การนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ในอาคารผู้สูงอายุ กรณีศึกษา ห้องนันทนาการ โครงการ ลิฟวิ่งเวล

กิตติ อุดมศักดิ์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2561

Using Daylighting in Elderly Building: A Case Study of the Recreation Room of LivingWell Project

Kitti Audomsak

A Thematic paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department Engineering Management.

Dhurakij Pundit University

2018

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ในอาคารผู้สูงอายุ กรณีศึกษา ห้องนันทนาการ โครงการ ลิฟวิ่งเวล

เสนอโดย กิตติ อุดมศักดิ์

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ ...17..... เดือน ...กรกฎาคม..... พ.ศ. ...2561.....

หัวข้อสารนิพนธ์ การนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ในอาคารผู้สูงอายุ
กรณีศึกษา ห้องนันทนาการในโครงการลิฟวิ่งเวล
ชื่อผู้เขียน นายกิตติ อุดมศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ และหารูปแบบช่องแสงที่เหมาะสมกับห้องนันทนาการภายในอาคารผู้สูงอายุลิฟวิ่งเวล ซึ่งตั้งอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี ขั้นตอนการศึกษามีดังนี้คือ 1) ศึกษาสภาพปัญหาการใช้แสงสว่างธรรมชาติในปัจจุบันของห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุลิฟวิ่งเวล 2) ศึกษาการวัดค่าความส่องสว่างด้วยเครื่องมือลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter) รุ่น Testo 457934 และโปรแกรม AutoCAD เพื่อจำลองห้องนันทนาการ ในโครงการบ้าน 3) ศึกษาหารูปแบบช่องแสงที่เหมาะสมกับห้องนันทนาการภายในอาคาร โดยทำการจำลองแสงสว่างกับช่องแสงทั้งหมด 7 กรณีด้วยกัน 4) วิเคราะห์ผลที่ได้จากการจำลองแสงสว่างภายในอาคาร โดยโปรแกรม DIALux 4.12

ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ห้องนันทนาการ โครงการลิฟวิ่งเวล มีปัญหาในเรื่องของระดับค่าความส่องสว่างที่ไม่เพียงพอและมากเกินไปในบางพื้นที่ ซึ่งผลจากการวัดค่าความส่องสว่างของแสงภายในห้องนันทนาการ โดยใช้เครื่องมือวัด พบว่า ไม่ว่าเวลาใดค่าเฉลี่ยการส่องสว่างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดยมีค่าเฉลี่ยการส่องสว่างทั้งหมดเพียง 45.39 ลักซ์ ดังนั้นแนวทางที่นำมาปรับปรุงแก้ไขคือ การเพิ่มช่องแสง ซึ่งผลจากการจำลองแสงสว่างกับช่องแสงพบว่า การออกแบบให้ฝ้าเพดานเอียงทำมุม 5 องศา และมีแผงกันแดดแบบหิ้งที่ความสูง 3.35 เมตร เอียงทำมุม 15 องศา มีระยะยื่นภายใน 0.54 เมตร และภายนอก 1.46 เมตร จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 406.96 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 9.015 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม ซึ่งอยู่ในค่าเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ : การใช้แสงธรรมชาติ, อาคารผู้สุงอายุ, ห้องนันทนาการ

Independent Study Title	The Utilization of Natural Light in a Nursing Home Building: A Case Study of the Recreation Room in LivingWell Project
Author	Kitti Audomsak
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Aumnad Phdungsilp, Ph.D., Tekn. Dr.
Department	Engineering Management
Academic Year	2017

ABSTRACT

This research aimed to study the utilization of daylighting and determine the appropriate openings for the recreation room in the LivingWell Eldesly Building located in Amphoe Muang, Nonthaburi. The study procedures are as follows: to investigate the current problems of using daylighting for the recreation room in the LivingWell Project; to study the illuminance measurement using the Testo 457934 lux meter; to determine the appropriate openings for the recreation room in the LivingWell Project by simulating lighting occurred in seven cases of openings; and to analyze the results of indoor lighting simulation using DIALux 4.12 Computer Program.

From the results, it was found that in the recreation room in the LivingWell Project, there were problems regarding the levels of lighting that were too low in some areas and too high in the others. The results of measuring illuminance in the recreation room using the measurement instrument showed that at any time, the overall average illuminance was merely 45.39 lux, lower than the standard. Therefore, the proposed improvement approach was to increase the light openings. The results from the simulation showed that the design of the ceiling to be tilted at a 5-degree angle and a light shelf at a height of 3.35 m, tilted at 15 degrees, with an interior length of 0.54 m and an exterior length of 1.46 m resulted in an average illuminance of 406.96 lux. The increase was 9.015 times of the original illuminance making it in the standard range.

Keywords : The utilization of daylighting, elderly building, the recreation room

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อำนาจ ผดุงศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่ได้สละเวลาอันมีค่าคอยให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนแก้ไขตรวจทานข้อบกพร่องต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีขอขอบพระคุณฝ่ายวิศวกรรมบริหารงานอาคารผู้สูงอายุโครงการ ลิฟวิ่งเวล ที่ให้สถานที่และข้อมูลสำหรับทำงานวิจัยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ และคณาจารย์สาขาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ สั่งสอน และช่วยเหลือจัดทำในสารนิพนธ์ฉบับนี้

หากสารนิพนธ์นี้มีส่วนที่ดีและประโยชน์ต่อผู้อื่น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณและมอบคุณงามความดีให้กับคุณปู่ คุณย่า และครอบครัวที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจด้วยดีมาโดยตลอด หากพบข้อบกพร่องประการใดผู้วิจัยขอน้อมรับแต่เพียงผู้เดียว

กิตติ อุดมศักดิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง.....	5
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่องสว่าง.....	9
2.3 การออกแบบอาคารเพื่อการใช้งานแสงสว่างธรรมชาติ.....	18
2.4 แนวคิด หลักเกณฑ์อาคารเขียว และเทคนิคการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน.....	41
2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบทางวิศวกรรม.....	45
2.6 ความสำคัญของแสงธรรมชาติกับผู้สูงอายุ.....	49
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	54
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	58
3.1 การสำรวจและศึกษาลักษณะการสำรวจและศึกษาลักษณะทางกายภาพของห้องนันทนาการ ในโครงการบ้านผู้สูงอายุ “ลิฟวิ่งเวล”.....	58

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.2 การวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ “ลิฟวิ่งเวล” นนทบุรี โดยการใช้เครื่องมือวัด……..	62
	3.3 สรุปผลจากการสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างของแสงภายในห้องนันทนาการโดยใช้เครื่องมือวัด……	66
4.	ผลการศึกษา……..	67
	4.1 ผลการประเมินสภาพสภาวะการส่องสว่างภายในห้องนันทนาการโครงการบ้านผู้สูงอายุ “ลิฟวิ่งเวล” ในปัจจุบัน.....	67
	4.2 วันที่กำหนดทำการทดสอบแสงสว่างของห้องนันทนาการ กรณีศึกษาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ …….....	69
	4.3 ผลการทดสอบแสงสว่างของห้องนันทนาการ กรณีศึกษาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ก่อนและภายหลังมีการออกแบบปรับปรุง……	70
5.	สรุปผลการวิจัย…….	80
	5.1 สรุปผลการวิจัย……	80
	5.2 ข้อเสนอแนะ……	82
บรรณานุกรม……		83
ประวัติผู้เขียน……		86

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง ICE และ IES ตามประเภทการใช้งาน…… 12

2.2 เปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) และ มาตรฐานการกำหนดค่า DAY LIGHT FACTOR ตามประเภทการใช้งาน…….... 13

2.3 แสดงความเข้มของแสงสว่างภายในอาคาร ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ……. 14

2.4 แสดงข้อจำกัดของความสามารถรับความส่องสว่างได้ของการมองเห็นในมุมต่างๆ…… 18

2.5 แสดงค่าการสะท้อนเพื่อการใช้งานแสงสว่างธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพของพื้นผิวส่วนต่างๆ ของอาคาร…….. 21

2.6 แสดงค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ…… 33

2.7 แสดงค่า Daylight Factor ที่พอเพียงต่อลักษณะการใช้งานประเภทต่างๆ……. 40

2.8 ประเภทของการใช้สารดับเพลิงในอาคาร Data Center ของอาคารอื่นๆ …… 36

3.1 แสดงอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังในแต่ละทิศของห้องนันทนาการภายในอาคาร…… 62

4.1 แสดงผลจากการตรวจวัด ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างในห้องนันทนาการ ณ เวลาต่างๆ ……... 68

4.2 ตารางแสดงผลการทดลอง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุง ณ เวลาต่างๆ วันที่ 21 ธันวาคม……... 78

4.3 ตารางแสดงผลการทดลอง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุง ณ เวลาต่างๆ วันที่ 21 กันยายน…… 79

4.4 ตารางแสดงผลการทดลอง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุง ณ เวลาต่างๆ วันที่ 21 มิถุนายน…… 80

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงความส่องสว่างของวัตถุเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อม……. 16

2.2 แสดงข้อจำกัดความสามารถรับความส่องสว่างของการมองเห็นในมุมต่างๆ ในแนวตั้ง……. 18

2.3 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องที่มีช่องแสงด้านข้าง…… 19

2.4 แสดงภาพตัดขวางของห้องที่มีเพดานลาดเอียงลึกเข้าไปจากบริเวณริมอาคาร……... 20

2.5 แสดง Room Aspect Ratio ……...……... 24

2.6 แสดง Building Footprints ……...……... 24

2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของห้องและความสูงของช่องเปิด…….. 25

2.8 การเปรียบเทียบความสูงของหน้าต่างที่มีความสัมพันธ์ต่อการส่องสว่างของแสงเข้ามาภายใน ระหว่างหน้าต่างเปิดด้านเดียวกับหน้าต่างเปิด 2 ด้าน….. 26

2.9 การเปรียบเทียบปริมาณการส่องสว่างจากการปรับเปลี่ยนความยาวของหน้าต่าง……...……...……... 27

2.10 ลักษณะการให้แสงแบบ Horizontal Light หรือ Sky Light……. 29

2.11 ลักษณะการให้แสงแบบ Sawtooth Light ……... 30

2.12 ลักษณะการให้แสงแบบ Monitor Light…….. 30

2.13 แสดงลักษณะรูปแบบของท่อนำแสง (Light Pipe)…….. 31

2.14 แสดงรูปแบบขอท่อนำแสง (Light Pipe)…… 32

2.15 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สีที่มีผลต่อการสะท้อนแสงภายใน……. 35

2.16 แสดงการพิจารณาค่าความส่องสว่างรวมที่ตกกระทบ ณ จุดใดจุดหนึ่งด้วยวิธีการคำนวณแบบ Lumen Method……. 37

2.17 แสดงองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการพิจารณาค่าความส่องสว่างภายในอาคารโดยอาศัยแสงธรรมชาติด้วยวิธี Daylight Factor……. 40

3.1 แสดงแบบห้องนันทนาการ……...…… 60

3.2 แสดงรูปด้านหน้า ห้องนันทนาการ บ้านผู้สูงอายุ โครงการ “ลิฟวิ่งเวล”…….. 60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.3 แสดงรูปด้านข้างของอาคารห้องนันทนาการ..... 61

3.4 แสดงช่องหน้าต่าง-ช่องเปิดด้านข้างอาคาร..... 61

3.5 แสดงตำแหน่งตารางกริด ที่ใช้อ้างอิงในการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องนันทนาการ ชั้นล่าง ด้วยการใช้เครื่องมือวัด..... 63

3.6 แสดงผลการสำรวจค่าความส่องสว่างบริเวณชั้นล่างภายในห้องนันทนาการ ครั้งที่ 1 (หน่วยวัดเป็นลักซ์) วันที่ 3 ตุลาคม 2560 เวลา 10.00น. สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก..... 64

3.7 แสดงผลการสำรวจวัดค่าความส่องสว่างบริเวณชั้นล่างภายในห้องนันทนาการ ครั้งที่ 2 (หน่วยวัดเป็นลักซ์) วันที่ 9 ตุลาคม 2560 เวลา 10.00น. สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน..... 65

4.1 ภายในห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ “ลิฟวิ่งเวล”..... 67

4.2 ภาพแสดงองศาแสงอาทิตย์ ณ เวลาต่างๆ วันที่ 21 ธันวาคม..... 69

4.3 ภาพแสดงองศาแสงอาทิตย์ ณ เวลาต่างๆ วันที่ 21 กันยายน..... 70

4.4 ภาพแสดงองศาแสงอาทิตย์ ณ เวลาต่างๆ วันที่ 21 มิถุนายน..... 70

4.5 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 1..... 71

4.6 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 2..... 72

4.7 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 3..... 73

4.8 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 4..... 74

4.9 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 5..... 75

4.10 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 6..... 76

4.11 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 7..... 77

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศแบบร้อนชื้นที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงมีอากาศร้อนตลอดทั้งปี และจะมีความยาวของช่วงกลางวันประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน ดังนั้นอาคารที่ใช้งานในช่วงกลางวัน จึงจำเป็นต้องออกแบบให้ใช้งานแสงสว่างธรรมชาติเป็นแสงสว่างหลักสำหรับอาคารได้ตลอดช่วงเวลาการใช้งานของอาคารการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาช่วยในการส่องสว่างภายในอาคารนับว่าเป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถของผู้ออกแบบมาก เนื่องจากแสงสว่างจะนำเอาความร้อนเข้ามาในอาคารด้วย และความร้อนก็เป็นสิ่งต้องห้ามสำหรับอาคารในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารที่มีการปรับอากาศ เพราะความร้อนจะทำให้ภาระของการปรับอากาศสูงขึ้น ดังนั้นการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคารจึงต้องหลีกเลี่ยงรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง (Direct Sunlight) และเลือกใช้เฉพาะแสงสว่างจากรังสีแบบกระจาย (Diffuse Daylight) ที่มีค่าประสิทธิภาพของแสงสว่างประมาณ 120 ลูเมน/วัตต์ ซึ่งมีค่าเป็น 2 เท่าของประสิทธิภาพของแสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) และ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งเสริมพลังงาน (พพ.), 2547)

ดังนั้น การออกแบบเพื่อให้อาคารมีการใช้แสงธรรมชาติอย่างเหมาะสมเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าตามหลักอาคารเขียว จึงเป็นการเพิ่มคุณภาพของแสงสว่างภายในพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำ (Regularly Occupied Spaces) โดยคำนึงถึงการใช้แสงธรรมชาติในอาคาร เป็นการออกแบบให้ห้องหรือพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำได้แสงธรรมชาติอย่างเหมาะสม ซึ่งการออกแบบนั้นไม่ควรออกแบบให้ห้องลึกเกินไป ควรออกแบบให้มีพื้นที่และจำนวนช่องแสงที่พอเพียงและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม มีการผนวกวิธีการให้แสงสว่างธรรมชาติแบบต่างๆ เช่น หิ้งแสง (Light Shelf) หรือ ม่อแสง (Light Pipe) เพื่อให้แสงกระจายได้ลึกขึ้น อีกทั้งควรมีการใช้ช่องแสงจากหลังคาเข้ามาช่วย หากปริมาณแสงจากหน้าต่างไม่พอเพียง นอกจากนั้น การออกแบบอาคารเขียว ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรของตัวอาคาร ไม่ว่าจะเป็นเรื่องพลังงาน น้ำประปา และวัสดุต่าง ๆ รวมทั้งลดผลกระทบของตัวอาคารต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคาร (รัตนา แก้วเพชรพงษ์, 2556)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบ้านของผู้สูงอายุ ระบบแสงสว่างในบ้านผู้สูงอายุเป็นเรื่องที่สำคัญมาก มีหลักอยู่สองประการคือ ประการที่หนึ่งแสงสว่างต้องมีมากกว่าปกติเพราะผู้สูงอายุเลนซ์ตาขุ่น รับแสงได้น้อยลง ประการที่สอง ต้นแสงต้องไม่อยู่ในตำแหน่งที่แยงตา เพราะตาของ

ผู้สูงอายุม่านตาจะหดขยายเพื่อตอบสนองต่อแสงได้ช้า ดังนั้น การออกแบบบ้านเป็นบ้านชั้นเดียวจะสามารถลดปัญหาการเดินสัญจรขึ้นลงระหว่างชั้น ที่อาจเกิดอันตรายได้ และควรเน้นแสงสว่างที่ได้จากธรรมชาติมากที่สุด โดยการออกแบบช่องแสงธรรมชาติไว้หลายแห่งในตำแหน่งที่ต้องการแสงสว่างมากๆ เช่น ห้องรับประทานอาหาร ทางเดินภายใน และห้องพักผ่อน เมื่อแสงสว่างทั่วทั้งบ้าน ผู้สูงอายุก็ไม่ต้องปรับสายตาระหว่างมืดและสว่างมากนัก ทำให้การเดินภายในบ้านนั้นปลอดภัยขึ้น (เอกราชลักษณสัมฤทธิ์, 2557)

จึงเห็นได้ว่าความส่องสว่างของแสง (Illumination) มีบทบาทสำคัญต่อการมองเห็นของมนุษย์ และตาของมนุษย์มีความสามารถในการรับรังสีของแสงอาทิตย์ที่อยู่ในช่วงของการมองเห็นได้ มนุษย์จึงมองเห็นสิ่งต่างๆบนโลกได้อย่างไรก็ตาม ความชัดเจนในการมองเห็นขึ้นอยู่กับความเปรียบต่างความสว่างจ้า (Brightness Contrast) ระหว่างวัตถุหรือภาพที่เห็นกับฉาก ถ้าความเปรียบต่างมากความชัดเจนของภาพที่เห็นก็จะมากตามไปด้วยโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มระดับความส่องสว่าง (Illumination Level) ให้กับภาพนั้นแต่ถ้าอัตราส่วนของความเปรียบต่างความสว่างจ้าของแสงแตกต่างกันมากๆ จะส่งผลต่อขบวนการปรับตา (Eye Adaptation) ทำให้ตาไม่สามารถปรับตัวกับความสว่างจ้าได้ทันที จึงเป็นสาเหตุของความไม่สบายตาในการมองเห็น (Discomfort Glare) ดังนั้นการให้แสงสว่างภายในอาคารจึงควรจัดให้มีความเปรียบต่างความสว่างอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม และสัมพันธ์กับช่วงเวลาของการปรับตาเพื่อนำไปสู่ความสบายตาในการมองเห็น (Visual Comfort) (ทิพวัลย์ ตั้งพูนทรัพย์ศิริ, 2544)

ด้วยเหตุดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเรื่อง “การใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคารผู้สูงอายุตามหลักอาคารเขียว กรณีศึกษา: ห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล จังหวัดนนทบุรี” เพื่อปรับรูปแบบการใช้แสงธรรมชาติภายในห้องนันทนาการ โครงการ บ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล ตามหลักอาคารเขียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและการใช้แสงธรรมชาติในปัจจุบันของห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล

2. ศึกษารูปแบบเพื่อหารูปแบบช่องแสงที่เหมาะสมกับห้องนันทนาการภายในอาคารผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล จังหวัดนนทบุรี

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขบวนการศึกษานำมาเป็นแนวคิดเพื่อการออกแบบการใช้แสงธรรมชาติที่เหมาะสมต่อการใช้งานห้องนันทนาการ ตามหลักอาคารเขียวของบ้านผู้สูงอายุโครงการลิฟวิ่งเวล จังหวัดนนทบุรี

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

1.1 การศึกษา ค้นคว้าและเก็บข้อมูลจากแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ

1.2 ศึกษาสภาพการใช้แสงธรรมชาติของห้องนันทนาการในปัจจุบัน

1.2.1 ตำแหน่งและภาพถ่ายภายนอกของห้องนันทนาการ โครงการบ้านพักผู้สูงอายุลิฟวิ่งเวล ในมุมต่างๆ

1.2.2 ตำแหน่งและภาพถ่ายภายในของห้องนันทนาการ โครงการบ้านพักผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล

1.2.3 ผนังในทิศต่างๆ ของห้อง พื้นที่ห้อง พื้นที่ช่องเปิด และ อัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนัง เป็นต้น

1.3 วิเคราะห์ผลการจำลองแสงสว่างโดยคำนึงถึงปัจจัยของปริมาณแสงที่เพียงพอต่อพื้นที่ใช้งาน ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างและมีการกระจายแสงภายในห้องนันทนาการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การมองเห็นของผู้สูงอายุมีความสบายตามากที่สุด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

2.1 ลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter) รุ่น Testo 457934

สามารถวัดค่าความส่องสว่างที่มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5-100,000 ลักซ์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือนี้เพื่อการวัดค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาติทั้งภายนอกและภายในอาคาร สำหรับในขั้นตอนการสำรวจ ประเมินห้องนันทนาการ โครงการบ้านพักผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล จังหวัดนนทบุรี โดยทำการวัดเวลาเดียวกัน

2.2 กล้องถ่าย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้กล้องถ่ายรูปมือถือสมาทร์โฟน ยี่ห้อ ไอโฟน รุ่น iphon7 เพื่อเก็บรวมรวมภาพถ่ายสถานที่จริงทั้งภายในและภายนอกโครงการ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

แสงธรรมชาติ (Daylight) หมายถึง พลังงานรูปแบบหนึ่งที่มีแหล่งพลังงานมาจากดวงอาทิตย์ โดยการแผ่รังสีและสะท้อนออกมาสู่ชั้นบรรยากาศ ท้องฟ้าและสภาพแวดล้อม มีช่วงความยาวคลื่นที่สายตามองเห็นได้อยู่ระหว่าง 380-760 นาโนเมตร

แสงกระจาย (Diffuse Light) หมายถึง แสงธรรมชาติที่ได้จากแสงที่กระจายจากท้องฟ้า

พื้นที่ใช้งาน (Working Plane) หมายถึง บริเวณและระดับความสูงของพื้นที่ประกอบกิจกรรมต่างๆ

ความเปรียบต่าง (Contrast) หมายถึง การเปรียบเทียบความสว่างที่สะท้อนออกจากผิววัตถุกับความสว่างรอบ ๆ วัตถุนั้น

ความส่องสว่างจ้า (Luminance) หมายถึง ปริมาณแสงที่สะท้อนหรือส่งผ่านออกจากวัตถุ มีหน่วยวัดเป็นฟุตแลมเบริด (Foot-Lambert; FL)

แสงจ้า (Glare) หมายถึง แสงที่อยู่ในมุมมองของตาที่ทำให้เกิดการระคายเคืองตาและมองเห็นวัตถุได้ยากหรือมองไม่เห็น

อัตราส่วนความจ้าของแสง (Brightness Ratio) หมายถึง อัตราส่วนความจ้าของแสงระหว่างชิ้นงานกับพื้นที่ข้างเคียง

ความสบายในการมอง (Visual Comfort) หมายถึง สภาพความเปรียบต่างความสว่างระหว่างชิ้นงานกับพื้นที่ข้างเคียงที่มีอัตราส่วนสัมพันธ์กัน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคารบ้านพักผู้สูงอายุตามหลักอาคารเขียวเพื่อการประหยัดพลังงาน

2. เพื่อใช้เป็นแนวทางการออกแบบห้องนันทนาการที่ให้ความสบายตาในการมองเห็น มีการกระจายแสงอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอต่อการมองเห็นและสามารถลดปัญหาแสงจ้าจากแสงธรรมชาติและแสงไฟฟ้าประดิษฐ์ในสนามแห่งการมองได้

3. เพื่อใช้เป็นแนวทางการออกแบบช่องเปิด ที่มีอัตราส่วนความเปรียบต่างความสว่างจ้าระหว่างช่องเปิดกับผนังรอบๆ เหมาะสมกับช่วงเวลาของการปรับตา

4. เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถเลือกรูปแบบช่องแสงที่เหมาะสมและสัมพันธ์กับทิศต่างๆ ของ บ้านผู้สูงอายุ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อการวางทิศทางและรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและสืบค้นข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย เรื่องการใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคารผู้สูงอายุตามหลักอาคารเขียว กรณีศึกษา: ห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ “ลิฟวิ่งเวล” จังหวัดนนทบุรี ครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้รวบรวมเอกสาร หรือหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ประกอบในการศึกษาวิจัย ดังนี้

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่องสว่าง (Illuminance Theory)

2.3 การออกแบบอาคารเพื่อการใช้งานแสงสว่างธรรมชาติ (Building Design for Daylight Use)

2.4 แนวคิด หลักเกณฑ์อาคารเขียว และเทคนิคการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบวิศวกรรม

2.6 ความสำคัญของแสงธรรมชาติกับผู้สูงอายุ

2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง

2.1.1 พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดผ่านตัวกลางต่างๆ เช่น บรรยากาศ วัตถุโปร่งแสง วัตถุทึบแสง ของเหลว เป็นต้น จะเกิดพฤติกรรม 3 ประการ ได้แก่

2.1.1.1 การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมเมื่อแสงตกกระทบตัวกลางและสะท้อนกลับในทิศทางตรงกันข้าม ประกอบด้วย 2 ลักษณะคือ

1. การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบตัวกลางที่เป็นวัตถุทึบแสง (Opaque Material) มีลักษณะผิวเรียบขัดมัน (Polish Surface) มุมที่แสงตกกระทบจะเท่ากับมุมที่แสงสะท้อน

2.การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบตัวกลางที่เป็นวัตถุทึบแสงที่มีลักษณะพื้นผิวไม่เรียบ

2.1.1.2 การดูดกลืน (Absorption) เมื่อแสงตกกระทบตัวกลาง แสงบางส่วนจะถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง ซึ่งพลังงานแสงที่ถูกดูดกลืนไปนั้นจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานความร้อน (Heat)

2.1.1.3 การส่องผ่าน (Transmission) เมื่อแสงตกกระทบตัวกลาง แสงจะเกิดการหักเหและทะลุผ่านไปอีกด้านหนึ่งของตัวกลาง ซึ่งจะเกิดขึ้นในตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้ โดยขึ้นอยู่กับลักษณะและคุณสมบัติของตัวกลางที่จะทำให้แสงผ่าน ประกอบด้วย

1. ตัวกลางโปร่งใส (Transparent Medium) ตัวกลางชนิดนี้จะมีความใสสามารถมองผ่านไปอีกด้านหนึ่งและเห็นภาพได้ชัดเจน เช่น กระจกใส โดยเมื่อแสงผ่านตัวกลางชนิดนี้จะเกิดการหักเห (Refracted) หรือ เปลี่ยนทิศทาง (Bent)

2. ตัวกลางโปร่งแสง (Translucent Medium) ตัวกลางชนิดนี้ ยอมให้แสงผ่านแต่ไม่สามารถมองผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง เช่น กระจกฝ้า โดยเมื่อแสงผ่านตัวกลางชนิดนี้แสงจะเกิดการกระจายตัวออกเป็นการส่องผ่านแบบกระจาย (Diffuse Transmission)

2.1.2 แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่

2.1.2.1 แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ

1.ดวงอาทิตย์ (The Sun) แสงธรรมชาติมีต้นกำเนิดมาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งแสงที่เกิดจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์มาโดยตรง (Direct Sun) จะไม่เหมาะกับการใช้งานเนื่องจากมีความเข้มของแสงสูงมากเกินความจำเป็นและมีความแปรปรวนสูง ดังนั้น การนำมาใช้งานต้องมีการควบคุมและลดทอนให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม (Lechner, 1991)

2.แสงจากท้องฟ้า (Skylight) เป็นแสงจากดวงอาทิตย์ที่เกิดจากการสะท้อนและกระจายในชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก รวมถึงก้อนเมฆบนท้องฟ้า ทำให้ท้องฟ้ากลายเป็นแหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม ซึ่งแสงที่มาจากท้องฟ้าจะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้งานภายในอาคาร เนื่องจากการสะท้อนทำให้ปริมาณความเข้มแสงและปริมาณความร้อนลดลง

3.แสงจากพื้นดินและพื้นผิวสะท้อนแสง (Ground And Other Reflecting) แสงธรรมชาติจากการสะท้อนแสงจากพื้นดินคิดเป็น 10-30 เปอร์เซ็นต์ ของแสงแดดและแสงที่มาจากท้องฟ้า และคิดเป็นสัดส่วน 15 เปอร์เซ็นต์ของแสงธรรมชาติทั้งหมดที่กระทบหน้าต่าง

2.1.2.2 แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์

หลอดไฟฟ้า (Lamp) แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ หลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดไส้ และหลอดดีสชาร์จ ซึ่งเป็นหลอดที่ไม่ใช้ไส้หลอด เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดคอมแพคท์ เป็นต้น ซึ่งสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่นิยมใช้กันมากมี 3 ชนิด คือ

1.หลอดเดไลท์ (Daylight) มีอุณหภูมิสี 5,500-6,000 เควิน มีสีขาวปนฟ้าเหมาะกับการใช้งานที่มีความส่องสว่างสูง คือ มีความส่องสว่าง 700 ลักซ์ขึ้นไป

2.หลอดคูลไวท์ (Cool White) มีอุณหภูมิสี 4,000-5,000 เคลวิน มีสีขาวเย็น เหมาะกับการใช้งานที่มีความส่องสว่างประมาณ 500 ลักซ์ ซึ่งเหมาะกับการใช้งานในห้องเรียน

3.หลอดวอร์มไวท์ (Warm White) มีอุณหภูมิ 3,000-3,500 เคลวิน มีสีขาวออกแดง เหมาะกับการใช้งานที่มีความส่องสว่างไม่เกิน 300 ลักซ์

2.1.3 การพิจารณาระดับความสว่างภายในอาคาร

การพิจารณาระดับแสงสว่างภายในอาคารแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ

2.1.3.1 การพิจารณาความเข้มของแสงรวม (Absolute Illuminance) เป็นการพิจารณาระดับความเข้มของแสงภายในอาคารในตำแหน่งต่างๆ ตามความสูงที่กำหนดจากระดับพื้นห้อง โดยการวัดค่าความเข้มแสงออกมาเป็นปริมาณแสงต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็นฟุตแคนเดิล หรือ ลักซ์ ซึ่งค่าความสว่างที่เกิดขึ้นภายในอาคารจะขึ้นอยู่กับเวลา ทิศทาง การเปิดช่องแสง และสภาพท้องฟ้า

2.1.3.2 การพิจารณาโดยอาศัยอัตราส่วนของระดับความเข้มของแสงภายในต่อภายนอกอาคาร (Relative Illuminance) ภายใต้ท้องฟ้าแบบที่ปกคลุมด้วยเมฆจนไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสง ค่าที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าคงที่ไม่แปรเปลี่ยนตามช่วงเวลา หรือทิศทางการเปิดช่องแสง

2.1.4 ลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์

โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ 365 วัน และรอบตนเอง 1 รอบใน 1 วัน โดยหมุนรอบแกนเหนือ-ใต้ เอียงทำมุมกับเส้นตั้งฉาก 23.5 องศา และจากการหมุนรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรีทุกวันที่ 21 ธันวาคม ขั้วโลกเหนือจะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุดทำมุม 23.5 องศา อีก 3 เดือนต่อมา ในวันที่ 21 มีนาคม มุมจะเป็น 0 องศา ในวันที่ 21 มิถุนายน มุมจะเป็น 23.5 องศา และในวันที่ 21 กันยายน จะเป็น 0 องศาอีกครั้ง และต่อไปยัง 23.5 องศาในวันที่ 21 ธันวาคม เป็นการครบ 1 รอบ ซึ่งทิศทางการส่องสว่างของดวงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในวันที่ที่ต่างกัน ดังนั้น ตำแหน่งที่มีความสำคัญก็คือ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันที่ 21 ธันวาคมในช่วงฤดูหนาว เรียกว่า Winter Solstice ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางใต้มากที่สุด และมีเวลากลางคืนยาวนานกว่ากลางวัน สำหรับวันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน เรียกว่า Spring Equinox ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงกับเส้นศูนย์สูตรพอดี และมีเวลากลางวันเท่ากับกลางคืน และในวันที่ 21 มิถุนายน อยู่ในช่วงฤดูร้อน เรียกว่า Summer Solstice ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางเหนือมากที่สุดและมีเวลากลางวันยาวกว่ากลางคืน (สมสิทธิ์ นิตยะ, 2541)

2.1.5 แสงกับการมองเห็น

การมองเห็นมีความสัมพันธ์กับระดับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ โดยเมื่อตาได้รับแสงในระดับที่สว่างหรือมืดเกินไป รวมทั้งในสภาวะที่มีความเปรียบต่างมาก ตาจึงต้องมีการปรับสายตา ดังต่อไปนี้

2.1.5.1 การปรับตัวของตากับความสว่าง

การปรับตัวของตาในบริเวณที่สว่างและมืด อย่างเช่น เมื่อออกมาจากที่ซึ่งมีแสงสว่างน้อย เช่น ในห้องมืดๆ มายังภายนอกซึ่งมีแสงสว่างจ้า คนโดยทั่วไปจะเกิดอาการที่เรียกว่า “ตาบอดชั่วคราว” เนื่องจากสายตายังคุ้นเคยกับความมืด เมื่อตาละจากความมืดและเข้าสู่ระดับความสว่างภายนอก ม่านตาจะปรับตัวเล็กลงเพื่อให้แสงผ่านเข้ามายังม่านตาได้น้อยลง จึงทำให้ตามองไม่เห็นสิ่งต่างๆ เป็นช่วงเวลาหนึ่ง ต้องใช้เวลาประมาณ 2-3 วินาทีในการปรับสายตาเข้าสู่สภาวะปกติ ในขณะเดียวกัน เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่สว่างไปยังที่มีความสว่างน้อยกว่า ตาต้องมีการปรับสายตากับความมืดซึ่งใช้เวลานานถึง 10-30 วินาที โดยจะเห็นว่า การปรับตัวของตาจากที่สว่างสู่ที่มืดจะใช้เวลามากกว่า ดังนั้น การออกแบบแสงสว่างในบริเวณเดียวกันไม่ควรให้เกิดความสว่างที่มีค่าแตกต่างกันมากเพราะจะทำให้เกิดความไม่สบายตาเกิดขึ้น เนื่องจากความเมื่อยล้าในการปรับตัวของสายตา (Moore, 1991)

2.1.5.2 การปรับตัวของตากับแสงธรรมชาติ

ในการปรับตัวของตาที่มีต่อแสงธรรมชาติ ส่วนมากจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องความไม่สบายตา เนื่องจากความสว่างของแสงธรรมชาติเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ซึ่งสอดคล้องกับการปรับตา

2.1.5.3 การปรับตัวของตากับความเปรียบต่างของความสว่างจ้า

ในการมองตำแหน่งต่างๆ หนึ่งในสนามการมอง ตาจะปรับตัวกับความจ้าต่างๆ ที่มีความจ้าเฉลี่ยในพื้นที่ที่มีความแตกต่างของความจ้ามากๆ ทำให้การมองเห็นรายละเอียดในพื้นที่ที่มีความสว่างน้อยกว่าได้ยาก และตาต้องใช้เวลาในการปรับสายตานานทำให้เกิดความไม่สบายตา ความชัดเจนในการมองลดลง

2.1.6 สภาวะความสบายทางสายตา

สภาวะความสบายทางสายตา (Visual Comfort) มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับเรื่องแสง ไม่ว่าจะเป็นความจ้าของแสง ความเปรียบต่างและค่าความสว่างที่เหมาะสม ซึ่งในการออกแบบห้องต่างๆ ถ้าสายตาได้รับความสว่างมากจนเกินไปก็จะทำให้เกิดความไม่สบายตาได้ ทั้งนี้ เนื่องจากมุมมองสายตาแต่ละระดับสามารถรับความสว่างได้แตกต่างกัน ซึ่งมุมมองระดับสายตานั้นรับความ

จ้าได้น้อยกว่ามุมมองในระดับสูง (Flynn, 1988) ระดับความสว่างที่ตายอมรับได้ในมุมมองต่างๆ สามารถแบ่งได้ดังนี้

- มุมมอง 0-5 องศา ความสว่างจ้าที่ตายอมรับได้เท่ากับ 495 ฟุตแลมเบริต
- มุมมอง 5-25 องศา ความสว่างจ้าที่ตายอมรับได้เท่ากับ 1,125 ฟุตแลมเบริต
- มุมมอง 25-45 องศา ความสว่างจ้าที่ตายอมรับได้เท่ากับ 2,250 ฟุตแลมเบริต
- มุมมอง 45-90 องศา ความสว่างจ้าที่ตายอมรับได้เท่ากับ 1,000 ฟุตแลมเบริต

ส่วนในเรื่องของความเปรียบต่างก็เป็นอีกหนึ่งประเด็นสำคัญที่มีผลต่อความสบายตา ความเปรียบต่างในที่นี้ หมายถึง ความสว่างของวัตถุที่ต้องการมองกับความสว่างรอบข้าง ถ้าแตกต่างกันมากเกินไป จะเกิดความไม่สบายตาในการมองได้ เพราะการปรับตัวของกล้ามเนื้อทำให้ตาเกิดความเมื่อยล้า

ส่วนแสงจ้า (Glare) เป็นแสงที่เข้าตามาแล้วทำให้มองเห็นวัตถุยากลำบาก จนบางครั้งอาจทำให้มองไม่เห็นหรือเกิดความไม่สบายตา ซึ่งแสงบาดตานั้นแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แสงจ้าที่ทำให้ไม่สามารถมองเห็น (Disability Glare) เป็นแสงที่ทำให้ความสามารถในการเห็นวัตถุลดลง เกิดขึ้นเมื่อมองไปยังพื้นที่ที่สว่างหรือมืดกว่าสภาพแวดล้อมมากๆ จนเกิดความเปรียบต่างสูงหรือการมองย้อนแสง เช่น การมองออกไปนอกหน้าต่างที่มีแสงจ้าจะทำให้สูญเสียการมองเห็นชั่วระยะหนึ่ง อีกประเภท คือ แสงจ้าที่ทำให้เกิดความไม่สบายตา (Discomfort Glare) เป็นแสงที่รบกวนการมองเห็นเช่น การอ่านหนังสือบริเวณที่มีแสงส่อง (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2540)

ดังนั้น การเกิดแสงบาดตานั้นเกิดได้ทั้งจากแสงจ้าโดยตรงและแสงสะท้อน ซึ่งแสงบาดตาที่มาจากแสงสะท้อนทำให้เกิดเงาสะท้อนเหนือภาพที่มอง เช่น การสะท้อนของแสงธรรมชาติบนกระดานไวท์บอร์ดซึ่งมีผิวมันทำให้รบกวนการอ่าน เป็นต้น

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่องสว่าง (Illuminance Theory)

2.2.1 การวัดความสว่าง (Measurement of Light)

แสงเป็นพลังงานอย่างหนึ่งที่สามารถวัดปริมาณได้เหมือนพลังงานอื่น โดยในการวัดความส่องสว่างของแสง สามารถวัดได้ในรูปของความเข้มแห่งการส่องสว่าง ปริมาณจำนวนแรงของปริมาณแสง และในรูปของปริมาณลูเมนต่อตารางหน่วยพื้นที่ โดยมีรายละเอียด (เสาวนิต ทองมี, 2550, น. 12-19) ดังนี้

1) แคนเดลา (Candela)

แหล่งกำเนิดแสงก็เช่นเดียวกับแหล่งพลังงานอื่นๆ คือ สามารถที่จะวัดค่าได้ โดยการบอกค่าความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดใดๆ ในรูปของความเข้มแห่งการ

ส่องสว่าง (Luminous Intensity) หรือบางทีเรียกว่า กำลังส่องสว่าง (Candlepower) ซึ่งมีหน่วยเป็นแคนเดลา ความเข้มแห่งการส่องสว่างหรือกำลังส่องสว่าง 1 แคนเดลา มีค่าเท่ากับความเข้มแห่งการส่องสว่างของวัตถุดำ (Blackbody) ที่อุณหภูมิเยือกแข็งของพลาตินัม (Platinum) โดยทั่วไปความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงหนึ่งๆ มักมีค่าแปลเปลี่ยนไปตามมุมที่ทำกับแนวแกนของแหล่งกำเนิดแสงนั้นๆ อย่างไรก็ตาม มักมีค่าเท่ากันและสมมาตรกันระหว่างแนวแกนของแหล่งกำเนิดแสงนั้นด้วย

2) ลูเมน (Lumen)

เป็นการบอกค่าความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใดๆ ก็คือ การบอกในรูปของจำนวนเส้นแรงของปริมาณแสง (ศีทรีนีห สีป) ที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้นๆ โดยการนำแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง ซึ่งมีขนาดเล็กมากๆ จนเสมือนจุด (Point Source) และมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสม่ำเสมอรอบทุกทิศทาง เท่ากับ 1 แคนเดลา มาวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมที่มีรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลางบนทุกๆ หนึ่งตารางหน่วย พื้นที่บนพื้นผิดของทรงกลมนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน และถ้าพื้นที่รอบผิวทั้งหมดของทรงกลมนี้มีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงแสงออกมาได้ 12.57 ลูเมน เป็นต้น

2.2.2 ความส่องสว่าง (Illuminance, E)

ความส่องสว่าง หมายถึง ความส่องสว่างของปริมาณแสง 1 หน่วย ที่ตกกระทบลงพื้นที่ใดๆ มีหน่วยเป็นลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยถ้าเรานำแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กมากๆ เสมือนจุด และมีค่าความเข้มแสงของการส่องสว่างที่เปล่งออกมารอบตัวมันอย่างสม่ำเสมอรอบทิศทาง และมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา นำมาวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม โดยมีรัศมี 1 เมตร และมีปริมาณเส้นแรงของแสงสว่าง 1 ลูเมน ไปตกลงบนพื้นผิวของทรงกลมทุกๆ 1 เมตร ปริมาณของการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่า 1 ลูเมนต่อตารางเมตร หรือมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์

1 ลักซ์ = 1 ลูเมนต่อตารางเมตร

2.2.3 กฎกำลังสองผกผัน (Inverse Square Law)

ปริมาณแห่งการส่องสว่างบนพื้นผิวใดๆ จะแปรตามโดยตรงกับความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิด และแปรตามผกผันกับค่าระยะทางยกกำลังสองระหว่างพื้นผิวนั้นกับแหล่งกำเนิด เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า “กฎกำลังสองผกผัน (Inverse Square Law) (พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2540, น.15 อ้างถึงใน เสาวนิต ทองมี, 2550, น. 14)

$$E = Cd/D^2$$

เมื่อ E คือ ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นบนพื้นงาน

Cd คือ ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิด ในทิศทางที่พุ่งไปหาจุดที่พิจารณาบนพื้นงาน

D คือ ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับจุดที่ต้องการคำนวณค่าปริมาณแห่งการส่องสว่าง

2.2.4 ความจ้า (Brightness)

ความจ้าเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการที่แสงสะท้อนออกจากผิววัตถุ หรือพุ่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่ตา กล่าวคือ เมื่อแสงตกลงบนพื้นผิววัตถุใดๆ บางส่วนของแสงนั้นจะถูกดูดกลืนเข้าไปในพื้นผิวนั้น แต่บางส่วนของแสงจะถูกสะท้อนออกมา ถ้าแสงที่สะท้อนออกมามีปริมาณมาก ความจ้าก็จะมากตามไปด้วย การวัดความจ้าของวัตถุใดๆ ด้วยปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาต่อพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย และมีหน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ด (Footlambert) ซึ่งความจ้าจะมีผลต่อลักษณะของการมองเห็น

2.2.5 มาตรฐานระดับการส่องสว่าง

มาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES

ในการกำหนดระดับการส่องสว่างสำหรับการใช้งานต่างๆ กันนั้น มีการกำหนดโดยหน่วยงานแต่ละแห่ง เช่น IES (USA) IES (BS) เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้สอย และสภาพอากาศ ดังนั้น ค่าที่กำหนดอาจมีความแตกต่างกัน ส่วนมาตรฐานที่กำหนดเป็นมาตรฐานสากลไม่ขึ้นกับประเทศใดประเทศหนึ่งได้แก่ CIE (International Commission on Illumination) กำหนดความสว่างออกเป็น 3 ค่า โดยใช้ค่ากลางเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนอีก 2 ค่าใช้ในกรณีอื่นๆ คือ อาจใช้ค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยขึ้นอยู่กับสภาพต่างๆ เช่น

- ถ้าการสะท้อนแสงของพื้นผิว หรือ ความเปรียบต่างต่ำกว่าปรกติให้ใช้ความส่องสว่างมากขึ้น
- ถ้าความผิดพลาดเนื่องจากากรมองอาจทำให้เกิดปัญหาร้ายแรง หรือเสียหายมากก็ให้ใช้ค่าความส่องสว่างในตารางมากขึ้น
- ถ้าการมองวัตถุใช้เวลาสั้นมาก ก็ให้ใช้ค่าความส่องสว่างมากขึ้น
- ถ้าบริเวณพื้นที่ที่กำลังพิจารณาไม่มีหน้าต่าง ให้ใช้ค่าความส่องสว่างมากขึ้น
- ถ้าผู้ที่ใช้งานมีบริเวณที่กำลงพิจาณาเป็นผู้สูงอายุ ให้ใช้ค่าความส่องสว่าง มากขึ้น

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง ICE และ IES ตามประเภทการใช้งาน

พื้นที่ใช้งาน (ก)	CIE (lx)	IES (lx)		พื้นที่ใช้งาน (ข)
-ทางเดิน พื้นที่ทำงานภายนอก	20-30-50 50-75-100	20-30-50 50-75-100		Public spaces with dark surrounding
-ทางเดินภายในและการแวะผ่านระยะเวลาสั้นๆ	100-150-200	100-150-200		Simple orientation for shot temporary visits
-ห้องที่ไม่ได้ใช้งานแบบต่อเนื่องเป็นเวลานาน	200-300-500	200-300-500		Working space where visual tasks are only occasionally performed
-งานที่ใช้สายตาไม่มากหรืองานชิ้นงานขนาดใหญ่	300-500-700 500-750-	500-750-		Performance of visual tasks of high contrast or large size
- งานที่ใช้สายตาปานกลาง เช่น สำนักงาน	1000	1000		
- งานที่ใช้สายตามาก เช่น การเขียนแบบ	750-1000-1500			Performance of visual tasks of medium contrast or small size
- งานที่ใช้สายตามากๆ เช่น การประกอบชิ้นส่วน	1000-1500-2000	1000-1500-2000 2000-3000-		
- งานที่ใช้สายตามากเป็นพิเศษ	มากกว่า 2000	5000		Performance of visual tasks of low contrast or very small size
- งานที่ใช้สายตาพิถีพิถัน เช่น การผ่าตัด		5000-7500-10000		
		10000 up		Performance of very prolonged and exacting visual tasks Performance of very special visual tasks of extremely low contrast and small size

ที่มา: (ก) ชำนาญ ห่อเกียรติ, เทคนิคการส่องสว่าง (กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2540, น.1-6

(ข) IES, Illuminating Engineering Society: Reference Volume. (ม.ป.ท., 1983), น.3

นอกเหนือจากการกำหนดระดับการส่องสว่างเป็น ลักซ์ หรือ ฟุตแคนเดิล แล้ว การกำหนดระดับการส่องสว่างยังสามารถกำหนดมาตรฐานเป็นค่า Daylight Factor โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) และมาตรฐานการกำหนดค่า DAY LIGHT FACTOR ตามประเภทการใช้งาน

พื้นที่ใช้งาน	**ค่าการส่องสว่าง (Ix)**		**ค่า Daylight Factor**		
	ตามมาตรฐาน CIE (ก)	**ตามมาตรฐาน IEX (ข)**	**(%) (ค)**		
อาคารทั่วไป			เฉลี่ย	ต่ำ	จุดที่วัด
- ทางเดิน	50-100-150	50-75-150	2	0.6	พื้น
- บันได, บันไดเลื่อน	100-150-200	100-150-200	2	0.6	ลูกนอน
- ที่เก็บของ, ห้องเก็บของ	100-150-200	100-150-200	1.5	0.5	Work plane
- ห้องน้ำ	100-150-200	100-150-200	1.5	0.5	Work plane
สำนักงาน					
- พื้นที่ทั่วไป, พิมพ์ดีด, คอมฯ	300-500-700	500-750-100	5	2.5	Work plane
- ห้องประชุม	500-750-1000	500-750-1000	5	2.5	Work plane
- โถงทางเข้า	300-500-750	200-300-500			
		100-150-200	2	0.6	Work plane
ห้องสมุด					
- หิ้งหนังสือ	150-200-300	200-300-500	5	1.5	Vertical
- โต๊ะอ่านหนังสือ	300-500-750	200-300-500	5	1.5	Work plane
- เคาน์เตอร์	200-300-500	200-300-500	5	2	Work plane
ห้องประชุม					
- เอนกประสงค์	150-200-300	200-300-500	5	2.5	Work plane

ที่มา: (ก) ชำนาญ ห่อเกียรติ, เทคนิคการส่องสว่าง (กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2540, น.1-6

(ข) IES, Illuminating Engineering Society: Reference Volume. (ม.ป.ท., 1983), น.3

(ค) BSI Draft for Development, 73 อ้างถึงใน Applications Manual Window Design, 31.

กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537)

กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หมวด 3 เรื่องระบบการจัดแสงสว่างและการระบายอากาศ ในข้อที่ 11 จะกล่าวถึงส่วนต่างๆ ของอาคารต้องมีความเข้มของแสงไม่น้อยกว่าความเข้มที่กำหนดไว้ตามกฎกระทรวง ดังแสดงในตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงความเข้มของแสงสว่างภายในอาคาร ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	หน่วยความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
1	ที่จอดรถ	50
2	ช่องทางเดินภายในอาคาร	100
3	ห้องพักในโรงแรมหรืออาคารอยู่อาศัยรวม	100
4	ห้องน้ำ ห้องส้วมของโรงงาน โรงเรียน โรงแรม สำนักงาน หรืออาคารอยู่อาศัยรวม	100
5	โรงมหรสพ (บริเวณที่นั่งสำหรับคนดูขณะที่ไม่มีการแสดง)	100
6	ช่องทางเดินภายในโรงงาน โรงเรียน โรงแรม สำนักงาน หรือสถานพยาบาล	200
7	สถานีขนส่งมวลชน บริเวณที่พักผู้โดยสาร โรงงาน	200
8	ห้างสรรพสินค้า	200
9	ตลาด	200
10	ห้องน้ำ ห้องส้วมของโรงมหรสพ สถานพยาบาล สถานขนส่งมวลชน ห้างสรรพสินค้า หรือตลาด	200
11	ห้องสมุด ห้องเรียน	200
12	ห้องประชุม	300
13	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300

หมายเหตุ. สถานที่อื่นที่ไม่ได้ระบุไว้ในตาราง ให้ใช้ความเข้มขอแสงสว่างของสถานที่ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับความเข้มที่กำหนดไว้ในตาราง

ที่มา: กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หมวด 3 เรื่องระบบการจัดแสงสว่างและการระบายอากาศ ข้อ 11

จากการศึกษามาตรฐานของความส่องสว่างของต่างประเทศและค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ซึ่งอ้างอิงจาก กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่าค่ามาตรฐานเหล่านั้น จะมีค่าที่แตกต่างกันอยู่บ้างซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้สอย สภาพอากาศ และการนำไปใช้ให้มีความเหมาะสมกับแต่ละประเทศ สำหรับในการศึกษาครั้งนี้จะขอสรุปค่าความส่องสว่างที่จะใช้ในการอ้างอิงในการศึกษา ดังนี้

ค่าความส่องสว่างของห้องประชุม (ห้องเอนกประสงค์) ซึ่งใช้เป็นที่อ่านหนังสือ 300-500 ลักซ์ ซึ่งค่าความส่องสว่าง 300 ลักซ์ เป็นค่าความส่องสว่างที่ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) และค่าความส่องสว่าง 500 ลักซ์ เป็นค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่เหมาะสมสำหรับห้องประชุม (ห้องเอนกประสงค์) ตามมาตรฐานของ CIE

2.2.6 ความสัมพันธ์ของแสงและการมองเห็น

1) ขนาดของชิ้นงาน

โดยธรรมชาติแล้ว ตาของคนเราจะสามารถเห็นวัตถุที่ใหญ่ได้ง่ายกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็กและมีแนวโน้มที่จะเห็นวัตถุชิ้นเดียวกัน มีขนาดเล็กลงในเวลากลางคืนเมื่อเทียบกับกลางวัน ดังการเพิ่มปริมาณแสงที่พอเหมาะก็คือ การทำให้ตาของคนเรามีความรู้สึกเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันนั้นเสมือนขยายใหญ่ขึ้นมาเท่ากับขนาดที่เราเห็นในเวลากลางวัน วัตถุที่ยิ่งเล็ก รายละเอียดก็ยิ่งมาก ปริมาณแสงที่ต้องการก็จะมีมากขึ้นเป็นเงาตามตัว เช่น การอ่านหนังสือ การพิมพ์ดีด การเขียนแบบ ย่อมต้องการปริมาณแสงมากขึ้นเป็นพิเศษ

2) เวลา (Time)

เวลาในที่นี้หมายถึง ช่วงเวลาที่ตาได้มีโอกาสสัมผัสวัตถุที่ต้องการจะเห็น ตามิได้เห็นวัตถุนั้นทันทีที่วัตถุปรากฏอยู่ต่อหน้าเรา ตาคนเราต้องการเวลาช่วงหนึ่งในการปรับกล้ามเนื้อตาให้ขยายหรือหดตัว ปริมาณแสงยิ่งน้อยการมองเห็นก็ยิ่งต้องใช้เวลามากขึ้น

3) ความเปรียบต่าง (Contrast)

ความเปรียบต่าง คือ ความแตกต่างของความดำ-ขาว ระหว่างวัตถุกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวมัน ถ้าความแตกต่างของความดำ-ขาวยิ่งมาก การมองเห็นก็จะยิ่งทำให้ง่ายขึ้น ความต้องการ

ปริมาณแสงจะมีน้อย แต่ถ้าความแตกต่างของความดำ-ขาวยิ่งน้อย ปริมาณแสงที่ต้องการจะมีมากขึ้น

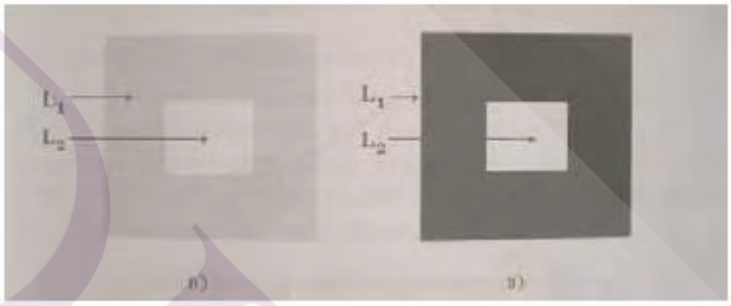
ความเปรียบต่าง สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้ คือ

$C = (L_2-L_1) /L_1$

โดย C = ความเปรียบต่าง (Contrast)

L_1 = ความสว่าง (Luminance) ของสภาพแวดล้อม

L_2 = ความสว่าง (Luminance) ของวัตถุ



ภาพที่ 2.1 แสดงความส่องสว่างของวัตถุเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อม

ก) ความสว่างของวัตถุและสภาพแวดล้อมรอบข้างใกล้เคียงทำให้มองเห็นได้ยาก

ข) ความส่องสว่างของวัตถุและสภาพแวดล้อมข้างเคียงกันทำให้เห็นวัตถุได้ยาก

ที่มา: ชำนาญ ห่อเกียรติ, 2540, น.11

2.2.7 การควบคุมแสงจ้าหรือแสงบาดตา (Glare)

การที่มีแสงสว่างมากเกินไปหรือการที่มีการเปรียบต่างของความสว่างมากเกินไปในภาที่เรามองเห็น เป็นการพิจารณาทางด้านคุณภาพอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแสงจ้าหรือแสงบาดตา (Glare) ตาของมนุษย์จะเกิดการล้าได้เนื่องจากแสงจ้าหรือแสงบาดตา ซึ่งเกิดจากความแตกต่างกันมากๆ ของระดับความส่องสว่างของสภาพแวดล้อมทั่วไปที่อยู่ในขอบเขตของมุมมอง การพิจารณาในเชิงคุณภาพมักจะรวมถึงความสบายในการมองเห็น ในที่นี้สามารถแบ่งประเภทของการเกิดแสงจ้าหรือแสงบาดตาออกเป็น 4 ชนิด คือ

1) Disability Glare เป็นแสงบาดตาที่ทำให้ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้เลย มักเกิดจากการที่แสงจากแหล่งกำเนิดแสงสว่างกว่าสภาพแวดล้อมมาก แสงจ้านั้นจึงบังสิ่งที่ต้องการ

มองเห็นเป็นผลให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง หรือทำให้ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ (Moor} 1985)

2) Discomfort Glare เป็นแสงบาดตาที่รบกวนการมองเห็นวัตถุ ทำให้รู้สึกไม่สบายตา โดยไม่มีผลต่อความสามารถในการมองเห็นแต่อย่างใด มักมีผลมาจากเกิดความเปรียบต่างที่มากเกินไประหว่างแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างมากกับความสว่างของสภาพแวดล้อมรอบๆ ที่มืดกว่าในมุมมอง

3) Veiling Reflection เป็นแสงบาดตาที่เกิดจากแสงสะท้อนจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างมากในบริเวณที่เรามองหรือวัตถุที่มีความสว่างน้อยกว่า จะเกิดขึ้นเมื่อผิววัตถุที่สะท้อนแสงแหล่งกำเนิดแสงเป็นผิวเรียบมัน เช่น เงาสะท้อนแสงจากหลอดไฟที่เกิดขึ้นบนจอคอมพิวเตอร์ หรือบนหนังสือที่มีกระดาษผิวมัน

4) Reflected Glare เป็นแสงบาดตาที่เกิดจากแสงจากแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบไปยังพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นผิวเรียบมันแล้วสะท้อนแสงเข้าตา โดยมุมที่แสงจกแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเข้าสู่ตา (Mirror Angle) เช่น แสงจากดวงอาทิตย์สะท้อนจากน้ำในสระเข้าสู่ตา หรือแสงจากดวงโคมสะท้อนภาพวาดที่มีกระจกใสหรือวัสดุที่มีความมันวาวเป็นกรอบเข้าตาเป็นต้น

สภาพท้องฟ้าที่มีแสงแดดจ้ามากเกือบตลอดปีอย่างในประเทศไทย การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ ควรมีการคำนึงถึงประสิทธิภาพของสายตามนุษย์ ที่มีความสามารถในการรับแสงจ้าของแสงได้จำกัด กล่าวคือ หากปริมาณแสงมีความจ้ามากเกินไป ก็จะทำให้สายตาเกิดการระคายเคืองได้ ในกายอมรับความสว่างหรือความจ้าของแสงจะพบว่า ขึ้นอยู่กับทิศทางของมุมมองที่แสงสว่างนั้นส่องเข้าสู่สายตา ถ้ามุมมองมีมุมเงยมากขึ้น สายตามนุษย์จะสามารถรับความจ้าของแสงได้มากขึ้น ตามมุมเงยที่มากขึ้น

ตารางที่ 2. 4 แสดงข้อจำกัดของความสามารถรับความส่องสว่างได้ของการมองเห็นในมุมต่างๆ

มุมที่มอง (องศา) จากระดับสายตา	ค่าเฉลี่ยของความสว่าง (Foot Lamberts)	ค่าความสว่างมากสุด Maximum Luminance (Foot Lamberts)
45	750	2,250
35	535	1,605
25	375	1,125
15	250	750
0.5	170	495

ที่มา: Gary R. Staffy and other, Architectural Interior System, 3rd ed. (New York: Van Nostrand Reinhold, 1992), 237.

ในมุมเงยสูงสุดที่ 90^0 สายตามนุษย์จะสามารถยอมรับความจ้าได้สูงสุด ดังนั้นในการใช้ช่องเปิดด้านบนที่มีตำแหน่งอยู่เหนือศีรษะ จึงเป็นรูปแบบที่สามารถลดความระคายเคืองของสายตาได้ และการใช้แผงควบคุมที่ให้แสงแบบกระจายเข้าสู่ตัวอาคาร โดยการใช้วัสดุที่มีการสะท้อนแสงที่ดีเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมความจ้าของแสงบาดตาได้

2.3 การออกแบบอาคารเพื่อการใช้งานแสงสว่างธรรมชาติ (Building Design for Daylight Use)

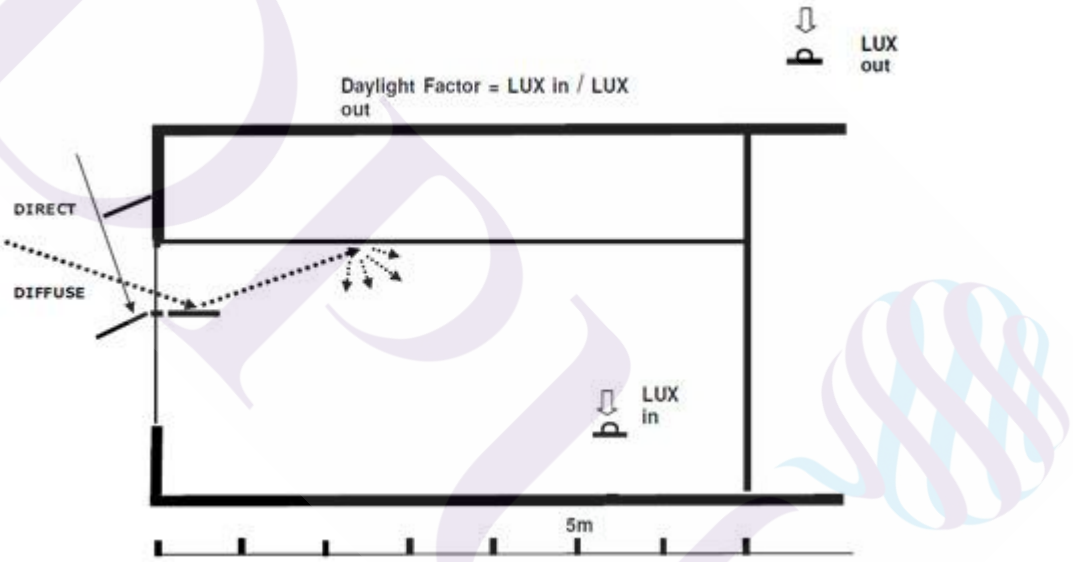
2.3.1 หลักการให้แสงสว่างธรรมชาติ

การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารสำหรับประเทศไทย มีหลักที่ควรคำนึง คือ แสงที่นำมาใช้ควรเป็นแสงสะท้อนมากกว่าแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง เนื่องจากแสงโดยตรงจะมีความเข้มของแสงอยู่ในระดับที่สูง ทำให้เกิดปัญหาแสงจ้าเข้าตาและมีความร้อนมากเกินไป สวนแสงสะท้อนต่างๆ จะทำให้เกิดความสบายตามากกว่าและกระจายแสงได้ดีกว่า และในการออกแบบควรมีการดึงแสงสว่างให้เข้าไปได้ลึกและมีความสม่ำเสมอของแสงมากที่สุด

2.3.2 การออกแบบอาคารเพื่อการใช้งานแสงสว่างธรรมชาติ (Building Design for Daylight Use)

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

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



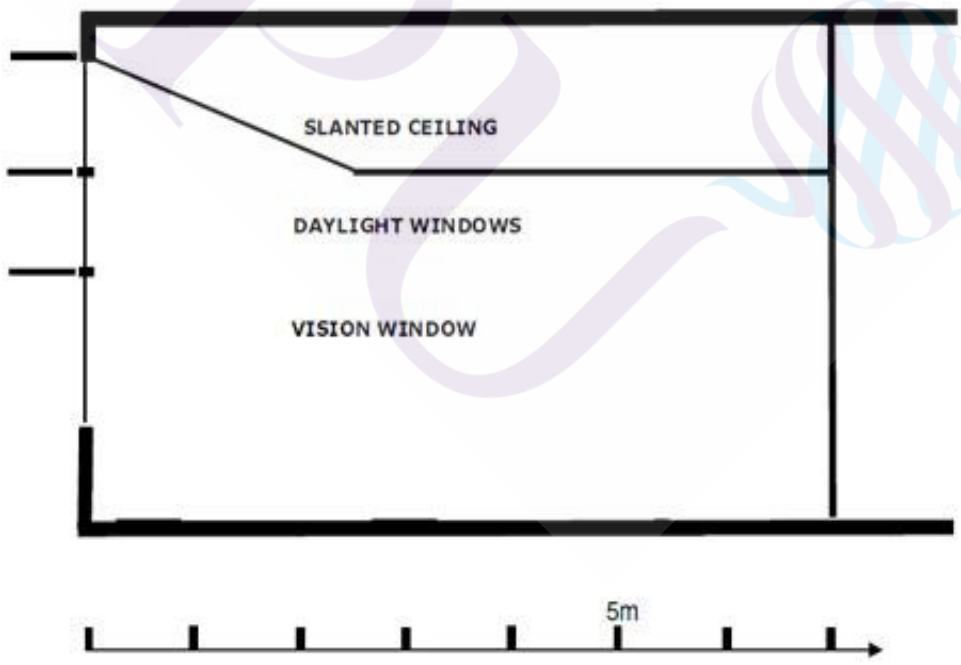
ภาพที่ 2.3 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องที่มีช่องแสงด้านข้าง

ที่มา: สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) และ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งเสริมพลังงาน (พพ.), 2547

วิธีการที่ง่ายและใช้กันมากที่สุดในการออกแบบให้แสงสว่างผ่านเข้าไปที่บริเวณด้านในของอาคารคือ การออกแบบช่องแสงให้อยู่ในระดับที่สูงบนผนังอาคาร แสงสว่างที่เข้ามาทางช่องแสงที่อยู่สูงจะสามารถผ่านเข้ามาภายในอาคารได้ลึกกว่า วิธีการที่แนะนำสำหรับการออกแบบ คือ การออกแบบหน้าต่างหรือช่องเปิดแบบแยกส่วน (Split Window Design) โดยหน้าต่างที่อยู่ส่วนล่าง

(Lower Window) จะทำหน้าที่เป็นหน้าต่างสำหรับการมองออกไปภายนอกอาคาร เพื่อเป็นการรักษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้อาคารกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ขณะเดียวกันก็เป็นส่วนที่ให้แสงสว่างแก่บริเวณด้านนอกของอาคาร (บริเวณใกล้กับหน้าต่าง) ส่วนหน้าต่างส่วนบน (Upper Window) จะทำหน้าที่รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงอย่างเดียว หิ้งสะท้อนแสงสว่างที่อยู่ระหว่างหน้าต่างทั้งสองจะช่วยสะท้อนให้แสงสว่างที่ผ่านเข้ามาทางหน้าต่างส่วนบนนี้เข้าไปในอาคารได้ลึกยิ่งขึ้น

อัตราส่วนที่เหมาะสมของพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังอาคารทั้งหมดควรอยู่ที่ประมาณ 25-40% สำหรับกรณีผนังโปร่งแสงเป็นกระจกใสธรรมดา (Clear Glass) แต่หากใช้กระจกที่มีคุณสมบัติดีขึ้น อัตราส่วนดังกล่าวก็จะเพิ่มขึ้นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของการส่งผ่านแสงสว่างของกระจกใสธรรมดา(ค่าสัมประสิทธิ์ส่งผ่านของแสงสว่างมีค่าประมาณ 85%) เปรียบเทียบกับของกระจกนั้นๆ ตัวอย่างเช่น ผนังโปร่งแสงที่เป็นกระจกตัดแสง (tinted glazing) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านของแสงสว่างหรือค่า Light Transmission Coefficient; LT เท่ากับ 40% ก็สามารถออกแบบให้อัตราส่วนของผนังโปร่งแสงต่อผนังอาคารทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของเมื่อใช้กระจกใสธรรมดาอัตราส่วนที่เหมาะสมของพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังอาคารทั้งหมดที่แนะนำข้างต้น



ภาพที่ 2.4 แสดงภาพตัดขวางของห้องที่มีเพดานลาดเอียงลึกเข้าไปจากบริเวณริมอาคาร

ที่มา: สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) และ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งเสริมพลังงาน (พพ.), 2547

ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติทั้งหมดภายในห้อง ณ จุดที่พิจารณาได้จากผลรวมของแสงสว่างที่ได้จากแสงสว่างโดยตรงจากด้านนอกของอาคาร (Sum of Direct Light From Outside) กับแสงสว่างที่เป็นแสงสะท้อน (Reflected Light) จากพื้นผิวและเครื่องเรือนเครื่องใช้ต่างๆ ภายในห้องนั้น ยิ่งในบริเวณที่ห่างจากช่องเปิดมากสัดส่วนของแสงสว่างที่เป็นแสงสะท้อนจะมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นพื้นและผนังภายในห้องจึงควรมีสีสว่างหรือสีอ่อน (Light Color) เพื่อให้สะท้อนแสงได้ดี ห้องที่มีพื้นและผนังสีเข้ม แม้ว่าปริมาณแสงสว่างที่บริเวณใกล้กับช่องเปิดอาจจะมีค่าเพียงพอ แต่ในส่วนถึงเข้าไปในห้องจะมืด แสงสว่างไม่เพียงพอแก่การใช้งาน

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าการสะท้อนเพื่อการใช้งานแสงสว่างธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพของพื้นผิวส่วนต่างๆ ของอาคาร

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

ที่มา: สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) และ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งเสริมพลังงาน (พพ.), 2547

ค่าการสะท้อนแสงที่แสดงในตารางเป็นค่าเมื่อเพดานเป็นสีขาวหรือเกือบขาว ผนังสีอ่อนมาก และพื้นเป็นสีอ่อนถึงเข้มปานกลาง (Light to Medium Dark) ค่าการสะท้อนแสงของผนังและเพดานเป็นส่วนที่สำคัญที่ต้องพิจารณา ทั้งนี้เพราะพื้นที่ทั้ง 2 ส่วนดังกล่าว สามารถสะท้อนแสงสว่างเข้าไปภายในอาคารได้ปริมาณมาก

2.3.3 รูปแบบของการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร รูปแบบช่องเปิดและอุปกรณ์บังแดด

รูปแบบในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร มีรูปแบบและวิธีการที่จะนำมาใช้หลายรูปแบบและวิธีการด้วยกัน โดยในการนำมาใช้จำเป็นต้องพิจารณาจากลักษณะของตัวสถาปัตยกรรม ลักษณะสภาพแวดล้อม ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะกิจกรรมการใช้งนและช่วงเวลาที่ใช้งานอาคาร โดยทั่วไปมีวิธีการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารในลักษณะต่างๆ เช่น

- แสงจากด้านข้าง (Side Lighting)
- แสงจากด้านบน (Top Lighting)
- แสงจากช่องเปิดเอียง (Angle Lighting)
- แสงจากการสะท้อน (Indirect Lighting)
- แสงจากโถงสูง (Atria, Light Court)
- แสงจากรูปแบบผสม (Combinations)

ฯลฯ

แต่ส่วนใหญ่รูปแบบการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารพอจะแบ่งออกได้เป็น

- การให้แสงจากทางด้านข้าง (Side Lighting)
- การให้แสงธรรมชาติทางด้านบน (Top Lighting)
- เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในการนำแสงจากธรรมชาติมาใช้

2.3.3.1 การให้แสงจากทางด้านข้าง (Side Lighting)

เป็นรูปแบบของการนำแสงธรรมชาติที่พบเห็นโดยทั่วไปในอาคารต่างๆ แสงธรรมชาติจะส่องผ่านช่องเปิดหน้าต่างที่อยู่ในส่วนของกรอบด้านข้างเข้ามาภายในอาคาร ลักษณะของแหล่งกำเนิดแสงที่ส่องผ่านเข้ามาจะมีแหล่งกำเนิดต่างๆ เช่น แสงจากท้องฟ้า แสงจากพื้นดิน พื้นผิวภายนอกที่เป็นตัวสะท้อนแสงและการสะท้อนแสงภายในอาคาร ในสภาวะที่ท้องฟ้าปิด (Overcast Sky) แหล่งกำเนิดแสงที่มีผลต่อช่องเปิดหน้าต่างด้านข้างคือ แสงจากท้องฟ้า ขณะที่ความสว่างจากพื้นดินหรือปัจจัยภายนอกอื่นๆ จะมีผลน้อยมากต่อความสว่างภายในอาคาร แต่เมื่ออยู่ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky) ค่าการสะท้อนแสงจากพื้นดินจะมีความสำคัญมาก ในอาคารทั่วไปที่มีการเปิดช่องแสงด้านข้างเพียงอย่างเดียวจะพบว่า จะมีแสงธรรมชาติเพียงพอในระยะ 2-3 เมตรจากหน้าต่างเท่านั้น (สุนทร บุญญาธิการ, 2541, น. 98 อ้างถึงในเสาวนิต ทองมี, 2550, น. 31-32) แต่การเปิดช่องแสงทางด้านข้างเป็นการสร้างทัศนวิสัยและเปิดมุมมองที่ดีในการสัมผัสกับธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ลักษณะของช่องเปิดด้านข้าง สามารถจำแนกออกได้ดังต่อไปนี้ (Egan, 1983: 110)

1. หน้าต่างช่วงล่าง (Low Window)

เป็นรูปแบบหน้าต่างที่มีระดับความสูงจากพื้นประมาณ 0.90-1.50 เมตร หน้าต่างช่วงล่างจะได้รับผลกระทบจากการสะท้อนแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่อยู่ใกล้โดยรอบ หรือ บริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับสายตา เช่น แสงสะท้อนจากพื้นดินและพื้นผิวสะท้อนแสง ในการใช้งานของหน้าต่างช่วงล่างจะไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องความจ้า (Glare) ของแสงที่เกิดขึ้นกับแนวระนาบของการใช้งาน (Working Plane) ในส่วนของความร้อนของแสงแดดโดยตรงจะมีผลต่อหน้าต่างช่วงล่างน้อยมาก รูปแบบของหน้าต่างช่วงล่างจะมีข้อเสีย คือ จะเกิดลักษณะความเปรียบต่าง (Contrast) ที่เกิดขึ้น ระหว่างแนวผนังช่วงบนเหนือช่องหน้าต่างกับบริเวณฝ้าเพดานที่อยู่ติดต่อกัน ซึ่งเป็นส่วนที่ส่องสว่างไปไม่ถึง แนวทางการปรับแก้ลักษณะดังกล่าวนี้ จึงต้องปรับแนวระดับฝ้าเพดาน ให้มีความลาดเอียงเพื่อลดระดับความเปรียบต่างที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ในส่วนของทัศนวิสัยก็มีข้อจำกัดในระดับที่ไม่เกินสายตา

2. หน้าต่างช่วงกลาง (Middle Window)

เป็นรูปแบบหน้าต่างที่พบเห็นโดยทั่วไป โดยมีความสูงจากระดับพื้นห้องประมาณ 0.90-2.00 เมตร ประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงจากพื้นด้นเข้ามาภายในจะไม่ดีเท่ากับหน้าต่างช่วงล่าง และประสิทธิภาพในการกระจายแสงก็ไม่เท่ากับหน้าต่างช่วงบน แต่อย่างไรก็ดีตามลักษณะการส่องสว่างของหน้าต่างลักษณะนี้ ก็จะมีความเพียงพอต่อระดับการใช้งาน (Working Plane) ในช่วงระยะ 2-3 เมตรจากช่องหน้าต่าง นอกจากนี้หน้าต่างช่วงกลางจะได้รับประโยชน์จากแสงสว่างแล้ว ยังมีลักษณะทัศนวิสัยที่ดีกว่ารูปแบบหน้าต่างชนิดอื่นๆ เนื่องจากเป็นช่วงที่อยู่ในระดับสายตา จากปัญหาที่พบกับรูปแบบหน้าต่างช่วงกลาง คือ ปริมาณความจ้าของแสงที่ได้รับโดยเฉพาะในส่วนบริเวณใกล้หน้าต่าง หากไม่ได้รับการป้องกันที่ดีพอ แนวทางปรับแก้ปริมาณความจ้าของแสงที่เกิดขึ้นโดยการใช้อุปกรณ์บังแดดหรือการปรับความลาดเอียงของกระจก

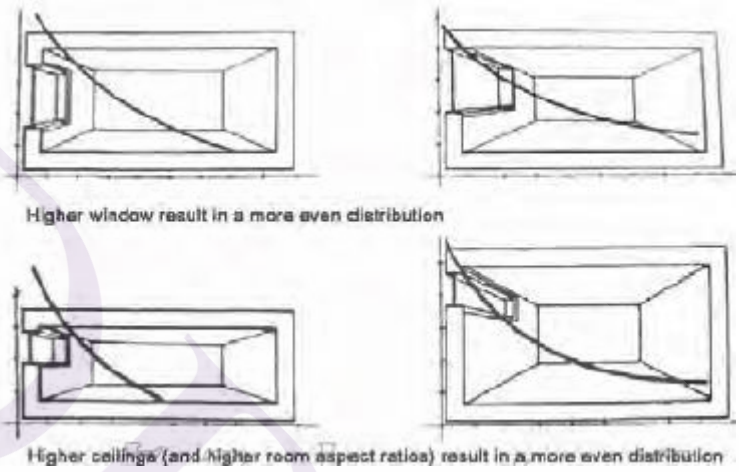
3. หน้าต่างช่วงบน (High Window)

หน้าต่างช่วงบนเป็นช่วงหน้าต่างที่มีระดับความสูงจากพื้นประมาณ 2 เมตรขึ้นไป หน้าต่างลักษณะนี้จะให้การส่องสว่างผ่านเข้ามาภายในได้ลึกกว่าหน้าต่างช่วงล่างและหน้าต่างช่วงกลาง ทั้งจากแสงตรงและแสงกระจายและในสภาวะที่ท้องฟ้าปิด ข้อเสียของหน้าต่างชนิดนี้ คือ ปริมาณแสงที่ส่องผ่านเข้ามาภายในระดับของการใช้งาในบริเวณที่อยู่ใกล้หน้าต่างจะมีปริมาณแสงที่ไม่เพียงพอ และทัศนวิสัยก็ยังด้อยกว่าหน้าต่างชนิดอื่น ในส่วนความจ้าของแสงที่เกิดขึ้นกับหน้าต่างช่วงบนจะไม่ค่อยมีปัญหา เนื่องจากเป็นช่วงที่อยู่เหนือระดับสายตา

4. รูปแบบการนำแสงธรรมชาติทางด้านข้างมาใช้ (Side Light Techniques)

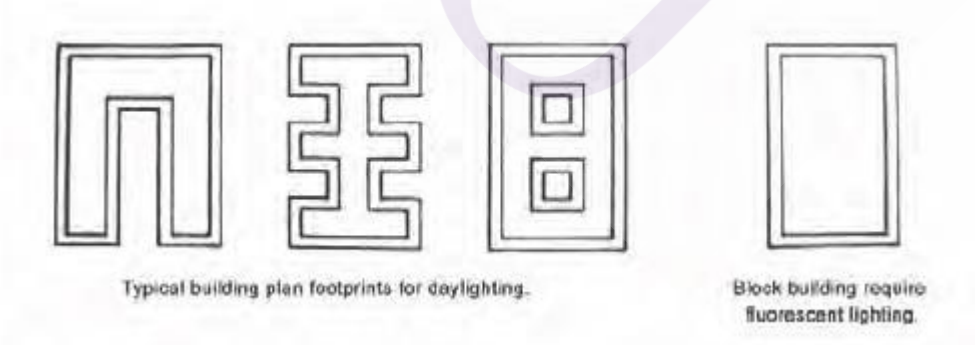
การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ด้านข้าง มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ รูปแบบ ขนาด ความสูง และความกว้างของช่องเปิด ระยะความลึกของห้อง โดยตำแหน่งของช่องแสงยิ่งสูงมาก

แสงธรรมชาติก็จะสามารถเข้าไปได้ลึกขึ้นและมีการกระจายแสงได้อย่างทั่วถึง ดังภาพที่ 2.5 (แสดง Room Aspect ratio) จะเห็นว่าตำแหน่งของช่องแสงทางด้านข้างที่สูงจะทำให้แสงสว่างเข้ามาในพื้นที่ห้องได้ลึกกว่าช่องแสงที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า และพื้นที่เส้นรอบรูปของอาคาร (Building Footprints) สำหรับอาคารที่จะออกแบบโดยคำนึงถึงการใช้แสงธรรมชาติควรมีรูปร่างของรูปทรงที่มีพื้นที่ของเส้นรอบรูปที่มาก เช่น รูปตัว E, H, F, L, U หรือ O ดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.5 แสดง Room Aspect Ratio

ที่มา: M.Schiler, Simpliflied Design of Building Lighting (New York: John Wiley & son Co., 1992), 87



ภาพที่ 2.6 แสดง Building Footprints

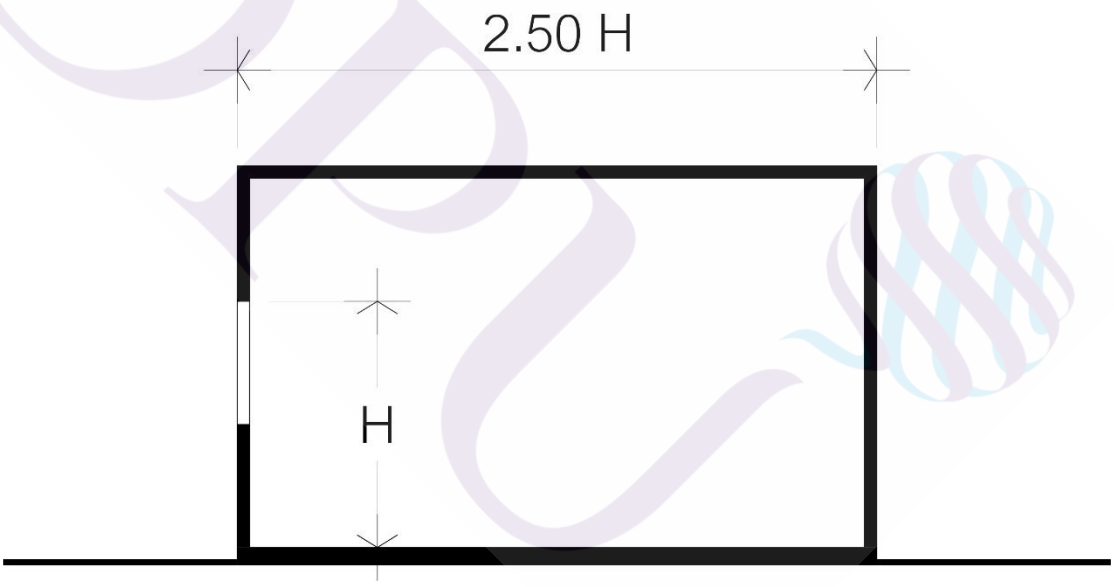
ที่มา: M.Schiler, Simpliflied Design of Building Lighting (New York: John Wiley & son Co., 1992), 87

5. ความสัมพันธ์ของช่องเปิดที่มีผลต่อสภาพการส่องสว่างภายใน

โดยลักษณะทั่วไปสัดส่วนของช่องเปิดหรือช่องแสง จะมีความสัมพันธ์กับลักษณะของส่องสว่าง 2 กรณีด้วยกัน คือ

ก. สัดส่วนของช่องเปิดมีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงที่ส่องผ่านเข้ามายังพื้นที่ภายใน

ข. สัดส่วนของช่องเปิดมีความสัมพันธ์กับลักษณะการกระจายแสง ที่สอ่งผ่านเข้ามายังพื้นที่ภายใน ในลักษณะแนวกว้าง แนวยาว และแนวตั้ง โดยความลึกของห้องไม่ควรเกิน 2.5 H เมื่อ H คือ ความสูงของช่องเปิด ดังภาพที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของห้องและความสูงของช่องเปิด

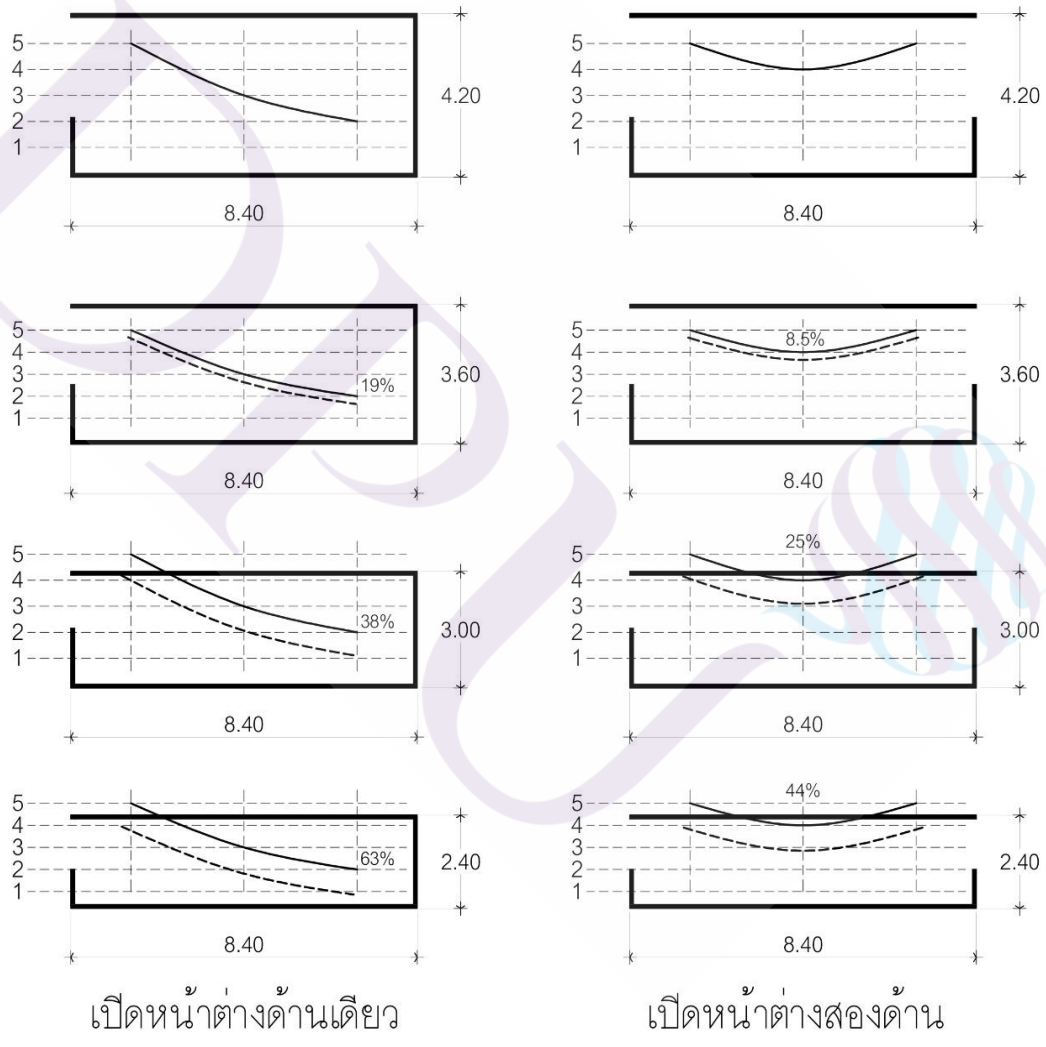


ภาพที่ 2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของห้องและความสูงของช่องเปิด

ที่มา: Egan, D.M. **Concepts in architectural lighting.** (New York: John Wiley & son Co., 1983), 169

6. ความสูงและความกว้างของช่องเปิดหรือหน้าต่าง

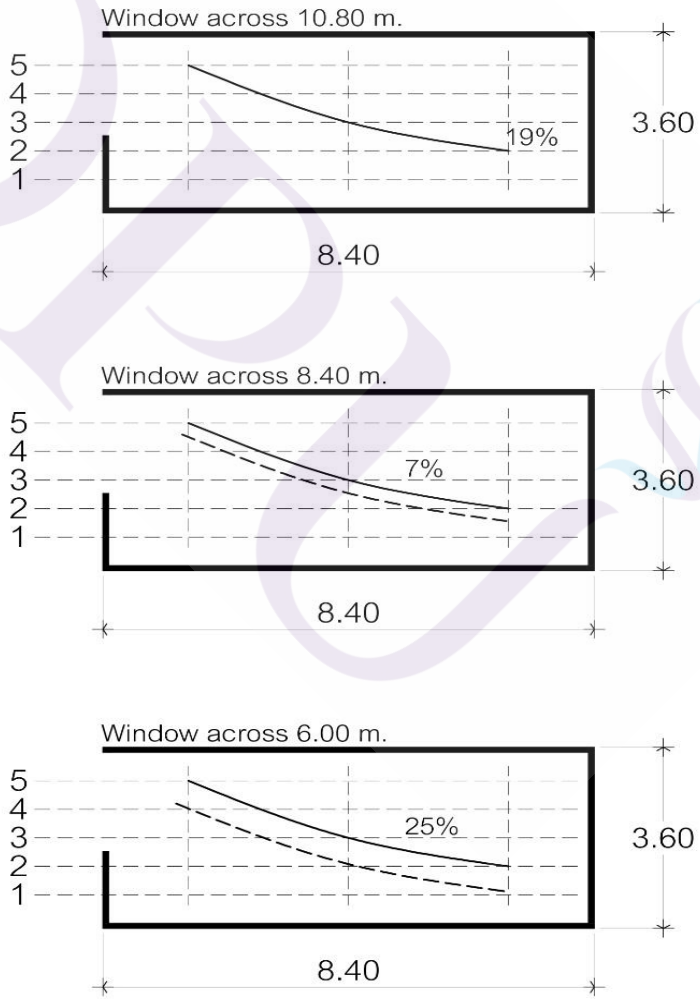
ขนาดและความสูงของหน้าต่างโดยมีระดับที่อยู่เหนือระดับการทำงาน (Working Plane) จะเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบแสงสว่างจากธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติรูปแบบของหน้าต่างที่มีขนาดใหญ่ยะยอมให้ปริมาณแสงส่องผ่านเข้ามาได้มากแต่ความสูงของหน้าต่างจะเป็นตัวแปรสำคัญมากกว่า โดยความสูงของหน้าต่างจะมีผลต่อความลึกในการส่องสว่างของแสงที่ผ่านเข้ามาภายใน ในส่วนของความกว้างของหน้าต่างจะมีผลต่อปริมาณการส่องสว่างภายใน คือ หน้าต่างที่กว้างยาวจะมีประสิทธิภาพในการส่องสว่างที่ดีกว่าหน้าต่างแคบ



ภาพที่ 2.8 การเปรียบเทียบความสูงของหน้าต่างที่มีความสัมพันธ์ต่อการส่องสว่างของแสงเข้ามาภายใน ระหว่างหน้าต่างเปิดด้านเดียวกับหน้าต่างเปิด 2 ด้าน

ที่มา: Egan, D.M. Concepts in architectural lighting. (New York: John Wiley & son Co., 1983)

จากภาพที่ 2.8 (เปิดหน้าต่างเดียว) ขนาดความสูงของช่องเปิดที่ลดลง จากความสูงเดิม 4.20 เมตร เป็น 3.60 เมตร, 3.00 เมตร และ2.40 เมตร ตามลำดับ โดยมีความลึกของห้องคงที่ คือ 8.40 เมตร ประสิทธิภาพในการส่องสว่างเข้ามาภายในจะมีปริมาณลดน้อยลง 19%, 38%, และ 63% ตามลำดับ ณ ตำแหน่งบริเวณด้านหลังของห้อง และจากการเปรียบเทียบของปริมาณการส่องสว่างของแสง โดยมีหน้าต่างทั้งสองด้าน ขนาดความสูงของช่องเปิดที่ลดลง จากความสูงเดิม 4.20 เมตร เป็น 3.60 เมตร, 3.00 เมตร และ 2.40 เมตร ตามลำดับ โดยที่ขนาดความลึกของห้องคงที่ คือ 8.40 เมตร ที่บริเวณส่วนกลางของห้องปริมาณการส่องสว่างจะลดลง 8.5%, 25% และ 44% ตามลำดับ



ภาพที่ 2.9 การเปรียบเทียบปริมาณการส่องสว่างจากการปรับเปลี่ยนความยาวของหน้าต่าง

ที่มา: Egan, D.M. Concepts in architectural lighting. (New York: John Wiley & son Co., 1983)

จากภาพที่ 2.9 ปริมาณการส่องสว่างของแสงที่ส่องผ่านเข้ามาภายในจะลดลงจากการแปรเปลี่ยนความยาวของหน้าต่างที่แตกต่างกันจากเดิม 10.80 เมตร เป็น 8.40 เมตร และ 6.00 เมตร ประสิทธิภาพในการส่องสว่างจะลดลง 7% และ 25% ณ จุดที่อยู่บริเวณด้านหลังของห้อง

2) ช่องแสงด้านบน (Top Light)

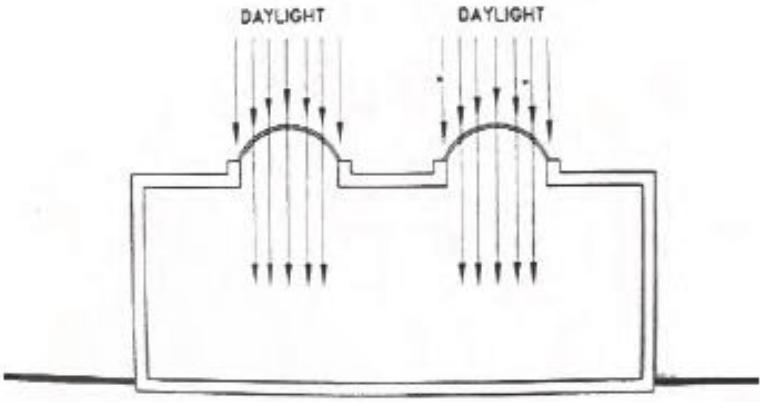
การใช้ช่องแสงด้านบนจะทำให้สามารถนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารได้มากกว่าช่องแสงด้านข้าง เนื่องจากเป็นการให้แสงโดยตรงจากด้านบน การให้แสงทางด้านบนโดยมากจะเกิดในลักษณะอาคารที่มีขนาดของเส้นรอบรูปมาก ซึ่งการให้แสงทางด้านข้างมีประสิทธิภาพที่ไม่เพียงพอหรือเอื้ออำนวยต่อการใช้งาน รูปแบบการให้แสงจากด้านบนโดยมากจะไม่คำนึงถึงทัศนวิสัยของผู้ใช้อาคาร แต่คำนึงถึงประสิทธิภาพในการส่องสว่างเป็นหลัก แต่ข้อควรคำนึงของการให้แสงทางด้านบน คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นพร้อมกับการให้การส่องสว่าง โดยเฉพาะในส่วนของสภาพภูมิอากาศเขตร้อน หากไม่มีการศึกษาป้องกันที่ดีพอ

ในการให้แสงทางด้านบนมีรูปแบบในการให้การส่องสว่าง ดังนี้

- Horizontal Light
- Sawtooth Light
- Monitor Light

2.1 Horizontal Light

รูปแบบของ Horizontal Light เป็นการให้แสงสว่างในแนวนอนหรือแนวเอียง ซึ่งสามารถให้ปริมาณแสงที่คงที่สม่ำเสมอ รวมทั้งประสิทธิภาพของแสงมากกว่าการให้แสงโดยลักษณะอื่นๆ แต่ข้อควรคำนึงคือ ปริมาณความร้อนและความจ้าที่ผ่านเข้าสู่ภายในพร้อมแสงสว่างและปริมาแสงที่มีความจ้ามากเกินไป เนื่องจากเป็นการให้แสงโดยตรงผ่านช่องเปิดเข้ามาภายใน ซึ่งในการให้แสงลักษณะนี้จะมีความเหมาะสมกับลักษณะสภาพภูมิอากาศในเขตหนาว

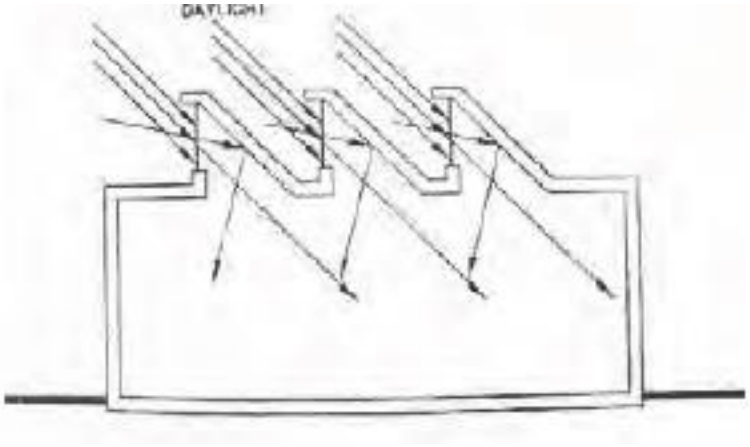


ภาพที่ 2.10 ลักษณะการให้แสงแบบ Horizontal Light หรือ Sky Light

ที่มา: Schiler, M. Simpliflied Design of Building Lighting. (New York: John Wiley & son Co., 1992), 88

2.2 Sawtooth Light

เป็นลักษณะการให้แสงจากช่องแสงเพียงด้านเดียว หรือ ในบางกรณีจะมีช่องแสงสองด้าน ลักษณะการให้แสงประเภทนี้สามารถหลีกเลี่ยงแสงแดดโดยตรง (Direct Sun) ได้โดยส่วนใหญ่จะหันทิศทางของช่องเปิดไปทางทิศเหนือ ซึ่งไม่ค่อยรับแสงแดดโดยตรง ประสิทธิภาพในการส่องสว่างจึงสามารถใช้ได้อย่างเต็มที่ แสงที่ได้รับจึงมีคุณภาพที่นิ่มนวล มีปริมาณการส่องสว่างที่พอเหมาะและมีปริมาณความร้อนปะปนมาน้อย นอกจากนี้การมีลักษณะกระจกทางตั้งทำให้ไม่สะสมความสกปรก สามารถทำความสะอาดได้ง่าย ข้อควรคำนึงถึงการให้แสงในลักษณะนี้คือการเอียงของกระจกในส่วนของช่องเปิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จะมีความแตกต่างกันระหว่างประเทศในเขตหนาวและประเทศในเขตร้อน อันเป็นผลเนื่องมาจากมุมตกกระทบของดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน ในประเทศเขตหนาวตำแหน่งและมุม Altitude ของดวงอาทิตย์จะค่อนข้างต่ำ ทำให้สามารถเอียงกระจกไปด้านหลังในลักษณะมุมเองที่น้อยกว่า 90 องศา จึงสามารถรับแสงได้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยที่ไม่ได้รับแสงแดด แต่ในประเทศเขตร้อน ตำแหน่งและมุม Altitude ของดวงอาทิตย์ค่อนข้างสูง จึงจำเป็นต้องเอียงกระจกไปด้านหน้าในลักษณะมุมเอียงที่มากกว่า 90 องศา จึงจะไม่ได้รับแดดโดยตรง เป็นต้น

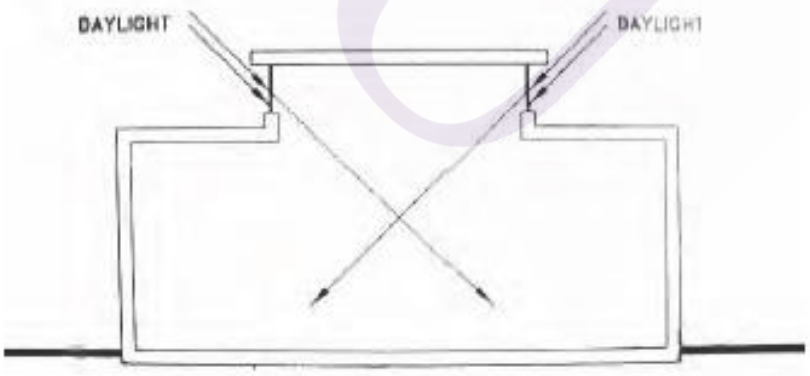


ภาพที่ 2.11 ลักษณะการให้แสงแบบ Sawtooth Light

ที่มา: Schiler, M. Simpliflied Design of Building Lighting. (New York: John Wiley & son Co., 1992), 88

2.3 Monitor Ligh

เป็นลักษณะการให้แสงแบบช่องแสงสองด้าน ทำให้มีลักษณะการส่องสว่างที่สม่ำเสมอ หากมีการพิจารณาถึงความเหมาะสมของระยะห่างระหว่างช่องแสงกับความสูงของอาคาร ข้อควรคำนึงถึงการให้แสงในลักษณะนี้คือ ช่องเปิดในด้านทิศใต้ซึ่งต้องมีการป้องกันจากแสงแดดโดยตรง จะทำให้ประสิทธิภาพของช่องแสงด้านนี้ลดลง



ภาพที่ 2.12 ลักษณะการให้แสงแบบ Monitor Light

ที่มา: Schiler, M. **Simpliflied Design of Building Lighting**. (New York: John Wiley & son Co., 1992), 89

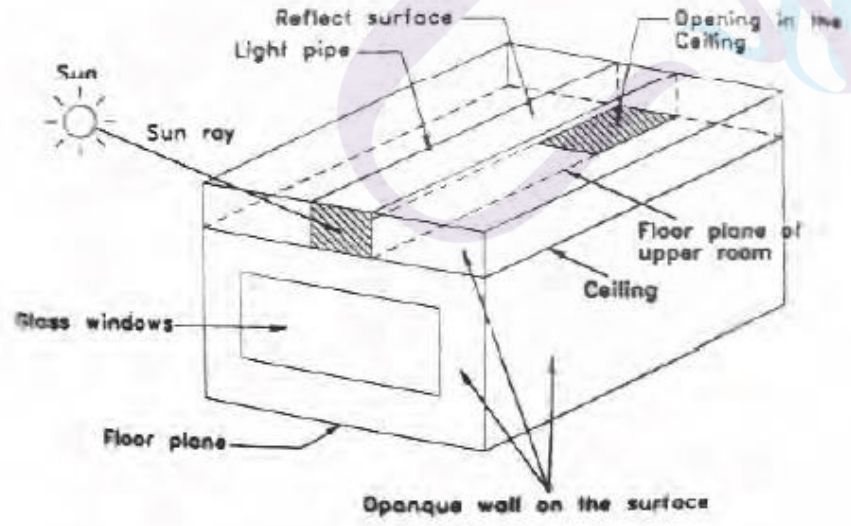
3) เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในการนำแสงจากธรรมชาติมาใช้

ในปัจจุบันมีเทคนิคที่เป็นที่นิยม โดยการใช้อุปกรณ์ในการนำแสงธรรมชาติมาใช้อยู่ 2 วิธี คือ

- การใช้ท่อนำแสง (Light Pipe)
- การใช้หิ้งสะท้อนแสง (Light Sheives)

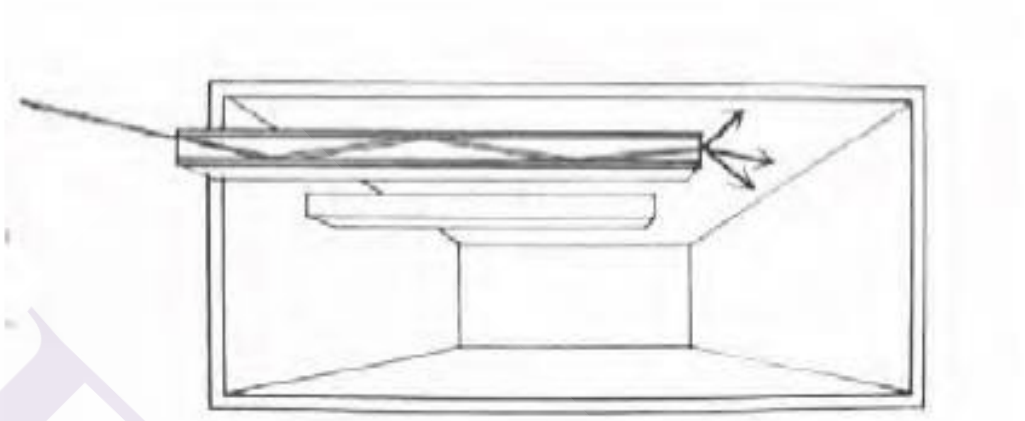
3.1 ท่อนำแสง (Light Pipe)

เป็นการนำแสงธรรมชาติโดยอาศัยการสะท้อนแสงภายในท่อนำแสง ที่มีลักษณะของพื้นผิววัสดุที่สะท้อนแสงได้ดี เช่น กระจก ปริซึม ฟิล์มสะท้อนแสง ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่องสว่างบริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปจากช่องเปิด แต่ปริมาณความร้อยของรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงจะมีจำนวนน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการให้แสงโดยตรงจากช่องแสงทางด้านบน เมื่อเปรียบเทียบกับความคุ้มค่าต่อการนำมาใช้งานแล้วรูปแบบของระบบท่อนำแสง ยังมีข้อด้อยกว่าระบบนำแสงชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีราคาที่แพงกว่าและปริมาณการส่องสว่างที่ได้ก็ยังมีประสิทธิภาพไม่มากนัก (เจริญ เดชเจษฎาวงศ์, 2545, น. 54)



ภาพที่ 2.13 แสดงลักษณะรูปแบบของท่อนำแสง (Light Pipe)

ที่มา: Schiler, M. **Simpliflied Design of Building Lighting**. (New York: John Wiley & son Co., 1992), 93



ภาพที่ 2.14 แสดงรูปแบบขอท่อนำแสง (Light Pipe)

ที่มา: Schiler, M. Simpliflied Design of Building Lighting. (New York: John Wiley & son Co., 1992), 93

3.2 หิ้งสะท้อนแสง (Light Shelves)

เป็นเทคนิควิธีชนิดหนึ่งที่สามารถนำแสงธรรมชาติที่อาศัยลักษณะการสะท้อนแสง จากพื้นผิววัสดุที่มีลักษณะการยื่นเป็นอุปกรณ์บังแดดเข้ามาใช้ในอาคารทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยหิ้งสะท้อนแสงสามารถนำแสงเข้ามาภายในอาคารได้ลึกขึ้น และขณะเดียวกันก็ช่วยลดแสงบาดตาลงได้ในสภาพท้องฟ้าโปร่ง จากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติจากหิ้งสะท้อนแสง จากสภาพท้องฟ้าทั่วไปนั้นมีปริมาณและคุณภาพดีกว่าแสงสว่างที่ส่องเข้ามาโดยรอกรอบอาคาร หรือดีกว่าแสงสว่างที่ส่องผ่านช่องเปิด (Seikowitz, Navaab, and Matthews, 1983) รูปแบบทั่วไปของ Light Shelves แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลักๆ ดังนี้

- หิ้งสะท้อนแสงภายนอกอาคาร (Exterior Light Shelves)
- หิ้งสะท้อนแสงภายในอาคาร (Interior Light Shelves)
- หิ้งสะท้อนแสงแบบผสม (Combined Light Shelves)

จะเห็นได้ว่าเทคนิควิธีในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร ทั้ง 3 วิธีนั้นต่างมีลักษณะข้อดี ข้อเสีย ในการที่จะนำมาพิจารณาในการเลือกใช้ที่แตกต่างกัน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับอาคารแต่ละประเภทแต่ละกิจกรรมและแต่ละสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้พิจารณาเลือกใช้ เทคนิคการนำแสงธรรมชาติทางด้านข้างมาใช้ (Side Light)

เนื่องจากรูปแบบอาคารนันทนาการของโครงการ “ลิฟวิ่งเวล” เดิมนั้น มีการออกแบบโดยคำนึงถึงการใช้แสงธรรมชาติทางด้านข้างมาใช้อยู่ก่อนแล้ว

4) อุปกรณ์บังแดด

อุปกรณ์บังแดด เป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งของอาคาร ที่มีผลต่ออาคารทั้งในการช่วงในการป้องกันแดด ลม ฝนที่มีผลกระทบต่ออาคาร แต่หน้าที่ที่สำคัญของอุปกรณ์บังแดดก็คือ การป้องกันแดดให้กับอาคารให้ได้รับปริมาณแสงแดดและความร้อนที่ส่องผ่านเข้ามาให้มีปริมาณที่พอเหมาะ ซึ่งลักษณะทั่วไปของแผงบังแดดและเงาที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ (ตรีงใจ บูรณสมภพ, 2521, น. 71) ดังนี้

- ทางนอน (Horizontal Overhangs) บังแดดได้คล้ายรูปเสี้ยว (Segment Mask)
- ทางตั้ง (Vertical Louvers) บังแดดได้เป็นรูป (Radial Mask)
- แบบตาราง (Egg crate Type) เป็นแผงบังแดดผสมทั้งทางตั้งและทางนอน เงาที่ได้รับจะเป็นแบบรวม (Combination Mask)

5) สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อระดับความส่องสว่าง

5.1) ค่าการสะท้อนแสงภายนอกอาคาร

สภาพแวดล้อมภายนอกอาคารนั้น มีผลต่อระดับค่าความส่องสว่างแก่อาคารที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากสภาพแวดล้อมแต่ละที่มีความแตกต่างกัน เช่น อาคารข้างเคียง ต้นไม้ พื้นดิน ฯลฯ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนมีผลต่อระดับการส่องสว่างจากการสะท้อนแสงและค่ารังสีความร้อนกับตัวอาคาร โดยเฉพาะการสะท้อนแสงจากพื้นดิน จากการศึกษาพบว่า ค่าการสะท้อนแสงจากพื้นดินจะมีสัดส่วนประมาณ 15% ของแสงธรรมชาติที่ตกกระทบหน้าต่าง ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าการสะท้อนแสงของวัสดุอาคาร

Meterial	**Reflectance (%)**	**Meterial**	**Reflectance (%)**
- หินทราย	18	- แอลฟัลท์ไม่สกปรก	7
- อิฐ		- กรวด	13
สีเหลืองอ่อน	48	- หิมะ	
สีเหลืองเข้ม	40	หิมะใหม่	74

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

Meterial	**Reflectance (%)**	**Meterial**	**Reflectance (%)**
สีน้ำตาล	30	หิมะเก่า	64
- ซีเมนต์	27	-ต้นไม้ทั่วไป	25
- คอนกรีต	55	-กระจก	
- หินอ่อนสีขาว	45	กระจกใส	7
- สีขาวทาอาคาร		กระจกสะท้อนแสง	20-30
สีขาวใหม่	75	กระจกสี	7
-สีขาวเก่า	55		

ที่มา: Neufert, E. **Architects' data.** (London: BSP Professional books, 1982), 25

5.2) ค่าการสะท้อนแสงภายใน

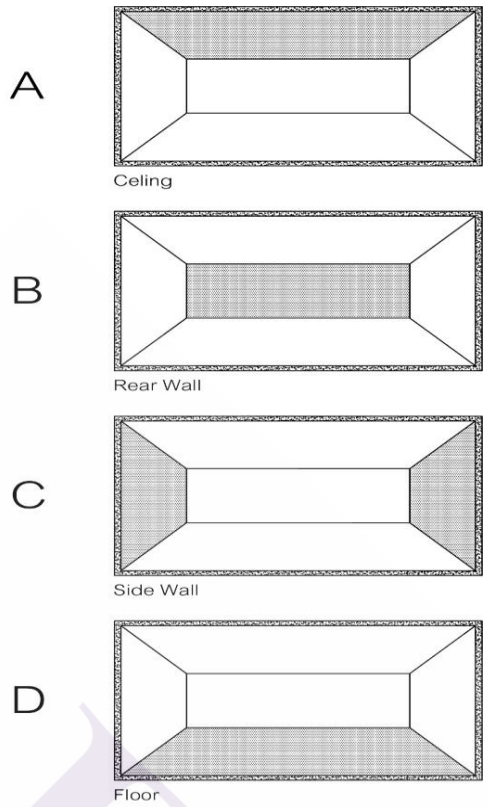
ค่าการสะท้อนแสงภายในอาคารเป็นคุณสมบัติของวัสดุภายในอาคาร ที่มีผลต่อการนำแสงธรรมชาติ ในการนำแสงสว่างจากธรรมชาตินอกจากค่าการสะท้อนแสงจากภายนอกแล้ว ค่าการสะท้อนแสงภายในก็มีส่วนสำคัญต่อการนำแสง จากภาพที่ 2.15 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบของค่าการสะท้อนแสงภายในได้ ดังนี้

- ฝ้าเพดานที่มีสีทึบแต่ผนังและพื้นมีสีสว่าง จะทำให้ประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงภายในมีประสิทธิภาพต่ำสุด (ภาพที่ 2.15 A)

- ฝ้าเพดาน พื้นและผนังด้านข้างใช้สีสว่าง แต่ผนังด้านตรงข้ามหน้าใช้สีทึบ ประสิทธิภาพของการสะท้อนแสงจะดีกว่าแบบแรก (ภาพที่ 2.15 B)

- ฝ้าเพดาน พื้น ผนังด้านตรงข้ามหน้าต่างใช้สีสว่าง แต่ผนังด้านตรงข้ามหน้าต่างใช้สีทึบ ประสิทธิภาพการสะท้อนแสงภายในจะดีกว่าแบบที่ 2 (ภาพที่ 2.15 C)

- ฝ้าเพดาน ผนังทั้งหมดใช้สีสว่าง พื้นใช้สีทึบ ประสิทธิภาพการสะท้อนแสงภายในจะดีที่สุด (ภาพที่ 2.15 D)



ภาพที่ 2.15 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สีที่มีผลต่อการสะท้อนแสงภายใน

ที่มา: Egan, D. Architectural lighting. (New York: Mcgrew-hill, 2002), 106

6) การพิจารณาค่าความส่องสว่างภายในอาคารโดยอาศัยแสงธรรมชาติ

การกำหนดปริมาณแสงธรรมชาติภายในอาคารจะพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงธรรมชาติภายนอกอาคารที่มีต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในอาคาร ซึ่งมีลักษณะการแปรผันคล้อยตามกันคือ แปรผันตรง โดยทั่วไปวิธีการคำนวณจะมีหลายวิธี ซึ่งวิธีการคำนวณที่เป็นที่นิยมใช้ทั่วไป จะแยกได้เป็น 2 วิธีการหลัก คือ

- Lumen Transfer Method
- Daylight Factor Method
- Ray tracing

6.1) Lumen Transfer Method

หรือเรียกว่า Lumen Input Method หรือ Total Flux Method ตามลักษณะของพื้นฐานของการคำนวณในการหาค่าความส่องสว่างในแต่ละจุด (Station Point, SP) ภายในอาคาร วิธีการคำนวณแบบ Lumen Transfer Method ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกที่มหาวิทยาลัย Southern Methodist University ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1953 และได้รับการพัฒนาต่อมาในปี ค.ศ. 1956 หลักการของวิธีดังกล่าวจะเป็นการพิจารณาค่าความส่องสว่างรวมที่ตกกระทบ ณ จุดใดจุดหนึ่ง ในแต่ละระยะความลึกที่กำหนดภายในอาคารนั้น อันเนื่องมาจากค่าความส่องสว่างภายนอกที่กระทำโดยผ่านช่องเปิดหรือช่องแสงต่างๆ เข้ามาภายในอาคาร

การพิจารณาด้วยวิธีการแบบลูเมนนั้น จะสามารถพิจารณาถึงค่าความส่องสว่างภายในอาคาร เป็นลักษณะของแต่ละตำแหน่งต่างๆ ภายในอาคารที่ระดับการทำงานปกติ ประมาณ 25 ฟุต หรือ 0.75 เมตร เนื่องจากระดับความสูงอื่นๆ จะไม่มีผลที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณมากนักและจุดต่างๆ ที่กำหนดจะแบ่งออกเป็นจุดย่อยๆ จำนวน 3-5 จุด ที่ใช้ในการอ้างอิงถึงระดับความส่องสว่างภายในห้องที่ตั้งตรงในแนวตั้งฉากจากเส้นกลางของช่องแสงหรือช่องเปิด โดยมีการกำหนดจุดต่างๆ เรียงตามลำดับ ดังนี้

จุดที่ใกล้กับหน้าต่างมากที่สุด กำหนดให้เป็น

SP, max คือ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากช่องเปิดเป็นระยะ 5 ฟุต หรือ ร้อยละ 10 ของความยาวห้องที่ระดับความสูงของการทำงานปกติ (Working Plane) 0.75 เมตร

SP, mid คือ ตำแหน่งที่จุดศูนย์กลางของห้อง ที่ระดับความสูงของการทำงานปกติ (Working Plane)

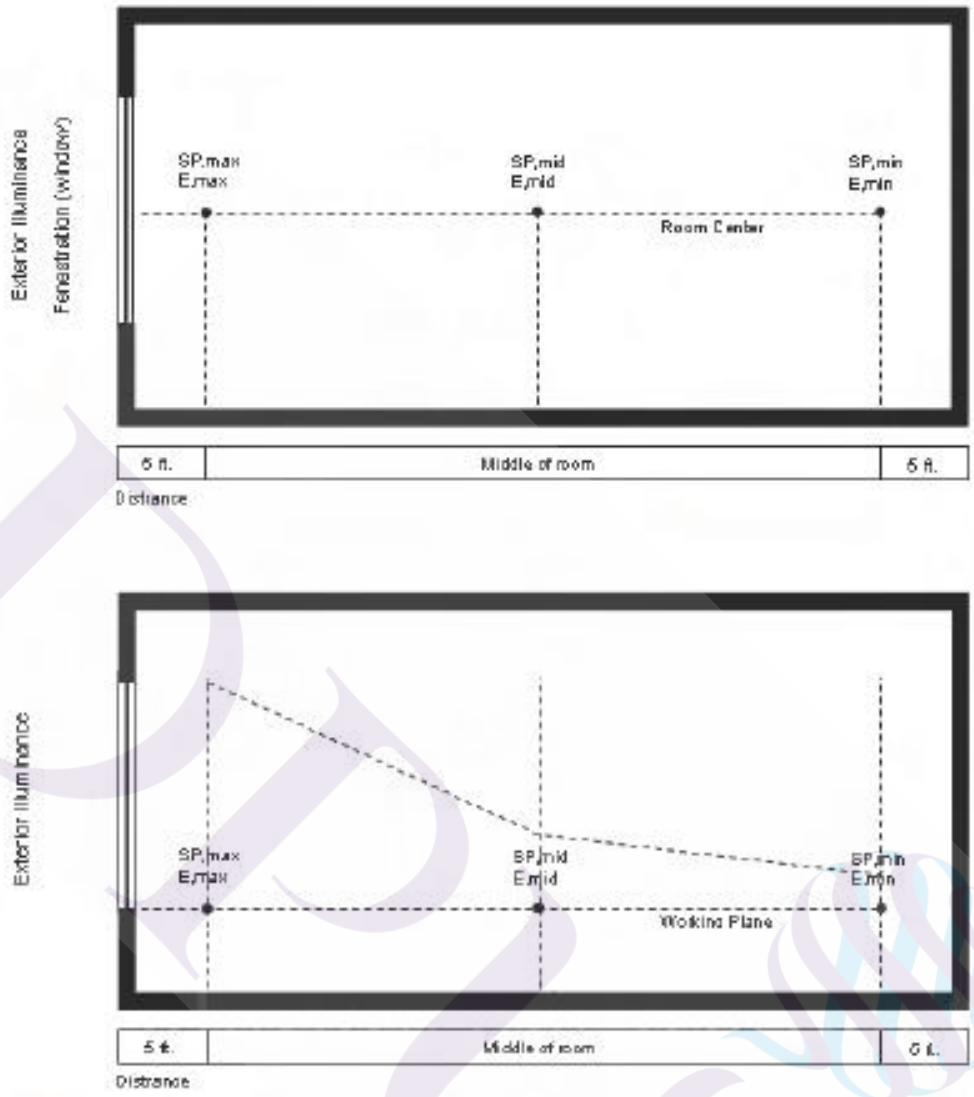
SP, min คือ ตำแหน่งที่จุดสุดท้าย หรือ จุดที่ห่างจากผนังห้องด้านในสุดเข้ามา 5 ฟุต หรือร้อยละ 10 จากผนังด้านลึกของห้อง หรือ ระยะร้อยละ 90 จากช่องแสง

โดยค่าความส่องสว่างที่ได้จากจุดดังกล่าวทั้ง 3 จุด คือ E max, E mid, E min (บางวิธีจะใช้การคำนวณ 5 จุด)

E max คือ ค่าความสว่างเฉลี่ยรวมของห้อง (Absolute Illuminance) ที่คำนวณที่จุด SP, max

E mid คือ ค่าความสว่างเฉลี่ยรวมของห้อง ที่คำนวณที่จุด SP, mid

E min คือ ค่าความสว่างเฉลี่ยรวมของห้อง ที่คำนวณที่จุด SP, min



ภาพที่ 2.16 แสดงการพิจารณาค่าความส่องสว่างรวมที่ตกกระทบ ณ จุดใดจุดหนึ่ง ด้วยวิธีการคำนวณแบ Lumen Method

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของค่าความส่องสว่างด้วยวิธีการคำนวณแบบลูเมน จะประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญ ดังนี้

ก. ปริมาณแสงที่ตกกระทบถึงช่องเปิดเหนือระนาบที่พิจารณา โดยพิจารณาตัวแปรของแหล่งกำเนิด ดังนี้

- ค่าความส่องสว่างและสภาพของท้องฟ้า (Sky Illumination and Sky Condition)
- มุมของดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อช่องเปิด (Solar Altitude and Solar Azimuth)

- ปริมารความเข้มของแสงแดด (Intensity of Sunlight) โดยไม่รวมแสงแดดที่ส่องเข้าสู่ภายในห้อง

ข. ปริมาณแสงที่ตกกระทบถึงช่องเปิดต่ำกว่าระนาบที่พิจารณา โดยพิจารณาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อปริมาณแสง ดังนี้

- ค่าความส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นดินภายใต้สภาพท้องฟ้าโปร่ง หรือ ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุ่มทึบ โดยกำหนดให้

EGH, C คือ ค่าความส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นดินภายใต้สภาพท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky)

EGH, O คือ ค่าความส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นดินภายใต้สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมทึบ (Overcast Sky)

ค. ปริมาณแสงที่ผ่านช่องเปิดเข้าสู่ภายในอาคาร โดยพิจารณาจากตัวแปร ดังนี้

- พื้นที่กระจกจากช่องเปิดที่มีแสงส่องผ่านได้ (Ag)

- ค่าการส่องผ่านของแสงของวัสดุที่เป็นช่องแสง (Tg)

- อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ของช่องแสงที่สามารถส่องผ่านได้ต่อพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด

- ความสกปรกของช่องแสง ซึ่งมีผลต่อการส่งผ่านแสงอันเนื่องมาจากการสะสมของฝุ่นบนพื้นผิวระนาบ (Dirt Collection, Dg)

ง. ปริมาณแสงที่สามารถนำมาใช้งาน และการกระจายของแสงในระดับความสูงของการทำงานปกติ (Working Plane) 0.75 เมตร

- การกระจายตัวของแสงเนื่องจากการสะท้อนของพื้นผิวของวัสดุภายในห้อง

- อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวของช่องเปิด

- อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวต่อความสูงของห้อง

6.2) Daylight Factor Method

Daylight Factor Method หรือ Sky Factor หรือ Flux Method เป็นวิธีการคำนวณระดับความส่องสว่างภายในอาคารที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายมากกว่า 70 ปี (โดยเฉพาะในประเทศอังกฤษได้มีการกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และอาศัยการคำนวณด้วยวิธีนี้) (Waldram, 1940: 86) วิธี Daylight Factor ได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมต่อมา เพื่อการใช้งานที่สะดวกขึ้น (Hopkison, Petherpridge and Longmore, 1966:135)

หลักการของ Daylight Factor (DF) จะเป็นวิธีการที่กำหนดขึ้นจากอัตราส่วนเปรียบเทียบ ระหว่างค่าความส่องสว่างภายในอาคารในระนาบพื้นผิว (Ei) ต่อค่าความส่องสว่าง

ภายนอกของอาคาร (Ee) โดยการคำนวณที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งและทิศทางของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามวันเวลา โดยมีสมการมาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$\text{DF (\%)} = \frac{\text{ค่าความส่องสว่างภายใน} \times 100}{\text{ค่าความส่องสว่างภายนอก (ไม่รวมแสงแดดตรง)}}$$

เมื่อลักษณะของท้องฟ้าใกล้เคียงลักษณะท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วน

หาก DF มีค่าเท่ากับ 2% จะหมายความว่า ความส่องสว่างภายใน (Ei) ณ จุดนั้น (Station Point) จะมีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 2% ของค่าความส่องสว่างจากภายนอก (Ee)

7) องค์ประกอบของวิธีการคำนวณแบบ Daylight Factor

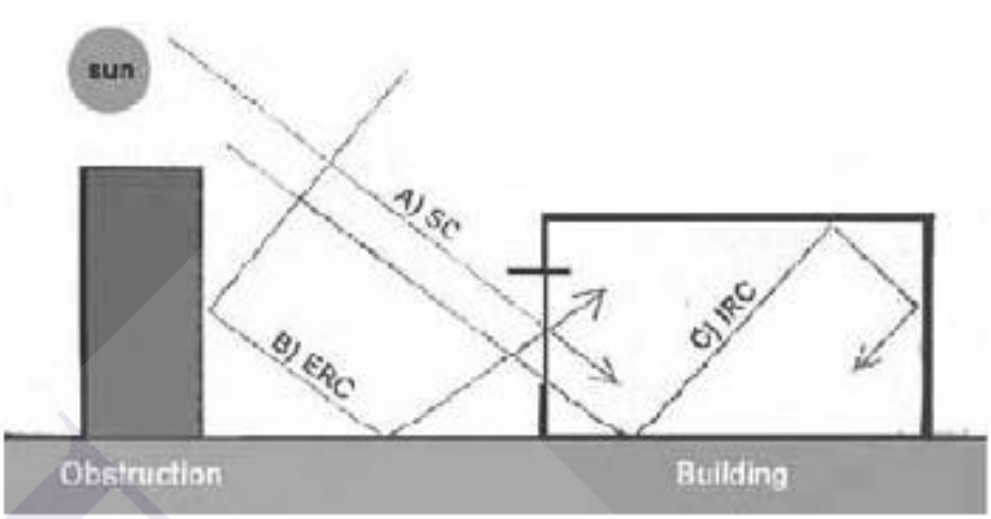
การพิจารณาค่าความส่องสว่างภายในอาคาร โดยอาศัยแสงธรรมชาติด้วยวิธี Daylight Factor (DF) จะเป็นวิธีการคำนวณที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ โดยองค์ประกอบที่สำคัญมีดังนี้

- องค์ประกอบจากท้องฟ้า (Sky Component)
- องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายนอก (External Reflected Component)
- องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายใน (Interior Reflected Component)

1.1 องค์ประกอบจากท้องฟ้า (Sky Component) จะเป็นแสงธรรมชาติภายนอกที่เข้าสู่ภายในอาคารโดยตรง โดยแสงธรรมชาติจะมีปริมาณความส่องสว่างที่มากหรือน้อยตามสภาพของท้องฟ้าที่ต่างกัน เช่น ท้องฟ้าโปร่งไม่มีเมฆ หรือ ท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมจนบางครั้งไม่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์ได้

1.2 องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายนอก (External Reflected Component) เป็นการพิจารณาแสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุหรืออาคารที่ตั้งอยู่ภายนอกหรือบริเวณข้างเคียงอาคาร ซึ่งแสงสะท้อนดังกล่าวเข้ามาสู่ภายในอาคารเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดแสงอีกตัวหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณความส่องสว่างที่เข้ามาภายในอาคาร

1.3 องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายใน (Interior Reflected Component) เป็นแสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุหรือพื้นผิววัสดุภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงแสงที่มาจากองค์ประกอบจากท้องฟ้า (SC) และองค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายนอก (ERC) ปริมาณความส่องสว่างที่เข้ามาภายในอาคารขึ้นอยู่กับทิศทาง และคุณสมบัติของพื้นผิวที่แสงสะท้อนเช่นเดียวกันกับองค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายนอก (ERC)



ภาพที่ 2.17 แสดงองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการพิจารณาค่าความส่องสว่างภายในอาคารโดยอาศัยแสงธรรมชาติด้วยวิธี Daylight Factor

เมื่อ A คือ องค์ประกอบจากท้องฟ้า (Sky Component, SC)

B คือ องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายนอก (External Reflected Component, ERC)

C คือ องค์ประกอบจากการสะท้อนแสงภายใน (Interior Reflected Component, IRC)

การกำหนดค่าของ Daylight Factor ที่พอเพียงต่อการใช้งานพื้นที่หนึ่งๆ พิจารณาจากตารางที่ 2.7 ดังนี้

ตารางที่ 2.7 แสดงค่า Daylight Factor ที่พอเพียงต่อลักษณะการใช้งานประเภทต่างๆ

ลักษณะการใช้งาน	ค่า DF %
การอ่านหนังสือ การทำงานปกติในช่วงเวลาปกติที่ไม่ได้มีการใช้สายตาในกิจกรรมหนึ่งๆ นานเกินไป	1.5-2.5
การอ่านหนังสือหรือการใช้สายตาในการทำงานในช่วงเวลานานพอสมควร หรือการทำงานที่ไม่มีอันตรายต่อร่างกาย	2.4-4.0
การทำงานที่ต้องการความละเอียดสูงหรือการใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้	4.0-8.0

ที่มา: Milet and Bedrick, quoted in Benjamin Stein and John S. Reynold, Mechanical and Electrical Equipment for Building. 8th ed. (New York: John Wiley & Sons Co., 1988), 197

2.4 แนวคิด หลักเกณฑ์อาคารเขียว และเทคนิคการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

การศึกษาเกี่ยวกับอาคารเขียวเป็นการศึกษาเชิงการจัดการและมีเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นมาตรฐานในประเทศและนอกประเทศ ดังนี้

2.4.1 เกณฑ์ประเมินของประเทศสหรัฐอเมริกา LEED

เกณฑ์ประเมินของประเทศสหรัฐอเมริกา LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) เริ่มในปี1994 โดยนักวิทยาศาสตร์ ชื่อ Robert K. Watson จาก Natural Resources Defense Council ร่วมกับองค์การไม่หวังผลกำไร ตัวแทนภาครัฐ สถาปนิก นักพัฒนาที่ดิน วิศวกร มัณฑนากร ภูมิสถาปนิก ผู้จัดการโครงสร้าง ผู้เช่า และเจ้าหน้าที่รัฐและผู้นำในวงการอุตสาหกรรม ตั้งแต่ ปี1994 ถึง 2006 LEED มีการเติบโตจากมาตรฐานเดียวสำหรับการก่อสร้าง สู่ระบบการเปรียบเทียบมาตรฐาน 6 มาตรฐานซึ่งครอบคลุมทุกแง่มุมในเรื่องของการพัฒนา และกระบวนการก่อสร้าง ซึ่ง LEED เติบโตจากอาสาสมัครเพียง 6 คนสู่ 200 คน โดยมีคณะกรรมการ 20 คณะและเจ้าหน้าที่ที่เชี่ยวชาญเกือบ 150 คน ปัจจุบันการออกแบบอาคารเขียวเป็นเรื่องที่ได้รับความ สนใจอย่างกว้างขวาง มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบอาคารเขียวที่มีผู้นิยมใช้มากที่สุดอันดับหนึ่ง คือ LEED ซึ่งย่อมาจาก Leadership in Energy and Environmental Design ซึ่งพัฒนาโดย USGBC (United States Green Building Council) ประเทศสหรัฐอเมริกา (ณัฐพล เขตกระโทก, 2556, น. 5)

เกณฑ์การประเมินของ LEED ยังแบ่งออกเป็นหลายแบบ เพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน

- LEED for Building Design and Construction (LEED BD+C) ใช้สำหรับประเมินอาคารที่ สร้างใหม่หรืออาคารที่ปรับปรุงใหญ่โดยออกแบบสำหรับอาคารสำนักงานเป็นหลัก แต่สามารถใช้ กับอาคารประเภทอื่นๆได้ด้วย เช่น สรรพสินค้า โรงแรม โรงงาน เป็นต้น
- LEED for Operation and Maintenance (LEED O+M) สำหรับอาคารที่สร้างเสร็จแล้วที่ ต้องการดูแลรักษาอาคารให้เป็นอาคารเขียว โดยอาคารที่ผ่านแล้วการรับรองประเภท LEED BC+D แล้ว สามารถสมัครขอการรับรองประเภทนี้ต่อได้
- LEED for Homes สำหรับบ้านพักอาศัย
- LEED for School สำหรับโรงเรียน ตั้งแต่อนุบาลถึงมัธยมปลาย
- LEED for Health Care สำหรับสถานพยาบาลต่างๆ

- LEED for Core and Shell (LEED CS) สำหรับอาคารที่ผู้ประกอบการจะสร้างแต่เปลือก อาคารคือ กรอบผนังภายนอกและหลังคาและส่วนที่เป็นแกนบริการของอาคาร ซึ่งส่วนใหญ่ก็คือ ลิฟต์ บันไดและช่องท่อต่างๆ นั่นเอง แล้วทำการตลาดเพื่อขายหรือให้เข้าพื้นที่ภายใน โดยผู้เช่าจะเป็นผู้มาตกแต่งกั้นพื้นที่ภายในเอง

- LEED for Interior Design & Construction เป็นแนวทางการตกแต่งภายในสำหรับผู้เช่า อาคารและผู้ออกแบบ

- LEED for Neighborhood Development เป็นแนวทางการพัฒนาชุมชน หมู่บ้าน การเข้าถึง บริการขนส่งสาธารณะและการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับพื้นที่พาณิชยกรรม การพิจารณาอาคารเป็น 3 ส่วน คือการออกแบบ การก่อสร้าง และการจัดการภายในอาคาร

2.4.2 การพัฒนาเกณฑ์TREES ของสถาบันอาคารเขียวไทย

โครงการอาคารเขียวเกิดขึ้นจากแนวคิดในช่วงวิกฤตการณ์พลังงานที่ผ่านมา หลายองค์กรเห็นพ้องต้องกันว่าควรจะมีองค์กรเฉพาะเพื่อประเมินโครงการอาคารเขียว สำหรับประเทศไทยนั้นก็ได้มีความพยายามจากหลายหน่วยงานในการที่จะคิดริเริ่มดำเนินการเพื่อผลักดันด้านอาคารเขียว จึงมีการจัดตั้ง Thailand Green Building Institute : TGBI ให้เป็นแหล่งความรู้และค้นหาวิธีการออกแบบอาคารที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability : TREES) โครงการอาคารเขียว คือแนวทางปฏิบัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรของตัวอาคาร ไม่ว่าจะเป็นเรื่องพลังงาน การใช้น้ำ และวัสดุต่าง ๆ รวมทั้งการลดผลกระทบจากตัวอาคารต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อม โดยผ่านการออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการ การบำรุงรักษาตลอดจนการกำจัดอย่างมีคุณภาพมากขึ้น ตลอดช่วงอายุของตัวอาคาร สำหรับประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมนั้น โครงการอาคารเขียวจะเป็นการเพิ่มความสมบูรณ์และปกป้องความหลากหลายของระบบนิเวศ ลดการเกิดขยะ อนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งจะสามารถลดค่าใช้จ่ายการดำเนินงาน เพิ่มคุณค่าให้สินทรัพย์ และเพิ่มกำไร อีกทั้งโครงการอาคารเขียวยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพและสังคม โดยจะพัฒนาคุณภาพของสภาพแวดล้อมทางอากาศ ทำให้ผู้ใช้อาคารมีสุขภาพและความสะดวกสบายมากขึ้น ลดภาระต่อระบบสาธารณูปโภคในท้องถิ่น เป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตให้สังคมโดยรวม (สถาบันอาคารเขียว, 2556) ซึ่งมีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้

1) การเตรียมความพร้อมเป็นอาคารเขียว เป็นกระบวนการออกแบบอาคารเขียวมีความเป็นระบบและราบรื่น ช่วยให้คณะทำงานและผู้รับผิดชอบโครงการสามารถควบคุมการทำงานของโครงการให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการ

หลีกเลี่ยงที่ตั้งที่ไม่เหมาะสมกับอาคาร เพื่อหลีกเลี่ยงการก่อสร้างโครงการบนที่ดินที่ไม่สมควรที่จะมีการพัฒนา และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากตำแหน่งของอาคารบนที่ดิน จึงควรสร้างอาคารหรือพัฒนาที่ดินบนพื้นที่ที่มีคุณค่าทางระบบนิเวศต่ำหรือตามที่กำหนดไว้ในกฎหมายผังเมือง

2) ลดผลกระทบจากการพัฒนาในพื้นที่สีเขียว (Green Area) หรือพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ต่อระบบนิเวศ และพลิกฟื้นพื้นที่สีเขียวในโครงการที่มีการพัฒนาไปแล้วให้มีคุณค่าทางระบบนิเวศตลอดจนเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารให้ดียิ่งขึ้น

3) เลือกสถานที่ก่อสร้างโครงการที่พัฒนาแล้ว และอยู่ในเขตเมืองที่มีการพัฒนาแล้วพร้อมด้วยระบบสาธารณูปโภคเพื่อปูองกันการรุกล้ำเขตป่าไม้ รวมทั้งแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์และทรัพยากรธรรมชาติ

4) ลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว เพื่อลดมลภาวะและผลกระทบจากการพัฒนาที่ดิน อันเนื่องมาจากการใช้รถยนต์และจักรยานยนต์ส่วนตัว

5) มีพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ฐานอาคารหรือ 20% ของพื้นที่โครงการ ออกแบบให้มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งมากขึ้น อันจะเป็นการเพิ่มโอกาสในการมีพื้นที่สีเขียว เพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ ลดปัญหาน้ำท่วม ลดปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Urban Heat Island) และเพิ่มพื้นที่กิจกรรมสาธารณะภายนอกอาคาร

6) มีต้นไม้ยืนต้น 1 ต้นต่อพื้นที่เปิดโล่ง 100 ตารางเมตร (ห้ามย้ายไม้ยืนต้นมาจากที่อื่น) เพื่อปรับปรุงสภาพอากาศจุลภาค (Microclimate) ให้เหมาะสม เพื่อให้อาคารมีสภาพแวดล้อมที่ดี ประหยัดพลังงาน ลดปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Urban Heat Island) และส่งเสริมการอยู่อาศัยที่เป็นมิตรระหว่างมนุษย์และสัตว์ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

7) ใช้พืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาระบบนิเวศที่เหมาะสมและส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่ดี เพื่อการประหยัดพลังงาน ลดการใช้น้ำในงานภูมิสถาปัตยกรรม ลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง และส่งเสริมการสร้างและพลิกฟื้นระบบนิเวศที่มีความสมบูรณ์

8) การซึมน้ำและลดปัญหาน้ำท่วม เพื่อลดปัญหาน้ำท่วมที่เกิดจากการพัฒนาโครงการ โดยการลดพื้นที่ผิวทึบน้ำ (Impervious Surface) ของพื้นที่ผิวโครงการ เพิ่มพื้นที่ผิวซึมน้ำ หรือสร้างบ่อหน่วงน้ำเพื่อชะลอน้ำก่อนปล่อยออกสู่พื้นที่นอกโครงการ

9) มีการจัดสวนบนหลังคาหรือสวนแนวตั้ง เพื่อลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากหลังคาและเปลือกอาคาร (การเกิดอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างพื้นที่พัฒนาและพื้นที่ไม่ได้รับการพัฒนา) ที่จะส่งผลต่อสภาพอากาศจุลภาค และที่อาศัยของมนุษย์และสัตว์ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

10) มีพื้นที่ดาดแข็งที่รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่โครงการ เพื่อลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากพื้นที่ดาดแข็ง (การเกิดอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างพื้นที่พัฒนาและพื้นที่ไม่ได้รับการพัฒนา) ที่จะส่งผลต่อสภาพอากาศจุลภาคและที่อาศัยของมนุษย์และสัตว์ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

11) มีต้นไม้ยืนต้นทางทิศใต้ ทิศตะวันตก และทิศตะวันออก ที่บังแดดได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่ก่อความเสียหายกับตัวอาคาร เพื่อลดผลกระทบจากความร้อนโดยเฉพาะจากรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่ออาคาร และลดอุณหภูมิผิวอาคารที่อาจเป็นสาเหตุปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง ตลอดจนลดความร้อนของภูมิอากาศจุลภาค

12) ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ โดยผู้ออกแบบอาคารต้องคำนึงถึงการออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพสูงในการใช้พลังงาน โดยมีการออกแบบและเลือกใช้ระบบเปลือกอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานที่เหมาะสมกับภูมิอากาศและมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานทั่วไป เพื่อให้อาคารมีการใช้พลังงานรวมต่ำกว่าอาคารอ้างอิงตามข้อกำหนดการใช้พลังงานตามกฎหมายสำหรับอาคารสร้างใหม่ตามทางเลือกที่กำหนดไว้

13) ความส่องสว่างภายในอาคาร เพื่อเพื่อยืนยันถึงสุขอนามัยที่ดีของผู้ใช้อาคารทางด้านความเหมาะสมของความส่องสว่าง (Illuminance)

14) การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร เพื่อให้อาคารมีการใช้แสงธรรมชาติอย่างเหมาะสม เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเพื่อเพิ่มคุณภาพของแสงสว่างภายในพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำ (Regularly Occupied Spaces) แนวทางการดำเนินการ คำนึงถึงการใช้แสงธรรมชาติในอาคาร โดยออกแบบให้ห้องหรือพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำได้แสงธรรมชาติอย่างเหมาะสม ควรพิจารณาการออกแบบให้ห้องไม่ลึกเกินไป มีพื้นที่และจำนวนช่องแสงที่พอเพียงและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม มีการผนวกวิธีการให้แสงสว่างธรรมชาติแบบต่าง ๆ เช่น หิ้งแสง (Light Shelf) หรือท่อแสง (Light Pipe) เพื่อให้แสงกระจายได้ลึกขึ้น อีกทั้งควรมีการใช้ช่องแสงจากหลังคาเข้ามาช่วยหากปริมาณแสงจากหน้าต่างไม่พอเพียง อย่างไรก็ตามควรพิจารณาหลีกเลี่ยงช่องแสงที่มีขนาดใหญ่เกินไป ซึ่งอาจส่งผลให้อาคารมีการใช้พลังงานสูงขึ้น

15) สภาวะน่าสบาย เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีและประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้อาคารทางด้านสภาวะน่าสบาย

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบทางวิศวกรรม

การออกแบบทางวิศวกรรมเป็นกระบวนการที่ประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และแนวปฏิบัติด้านวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้ากับความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ของผู้ออกแบบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตหรือบริการใหม่ๆ อย่างไรก็ตามความสำเร็จของการออกแบบยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นอีกหลายประการเช่น ความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้ การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม การสนองตอบความต้องการของสังคมในช่วงเวลานั้น ซึ่งรวมถึงกฎหมาย วัฒนธรรม และจิตวิทยาสังคมที่ทำให้สังคมยอมรับผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีใหม่นั้นผลผลิตเบื้องต้นที่ได้จากกระบวนการออกแบบก็คือแบบ (ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดที่เป็นภาพและคำ อธิบาย และ/หรือเอกสารประกอบแบบและรายการคำนวณ) ที่พร้อมส่งให้ผู้เกี่ยวข้องฝ่ายอื่นนำไปดำเนินการผลิตหรือบริการตามแบบนั้น (นิศากร สมสุขและวรลักษณ์ จันทร์กระจ่าง, 2550)

2.5.1 การตัดสินใจในขั้นตอนการออกแบบ

โดยทั่วไปทางเลือกในการออกแบบจะมีหลายแนวทาง ดังนั้นขั้นตอนการตัดสินใจในการออกแบบสำหรับงานแต่ละงานและวิศวกรนักออกแบบแต่ละคนจึงแตกต่างกันไปตามลักษณะของงาน สภาพแวดล้อม และทรัพยากรที่สามารถนำมาใช้ได้ ประกอบกับความชอบ พื้นความรู้และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ และที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือต้องสนองความต้องการของผู้ว่าจ้างให้ออกแบบ เพื่อให้ได้ผลงานที่ดีและสนองตามความต้องการของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ผู้ออกแบบจะต้องดำเนินการอย่างระมัดระวังตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนจบโครงการ การการวิเคราะห์และตัดสินใจอย่างรอบคอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานที่ซับซ้อน จะช่วยให้การทำงานของแต่ละหน่วยของระบบที่ออกแบบประสานกันได้อย่างดี และสามารถใช้งานได้โดยไม่มีปัญหาหรือมีน้อยที่สุด

การตัดสินใจในการออกแบบจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐาน กระบวนการสืบหาข้อมูลและการใช้ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์และตัดสินใจในการออกแบบอย่างจริงจัง เกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้เอง ทั้งนี้เนื่องมาจากการแข่งขันทางธุรกิจที่รุนแรงและกว้างขวาง ไม่เพียงในระดับท้องถิ่นแต่ยังมีการแข่งขันในระดับชาติและเลยต่อไปถึงในระดับโลกด้วย ประกอบกับมีการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ช่วยให้การหาข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวางมาก จนอาจกล่าวได้ว่าไม่มีข้อจำกัด ข้อมูลที่หามาได้นี้จะช่วยให้วิศวกรและคณะผู้ร่วมงานมีความมั่นใจและสามารถผลิตผลงานที่สมบูรณ์ขึ้นกว่าที่เคยเป็นมาในอดีตเป็นอย่างมาก

2.5.2 การกำหนดปัญหาของการออกแบบ

ขั้นตอนแรกสุดของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมก็คือ การกำหนดปัญหาของการออกแบบ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากความต้องการในการแก้ปัญหาที่มีอยู่หรือคาดว่าจะมีใน

อนาคต หรือเกิดจากวิสัยทัศน์ที่เห็นโอกาสจากผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่ออกแบบขึ้นใหม่ตามวัตถุประสงค์ขององค์การที่ผู้ออกแบบทำงานการกำหนดปัญหาของการออกแบบมักเริ่มจากการตั้งคำถามว่า “มีความจำเป็นหรือมีโอกาสที่ดีกว่า ในการประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการขึ้นมาใหม่ หรือพัฒนาของทำงานที่มีอยู่เดิมเสียใหม่หรือไม่” แนวทางการตอบปัญหาจะทำโดยการพิจารณาข้อจำกัดต่างๆ และโอกาสในทุกด้านร่วมกัน จากนั้นจึงกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของแบบที่ต้องการ คนส่วนใหญ่ที่ไม่เคยผ่านงานลักษณะนี้มาก่อนมักมีความรู้สึกว่าการกำหนดเช่นนี้น่าจะทำได้โดยง่าย แต่สำหรับผู้ที่คุ้นเคยกับงานออกแบบเป็นอย่างดีจะทราบว่าการดำเนินการในขั้นตอนนี้เป็นงานที่ไม่ง่ายเลยถ้าต้องทำอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีตัวแปรและองค์ประกอบที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบมากมาย หากทำอย่างไม่ละเอียดรอบคอบจะสร้างความยุ่งยากในการทำงานในขั้นตอนต่อไปและในหลายกรณีต้องล้มเลิกโครงการไป แต่หากทำอย่างสมบูรณ์ครบถ้วนก็ต้องใช้เวลาและความพยายามเป็นอย่างมาก อาจทำให้เกิดความล่าช้าจนไม่ทันกาลก็ได้ กรณีเช่นนี้แนะนำให้ทำให้สมบูรณ์ที่สุดเท่าที่เวลาและโอกาสจะอำนวยให้

2.5.3 เกณฑ์ความสำเร็จ

ที่เป็นรูปธรรมในขั้นต้นก็คือ การได้ผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบที่กำหนดไว้ทุกประการแต่ในความเป็นจริงจะพบว่าระหว่างการออกแบบมักมีการปรับปรุงข้อกำหนดในการออกแบบด้วยเหตุผลหลายด้าน ซึ่งอาจเป็นเหตุผลในด้านเทคนิคด้านสังคม ด้านธุรกิจ หรือหลายด้านประกอบกัน ความสำเร็จขั้นสูงของงานทางวิศวกรรมก็คือความสำเร็จขององค์การในเชิงธุรกิจ และเกณฑ์การประเมินความสำเร็จของการดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจจะพิจารณาได้จากผลกำไร และ/หรืออัตราการคืนทุน ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นการออกแบบหรือการวางแผนการดำเนินงานโครงการใดจะต้องมีรายละเอียดที่ทำให้สามารถคำนวณได้ว่าโครงการนั้นมีผลกำไรหรืออัตราการคืนทุนที่น่าพอใจหรือไม่ ข้อมูลที่ต้องแสดงก็คือประมาณการรายรับและรายจ่าย และตัวแปรอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อรายรับหรือรายจ่ายได้เช่นอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้และภาวะการแข่งขันที่อาจมี เป็นต้น

สำหรับการดำเนินงานจริงความสำเร็จจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของโครงการในทุกด้านองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการบริหารโครงการก็คือ การบริหารการตลาด การบริหารการเงินการบริหารงานบุคคล การบริหารการผลิตหรือการบริการ การบริหารเทคโนโลยี และการบริหารข้อมูล ทั้งนี้ต้องไม่ละเลยผลกระทบจากสภาพแวดล้อมทางสังคมและการเมืองอีกด้วย จึงเป็นการวัดความสำเร็จของการออกแบบทางวิศวกรรม

2.5.4 ความเป็นไปได้ของโครงการ

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจะช่วย ให้สามารถตัดสินใจได้ว่า โครงการออกแบบนี้เหมาะที่จะดำเนินการต่อไปหรือไม่ มีข้อจำกัดอย่างไร และมีทางแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้หรือไม่ การศึกษาจะต้องเน้นในการพิจารณาข้อจำกัดที่สำคัญและสิ่งที่ไม่อาจควบคุมได้เช่น เงินลงทุนที่ดิน แรงงาน ความปลอดภัย กฎหมาย สภาพสังคม หรือข้อจำกัดอื่นๆ ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจะต้องศึกษาอย่างน้อยใน 4 ด้านคือ ด้านเทคนิคการเงิน การตลาด และการบริหาร (ซึ่งรวมทั้งด้านบุคคล (Man) เงินทุนหมุนเวียน (Money) วัสดุ (Materials) เครื่องจักรและเทคโนโลยี(Machine) และแรงจูงใจ (Motivation)) ในการศึกษานี้จะต้องมีเกณฑ์ในการพิจารณาระดับความเหมาะสม หากต้องพิจารณาโครงการที่ไม่มีทางเลือก หรือพิจารณาในลักษณะเปรียบเทียบสำหรับโครงการที่มีทางเลือก หากการศึกษาแสดงว่ามีความไม่เหมาะสมของโครงการในด้านหนึ่งด้านใดหรือหลายด้าน และหากไม่สามารถแก้ปัญหาให้เกิดเหมาะสมได้ ตามปกติมักจะล้มเลิกโครงการนั้นไป

2.5.5 วิจัยและการพัฒนา

ถ้าผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่ออกแบบเป็นของใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นนวัตกรรมที่ไม่อาจเทียบเคียงกับของที่มีอยู่เดิมได้ กระบวนการตัดสินใจมักต้องการผลการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องมาช่วย ตามหลักการทั่วไปการวิจัยก็คือ กระบวนการหาความรู้ใหม่หรือยืนยันความรู้เดิมในสถานการณ์ใหม่ ส่วนการพัฒนาก็คือกระบวนการปรับปรุงของที่มีอยู่เดิมให้เหมาะสมตามสภาพที่ต้องการ ทั้งการวิจัยและพัฒนามีรูปแบบและวิธี ดำเนินการที่ทราบกันโดยทั่วไปอยู่แล้ว การวิจัยและพัฒนาทางวิศวกรรมจะนิยมใช้กระบวนการทางปริมาณเป็นหลัก ในหลายกรณีนิยมสร้างและใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และทางกายภาพเพื่อจำลองสถานการณ์การทำงานของอุปกรณ์ผลิตภัณฑ์หรือโรงงานต้นแบบ หรือกระบวนการ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของงานแต่ละประเภท

การวิจัยและพัฒนาจะต้องทำอย่างระมัดระวัง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการออกแบบโดยยึดความเหมาะสมทั้งในด้านใช้ประโยชน์ของข้อมูลที่จะนำไปใช้ตัดสินใจ เงื่อนเวลาและค่า ใช้จ่ายในการทำวิจัย การทำวิจัยที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงจะต้องใช้ความพยายามสูงใช้เวลามากและการลงทุนสูง ซึ่งบางกรณีอาจไม่คุ้มค่าหรือไม่ ทันกาลในการออกแบบ หลายกรณีอาจตัดสินใจบนพื้นฐานของการจัดการได้ ระบบสารสนเทศ ในปัจจุบันสามารถช่วยให้หาข้อมูลได้ไม่ยาก การตัด สินใจจึงอาจทำโดยใช้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆในระบบสารสนเทศที่มีอยู่ได้

2.5.6 การทบทวนแบบ

กระบวนการการตัดสินใจของการออกแบบต้องมีการทบทวนเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อปรับปรุงแบบที่ออกให้เหมาะสมที่สุด การทบทวนอาจเกิดเมื่อการออกแบบสิ้นสุดลงการก่อสร้าง

หรือการผลิตหรือบริการจึงเริ่มขึ้น เมื่อดำเนินการผลิตหรือการบริการจริงแล้วอาจพบว่าต้องมีการปรับปรุงแบบอีกก็ได้ ในขั้นตอนการออกแบบควรต้องทำการหาจุดที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ซึ่งต้อง กำหนดบนพื้นฐานของตัวแปรสำคัญที่กำหนดไว้ แต่หลายกรณีอาจต้องยอมรับแบบที่ยังไม่สมบูรณ์ที่สุดเนื่องจากความจำเป็นที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้เช่น เงื่อนเวลาที่ต้องดำเนินการ หรือความสามารถของแรงงาน เป็นต้น แต่สิ่งที่ต้องพิจารณาก็คือขีดความสามารถของการทำงานและค่าใช้จ่าย

2.5.7 ความคิดสร้างสรรค์

ในการเลือกแนวคิดในเชิงปรัชญาการศึกษาทุกสถาบันการศึกษาจะมีแนวคิดในการผลิตวิศวกรให้มีความคิดสร้างสรรค์ แต่ในทางปฏิบัติความคิดสร้างสรรค์อาจไม่ได้รับการฝึกอย่างเป็นระบบ และในหลายกรณี วิศวกรผู้ออกแบบโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ไม่คุ้นเคยกับระบบที่ออกแบบมักมีศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ไม่เพียงพอ มูลเหตุที่ทำให้แนวคิดในการออกแบบไม่เหมาะสมพออาจเกิดจากข้อจำกัดด้านเวลาเนื่องจากต้องการแบบโดยเร็ว วิศวกรขาดวิสัยทัศน์ ขาดความกล้าในการตัดสินใจ หรือมีความเกียจคร้านในการทำงาน ผู้บริหารโครงการขาดความรู้ความเข้าใจหรือไม่ใส่ใจเท่าที่ควร วิศวกรหัวหน้าโครงการออกแบบไม่สอนงาน ขาดความสามารถในการนำ ไม่ตรวจสอบแบบอย่างเพียงพอ หรือขาดความรู้ความเข้าใจในงานอย่างเพียงพอ สภาพแวดล้อมในการทำงานไม่เหมาะสม

ในการเลือกแนวคิดควรใช้กระบวนการระดมสมองในทุกระบบ หากเป็นไปได้ควรทบทวนในทุกแนวคิดที่เคยมีผู้ใช้แล้ว และพิจารณาความคิดใหม่จากสมาชิกของคณะผู้ออกแบบและบุคคลภายนอก การนำแนวคิดที่เคยใช้มาแล้วมาใช้ในโครงการที่คล้ายคลึงกันโดยไม่มีการพิจารณาความเหมาะสมอาจเกิดปัญหาได้ ทั้งนี้เป็นเพราะสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนไป มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหรืออื่นๆ แต่ในทางกลับกันความคิดเก่าที่ถูกละเลยมานานอาจเหมาะสมกับโครงการที่ทำขึ้นใหม่ก็ได้ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาให้รอบคอบในทุกประเด็นอย่างจริงจัง

2.5.8 การบริหารการออกแบบ

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการขนาดใหญ่ที่มีการทำงานที่ซับซ้อนจะจำเป็นต้องใช้ผู้รู้ในหลายสาขา แต่ละสาขายังอาจต้องใช้ผู้ออกแบบเป็นคณะ และมีการใช้ทรัพยากรที่หลากหลาย ดังนั้นเพื่อให้การทำงานราบรื่นและสามารถประสานงานกันได้เป็นอย่างดี

ระบบที่เหมาะสมที่สุดและระบบที่ใช้งานได้เป็นที่ทราบกันทั่วไปแล้วว่าแนวทางที่เป็นไปได้ในการออกแบบตามข้อกำหนดจะมีอยู่หลายแนวทาง แต่ในการนำไปใช้จริงคณะผู้ออกแบบจะต้องตัดสินใจเลือกแนวทางใดแนวทางหนึ่งเพียงแนวทางเดียว ซึ่งโดยทั่วไปต้องเลือก

แนวทางที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์นั้นความหมาะสมนี้พิจารณาจากการกำหนดกฎเกณฑ์ของผู้ออกแบบแต่ละคณะ แต่สิ่งที่ขาดไม่ได้ก็คือระบบจะ ต้องเป็นระบบที่ใช้งานได้ ระบบที่ใช้งานได้ใน ทางวิศวกรรมก็คือระบบที่มีลักษะดังนี้:

- สนองความต้องการของข้อกำหนดในการออกแบบ
- เหมาะสมในด้านเศรษฐกิจเช่น การใช้ทรัพยากร ต้นทุน การคืนทุน และ ฯลฯ
- เหมาะสมทางด้านเทคนิค
- เหมาะสมทางด้านการสร้างสรรค์
- สนองความพึงพอใจของผู้ใช้
- ไม่มีองค์ประกอบใดที่ไม่เป็นไปตามข้อจำกัด

ในการทำงานจริงการออกแบบต้องพยายามทำให้แบบเหมาะสมที่สุด และเมื่อนำแบบไปใช้สักระยะหนึ่งจะพบว่า ระบบที่ใช้อยู่นี้ยังมีสิ่งที่พัฒนาให้เหมาะสมกว่าได้เสมอ ดังนั้นการเก็บรวบรวมฐานข้อมูลเพื่อการพัฒนาจึงเป็นสิ่งจำเป็นเป็นอย่างยิ่ง จุดมุ่งหมายในการหาจุดที่เหมาะสมที่สุดของระบบทางวิศวกรรมคือ การหาจุดสูงสุดของการสนองความต้องการของผู้ใช้แบบตามเกณฑ์ที่กำหนดการตัดสินว่าจุดใดเป็นจุดที่เหมาะสมที่สุดในการออกแบบนิยมทำโดยการจำลองสถานการณ์ในขณะที่ตัวแปรของสภาวะในการทำงานเปลี่ยนไป การจำลองสถานการณ์ทำโดยการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองนี้ก็คือชุดของสมการที่ใช้แทนลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของระบบสำหรับการพิจารณาความเหมาะสมทางเทคนิค และเป็นชุดสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการพิจารณาความเหมาะสมทางด้านธุรกิจ แบบจำลองนี้คณะผู้ออกแบบจะต้องสร้างขึ้นให้เหมาะกับงานแต่ละงาน โดยเฉพาะสำหรับระบบในการออกแบบจริงพบว่าไม่มีระบบใดสมบูรณ์ที่สุดได้ เนื่องจากความต้องการในหลายประเด็นมักขัดแย้งกันเช่น ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ต้นทุนต่ำแต่สามารถทำงานได้ดี ต้องการความแข็งแรงแต่ต้องมีขนาดเล็กและสวยงาม ฯลฯ ความต้องการเช่นนี้ทำให้มีการประณีประนอม และหาจุดที่เหมาะสมที่สุด ในทางปฏิบัติการตัด สินโครงการออกแบบมักพิจารณาโดยใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์หรือธุรกิจเป็นหลัก แต่ต้องเป็นระบบที่ใช้งานได้

2.6 ความสำคัญของแสงธรรมชาติกับผู้สูงอายุ

2.6.1 ความสำคัญของแสงธรรมชาติกับผู้สูงอายุ

จากการศึกษาของ Anne-Marie Gagné, 2011 พบว่า แสงธรรมชาติที่มีช่วงคลื่นแสงสีฟ้า (Blue light) เมื่อมีสัดส่วนที่เหมาะสมจะสามารถบำบัดโรคซึมเศร้าหรืออารมณ์ผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Affective Disorder (SAD)) และ Ancoli-Israel S, 2003 พบว่า แสงธรรมชาติในตอนเช้า

ช่วยชะลออาการกระวนกระวายในผู้ป่วยที่เป็นโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mishima K,1994 พบว่า แสงในช่วงเช้าสามารถบำบัดอาการนอนไม่หลับของผู้ป่วยโรคสมองเสื่อม (Dementia) ในผู้สูงอายุ เนื่องเพราะแสงธรรมชาติมีความสำคัญต่อระบบกลไกของร่างกายมนุษย์ ไม่เพียงเฉพาะการมองเห็นเท่านั้น แต่ยังประสานเข้ากับการทำงานของระบบสมองอันเป็นส่วนสำคัญของระบบนาฬิกาของร่างกาย (Circadian System) มีผลให้ร่างกายสร้างฮอร์โมนเมลาโทนิน (Melatonin) ควบคุมการหลับและการตื่นนอน ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ การสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายเราอีกด้วย รวมทั้งระบบการคิด และการจำ การพูด การสร้างฮอร์โมน และอื่นๆ นอกจากนั้น แสงยังสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางผิวหนังได้ โดยเฉพาะแสงธรรมชาติในช่วงเช้าจะช่วยให้ร่างกายสังเคราะห์วิตามินดี ทำให้กระดูกแข็งแรงอีกด้วย (บริษัท แมกโนเลีย ควอลิตี้ ดีเวล็อปเม้นต์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด, 2013)

แสงนับเป็นองค์ประกอบสำคัญของแสงสว่างในอาคารที่มีผลกระทบต่อการรับรู้และการมองเห็น รวมถึงการบำบัดและฟื้นฟู (Boyce 1998; 2003; Shikder et al. 2010) ดังนั้นเราจึงมีความจำเป็นในการใช้แสงสว่างทั้งกลางวันและกลางคืน เพื่อความชัดเจนในการมองเห็น ความรู้สึกและรับรู้ ในปัจจุบันมีการนำแสงไปใช้ประโยชน์ในแง่มุมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสงธรรมชาติ การศึกษาทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทยพบว่า การนำแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารที่เหมาะสมนั้นไม่เพียงแต่จะก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานในการใช้แสงประดิษฐ์และลดภาระการทำความเย็น (Galasiu et al. 2001) แต่ยังสามารถก่อให้เกิดการกระตุ้นจังหวะของฮอร์โมนต่างๆ และมีผลต่อระดับของเมลาโทนินที่กำหนดนาฬิกาชีวิต (Boyce 2003) นอกจากนี้การที่มีช่องเปิดเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามายังทำให้คนที่อาศัยภายในอาคารได้มองออกไปเห็นวิวภายนอก จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าการมองเห็นวิวภายนอกนั้นมีผลกระทบต่อร่างกายและจิตใจของผู้ที่อยู่อาศัยในอาคาร วิวภายนอกที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยมีศักยภาพในการทำงานที่ดีขึ้น มีความพึง พอใจและมีการฟื้นฟูสุขภาพรวมไปถึงคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (Ulrich 1984; 1986)

เมื่อคนมีอายุมากขึ้น ระบบการมองเห็นจะถดถอยลงทำให้ศักยภาพในการมองเห็นและความสุขสบายต่างๆนั้นจะลดลงเมื่อเป็นผู้สูงอายุ แสงเป็นปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมภายในที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อศักยภาพในการมองเห็นและความสุขสบาย แสงและการส่องสว่างที่ดีนั้นสามารถที่จะชดเชยการลดลงของประสิทธิภาพการมองเห็นของผู้สูงอายุได้ ดังนั้น การมองเห็นที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้สูงอายุในการใช้ชีวิตอยู่ในอาคาร

จากการทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการออกแบบแสงสว่างสำหรับผู้สูงอายุเป็นประเด็นที่ได้รับความสำคัญและมีการศึกษาอย่างมากมายในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศแถบยุโรป (Figueiro 2003; 2005; 2008) โดยปัจจัยสำคัญที่ควร

คำนึงถึงในการออกแบบแสงสว่างที่ดีสำหรับผู้สูงอายุนั้น ได้แก่ ค่าความส่องสว่าง อุณหภูมิ สีของแสง และประเภทของโคมไฟ (Davis and Garza 2002; IESNA 2007) โดยทั่วไปแล้วมาตรฐานและแนวทางในการออกแบบแสงและการส่องสว่างของผู้สูงอายุที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางได้แก่ “Lighting and the Visual Environment for Senior Living” (IESNA 2007) โดย Illuminating Engineering Society of North America ซึ่งได้กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับไฟส่องชิ้นงานขั้นต่ำ รวมถึงได้แนะนำค่าอุณหภูมิสีของแสง รวมไปถึงประเภทของโคมไฟที่ควรใช้ในพื้นที่และกิจกรรมต่างๆ สำหรับผู้สูงอายุ (IESNA 2007) นอกจากนี้ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่มีผลต่อการมองเห็นผู้สูงอายุที่ได้มีการศึกษาในงานวิจัยทางด้านแสงสว่างซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยทางด้านแสงสว่างที่สำคัญอย่างหนึ่ง ได้แก่ สีของพื้นผิวห้องและชนิดของทัศนียภาพที่มองเห็นผ่านหน้าต่าง (Cerlin et al. 2003; Cronin- Golomb et al. 2003; IESNA 2007; Torrington and Tregenza 2007) โดยหลายการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสีและความแตกต่างของผนังภายในอาคารสามารถที่จะช่วยส่งเสริมการมองเห็นและการจดจำสำหรับผู้สูงอายุได้ (Cerlin et al. 2003; Cronin-Golomb et al. 2003) นอกจากนี้ทัศนียภาพธรรมชาติก็ช่วยส่งเสริมความพึงพอใจ และช่วยฟื้นฟูสภาพร่างกายจากอาการเจ็บป่วยของผู้สูงอายุได้เช่นกัน (IESNA 2007; Torrington and Tregenza 2007)

2.6.2 การเปรียบเทียบคุณภาพของแสงธรรมชาติและแสงสว่างไฟฟ้าต่อการมองเห็นของผู้สูงอายุ

จากการศึกษาทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทยพบว่า การนำแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารที่เหมาะสมนั้นไม่เพียงแต่จะก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานในการใช้แสงประดิษฐ์และลดภาระการทำความเย็น (Galasiu et al. 2001) แต่ยังสามารถก่อให้เกิดการกระตุ้นจังหวะของฮอร์โมนต่างๆ และมีผลต่อระดับของเมลาโทนินที่กำหนดนาฬิกาชีวิต (Boyce, 2003) นอกจากนี้การที่มีช่องเปิดเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามายังทำให้คนที่อาศัยภายในอาคารได้มองออกไปเห็นวิวภายนอก ซึ่งการมองเห็นวิวภายนอกนั้นมีผลกระทบต่อร่างกายและจิตใจของผู้ที่อยู่อาศัยในอาคาร วิวภายนอกที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยมีศักยภาพในการทำงานที่ดีขึ้น มีความพึงพอใจและมีการฟื้นฟูสุขภาพ รวมไปถึงคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (Ulrich 1984; 1986)

เมื่อคนมีอายุมากขึ้น ระบบการมองเห็นจะถดถอยลงทำให้ศักยภาพในการมองเห็นและความสุขสบายต่างๆ นั้นจะลดลงเมื่อเป็นผู้สูงอายุ แสงเป็นปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมภายในที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อศักยภาพในการมองเห็นและความสุขสบาย แสงและการส่องสว่างที่ดีนั้นสามารถที่จะชดเชยการลดลงของประสิทธิภาพการมองเห็นของผู้สูงอายุได้ ดังนั้น การมองเห็นที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้สูงอายุในการใช้ชีวิตอยู่ในอาคาร จากการทบทวนเอกสาร และ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการออกแบบแสงสว่างสำหรับผู้สูงอายุเป็นประเด็นที่ได้รับความสำคัญและมีการศึกษาอย่างมากมายในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศแถบยุโรป (Figueiro 2003; 2005; 2008) โดยปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบแสงสว่างที่ดีสำหรับผู้สูงอายุนั้น ได้แก่ ค่าความส่องสว่าง อุณหภูมิสีของแสง และประเภทของโคมไฟ (Davis and Garza 2002; IESNA 2007) โดยทั่วไปแล้วมาตรฐานและแนวทางในการออกแบบแสงและการส่องสว่างของผู้สูงอายุที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางได้แก่ “Lighting and the Visual Environment for Senior Living” (IESNA 2007) โดย Illuminating Engineering Society of North America ซึ่งได้กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับไฟส่องชิ้นงานขั้นต่ำ รวมถึงได้แนะนำค่าอุณหภูมิสีของแสง รวมไปถึงประเภทของโคมไฟที่ควรใช้ในพื้นที่และกิจกรรมต่างๆ สำหรับผู้สูงอายุ (IESNA 2007) นอกจากนี้ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่มีผลต่อการมองเห็นผู้สูงอายุที่ได้มีการศึกษาในงานวิจัยทางด้านแสงสว่างซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยทางด้านแสงสว่างที่สำคัญอย่างหนึ่ง ได้แก่ สีของพื้นผิวห้องและชนิดของทัศนียภาพที่มองเห็นผ่านหน้าต่าง (Cerlin et al. 2003; CroninGolomb et al. 2003; IESNA 2007; Torrington and Tregenza 2007) โดยหลายการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสีและความแตกต่างของผนังภายในอาคารสามารถที่จะช่วยส่งเสริมการมองเห็นและการจดจำสำหรับผู้สูงอายุได้ (Cerlin et al. 2003; Cronin-Golomb et al. 2003) รวมถึงทัศนียภาพธรรมชาติก็ช่วยส่งเสริมความพึงพอใจ และช่วยฟื้นฟูสภาพร่างกายจากอาการเจ็บป่วยของผู้สูงอายุได้เช่นกัน (IESNA 2007; Torrington and Tregenza 2007) นอกจากนั้นผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่า ประเภทของโคมไฟและสีของพื้นผิวห้องที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้เกิดความสบายตาที่แตกต่างกันต่อผู้สูงอายุ

นอกจากนี้จากผลงานวิจัยของ Anne-Marie Gagné, 2011 พบว่า แสงธรรมชาติที่มีช่วงคลื่นแสงสีฟ้า (Blue light) เมื่อมีสัดส่วนที่เหมาะสมจะสามารถบำบัดโรคซึมเศร้าหรืออารมณ์ผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Affective Disorder (SAD)) และ Ancoli-Israel S, 2003 พบว่า แสงธรรมชาติในตอนเช้าช่วยชะลออาการกระวนกระวายในผู้ป่วยที่เป็นโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mishima K,1994 พบว่า แสงในช่วงเช้าสามารถบำบัดอาการนอนไม่หลับของผู้ป่วยโรคสมองเสื่อม (Dementia) ในผู้สูงอายุ และ Gagne (2011) ได้ศึกษาถึงช่วงแสงสีฟ้าในแสงธรรมชาติที่มีอิทธิพลต่ออารมณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป แสงธรรมชาติมีส่วนช่วยให้เกิดการกระตุ้นฮอร์โมนภายในร่างกาย (Melatonin) ที่มีผลในการบรรเทาความเครียดและการนอนหลับที่ดีขึ้น จึงสรุปได้ว่า ความสำคัญต่อระบบกลไกของร่างกายมนุษย์ ไม่เพียงเฉพาะการมองเห็นเท่านั้น แต่ยังประสานเข้ากับการทำงานของระบบสมองอันเป็นส่วนสำคัญของระบบนาฬิกาของร่างกาย (Circadian System) มีผลให้ร่างกายสร้างฮอร์โมนเมลาโทนิน (Melatonin) ควบคุมการหลับและการตื่นนอน ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ การสร้างภูมิคุ้มกันของ

ร่างกายเราอีกด้วย รวมทั้งระบบการคิด และการจำ การพูด การสร้างฮอร์โมน และอื่นๆ นอกจากนั้น แสงยังสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางผิวหนังได้ โดยเฉพาะแสงธรรมชาติในช่วงเช้าจะช่วยให้ร่างกายสังเคราะห์วิตามินดี ทำให้กระดูกแข็งแรงอีกด้วย (Thinkofliving, 2013) สอดคล้องกับผลการวิจัยของศุภวิทศวร์ ปัญญาสกุลวงศ์ และกฤษณ์ ย้ามสระโส (2561) พบว่า แม้แสงสว่างจากธรรมชาติช่วยประหยัดเงินค่าไฟ เพียงแค่เปิดช่องรับแสงให้เพียงพอและเหมาะสมกับการใช้งาน แต่การเปิดรับแสงแดดตรงๆ อาจทำให้บ้านร้อน ดังนั้น ควรเปิดช่องรับแสงจากทางทิศเหนือหรือเป็นแสงที่ผ่านการป้องกันความร้อน ซึ่งจะมีความร้อนน้อยกว่าแสงประดิษฐ์ โดยนักวิทยาศาสตร์พบว่า แสงสีน้ำเงินมีความถี่มากกว่า และสร้างปัญหาเพราะว่ามีผลต่อการรับรู้ของสมองว่าตอนไหนควรจะหลับหรือควรจะตื่น

2.6.3 ความจ้าของแสงแดดตั้งแต่ช่วงเช้าถึงช่วงเย็นที่มีผลต่อการมองเห็นของผู้สูงอายุ

นวลวรรณ ทวยเจริญและคณะ (2559) ได้ศึกษาเรื่องอิทธิพลของแสงสว่างภายในอาคารต่อการมองเห็นของผู้สูงอายุชาวไทย การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของศักยภาพในการมองเห็นจากความส่องสว่างที่แตกต่างกันพบว่าค่าความส่องสว่างที่แตกต่างกันมีผลทำให้ศักยภาพในการมองเห็นของผู้สูงอายุสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p<0.01$) ค่าความส่องสว่างที่ระดับ 500 lux และ 1,000 lux นั้นทำให้ผู้สูงอายุมีศักยภาพในการมองเห็นที่สูงกว่าค่าความส่องสว่างที่ระดับ 100 lux อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งค่าความส่องสว่างของแสงสว่างธรรมชาติที่ได้จากรังสีกระจายบนพื้นผิวระนาบภายนอกอาคารในช่วงกลางวัน จะมีค่าอยู่ระหว่าง 10,000-20,000 ลักซ์ เปรียบได้จากการถ่ายภาพแหล่งกำเนิดแสงเป็นพระอาทิตย์ยามเช้าหรือยามเย็นจะดูสวยมาก หรือเรียกช่วงนี้ว่า “Golden hour” ช่วงเวลาสั้นๆ หลังพระอาทิตย์ขึ้น หรือก่อนพระอาทิตย์ตก ช่วงเวลานี้จะเป็นช่วงเวลาที่แสงแดดจะมีสีสันสวยงามกว่าปกติ แสงจะออกเหลืองทองหรืออาจจะแดงเรื่อๆ และมีความนุ่มนวลกว่าแสงแดดปกติเวลาสายๆ หรือเที่ยงๆ ดังนั้น เมื่อคนมีอายุมากขึ้น ระบบการมองเห็นจะถดถอยลงทำให้ศักยภาพในการมองเห็นและความสุขสบายต่างๆ นั้นจะลดลงเมื่อเป็นผู้สูงอายุ แสงจึงเป็นปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมภายในที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อศักยภาพในการมองเห็นและความสุขสบาย แสงและการส่องสว่างที่ดีนั้นสามารถที่จะชดเชยการลดลงของประสิทธิภาพการมองเห็นของผู้สูงอายุได้ ดังนั้น การมองเห็นที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้สูงอายุในการใช้ชีวิตอยู่ในอาคาร การจัดการความเข้มของแสงสว่างที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ แสงสว่างที่น้อยหรือมากเกินไป หรือ แสงจ้า ทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไปเกิดความเมื่อยล้า กล้ามเนื้อหนังตากระตุก ปวดตา มึนศีรษะ นอนไม่หลับ ความสามารถในการมองเสื่อมลง

2.6.4 จุดคุ้มทุนระหว่างแสงธรรมชาติกับแสงไฟฟ้า

วิวัฒนชีวินและคณะ (2560) ได้ศึกษาเรื่องการจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง 1,007,736 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างรวม 4,534,812 บาท/ปีซึ่งสูงมาก และในอาคาร 2 ที่ศึกษามีการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง 115,200 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง 518,400 บาท/ปี จากการใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างรวมทั้งสิ้น 6 มาตรการ คือ

(1) การใช้ Photo Switch ควบคุมการทำงานของหลอดไฟไล่แมลง

(2) การใช้ Motion Sensor ควบคุมการทำงานของหลอดไฟในห้องแต่งตัว

(3) การใช้ Motion Sensor ควบคุมการทำงานของหลอดไฟในห้องน้ำ

(4) การลดจำนวนหลอดไฟที่ไม่จำเป็นและการปิดไฟบริเวณทางเดินในช่วงเวลาพัก

(5) การติดตั้งแผ่นไฟเบอร์โปร่งแสงบริเวณหลังคาเพื่อใช้แสงธรรมชาติแทนการเปิดไฟแสงสว่าง

(6) การลดความสูงของโคมไฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่าง สามารถนำแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าไปทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์โดยทำการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน พบว่าหากนำแนวทางทั้งหมดไปปฏิบัติครบทุกแนวทางจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 2 ลงได้ 11,961 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปีคิดเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ประมาณ 53,825 บาท/ปีหรือประมาณ 10.38%

2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นวลวรรณ ทวยเจริญ, วนารัตน์ กรอิสรานุกูล และ ศกรา ณะมณี (2559) ได้ศึกษาเรื่องอิทธิพลของแสงสว่างภายในอาคารต่อการมองเห็นของผู้สูงอายุชาวไทย วัตถุประสงค์ในการวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทางด้านแสงสว่างภายในอาคารต่อการมองเห็นของผู้สูงอายุชาวไทย การทดลองทำในห้องจำลองขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 2.50 เมตร มีฝ้าเพดาน และมีการติดตั้งหลอดไฟรูปแบบต่างๆ ณ มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ บ้านพักคนชราหญิง จังหวัดปทุมธานี การทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองกับผู้สูงอายุชาวไทยจำนวน 82 คน โดยทำการทดสอบศักยภาพในการมองเห็น (Visual Performance) ความสบายตา (Visual Comfort) และความพึงพอใจการมองเห็น (Visual Preference) ของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร 15 รูปแบบโดยรูปแบบต่างๆ

ดังกล่าวนั้นเป็นรูปแบบที่เกิดจากการแปรเปลี่ยนค่าของระดับปัจจัย 5 ปัจจัย ซึ่งได้แก่ ความส่องสว่างของชิ้นงาน (Task Llluminance) ค่าอุณหภูมิสีของแสง (Correlated Colour Temperature) ประเภทของโคมไฟ(Luminaire Type) สีของพื้นผิวห้อง (Room Surface Colour) และการมีวิวของหน้าต่าง (The Presence of Windowview) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมเพื่อการมองเห็นที่ดีที่สุดสำหรับผู้สูงอายุชาวไทยควรมีความส่องสว่าง 1,000 lux อุณหภูมิสีของแสงโทนเย็น (4,200K) มีสีผนังโทนเย็น และมีหน้าต่างที่มองออกไปเห็นวิวธรรมชาติ

สุธิวัตร ประกอบธรรม (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเทคนิคการใช้แสงธรรมชาติเพื่อการมองเห็นที่เหมาะสมสำหรับห้องพักผู้ป่วยผู้สูงอายุ โดยการศึกษาอิทธิพลของฝ้าเพดานและหิ้งแสงต่อการนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในห้องพักผู้ป่วยของผู้สูงอายุ โดยทำการศึกษาห้องพักผู้ป่วย 2 ประเภท คือ ห้องพักผู้ป่วยเดี่ยวและห้องพักผู้ป่วยรวม 4 เตียง โดยการศึกษาครั้งนี้ทำการจำลองแสงสว่างใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรม DIALux 4.12 ผลการศึกษาได้สรุปรูปแบบแผงกันแดดแบบหิ้งแสงและฝ้าเพดานที่เหมาะสมต่อห้องพักผู้ป่วยเดี่ยวในแง่ของการส่องสวางในอาคาร โดยรูปแบบที่ดีที่สุด คือ รูปแบบหิ้งแสงที่เอียง 30 องศาและเป็นวัสดุทึบแสงใช้ควบคู่กับฝ้าเพดานที่มีมุมเอียงจากแนวระนาบ 5องศา และสำหรับห้องพักผู้ป่วยรวม 4 เตียงนั้น รูปแบบที่ดีที่สุด คือ รูปแบบหิ้งแสงที่เอียง 0 องศาและเป็นวัสดุทึบแสงใช้ควบคู่กับฝ้าเพดานที่มีมุมเอียงจากแนวระนาบ 5 องศา ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับห้องพักผู้ป่วยในอาคารโรงพยาบาลและอาคารอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารอย่างเหมาะสมและเพื่อการมองเห็นและสุขภาพที่ดีของผู้สูงอายุ

รัตนา แก้วเพชรพงษ์ (2556) ได้ศึกษาเรื่อง การออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียว ผลการออกแบบสามารถสรุปได้ว่า อาคารเรือนนอนผู้สูงอายุที่จัดวางตามผังบริเวณจะได้รับผลกระทบจากการโคจรของดวงอาทิตย์ค่อนข้างมาก แต่ทิศทางของลมจะช่วยในเรื่องของการระบายอากาศที่ดี การปลูกต้นไม้ในตำแหน่งที่เหมาะสมจะช่วยให้ร่มเงาและลดความร้อนแก่อาคารได้ การเลือกใช้วัสดุสำหรับเปลือกอาคาร เช่น ผนังทึบ กระจกหน้าต่าง และวัสดุมุงหลังคา ทำให้การถ่ายเทความร้อนของผนังและหลังคาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และการนำประโยชน์จากปัจจัยธรรมชาติมาใช้ในการออกแบบทำให้อาคารสามารถลดการใช้พลังงานได้ ผลงานนี้จัดเป็นงานวิจัยใหม่ที่ไม่เคยมีการศึกษามาก่อนและสามารถเป็นต้นแบบในการออกแบบเรือนนอนผู้สูงอายุที่จะสร้างใหม่

เสาวณิต ทองมี (2550) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้แสงสว่างธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างภายในอาคารห้องสมุด กรณีศึกษา อาคารห้องสมุดประชาชน “เฉลิมราชกุมารี” ผลการศึกษาพบว่า อาคารห้องสมุดในส่วนของพื้นที่ชั้นล่างมีปัญหาในเรื่องของระดับค่าความส่อง

สว่างที่ไม่เพียงพอและมากเกินไปในบางพื้นที่ และความสม่ำเสมอของแสงไม่เหมาะสม และมีปัญหาเรื่องแสงบาดตา โดยแนวทางที่นำมาปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ การเพิ่มช่องแสงเหนือหน้าต่าง และการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงระยะยื่นภายนอก 0.89 เมตร และภายใน 0.31 เมตร เป็นวิธีที่ดีที่สุด โดยช่วยให้แสงสว่างภายในห้องสูงเพิ่มขึ้นจากเดิม 21.8% ความสม่ำเสมอของความส่องสว่างเพิ่มขึ้นจากเดิม 38.6% ส่วนสภาวะแสงบาดตามีค่าใกล้เคียงกับรูปแบบเดิม

อวิรุทธ์ อุรุพงศา (2544) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านข้างส่วนบน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างในห้องเรียนในชนบท ผลการศึกษาขั้นต้นพบว่าช่องแสงจากผนังด้านข้างเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถให้ความสว่างได้เพียงพอทั่วห้อง การยกช่องแสงด้านข้างให้สูงขึ้นเพื่อให้แสงสว่างเข้ามาได้ลึกมากขึ้น มีผลกับการควบคุมความจ้าและแสงแยงตา การใช้หิ้งแสงให้เป็นส่วนช่วยสะท้อนแสงเข้ามาในห้อง ทำให้ปริมาณแสงสว่างภายในห้องลดลง เนื่องจากหิ้งแสงไม่ได้รับแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ และฝุ่นที่จะลดประสิทธิภาพของหิ้งแสง แต่การใช้ช่องแสงด้านข้าง ยังมีความสำคัญเพื่อเชื่อมต่อมุมมองพื้นที่ภายในและภายนอก การใช้ช่องแสงด้านข้างส่วนบนที่ห่างจากผนังหลังห้อง สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารได้ลึกมากขึ้น และยังสามารถใช้กระจกที่มีค่าการส่องผ่านแสงสูงได้ เพราะในมุมที่สูงสายตามนุษย์สามารถรับความจ้าได้มากกว่าในระดับสายตา จึงทำให้แสงสว่างภายในห้องเพิ่มมากขึ้น ผลการวิจัยด้านทิศเหนือเมื่อใช้ช่องแสงด้านข้างขนาด 1.00ม. สูงจากพื้น 0.90 ม. ใช้งานร่วมกับช่องแสงด้านข้างส่วนบนขนาด 0.60 ม. สูงจากพื้น 3.20 ม. ที่ระยะห่างจากผนังหลังห้อง 3.00 ม. สามารถให้แสงสว่างที่เพียงพอตามมาตรฐาน ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น ส่วนการใช้ช่องแสงรูปแบบดังกล่าวในทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตกนั้น ต้องใช้ช่องแสงด้านข้างส่วนบนที่ระยะ 4.00 ม. จากผนังหลังห้องจึงจะให้แสงสว่างที่มีความสม่ำเสมอได้ทั่วห้อง ในช่วง 10.00-140.00 น. ในทิศใต้ 8.00-12.00 น. ในทิศตะวันออก และ 12.00-16.00 น. ในทิศตะวันตก ทั้งนี้ช่องแสงต้องไม่ได้รับอิทธิพลของแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ จากการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน ในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารให้เกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยการใช้ช่องแสงด้านข้างร่วมกับช่องแสงด้านข้างส่วนบนเพื่อให้แสงสว่างเข้ามาในอาคารได้ลึกมากขึ้น และยังสามารถใช้ช่องแสงด้านข้างส่วนบนร่วมกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเป็นการประหยัดพังงานในอาคาร

ทิพวัลย์ ตั้งพูนทรัพย์ศิริ (2544) ได้ศึกษาเรื่อง แนวทางการปรับปรุงคุณภาพของแสงภายในห้องเรียนเพื่อความสบายตาและเป็นแนวทางการออกแบบห้องเรียนในชนบท วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดปัญหาแสงจ้าจากปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติและดวงโคมแสงไฟฟ้าภายในอาคารเพื่อให้การมองเห็นภายในห้องเรียนมีความสบายตา ขั้นตอนการวิจัยเริ่มจากการเปรียบเทียบรูปแบบช่องเปิดต่าง ๆ เพื่อลด

ปัญหาแสงจ้าโดยอาศัยหุ่นจำลองห้องเรียนที่มีรูปแบบหน้าต่าง 5 แบบแบ่งออกเป็น 12 กรณีศึกษา ทำการทดลองกับ (1) สภาพท้องฟ้าจริง และเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.ทุก ๆ 2 ชั่วโมง (2) ทดลองวิธีติดตั้งกระดานไวท์บอร์ดในห้องเรียนไม่ให้มีแสงจ้าสะท้อนเข้าตานักเรียน โดยติดตั้งกระดานเอียงเป็นมุมต่างภายในหุ่นจำลอง (3) ทดสอบตำแหน่งการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าที่ทำให้เกิดปัญหาแสงจ้าสะท้อนเข้าตานักเรียนขณะเรียนหรืออ่านหนังสือที่โต๊ะเรียนโดยใช้หลักการมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ผลการวิจัยพบว่า หน้าต่างของกรณีศึกษาที่ 8 ให้ความสบายตาในการมองเห็นมากที่สุดเนื่องจากมีการเอียงกระจกหน้าต่างทำมุมกับระนาบตั้ง 15 องศา ทำให้มีมุมมองเห็นท้องฟ้าลดลงจึงมีความสว่างที่หน้าต่างอยู่ในระดับที่ตายอมรับได้ ส่งผลให้มีอัตราส่วนความเปรียบต่างความสว่างที่หน้าต่างกับผนังรอบหน้าต่างน้อยกว่ากรณีอื่น ๆ เพราะมีการเอียงฝ้าเพดานบริเวณใกล้หน้าต่างให้จรดวงกบหน้าต่างทำให้มีการไล่ลำดับความเปรียบต่างความสว่างที่หน้าต่าง และการวิจัยการติดตั้งกระดานไวท์บอร์ดที่ปรับเอียงมุม 5 องศาให้สอบเข้าด้านบน เพื่อหลบแสงจ้าสะท้อนที่อยู่ในมุมวิกฤติ (25 องศา)ที่กระดานไม่ให้เข้าตานักเรียนได้เช่นเดียวกับการปรับหน้าโต๊ะเรียนเอียง 5 องศาและการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าที่กระดานต้องใช้เกล็ดบังแสงไม่ให้มีแสงตกกระทบที่กระดานโดยตรง เช่นเดียวกับการติดตั้งดวงโคมให้แสงภายในห้องเรียนต้องไม่อยู่ในระยะที่ทำให้เกิดแสงสะท้อนที่โต๊ะเรียนเข้าตานักเรียน และการนำห้องเรียนแบบใหม่ที่มีหน้าต่างแบบกรณีศึกษาที่ 8 ไปประยุกต์ใช้กับช่องแสงด้านบนแล้ว ทำให้ความสว่างภายในห้องเรียนเพิ่มขึ้น ช่วยลดความเปรียบต่างความสว่างจ้าระหว่างภายในห้องเรียนกับภายนอกได้ดังนั้นการมองออกไปภายนอกห้องผ่านหน้าต่างนี้จึงมีความสบายตามากขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่อง “การใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคารผู้สูงอายุตามหลักอาคารเขียว กรณีศึกษา: ห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล จังหวัดนนทบุรี ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 การสำรวจและศึกษาลักษณะการสำรวจและศึกษาลักษณะทางกายภาพของห้องนันทนาการ ในโครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล

ในการการสำรวจและศึกษาลักษณะการสำรวจและศึกษาลักษณะทางกายภาพของห้องนันทนาการ ในโครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

3.1.1.1 เครื่องตรวจวัดระดับความเข้มของแสงสว่างลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter) รุ่น Testo 457934

3.1.1.2 โปรแกรม AutoCAD เพื่อจำลองห้องนันทนาการ ในโครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล

3.1.1.3 วิเคราะห์การใช้พลังงานในเรื่องของแสงสว่างโดยใช้โปรแกรม DIALux 4.12

3.1.1.4 กล้องถ่าย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้กล้องถ่ายรูปมือถือสมาทร์โฟน ยี่ห้อ ไอโฟน รุ่น iphon7 เพื่อเก็บรวมรวมภาพถ่ายสถานที่จริงทั้งภายในและภายนอกโครงการ

3.1.2 รายละเอียดของอาคารที่ศึกษา

ชื่ออาคาร : ห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล

ที่ตั้ง : ภายในโครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล จังหวัดนนทบุรี

ลักษณะอาคาร : อาคารก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น

ห้องหน้าต่าง-ช่องเปิด ชั้นล่าง : หน้าต่างบานเปิดคู่และช่องแสงติดตาย วงกบและกรอบบานเป็นอลูมิเนียม ลูกฟักกระจกใส ขนาด 3.20 เมตร สูง 1.30 เมตร และหน้าต่างบานเปิดเดี่ยว วงกบและกรอบบานเป็นอลูมิเนียม ลูกฟักกระจกใส ขนาด 0.55 เมตร สูง 1.30 เมตร จำนวน 2 ชุด

แผงกันแดด : ไม่มี

วัสดุปูพื้น : ลามิเนต ลายไม้

ผนัง : ทาสี สีขาว

ฝ้าเพดาน :ยิปซั่มบร์อด ทาสีขาว

ไฟฟ้าส่องสว่าง : Downlight Compactfluorescent Daylight

การระบายอากาศ ชั้นล่าง : เครื่องปรับอากาศ

เฟอร์นิเจอร์ : ชุดโต๊ะเก้าอี้ ลายไม้

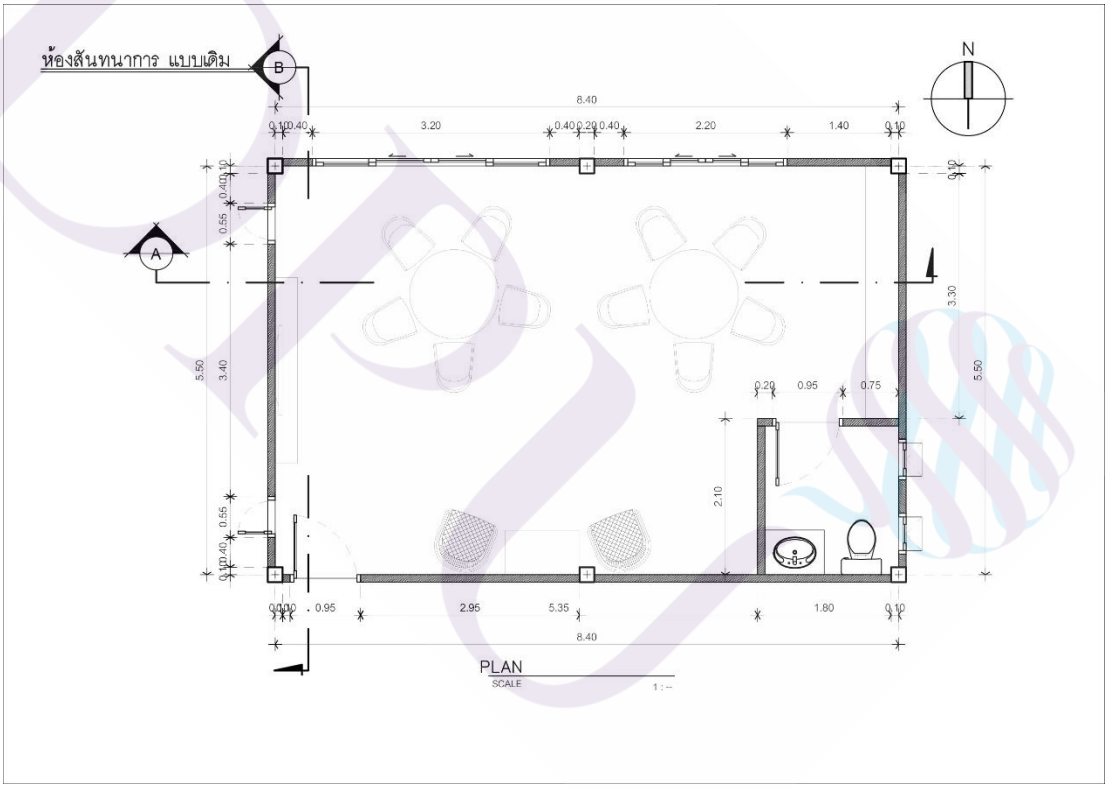
สภาพแวดล้อม : เป็นสนามหญ้าและพื้นที่โล่งโดยรอบ

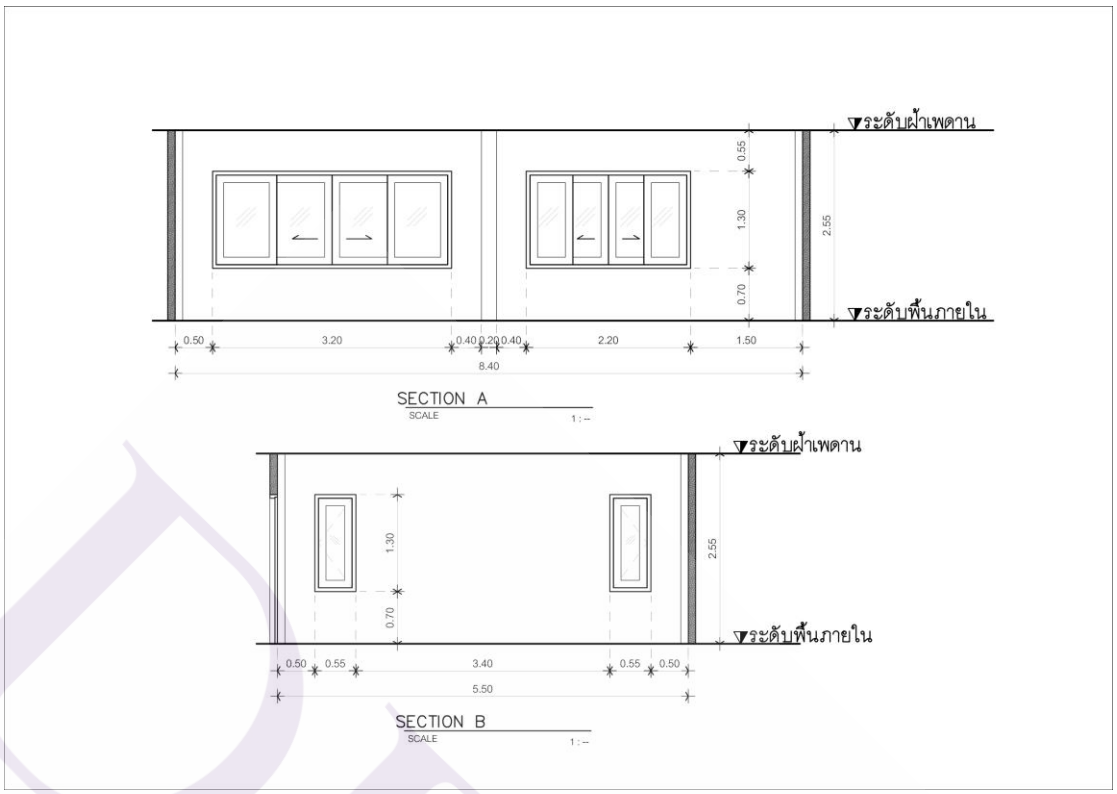
เวลาทำการ เวลา 8.00น.-17.00น. ทุกวัน

เวลา 9.00น.-11.00น. เป็นช่วงเวลาที่ใช้ห้องทำกิจกรรม

วัน/เวลาที่ทำการสำรวจ วันที่ 3 ตุลาคม 2560 เวลา 6.00น.-18.00น.

และ วันที่ 9 ตุลาคม 2560 เวลา 6.00น.-18.00น.

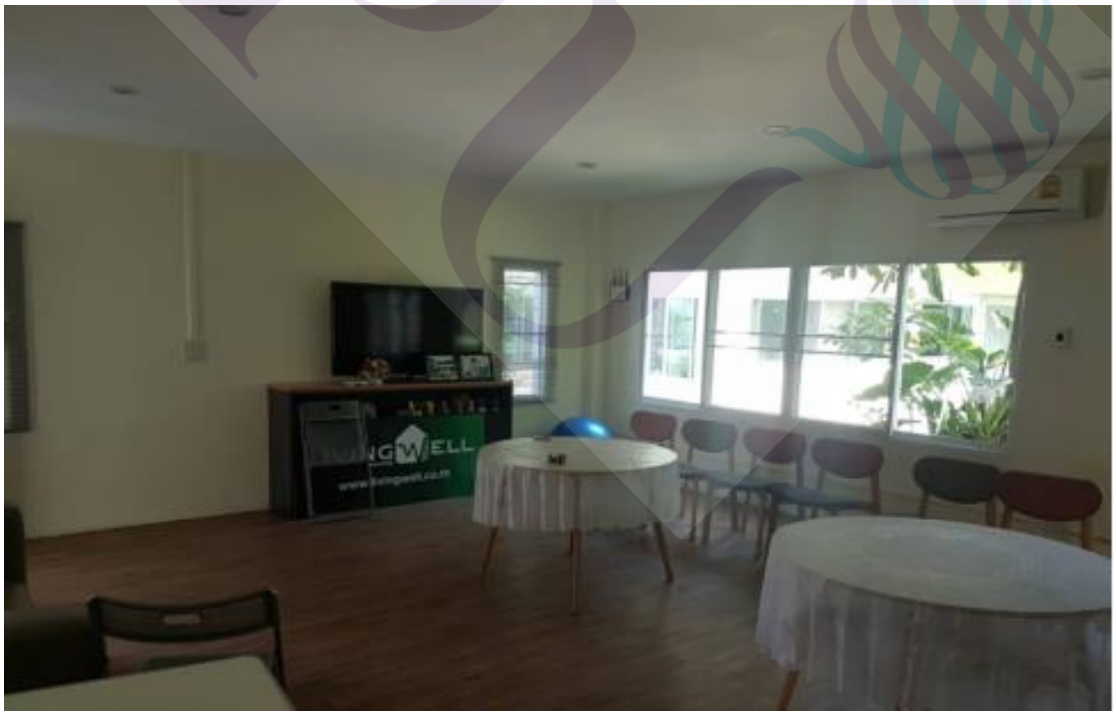




ภาพที่ 3.1 แสดงแบบห้องนันทนาการ

ภาพที่ 3.2 แสดงรูปด้านหน้า ห้องนันทนาการ บ้านผู้สูงอายุ โครงการ “ลิฟวิ่งเวล”

ภาพที่ 3.3 แสดงรูปด้านข้างของอาคารห้องนันทนาการ



ภาพที่ 3.4 แสดงช่องหน้าต่าง-ช่องเปิดด้านข้างอาคาร

3.1.3 รายละเอียดการสำรวจอาคาร

จากภาพที่ 3.3 เป็นการแสดงลักษณะภายนอกห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล ชั้นล่าง ซึ่งมีหน้าต่างที่ไม่มีช่องแสงเหนือหน้าต่าง และไม่มีอุปกรณ์บังแดดให้กับช่องเปิด พื้นที่โดยรอบห้องนันทนาการ จะเป็นสนามหญ้าและพื้นที่โล่ง ผนังภายนอกส่วนใหญ่จะทาสีขาว ส่วนภาพที่ 3.4 เป็นการแสดงลักษณะภายในชั้นล่างของอาคาร ซึ่งตกแต่งให้เป็นห้องนันทนาการ พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่สำหรับอ่านหนังสือและทำกิจกรรมร่วมกันของผู้สูงอายุ เป็นพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด การจัดวางเฟอร์นิเจอร์แบบลอยตัว เฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่ทำจากไม้ และผนังภายในและฝ้าเพดานทาสีขาว

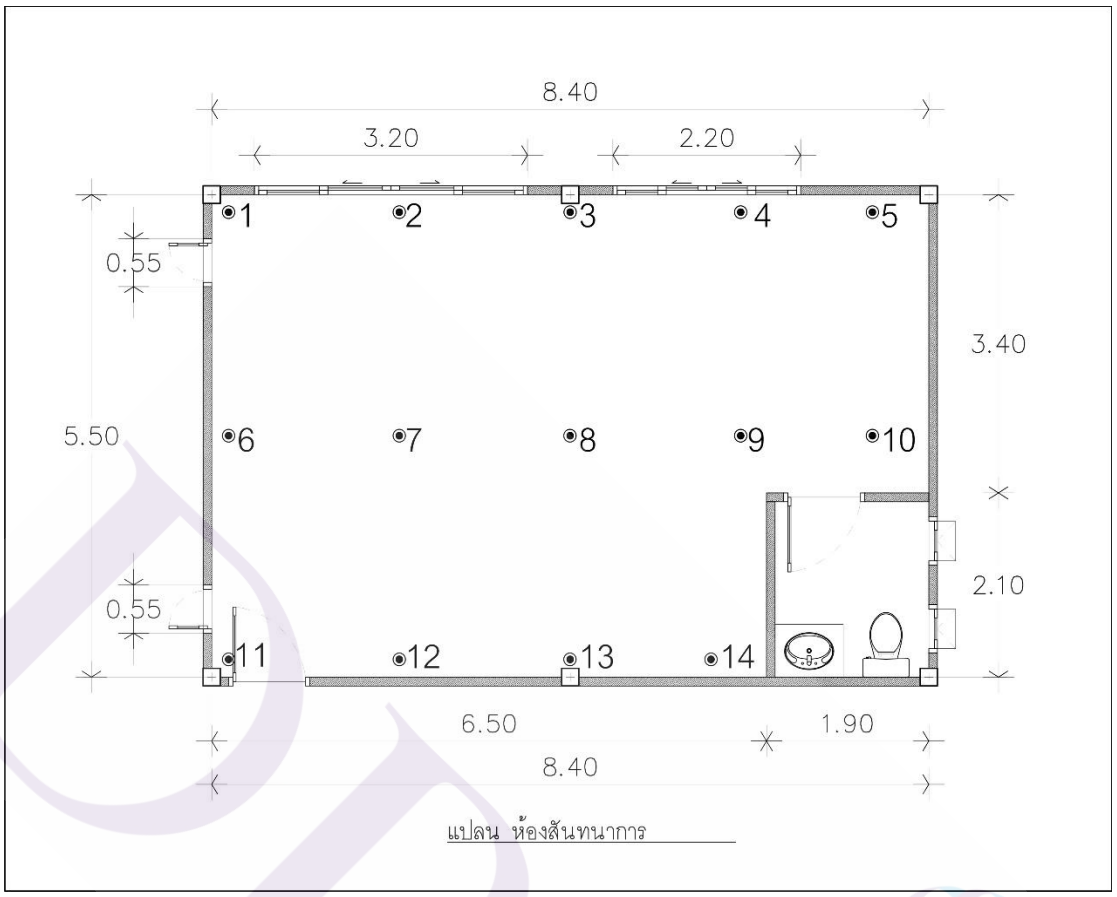
ซึ่งจะสังเกตได้ว่า ปัญหาที่เกิดจากความไม่สม่ำเสมอของแสงภายในอาคารบริเวณพื้นที่อ่านหนังสือและพื้นที่ทำกิจกรรม โดยมีอัตราส่วนระหว่างผนังทึบกับช่องเปิดอยู่ระหว่าง 7.36-14.7% โดยจาการศึกษาอัตราส่วนระหว่างผนังทึบกับช่องเปิดที่เหมาะสมต่อพื้นที่สำนักงานในการใช้แสงธรรมชาติทางด้านข้างจะมีอัตราส่วนอยู่ระหว่าง 40-50% (พิรุฬรัตน์ บุริประเสริฐ, 2543)

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังในแต่ละทิศของห้องนันทนาการภายในอาคาร

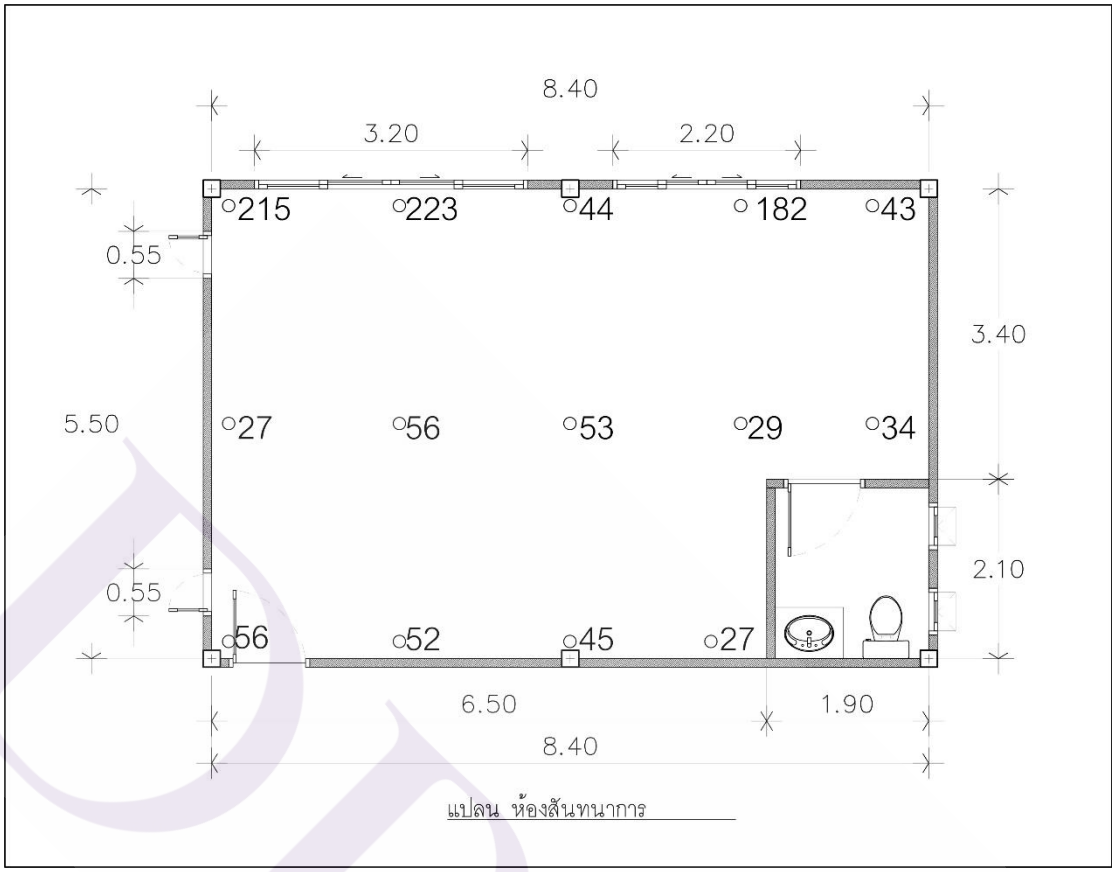
ห้อง/ชั้น	ผนัง	พื้นที่ ผนัง (ตร.ม.)	พื้นที่ ช่องเปิด (ตร.ม.)	อัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนัง (%)
ห้องนันทนาการ ชั้นล่าง	ทิศเหนือ	21.42	7.02	32.78
	ทิศใต้	14.03	0	0
	ทิศตะวันออก	21.42	0	0
	ทิศตะวันตก	14.03	1.43	10.20

3.2 การวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล นนทบุรี โดยการใช้เครื่องมือวัด

ในการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล นนทบุรี โดยการใช้เครื่องมือวัดนั้น ได้มีการกำหนดตำแหน่งและระยะต่างๆ ของตารางกริด ที่ใช้อ้างอิงในการวัด โดยมีตำแหน่งที่ใช้ในการอ้างอิงพื้นที่ห้องนันทนาการชั้นล่าง 14 ตำแหน่ง และความสูงที่ใช้ในการศึกษาใช้ที่ระดับพื้นที่การใช้งาน (Working Plane) ที่ระดับความสูง 0.75 เมตร

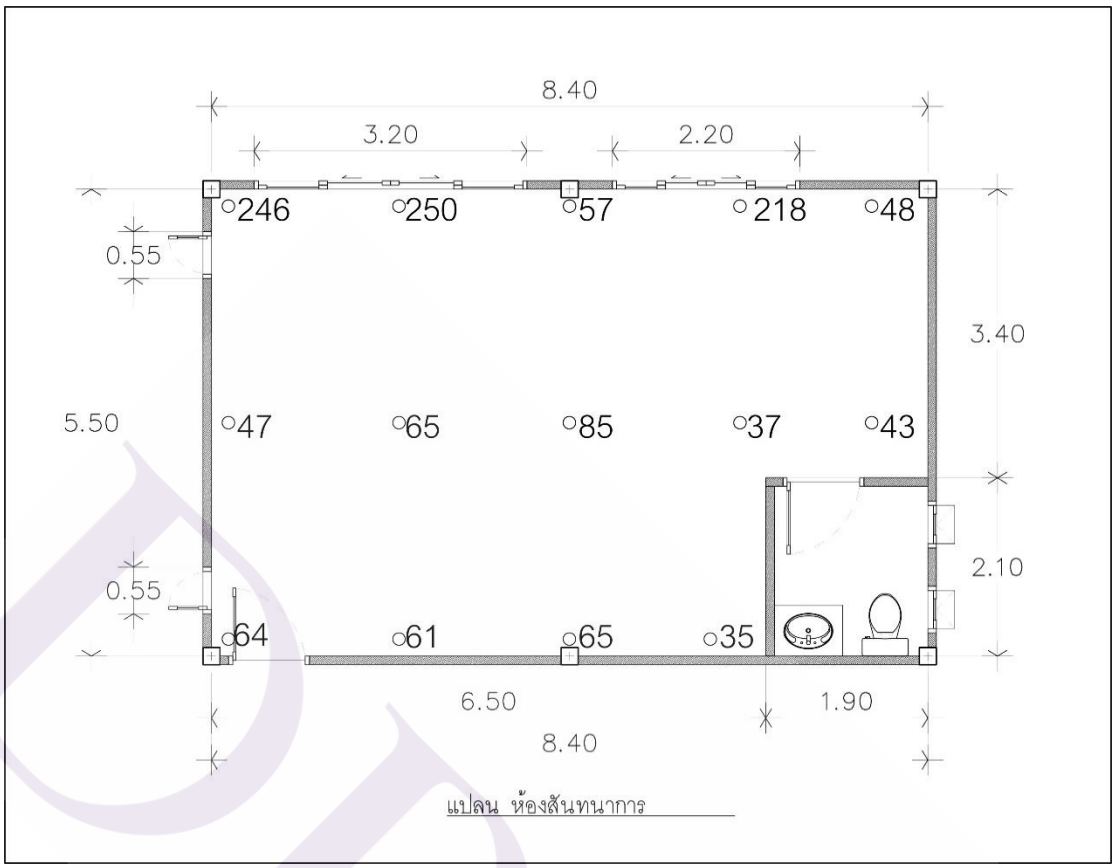


ภาพที่ 3.5 แสดงตำแหน่งตารางกริด ที่ใช้อ้างอิงในการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องนันทนาการชั้นล่าง ด้วยการใช้เครื่องมือวัด



ภาพที่ 3.6 แสดงผลการสำรวจค่าความส่องสว่างบริเวณชั้นล่างภายในห้องนันทนาการ ครั้งที่ 1 (หน่วยวัดเป็นลักซ์) วันที่ 3 ตุลาคม 2560 เวลา 10.00น. สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก

จากภาพ 3.6 ผลการสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องนันทนาการ ครั้งที่ 1 บริเวณชั้นล่าง ของวันที่ 3 ตุลาคม 2560 เวลา10.00น. สภาพท้องฟ้ามีเมฆค่าความส่องสว่างที่มีความเหมาะสมภายในห้องนันทนาการบริเวณพื้นที่อ่านหนังสือ (Working Plane) ควรอยู่ระหว่าง 300-500 ลักซ์ แต่ภายในหลายๆ จุดที่ทำการสำรวจมีค่าความส่องสว่างน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ ค่าความส่องสว่างน้อยกว่าเกณฑ์ 100% จากการวัดทั้ง 14 ตำแหน่ง มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด คือ 27 ลักซ์ อยู่บริเวณในสุดของห้อง และมีค่าความส่องสว่างมากที่สุด คือ 223 ลักซ์ บริเวณริมหน้าต่างของผนังทางด้านทิศเหนือ



ภาพที่ 3.7 แสดงผลการสำรวจวัดค่าความส่องสว่างบริเวณชั้นล่างภายในห้องนันทนาการ ครั้งที่ 2 (หน่วยวัดเป็นลักซ์) วันที่ 9 ตุลาคม 2560 เวลา 10.00น. สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน

จากภาพที่ 3.7 ผลจากการสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องนันทนาการ ครั้งที่ 2 บริเวณชั้นล่าง ของวันที่9 ตุลาคม 2560 เวลา 10.00น. สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน ค่าความส่องสว่างที่มีความเหมาะสมภายในห้องนันทนาการบริเวณพื้นที่อ่านหนังสือ (Working Plane) ควรอยู่ระหว่าง 300-500 ลักซ์ แต่ภายในหลายๆ จุดที่ทำการสำรวจมีค่าความส่องสว่างน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ ค่าความส่องสว่างน้อยกว่าเกณฑ์ 100% จากการวัดทั้ง 14 ตำแหน่ง มีค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด คือ 35 ลักซ์ อยู่บริเวณในสุดของห้อง และมีค่าความส่องสว่างมากที่สุด คือ 250 ลักซ์ บริเวณริมหน้าต่างของผนังทางด้านทิศเหนือ

3.3 สรุปผลจากการสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างของแสงภายในห้องนันทนาการ โดยใช้เครื่องมือวัด

จากการสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องนันทนาการทั้ง 2 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งที่เข้าไปสำรวจจะมีสภาพท้องฟ้าที่แตกต่างกัน คือ สภาพท้องฟ้าที่มีเมฆมากและสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมบางส่วน โดยสรุปพื้นที่ออกเป็น ดังนี้

3.3.1 ค่าความส่องสว่างของแสงภายในห้องนันทนาการ พื้นที่ชั้นล่างของอาคาร

ค่าความส่องสว่างภายในส่วนใหญ่ที่วัดได้ทั้ง 2 ครั้ง จะมีค่าความส่องสว่างน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่ค่าส่วนใหญ่ที่วัดได้ทั้งในสภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมากและมีเมฆปกคลุมบางส่วนของพื้นที่ชั้นล่างจะน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คิดเป็น 100 % ของจำนวนตำแหน่งที่วัดทั้งหมด ซึ่งค่าที่น้อยที่สุดนั้นจะอยู่บริเวณหน้าห้องน้ำ หรืออยู่บริเวณริมผนังที่ไม่มีช่องหน้าต่าง อันเป็นผลมาจากขนาดและตำแหน่งของหน้าต่างมีไม่เหมาะสมและเพียงพอ จึงทำให้แสงสว่างจากช่องหน้าต่างส่องเข้ามาไม่ทั่วถึงพื้นที่ภายในบริเวณตรงกลาง ส่วนค่าที่มากที่สุด จะอยู่บริเวณริมหน้าต่างทางทิศเหนือของห้อง ซึ่งเป็นผลมาจากช่องหน้าต่างไม่มีแผงกันแดดหรือชายคายื่นเพื่อป้องกันหรือกรองแสงสว่างให้มีปริมาณที่เหมาะสมต่อการใช้สอยพื้นที่ จึงส่งผลให้แสงสว่างเข้ามาภายในพื้นที่ได้โดยตรง

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 มาใช้ในการจำลองแสงสว่างภายในห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล เพื่อประเมินสภาวะการส่องสว่างในปัจจุบัน ดังนี้

4.1 ผลการประเมินสภาพสภาวะการส่องสว่างภายในห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล ในปัจจุบัน

4.1.1 ข้อมูลด้านกายภาพและรูปแบบโครงสร้างอาคาร

ลักษณะและขนาดของห้องนันทนาการเป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กขนาด 42.21 ตารางเมตร คือ กว้าง 8.40 เมตร ยาว 5.50 เมตร โดยมีความสูงจากระดับพื้นห้องถึงระดับฝ้าเพดานเท่ากับ 2.55 เมตร และยกสูงจากพื้นดิน 0.20 เมตร พื้นเป็นลามิเนต ลายไม้ ผนังเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีขาว ฝ้าเพดานคอนกรีตทาสีขาว ส่วนวงกบเป็นอะลูมิเนียมสีขาว ดังแสดงในภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ภายในห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล

4.1.2 ผลจากการตรวจวัด ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างในห้องนันทนาการ ณ เวลาต่างๆ

ตารางที่ 4.1 แสดงผลจากการตรวจวัด ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างในห้องนันทนาการ ณ เวลาต่างๆ

เวลา	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่าง
6.00 น.	6.50 ลักซ์
7.00 น.	11.35 ลักซ์
8.00 น.	16.25 ลักซ์
9.00 น.	45.00 ลักซ์
10.00 น.	77.57 ลักซ์
11.00 น.	52.20 ลักซ์
12.00 น.	21.80 ลักซ์
13.00 น.	135.33 ลักซ์
14.00 น.	108.00 ลักซ์
15.00 น.	28.71 ลักซ์
16.00 น.	22.10 ลักซ์
17.00 น.	14.00 ลักซ์
18.00 น.	5.60 ลักซ์
ค่าเฉลี่ย	45.39 ลักซ์

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการส่องสว่างจุดต่างเฉลี่ยในห้องนันทนาการ 14 จุด วัดเมื่อพิจารณาตลอด 1 สัปดาห์ ตั้งแต่เวลา 6.00-18.00 น. พบว่าไม่ว่า ณ. เวลาใดค่าเฉลี่ยการส่องสว่างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน 300-500 ลักซ์ โดยมีค่าเฉลี่ยการส่องสว่างทั้งหมดเพียง 45.39 ลักซ์ เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลาพบว่า ช่วงเวลาโดยส่วนใหญ่มีค่าการส่องสว่างที่ต่ำกว่ามาตรฐานถึง 100% ของจำนวน 14 จุดวัดทั้งหมดในห้องนันทนาการ อาจจะกล่าวได้ว่าลักษณะก่อนปรับปรุงของห้องนันทนาการดังกล่าวค่อนข้างมืดและควรปรับปรุงให้มีการส่องสว่างเพิ่มเติมในแง่ของการใช้แสงธรรมชาติ

4.2 วันที่กำหนดทำการทดสอบแสงสว่างของห้องนันทนาการ กรณีศึกษาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ 365 วัน และรอบตนเอง 1 รอบใน 1 วัน โดยหมุนรอบแกนเหนือ-ใต้ เอียงทำมุมกับเส้นตั้งฉาก 23.5 องศา และจากการหมุนรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรีทุกวันที่ 21 ธันวาคม ขั้วโลกเหนือจะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุดทำมุม 23.5 องศา อีก 3 เดือนต่อมาในวันที่ 21 มีนาคม มุมจะเป็น 0 องศา ในวันที่ 21 มิถุนายน มุมจะเป็น 23.5 องศา และในวันที่ 21 กันยายน จะเป็น 0 องศาอีกครั้ง และต่อไปยัง 23.5 องศาในวันที่ 21 ธันวาคม เป็นการครบ 1 รอบ

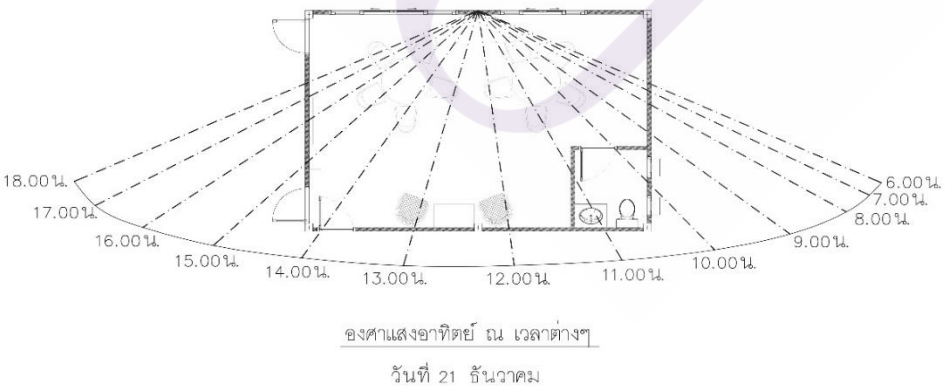
ซึ่งทิศทางการส่องสว่างของดวงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในวันที่ที่ต่างกัน ดังนั้น ตำแหน่งที่มีความสำคัญก็คือ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ใน

1. วันที่ 21 ธันวาคม เป็นวันที่ อยู่ในช่วงฤดูหนาว เรียกว่า Winter Solstice ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางใต้มากที่สุด และมีเวลากลางคืนยาวนานกว่ากลางวัน

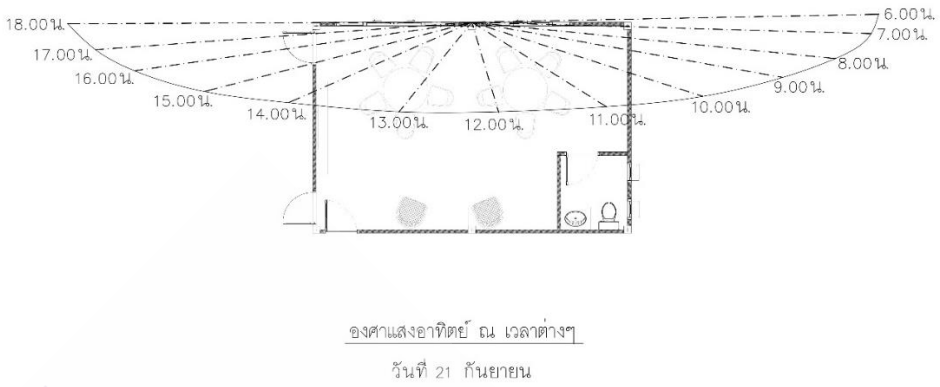
2.วันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน เป็นวันที่ เรียกว่า Spring Equinox ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงกับเส้นศูนย์สูตรพอดี และมีเวลากลางวันเท่ากับกลางคืน

3.วันที่ 21 มิถุนายน เป็นวันที่ อยู่ในช่วงฤดูร้อน เรียกว่า Summer Solstice ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางเหนือมากที่สุดและมีเวลากลางวันยาวกว่ากลางคืน

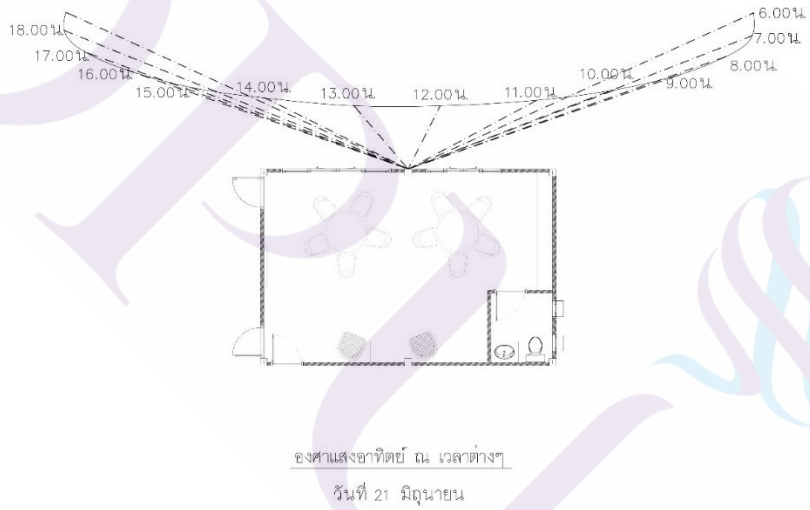
ดังนั้นจึงใช้วันดังกว่าที่ 3 วันเป็นวันทำการทดลอง



ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงองศาแสงอาทิตย์ ณ เวลาต่างๆ วันที่ 21 ธันวาคม



ภาพที่ 4.3 ภาพแสดงองศาแสงอาทิตย์ ณ เวลาต่างๆ วันที่ 21 กันยายน

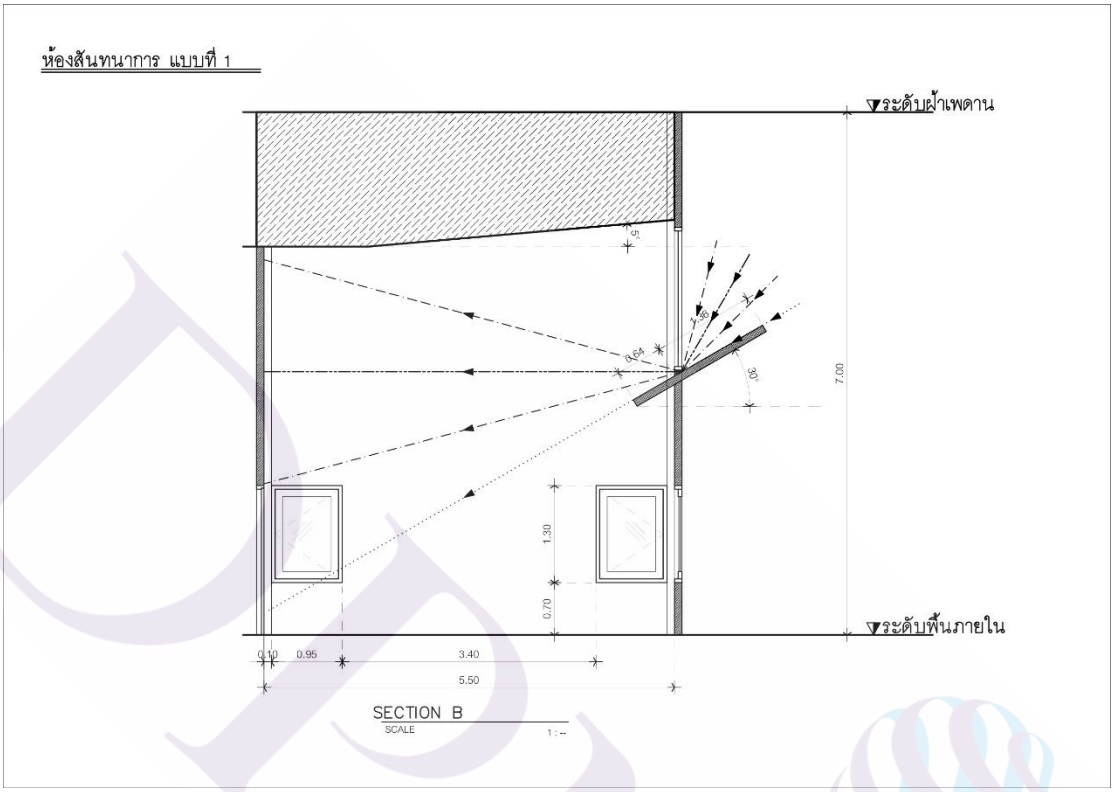


ภาพที่ 4.4 ภาพแสดงองศาแสงอาทิตย์ ณ เวลาต่างๆ วันที่ 21 มิถุนายน

4.3 ผลการทดสอบแสงสว่างของห้องนันทนาการ กรณีศึกษาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ก่อนและภายหลังมีการออกแบบปรับปรุง

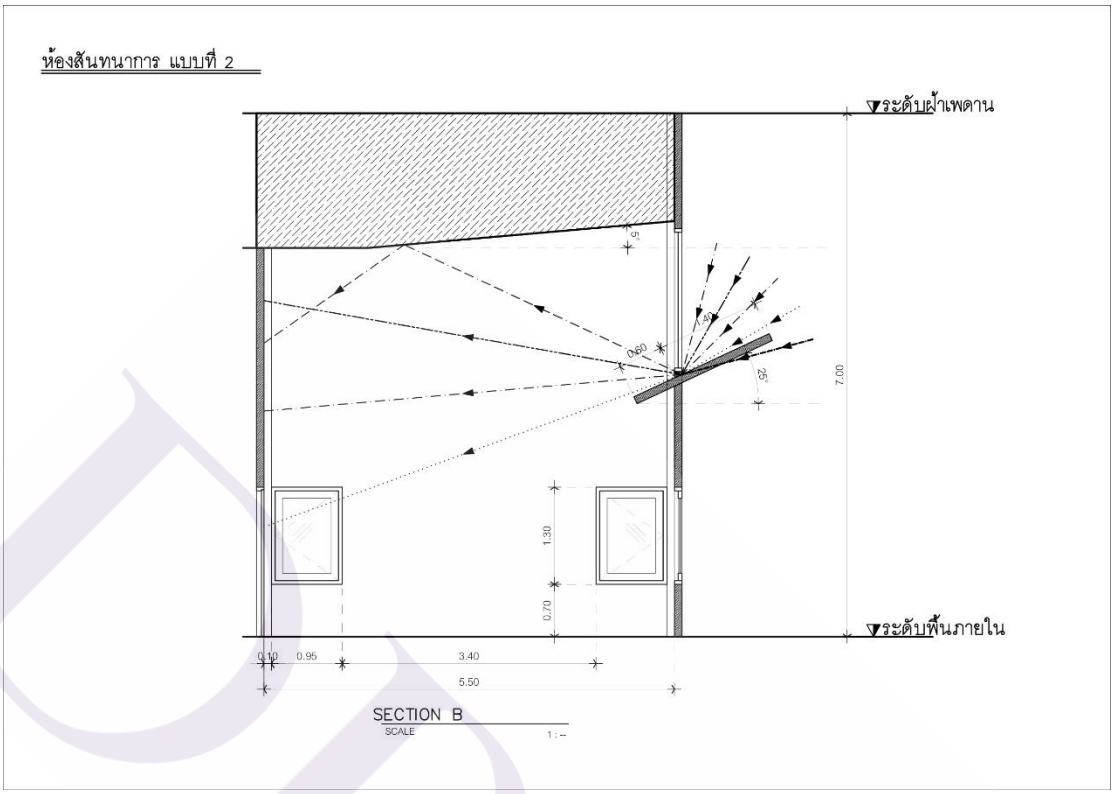
จากผลการศึกษาในส่วนที่ 4.1 นั้นทำให้ได้รูปแบบของการส่องสว่าง 4 รูปแบบมาทำการทดลองในเรื่องของแสงสว่างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ในส่วนของห้องเดิมและห้องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาจากโปรแกรมจะนำมาเฉลี่ยในแต่ละวันเป็นตัวแทนและค่าเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปี (โดยค่าที่ได้จากโปรแกรม DIALux 4.12 จะนำมาปรับโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่จำลองใน DIALux 4.12 และค่าที่วัดได้จริงในห้องนันทนาการ

ส่วนภาคสนาม) หลังจากนั้นจะนำมาสรุปเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ 300-500 ลักซ์ และพิจารณาว่าแบบที่ปรับปรุงนั้นให้ประสิทธิภาพในเรื่องของการส่องสว่างมากที่สุด



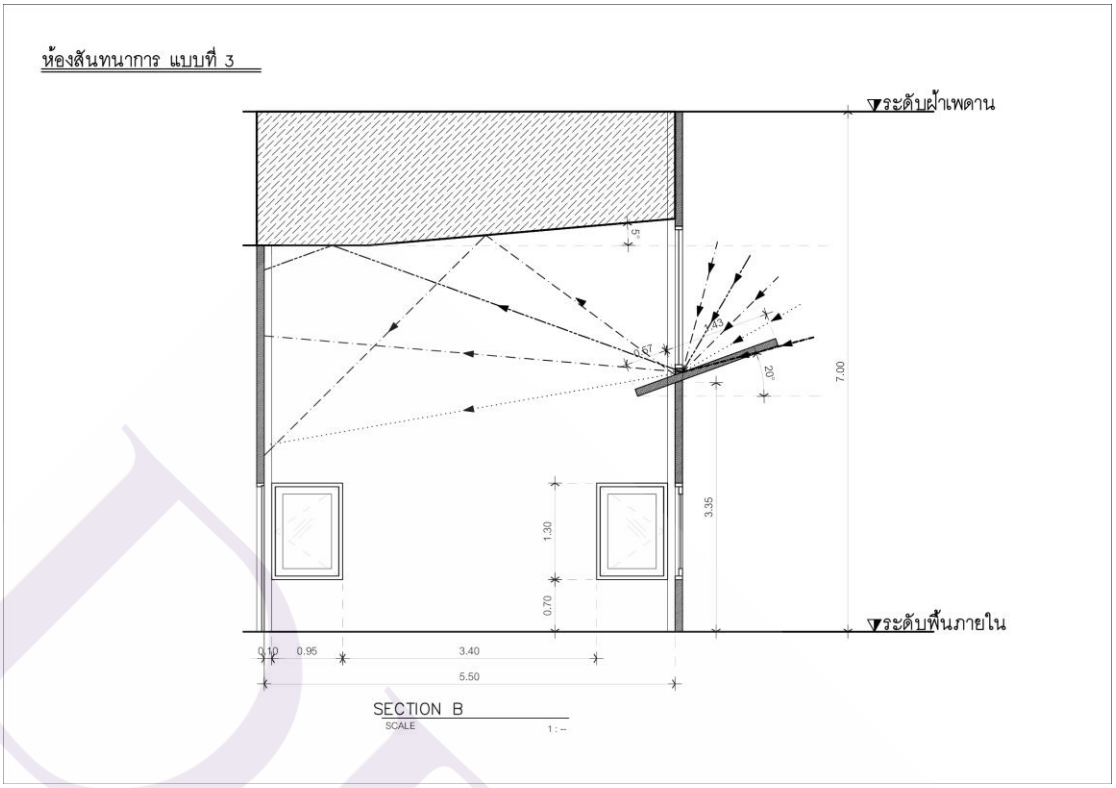
ภาพที่ 4.5 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 1

จากภาพที่ 4.5 เป็นรูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่างแบบที่ 1 มีลักษณะฝ้าเพดาน เอียงทำมุม 5 องศา และ แผงกันแดดแบบหิ้ง ที่ความสูง 3.35 เมตร เอียงทำมุม 30 องศา มีระยะยื่นภายใน 0.64 เมตร ภายนอก 1.36 เมตรมาทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลในส่วนของห้องเดิมและห้องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาจากโปรแกรมจะนำมาเฉลี่ยในแต่ละวันตัวแทนและเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปี (โดยค่าที่ได้จากโปรแกรม DIALux 4.12 จะนำมาปรับโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่จำลองใน DIALux 4.12 และค่าที่วัดได้จริงในห้องนันทนาการส่วนภาคสนาม) หลังจากนั้นจะนำมาสรุปเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ 300-500 ลักซ์ และพิจารณาว่าแบบที่ได้ปรับปรุงนั้นให้ประสิทธิภาพของการส่องสว่าง โดยมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 373.00 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 8.218 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม



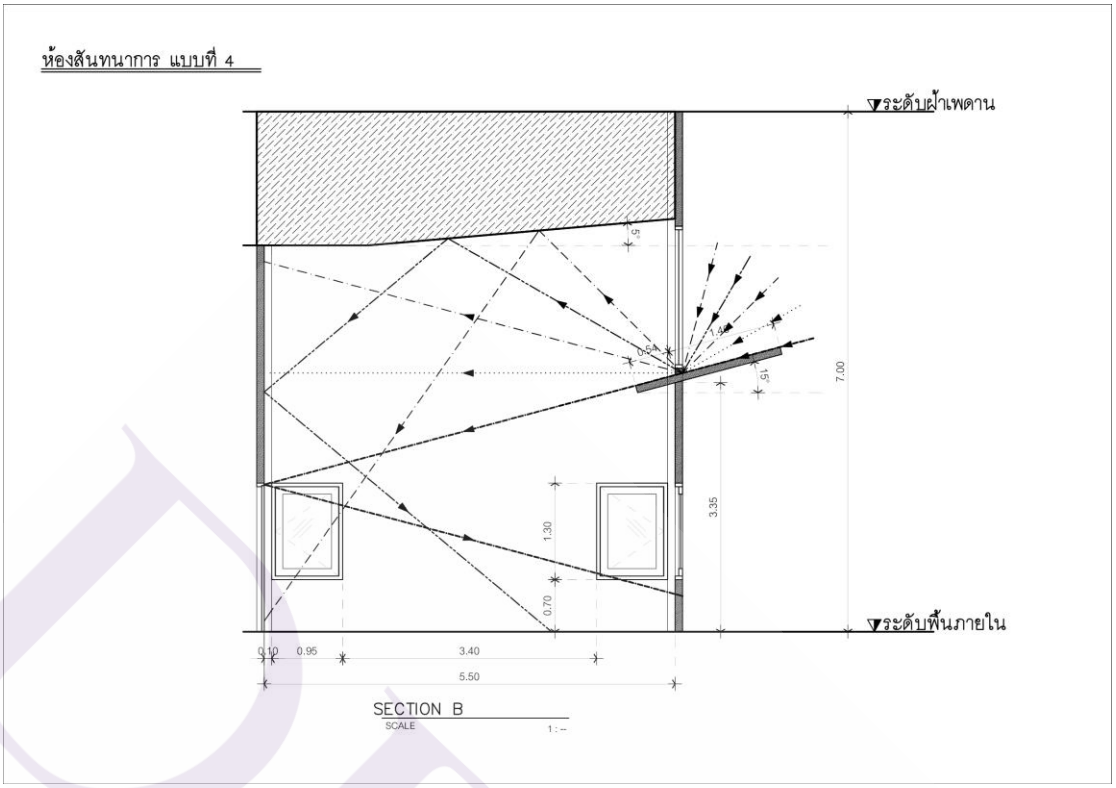
ภาพที่ 4.6 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 2

จากภาพที่ 4.6 เป็นรูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่างแบบที่ 2 มีลักษณะฝ้าเพดาน เอียงทำมุม 5 องศา และ แผงกันแดดแบบหิ้ง ที่ความสูง 3.35 เมตร เอียงทำมุม 25 องศา มีระยะยื่นภายใน 0.60 เมตร ภายนอก 1.40 เมตรมาทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลในส่วนของห้องเดิมและห้องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาจากโปรแกรมจะนำมาเฉลี่ยในแต่ละวันตัวแทนและเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปี (โดยค่าที่ได้จากโปรแกรม DIALux 4.12 จะนำมาปรับโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่จำลองใน DIALux 4.12 และค่าที่วัดได้จริงในห้องนันทนาการส่วนภาคสนาม) หลังจากนั้นจะนำมาสรุปเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ 300-500 ลักซ์ และพิจารณาว่าแบบที่ได้ปรับปรุงนั้นให้ประสิทธิภาพของการส่องสว่าง โดยมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 398.83 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 8.786 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม



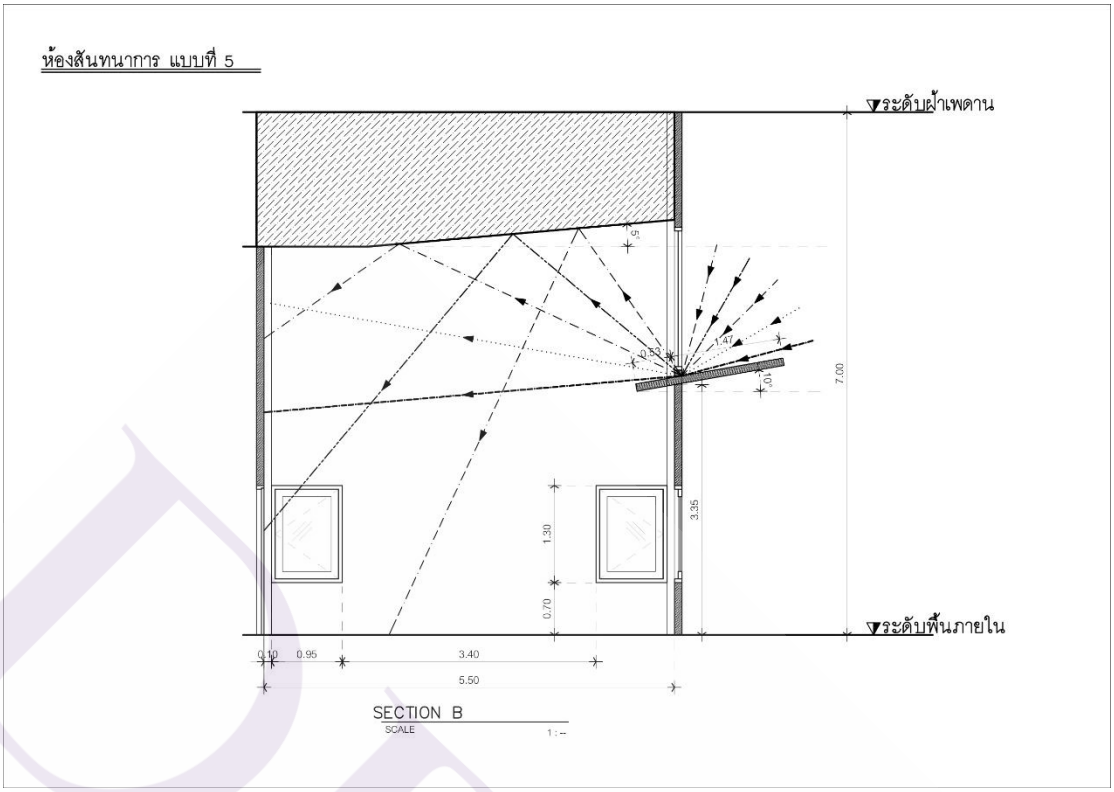
ภาพที่ 4.7 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 3

ภาพที่ 4.7 เป็นรูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่าง แบบที่ 3 มีลักษณะฝ้าเพดาน เอียงทำมุม 5 องศา และ แผงกันแดดแบบหิ้ง ที่ความสูง 3.35 เมตร เอียงทำมุม 20 องศา มีระยะยื่นภายใน 0.57 เมตร ภายนอก 1.43 เมตรมาทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลในส่วนของห้องเดิมและห้องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาจากโปรแกรมจะนำมาเฉลี่ยในแต่ละวันตัวแทนและเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปี (โดยค่าที่ได้จากโปรแกรม DIALux 4.12 จะนำมาปรับโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่จำลองใน DIALux 4.12 และค่าที่วัดได้จริงในห้องนันทนาการส่วนภาคสนาม) หลังจากนั้นจะนำมาสรุปเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ 300-500 ลักซ์ และพิจารณาว่าแบบที่ได้ปรับปรุงนั้นให้ประสิทธิภาพของการส่องสว่างโดยมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 401.23 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 8.840 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม



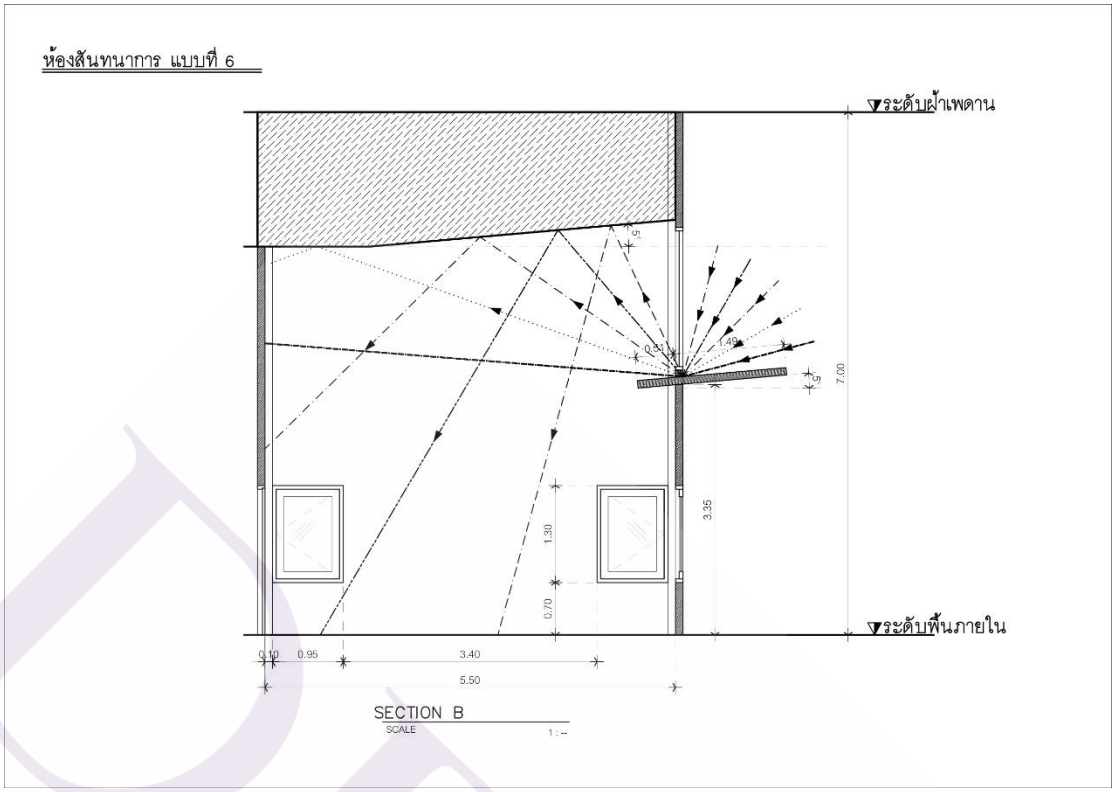
ภาพที่ 4.8 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 4

ภาพที่ 4.8 เป็นรูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่าง แบบที่ 4 มีลักษณะฝ้าเพดาน เอียงทำมุม 5 องศา และ แผงกันแดดแบบหิ้ง ที่ความสูง 3.35 เมตร เอียงทำมุม 15 องศา มีระยะยื่นภายใน 0.54 เมตร ภายนอก 1.46 เมตรมาทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลในส่วนของห้องเดิมและห้องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาจากโปรแกรมจะนำมาเฉลี่ยในแต่ละวันตัวแทนและเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปี (โดยค่าที่ได้จากโปรแกรม DIALux 4.12 จะนำมาปรับโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่จำลองใน DIALux 4.12 และค่าที่วัดได้จริงในห้องนันทนาการส่วนภาคสนาม) หลังจากนั้นจะนำมาสรุปเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ 300-500 ลักซ์ และพิจารณาว่าแบบที่ได้ปรับปรุงนั้นให้ประสิทธิภาพของการส่องสว่าง โดยมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 406.96 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 9.015 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม



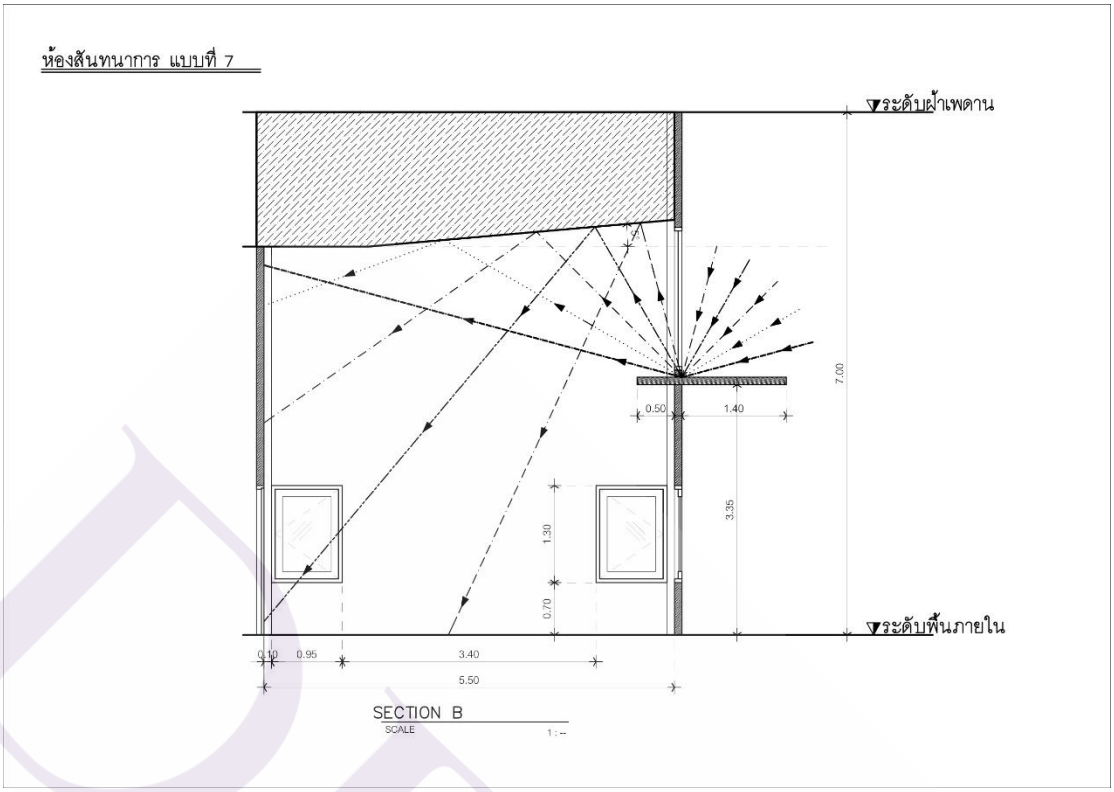
ภาพที่ 4.9 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 5

ภาพที่ 4.9 เป็นรูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่าง แบบที่ 5 มีลักษณะฝ้าเพดาน เอียงทำมุม 5 องศา และ แผงกันแดดแบบหิ้ง ที่ความสูง 3.35 เมตร เอียงทำมุม 10 องศา มีระยะยื่นภายใน 0.53 เมตร ภายนอก 1.47 เมตรมาทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลในส่วนของห้องเดิมและห้องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาจากโปรแกรมจะนำมาเฉลี่ยในแต่ละวันตัวแทนและเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปี (โดยค่าที่ได้จากโปรแกรม DIALux 4.12 จะนำมาปรับโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่จำลองใน DIALux 4.12 และค่าที่วัดได้จริงในห้องนันทนาการส่วนภาคสนาม) หลังจากนั้นจะนำมาสรุปเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ 300-500 ลักซ์ และพิจารณาว่าแบบที่ได้ปรับปรุงนั้นให้ประสิทธิภาพในเรื่องของการส่องสว่างเป็นอย่างไรมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 336.92 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 7.423 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม



ภาพที่ 4.10 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 6

ภาพที่ 4.8 เป็นรูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่าง แบบที่ 6 มีลักษณะฝ้าเพดาน เอียงทำมุม 5 องศา และ แผงกันแดดแบบหิ้ง ที่ความสูง 3.35 เมตร เอียงทำมุม 5 องศา มีระยะยื่นภายใน 0.51 เมตร ภายนอก 1.49 เมตรมาทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลในส่วนของห้องเดิมและห้องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาจากโปรแกรมจะนำมาเฉลี่ยในแต่ละวันตัวแทนและเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปี (โดยค่าที่ได้จากโปรแกรม DIALux 4.12 จะนำมาปรับโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่จำลองใน DIALux 4.12 และค่าที่วัดได้จริงในห้องนันทนาการส่วนภาคสนาม) หลังจากนั้นจะนำมาสรุปเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ 300-500 ลักซ์ และพิจารณาว่าแบบที่ได้ปรับปรุงนั้นให้ประสิทธิภาพในเรื่องของการส่องสว่างเป็นอย่างไรมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 322.84 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 7.112 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม



ภาพที่ 4.11 แบบแสดงห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อทำการทดลองแบบที่ 7

ภาพที่ 4.11 เป็นรูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่าง แบบที่ 7 มีลักษณะฝ้าเพดาน เอียงทำมุม 5 องศา และ แผงกันแดดแบบหิ้ง ที่ความสูง 3.35 เมตร เอียงทำมุม 5 องศา มีระยะยื่นภายใน 0.50 เมตร ภายนอก 1.40 เมตรมาทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลในส่วนของห้องเดิมและห้องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาจากโปรแกรมจะนำมาเฉลี่ยในแต่ละวันตัวแทนและเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปี (โดยค่าที่ได้จากโปรแกรม DIALux 4.12 จะนำมาปรับโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่จำลองใน DIALux 4.12 และค่าที่วัดได้จริงในห้องนันทนาการส่วนภาคสนาม) หลังจากนั้นจะนำมาสรุปเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ 300-500 ลักซ์ และพิจารณาว่าแบบที่ได้ปรับปรุงนั้นให้ประสิทธิภาพในเรื่องของการส่องสว่างเป็นอย่างไรมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 323.44 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 7.125 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม

ตาราง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่างแบบต่าง ๆ

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดลอง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุง ณ เวลา ต่างๆ วันที่ 21 ธันวาคม

เวลา	แบบที่ 1 (ลักซ์)	แบบที่ 2 (ลักซ์)	แบบที่ 3 (ลักซ์)	แบบที่ 4 (ลักซ์)	แบบที่ 5 (ลักซ์)	แบบที่ 6 (ลักซ์)	แบบที่ 7 (ลักซ์)
6.00 น.	73.80	77.20	80.54	58.60	79.75	76.58	65.30
7.00 น.	107.62	143.42	143.66	142.75	142.75	142.33	142.33
8.00 น.	189.08	190.00	189.75	189.33	188.91	188.91	188.91
9.00 น.	230.75	237.41	238.08	236.50	237.41	237.00	237.00
10.00 น.	326.24	324.83	325.50	324.50	326.66	302.00	325.33
11.00 น.	772.56	771.75	773.31	770.81	773.00	769.00	770.38
12.00 น.	698.12	650.56	651.81	649.93	665.37	648.19	546.93
13.00 น.	847.00	836.50	836.75	839.31	838.25	836.19	835.50
14.00 น.	326.33	325.80	326.08	305.16	326.33	323.25	326.25
15.00 น.	243.41	241.00	241.83	241.66	242.16	242.083	242.16
16.00 น.	1158.75	1058.42	1059.83	1059.75	1059.91	1059.75	1060
17.00 น.	599.16	599.33	601.41	601.25	600.33	599.16	601.16
18.00 น.	116.75	85.91	88.70	68.79	88.04	87.87	90.83

ผลการทดลอง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุง ณ เวลา ต่างๆ วันที่ 21 ธันวาคมรูปแบบห้องแบบที่ 1 มีประสิทธิภาพของการส่องสว่างมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างมากที่สุด อยู่ที่ 437.46 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 9.637 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการทดลอง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุง ณ เวลา ต่างๆ วันที่ 21 กันยายน

เวลา	แบบที่ 1 (ลักซ์)	แบบที่ 2 (ลักซ์)	แบบที่ 3 (ลักซ์)	แบบที่ 4 (ลักซ์)	แบบที่ 5 (ลักซ์)	แบบที่ 6 (ลักซ์)	แบบที่ 7 (ลักซ์)
6.00 น.	76.88	76.13	76.13	75.50	75.19	74.88	75.34
7.00 น.	158.33	218.18	160.40	160.67	149.07	163.42	161.75
8.00 น.	208.75	209.25	211.67	213.25	216.60	202.80	217.50
9.00 น.	258.58	256.33	259.75	261.45	262.83	263.08	263.25
10.00 น.	324.90	31767	318.08	320.16	292.75	323.42	321.00
11.00 น.	415.15	412.50	415.44	412.19	416.63	392.37	412.25
12.00 น.	524.19	525.25	524.88	487.31	488.63	515.06	487.19
13.00 น.	403.58	403.75	369.33	403.00	403.66	400.25	401.00
14.00 น.	311.25	315.75	317.00	316.75	315.25	313.25	357.25
15.00 น.	286.92	286.58	288.00	283.17	296.30	290.00	296.83
16.00 น.	241.05	219.92	242.00	221.83	226.00	243.73	249.00
17.00 น.	218.18	207.75	218.90	220.54	219.63	209.72	203.33
18.00 น.	94.67	94.92	95.63	95.79	95.50	93.92	96.50

ผลการทดลอง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุง ณ เวลา ต่างๆ วันที่ 21 กันยายนรูปแบบห้องแบบที่ 7 มีประสิทธิภาพของการส่องสว่างมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างมากที่สุด อยู่ที่ 272.46 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 6.00 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการทดลอง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุง ณ เวลา ต่างๆ วันที่ 21 มิถุนายน

เวลา	แบบที่ 1 (ลักซ์)	แบบที่ 2 (ลักซ์)	แบบที่ 3 (ลักซ์)	แบบที่ 4 (ลักซ์)	แบบที่ 5 (ลักซ์)	แบบที่ 6 (ลักซ์)	แบบที่ 7 (ลักซ์)
6.00 น.	83.42	83.16	84.46	85.13	82.29	83.45	86.21
7.00 น.	187.58	184.58	188.83	192.83	19.92	194.42	195.00
8.00 น.	285.92	280.83	253.36	258.36	297.58	216.33	217.50
9.00 น.	445.10	516.55	503.90	487.36	478.27	263.08	263.25
10.00 น.	635.72	997.27	901.00	758.33	749.22	323.42	320.16
11.00 น.	522.17	469.25	519.67	517.92	416.63	388.25	412.75
12.00 น.	575.88	567.13	569.88	569.98	487.44	520.68	519.82
13.00 น.	708.75	1121.28	1110.14	1216.22	403.66	400.83	400.91
14.00 น.	797.00	894.20	1122.00	1424.00	315.16	313.25	316.75
15.00 น.	429.87	664.33	647.27	693.96	260.16	290.00	296.83
16.00 น.	334.45	328.64	340.54	344.90	245.00	244.18	249.00
17.00 น.	228.25	248.25	252.84	260.83	262.00	260.50	265.33
18.00 น.	101.25	102.37	99.70	101.83	95.50	93.92	96.50

ผลการทดลอง รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุง ณ เวลา ต่างๆ วันที่ 21 มิถุนายน รูปแบบห้องแบบที่ 4 มีประสิทธิภาพของการส่องสว่างมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างมากที่สุด อยู่ที่ 531.61 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 11.71 เท่าของค่าเฉลี่ยความส่องสว่าง

จากผลการทดลอง พบว่า เป็นรูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่างแบบที่ 4 เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ปรับปรุงห้องนันทนาการในโครงการบ้านผู้สูงอายุ “ลิฟวิ่งเวล” มากที่สุด เพราะมีประสิทธิภาพของการส่องสว่างมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 406.96 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 90.15 % ของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคารผู้สูงอายุตามหลักอาคารเขียว กรณีศึกษา: ห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล จังหวัดนนทบุรี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติเพื่อความส่องสว่างภายในอาคาร โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 มาใช้ในการจำลองแสงสว่างภายในห้องนันทนาการ โครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

ผลจากการสำรวจและวัดค่าความส่องสว่างของแสงภายในห้องนันทนาการ โดยใช้เครื่องมือวัด พบว่า จากรูปแบบและโครงสร้างห้องนันทนาการ เป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กขนาด 42.21 ตารางเมตร คือ กว้าง 8.40 เมตร ยาว 5.50 เมตร โดยมีความสูงจากระดับพื้นห้องถึงระดับฝ้าเพดานเท่ากับ 2.55 เมตร และยกสูงจากพื้นดิน 0.20 เมตร พื้นเป็นลามิเนต ลายไม้ ผนังเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีขาว ฝ้าเพดานคอนกรีตทาสีขาว ส่วนวงกบเป็นอะลูมิเนียมสีขาว เมื่อวัดการส่องสว่างจุดต่างภายในห้องนันทนาการ 14 จุด ตลอด 1 สัปดาห์ ตั้งแต่เวลา 9.00-12.00 น. พบว่าไม่ว่า ณ. เวลาใดค่าเฉลี่ยการส่องสว่างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน 300-500 ลักซ์ โดยมีค่าเฉลี่ยการส่องสว่างทั้งหมดเพียง 45.39 ลักซ์ ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าการส่องสว่างที่ต่ำกว่ามาตรฐานถึง 100% ดังนั้น จึงพบว่า ลักษณะของห้องนันทนาการก่อนปรับปรุงค่อนข้างมืดและควรปรับปรุงให้มีการส่องสว่างเพิ่มเติมในแง่ของการใช้แสงธรรมชาติ

ผลการทดสอบแสงสว่างของห้องนันทนาการ กรณีศึกษาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ภายหลังมีการออกแบบปรับปรุงพบว่า รูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่างมาทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux 4.12 ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลในส่วนของห้องเดิมและห้องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละเวลาจากโปรแกรมจะนำมาเฉลี่ยในแต่ละวันตัวแทนและเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปี (โดยค่าที่ได้จากโปรแกรม DIALux 4.12 จะนำมาปรับโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่จำลองใน DIALux 4.12 และค่าที่วัดได้จริงในห้องนันทนาการส่วนภาคสนาม) จากผลการทดลอง พบว่า เป็นรูปแบบห้องนันทนาการที่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการส่องสว่างแบบที่ 4 เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ปรับปรุงห้องนันทนาการในโครงการบ้านผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล มากที่สุด เพราะมีประสิทธิภาพของ

การส่องสว่างมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างอยู่ที่ 406.96 ลักซ์ เพิ่มขึ้นคิดเป็น 90.15 % ของค่าเฉลี่ยความส่องสว่างเดิม

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เพื่อหารูปแบบช่องแสงที่เหมาะสมกับห้องนันทนาการภายในอาคารผู้สูงอายุ ลิฟวิ่งเวล เพื่อให้การมองเห็นของผู้สูงอายุมีความสบายตามากที่สุด โดยสภาพแวดล้อมภายนอกเป็นไปตามหลักอาคารเขียว พื้นที่ส่วนใหญ่ระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ซึ่งมีข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้

5.2.1 การวางทิศทางอาคาร (Orientation) เนื่องจากห้องนันทนาการเป็นห้องที่ผู้สูงอายุส่วนใหญ่จะใช้ทำกิจกรรมร่วมกันในช่วงเวลา 09.00-11.00 น. ดังนั้นการวางอาคารควรมีมุมองศาที่ได้ช่องแสงธรรมชาติในช่วงเวลาดังกล่าวได้อย่างเต็มที่ เพราะแสงธรรมชาติทำให้การมองเห็นของผู้สูงอายุมีความสบายตามากที่สุด

5.2.2 การศึกษาสภาพแวดล้อมโดยรอบภายนอกห้องนันทนาการ เนื่องจากการใช้แสงธรรมชาติมักนำมาซึ่งความร้อน ดังนั้น จึงส่งผลกระทบต่อการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร

5.2.3 การศึกษาเรื่องความร้อนจากแสงธรรมชาติ ที่จะส่งผลต่อภาระการทำความเย็นในอาคารในกรณีที่อาคารมีการใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อลดการใช้พลังงาน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ชำนาญ ห่อเกียรติ. (2540). *เทคนิคการส่องสว่าง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ทิพวัลย์ ตั้งพูนทรัพย์ศิริ. (2544). *แนวทางการปรับปรุงคุณภาพของแสงภายในห้องเรียนเพื่อความสบายตาและเป็นแนวทางการออกแบบห้องเรียนในชนบท*. กรุงเทพมหานคร : ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.

นวลวรรณ ทวยเจริญ, วนารัตน์ กรอิสรานุกูล และ ศกรา ณะมณี. (2559). *อิทธิพลของแสงสว่างภายในอาคารต่อการมองเห็นของผู้สูงอายุชาวไทย*. วารสารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 65 (2016) หน้า 55-74.

นิศากร สมสุขและวรลักษณ์ จันทร์กระจ่าง. (2550). *การออกแบบทางวิศวกรรม*. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ ปีที่ 7 (2) หน้า 28-36.

บริษัท แมกโนเลีย ควอลิตี้ ดีเวล็อปเม้นต์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด. (2013). *แสงธรรมชาติกับบ้านเพื่อสุขภาพ*. สืบค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2561 จาก https://thinkofliving.com/2013/01/04.

รัตนา แก้วเพชรพงษ์. (2556*). การออกแบบอาคารเรือนนอนผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง ตามหลักอาคารเขียว*. โครงงานปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสารธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เสาวนิต ทองมี. (2550). *การใช้แสงสว่างธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างภายในอาคารห้องสมุด กรณีศึกษา อาคารห้องสมุดประชาชน "เฉลิมราชกุมารี"*. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) และ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งเสริมพลังงาน (พพ.). (2547).คู่มือ*การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT).

สุธิวัตร ประกอบธรรม. (2559). *การพัฒนาเทคนิคการใช้แสงธรรมชาติเพื่อการมองเห็นที่เหมาะสมสำหรับห้องพักผู้ป่วยผู้สูงอายุ*. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 หน้า 847.

สมโภช รติโอพาร. (2556). *การจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพผู้สูงอายุ*. จุลสารสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพออนไลน์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2561.

จาก http://www.stou.ac.th/Schools/Shs/booklet/book56_2/pbhealth.htm

เอกราช ลักษณสัมฤทธิ์. (2557). *URBAN TROPICAL HOUSES*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อวิรุทธ์ อุรุพงศา. (2544). *การใช้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านข้างส่วนบน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างในห้องเรียนในชนบท*. กรุงเทพมหานคร : ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.

ภาษาต่างประเทศ

Cronin-Golomb, Alice and Gilmore, Grover C. (2003). "*VisualFactors in Cognitive Dysfunction and Enhancement in Alzheimer's Disease*." In Visual Information Processing, edited by Soraci, S. and Murata-Soraci, K, 3-34. Westport: Praeger,

Cernin, Paul A., Keller, Brenda K. and Stoner, Julie A. (2003). "*Color Vision in Alzheimer Patients: Can We Improve Object Recognition with Color Cues?"Ageing* Neuropsychology Cognition 10, 4 (2003): 255–67.

Gary R. Staffy and other. (1992). *Architectural Interior System, 3rd ed. New* York: Van Nostrand Reinhold.

Torrington, Jenifer and Tregenza, Peter. (2007). *"Lighting for People with Dementia."* Lighting Research and Technology 39, 1 (2007): 81-97.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล		กิตติ อุดมศักดิ์
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2556-2558	ตำแน่ง site engineering
		บริษัท บุญรัตน์ พัฒนา
	พ.ศ.2559 - ปัจจุบัน	ทำธุรกิจส่วนตัวตกแต่งภายใน

DPU