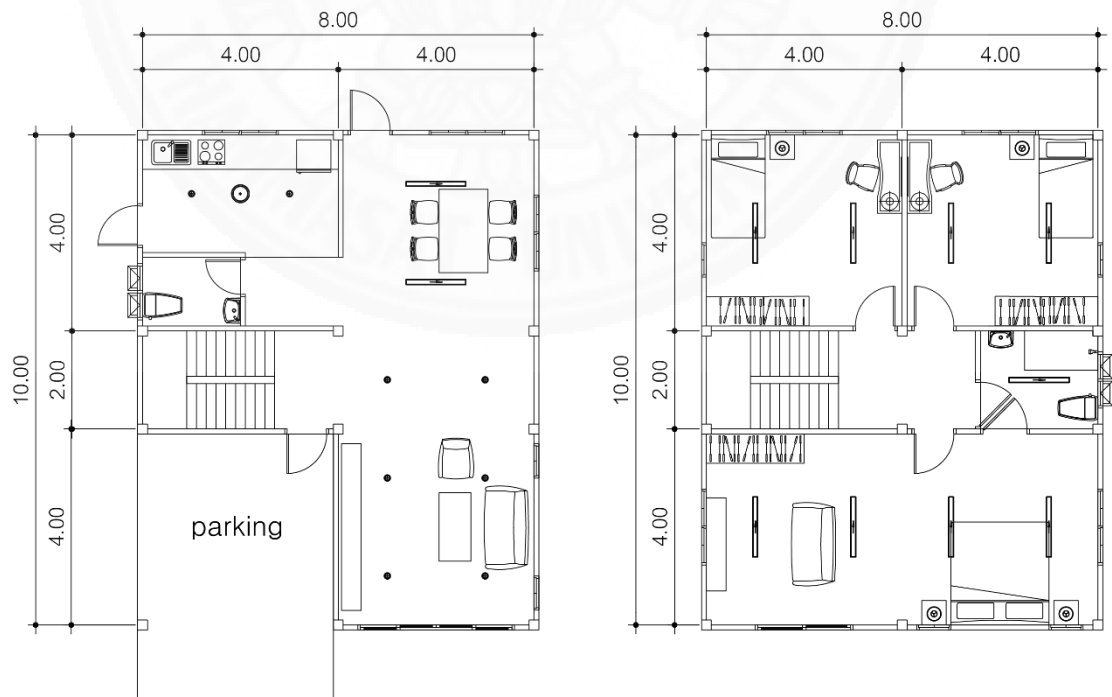
1) ประหยัดพลังงานมากกว่า การเพิ่มจำนวนดวงโคม สำหรับการติดตั้งดวงโคมประเภทอื่น

2) สามารถหาซื้อได้ทั่วไป และมีราคาไม่สูง

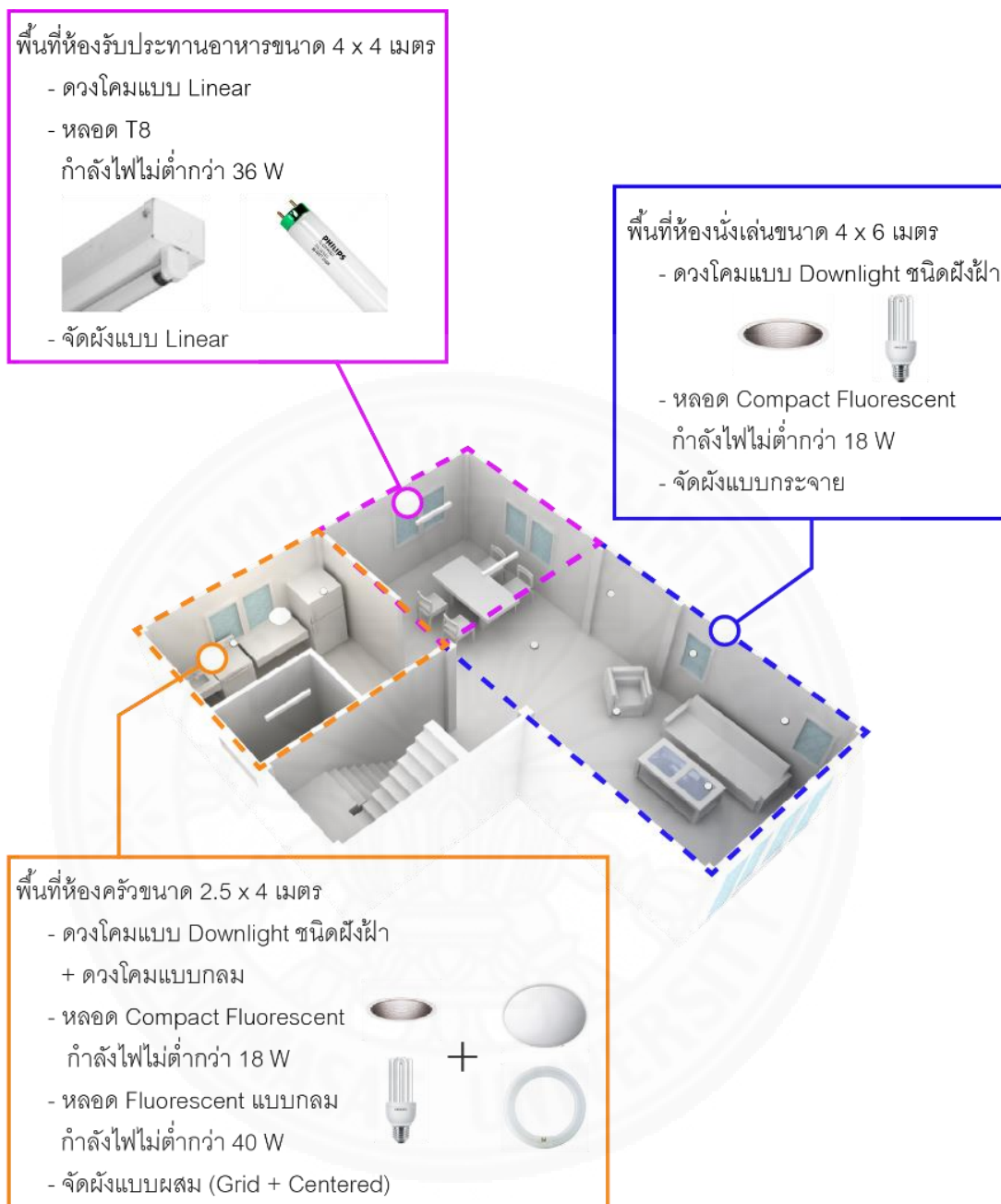
ทั้งนี้สามารถเลือกใช้รูปแบบดวงโคม และหลอดไฟแบบอื่นที่มีการกระจายแสงในลักษณะนี้ได้อีกหลายรูปแบบ

10.3 การนำไปประยุกต์ใช้

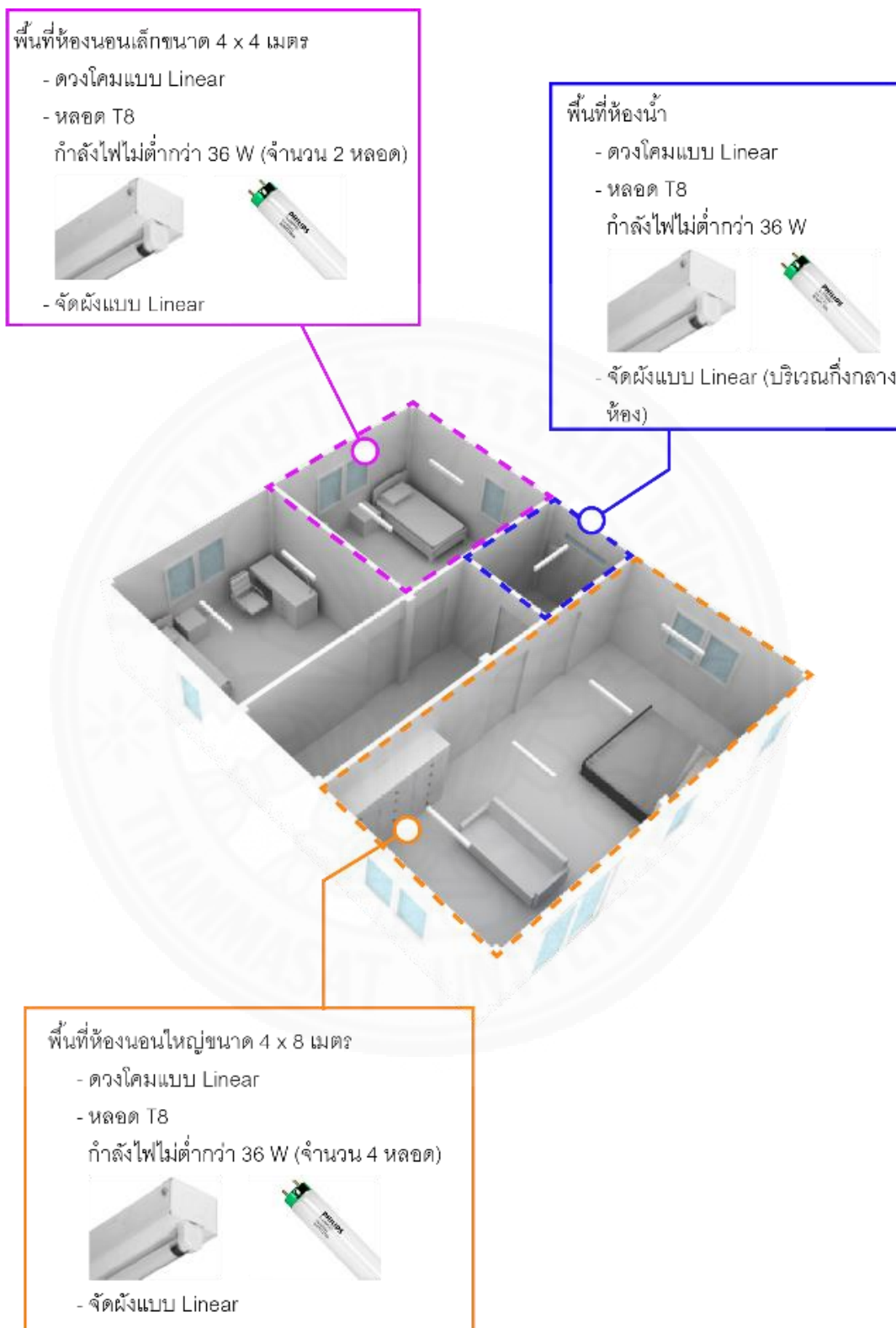
การปรับปรุงรูปแบบแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ตามพื้นที่การใช้งานมีรูปแบบที่มีความแตกต่างกัน ทำให้ภายในบ้านพักอาศัยที่มีผู้สูงอายุจำเป็นต้องแยกผังวงจรของแต่ละพื้นที่การใช้งานออกจากกัน



ภาพที่ 10.1 แนวทางการประยุกต์ใช้



ภาพที่ 10.2 แนวทางการประยุกต์ใช้ พื้นที่ห้องนั่งเล่น ห้องรับประทานอาหาร และห้องครัว



ภาพที่ 10.3 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอน และห้องน้ำ



ภาพที่ 10.4 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนั่งเล่นผั่งแบบ Grid หลอด Compact Fluorescent ขนาด 18 วัตต์



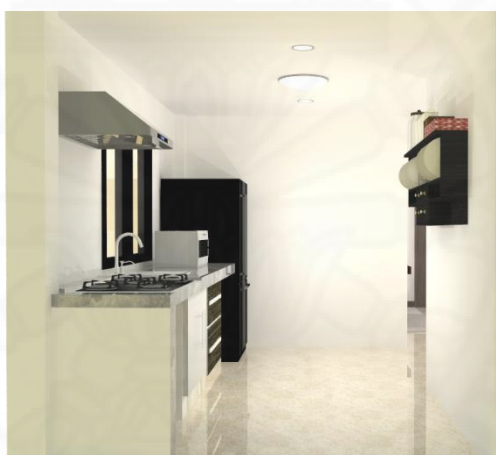
ภาพที่ 10.5 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนั่งเล่นด้วยผั่งแบบผสม หลอด Compact Fluorescent ขนาด 18 วัตต์ และหลอด Fluorescent Circular Tube ขนาด 40 W



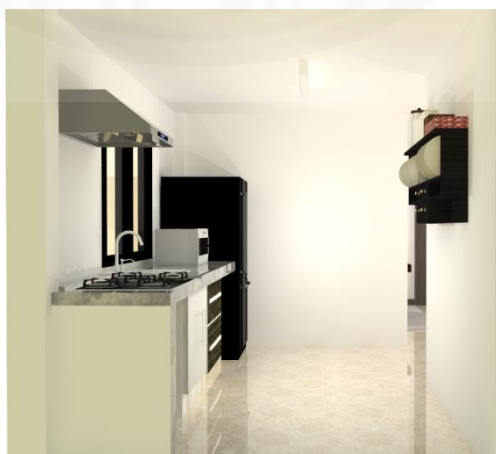
ภาพที่ 10.6 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร ผั่งแบบ Linear รูปแบบที่ 1



ภาพที่ 10.7 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องรับประทานอาหาร ผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2



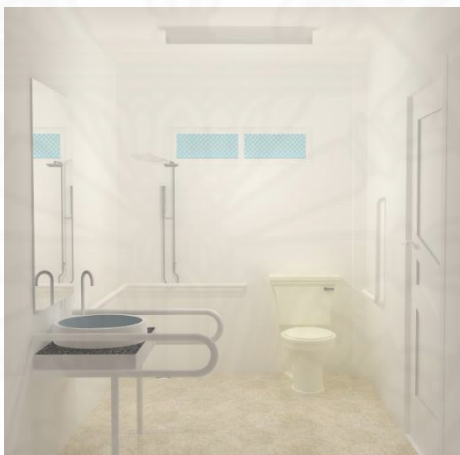
ภาพที่ 10.8 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องครัวด้วยผังแบบผสม หลอด Compact Fluorescent ขนาด 18 วัตต์ และหลอด Fluorescent Circular Tube ขนาด 40 W



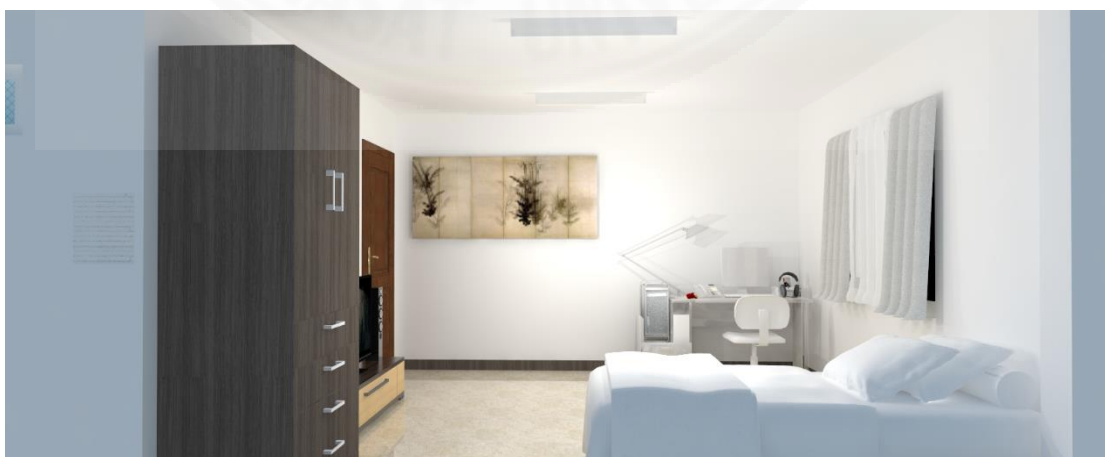
ภาพที่ 10.9 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องครัว ผังแบบ Linear



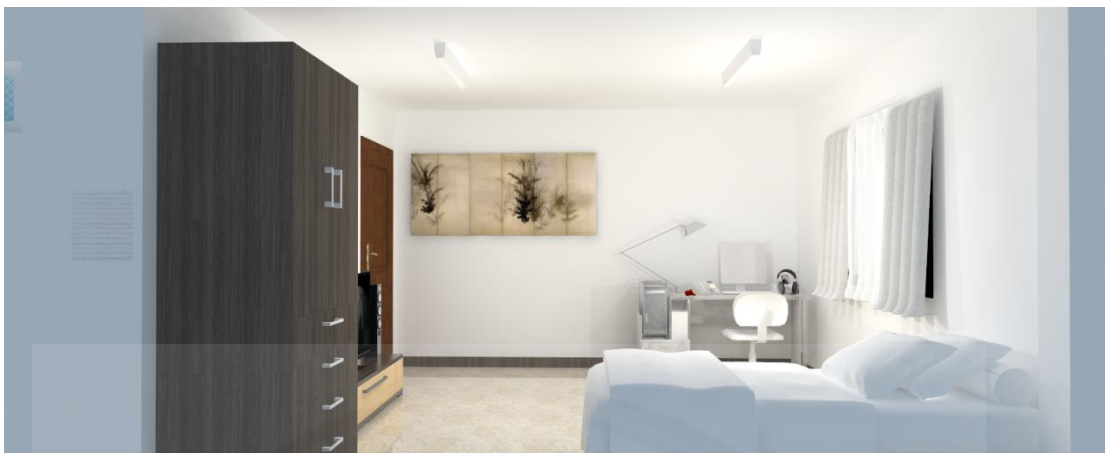
ภาพที่ 10.10 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องน้ำ ผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1



ภาพที่ 10.11 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องน้ำ ผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2



ภาพที่ 10.12 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอนเล็ก ผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1



ภาพที่ 10.13 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอนเล็ก ผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2



ภาพที่ 10.14 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอนใหญ่ ผังแบบ Linear รูปแบบที่ 1



ภาพที่ 10.15 แนวทางการประยุกต์ใช้พื้นที่ห้องนอนใหญ่ ผังแบบ Linear รูปแบบที่ 2

10.4 ข้อเสนอแนะ

- 1) ผลการศึกษาใช้เกณฑ์อ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐาน IES ซึ่งหากเลือกใช้เกณฑ์มาตรฐานอื่น ๆ ในการศึกษาอาจทำให้ผลการวิจัยมีการเปลี่ยนแปลง
- 2) ผลการวัดค่าปริมาณความส่องสว่าง คุณภาพแสงสว่าง เป็นผลภายใต้รูปแบบ และขนาดพื้นที่การใช้งานตามรูปแบบบ้านพื้นฐานที่กำหนดไว้
- 3) ควรเลือกใช้รูปแบบผังที่ให้ค่าปริมาณความส่องสว่าง และคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน IES ที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ แบ่งตามพื้นที่การใช้งาน
- 4) หากในแต่ละพื้นที่การใช้งานมีรูปแบบที่ผ่านเกณฑ์มากกว่าหนึ่งรูปแบบควรพิจารณาที่ด้านประสิทธิภาพด้านพลังงานเปรียบเทียบกัน
- 5) หากเลือกใช้หลอด LED แทนหลอดชนิดอื่นจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานลงได้
- 6) ควรแยกระบบผังวงจรของแต่ละพื้นที่การใช้งานออกจากกัน หรือห้องที่มีพื้นที่ต่อเนื่อง (เช่น ห้องนั่งเล่นที่เชื่อมกับห้องรับประทานอาหาร, ห้องนอนใหญ่) ก็ควรแยกระบบผังวงจรซึ่งจะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในส่วนของพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้งาน
- 7) การพิจารณาเปรียบเทียบการเลือกใช้รูปแบบ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับในแต่ละด้านที่พิจารณาและให้ความสำคัญ
- 8) สำหรับงานวิจัยในอนาคต ควรนำผลของงานวิจัยนี้ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานต่อไป

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

- จันทนา รัตนฤทธิวิชัย และวิไลวรรณ ทองเจริญ. (2548). หลักการพยาบาลผู้สูงอายุ. กรุงเทพฯ: บุญศิริการพิมพ์.
- นวลวรรณ ทวยเจริญ. (2556). *โครงการพัฒนาสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่เหมาะสมต่อการมองเห็นของผู้สูงอายุ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- พิมลมาศ วรรณคนาพล. (2554). *แสงธรรมชาติเชิงบูรณาการเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศโรงเรียนอนุรักษ์พลังงาน*. ปทุมธานี: หน่วยวิจัยเฉพาะทางสถาปัตยกรรมเพื่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมยั่งยืน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.
- อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ. (2557). *แสงประดิษฐ์ในงานสถาปัตยกรรม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, พรรณจิรา ทิศาวิภาต. (2554). *การจำลองแสงธรรมชาติในการออกแบบสถาปัตยกรรมโดยใช้ DIALux*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Brandi, U., & Geissmar, C. (2001). *Lightbook: The practice of lighting design*. Basel: Birkhauser.
- Bright, K., & Cook, G.. (2010). *The Colour, Light and Contrast Manual: Design and Managing Inclusive Built Environments*. Chichester, U.K.: Wiley-Blackwell.
- DiLaura, D. L., & Illuminating Engineering Society of North America. (2011). *The lighting handbook: Reference and application*. New York, NY: illuminating Engineering Society of North America.
- Egan, M. D., & Olgay, V. W. V. W. (2002). *Architectural lighting*. Boston: McGraw-Hill.
- Harrold, R., Mennie, D., & Illuminating Engineering Society of North America. (2003). IESNA lighting ready reference: A compendium of materials from the IESNA lighting handbook, 9th edition : lighting fundamentals. New York: Illuminating Engineering Society of North America.

Lawrence Berkeley National Laboratory., United States., & United States.

(2012). *Discomfort Glare: What Do We Actually Know?*. Washington, D.C:

United States. Dept. of Energy. Office of Science.

Illuminating Engineering Society of North America. (2009). *Lighting your way to better vision*. New York, NY: Illuminating Engineering Society of North America.

Rea, M. S., & Illuminating Engineering Society of North America. (1993). *Lighting handbook: Reference & application*. New York, NY: Illuminating Engineering Society of North America.

บทความวารสาร

บุษกร รมยานนท์. (2556). ลักษณะบ้านเดี่ยวและแนวทางการปรับเปลี่ยนตามแนวคิดบ้านปรับเปลี่ยนได้ง่ายยามสูงวัย. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*, 9(2), 123-137.

ประเสริฐ อัสสันตชัย. (2554) ภาวะหกล้มในผู้สูงอายุและการป้องกัน. *ปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในผู้สูงอายุและการป้องกัน*, 51-66.

ปราโมทย์ ประสาทกุล. (2558). ประชากรไทยและประชากรโลกกำลังเข้าสู่สังคมสูงอายุ. *วารสารธนาคารอาคารสงเคราะห์*, 21(80), 9-16

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). *โครงสร้างประชากรมีแนวโน้มประชากรวัยสูงอายุเพิ่มขึ้น: แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559*, 39.

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. (2558). *การจำแนกผู้สูงอายุตามระดับการพึ่งพิง: คู่มือระบบดูแลระยะยาวด้านสาธารณสุขสำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะพึ่งพิงในพื้นที่ปีงบประมาณ 2559*, 5-9.

อรุณ ศิริงานุสรณ์. (2558). อสังหาริมทรัพย์: ที่พักอาศัยและสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุ. *วารสารธนาคารอาคารสงเคราะห์*, 21(80), 55-59.

E lang, L izzo, E Nemeth L Laufer. (2009). Psychophysiological effects of colored lighting on older adults. *Lighting Res.*, 371-378

- Figueiro, M. G., Saldo, E., Rea, M. S., Kubarek, K., Cunningham, J., & Rea, M. S. (September 26, 2008). Developing Architectural Lighting Designs to Improve Sleep in Older Adults. *The Open Sleep Journal*, 1, 1, 40-51.
- J Redi, B de Ruyter and I Heyderickx A kuijsters. (2015). Affective ambiances created with lighting for older people. *Lighting Res*, 859-875.
- J torring ton A Lewis. (2013). Extra-care housing for people with sight loss : Lighting and Design . *Lighting Res.*, 345-361.
- Kim, W., & Kim, J. T. (February 01, 2012). The variation of the glare source luminance according to the average luminance of visual field. *Indoor and Built Environment*, 21, 1, 98-108.
- L Grass, R Qi, M Rea and MS Rea MG Figueiro. (2008). A novel night lighting system for postural control and stability in seniors. *Lighting Res.*, 111-126.
- MG Figueiro. (2008). A proposed 24h lighting scheme for older adults . *Lighting Res.*, 153-160.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2558). การจำแนกท้องฟ้า : ความรู้อุตุนิยมวิทยา. สืบค้นจาก www.tmd.go.th
- พิทยา ภมรเวชวรรณ. (18 พฤษภาคม 2555). โรคตาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ. สืบค้นจาก <http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/e-pl/articledetail.asp?id=966>
- วฤทธิ์ มิตรธรรมศิริ. (14 กรกฎาคม 2557). ฤดูกาลและการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์. สืบค้นจาก <http://www.sc.mahidol.ac.th/usr/?p=400>
- สร้างสุขใจ. (2553). ตกแต่งภายในบ้าน. สืบค้นจาก <http://www.srangsookjai.com>
- เอสซีจี. (2558). การจำแนกกลุ่มผู้สูงอายุ E-Book SCG Elder care. สืบค้นจาก <http://www.scgbuildingmaterials.com/>
- Cornett, S. (2006). The effects of aging on health literacy. สืบค้นจาก http://medicine.osu.edu/sitetool/sites/pdf/ahecpublic/HL_Module_Elderly.pdf
- Derungs Light AG. (2011). Lighting solutions for elderly healthcare : Good Lighting Enriches Senior Living. สืบค้นจาก www.derungslicht.com
- Erco. (2016). Erco Guide. สืบค้นจาก <http://www.erco.com/download/en>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวจิราภรณ์ หอมหวล
วันเดือนปีเกิด	10 พฤษภาคม 2535
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2556: วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถาปัตยกรรม) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ตำแหน่ง	นักศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

