ปัจจัยในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา

นายวรวีร์ ชินสมบูรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

LIGHTING DESIGN FACTORS TO ENHANCE RELAXATION IN SPA

Mr. Worawee Chinsomboon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architure Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปัจจัยในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา
โดย	นายวรวีร์ ชินสมบูรณ์
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์สุดา ปทุมานนท์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

…… กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ)

วรวีร์ ชินสมบูรณ์ : ปัจจัยในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา. (FACTORS IN THE LIGHTING SYSTEM DESIGN TO ENHANCE A FEELING OF RELAXATION IN THE SPA) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ, 106หน้า.

ธุรกิจสปาคือการบริการที่มุ่งเน้นการผ่อนคลายให้ผู้ใช้บริการหายจากอาการเหนื่อยล้าจากความเครียด การออกแบบแสงสว่างเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งเสริมให้มนุษย์เข้าสู่ความผ่อนคลายตามธรรมชาติ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการแสวงหาหนทางในการสร้างความรู้สึกผ่อนคลายให้ผู้ที่มาใช้บริการสปาโดยการออกแบบระบบแสงสว่าง และสร้างสปาที่ใช้ระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกผ่อนคลายคือ 1. ความส่องสว่าง 2. การปรับตัวของสายตา 3. สีของแสง ซึ่งยังต้องคำนึงถึงตัวแปรที่รบกวนความรู้สึกผ่อนคลายที่ผู้ออกแบบต้องหลีกเลี่ยงคือ แสงบาดตา ดังนั้นจึงต้องกำหนดทิศทางของแสงไม่ให้ผู้ใช้บริการมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง นำตัวแปรที่ได้มาทดสอบโดยการสร้างสภาพแวดล้อมจริงและทำการวัดผลด้วยการจัดทำแบบสอบถามจากกลุ่มผู้ที่ใช้บริการสปา 30 คน เพื่อนำมาวัดผลความพึงพอใจของผู้ที่ใช้บริการสปา จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผลการวิจัยเพื่อให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปาได้

ปัจจัยและวิธีการที่ทำให้เกิดรู้สึกถึงความรู้สึกผ่อนคลายในห้องสปาคือ

1. ความส่องสว่างของห้องที่ตกลงบนพื้นที่ใช้งาน อยู่ระหว่าง 0.44-2.80 ลักซ์
2. การหรี่แสงสว่างในห้องจากสว่างไปมืด
3. สีของแสงเมื่อหรี่แสงสว่างภายในห้องต้องใช้สีของแสงจากสีโทนร้อนไปสีโทนเย็นจนกระทั่งมืด

มนุษย์รับรู้ปรากฏการณ์ของแสงใน 1 วัน ช่วงเวลาเย็นก่อนดวงอาทิตย์ตกดินเป็นช่วงเวลาที่เกิดความรู้สึกผ่อนคลายดังนั้นการออกแบบระบบการให้แสงสว่างให้สอดคล้องกับวิถีของธรรมชาติจึงเป็นสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่แท้จริง

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์..ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา....สถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา..2554.....

5374196225 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS : Lighting system / Lighting / Relaxation / Spa

WORAWEE CHINSOMBOON : FACTORS IN THE LIGHTING SYSTEM DESIGN TO ENHANCE A FEELING OF RELAXATION IN THE SPA. ADVISOR : PROF. DR. SOONTORN BOONYATIKARN, 106 pp.

The core mission of spa business is the service that aims to reduce the spa receiver' tension and exhaust. Architectural lighting is the important factor to increase the human natural relaxation. The objective of the thesis is to reveal the way to increase the spa receiver's relaxation feeling by architectural lighting and spa which using this architectural lighting to increase relaxation effectively.

Variables, according to final conclusion of the thesis, are 1.) Illuminance, 2.) Eye Adaptation, and 3.) Color rendition. However, another variable which is able to annoy the relaxation of spa receiver is Glare; therefore, indirect light is also concerned for architectural lighting. The methodology of the thesis are testing variables by building the spa, collecting data by using the questionnaire to 30 customers who receive the service at the spa in order to estimate the satisfaction level, determining, and analyzing the results to enchant knowledge of architectural lighting to increase the relaxation level in the spa.

The final results are 1.) The illuminance of the spa room while giving treatment is between 0.44-2.80 lux, 2.) Dimming the light from bright to dark is needed, and 3.) The tone of color of the light must start from warm tone color to cold tone and finally to dusk.

Human has the light cognition in 1 day. In the evening, before the sunset, light can make the most relaxation feeling. Therefore, the architectural lighting must be related to way of light in nature. Conclusion of the thesis is the architectural lighting must be related with the real light in nature to increase truly relaxation level.

Department : Architecture Student's Signature .....

Field of Study : Architecture Advisor's Signature .....

Academic Year : 2011

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจาก ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ และรองศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ ที่ให้คำปรึกษาตลอดมา กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์สุดา ปทุมมานนท์ ประธานกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยชี้แนะแนวทางทั้งในวันที่สอบหัวข้อ และในวันสอบ ผศ.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์เล่นนี้ให้เกิดความสมบูรณ์ ดร.สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ กรรมการนอกที่ให้คำปรึกษา DNA Resort&Spa ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว ที่ให้กำลังใจตลอดมา ขอบคุณพี่ๆ น้องๆ ชั้น11 ที่คอยให้คำปรึกษาตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญภาพ..... ฏ
สารบัญแผนภูมิ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 4
1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา..... 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5
1.6 นิยามและคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกระเจิงของแสง..... 5
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นแสง..... 10
2.3 ทฤษฎีความรู้สึกสบายด้านแสงสว่าง..... 16
2.4 แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์..... 24
2.5 เกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบแสงสว่าง..... 31
2.5.1. หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านเกณฑ์ มาตรฐานและข้อกำหนด..... 31
2.5.2. วิธีการเลือกใช้ค่าการส่องสว่างโดย IESNA..... 31
2.5.3. ค่าการส่องสว่างและค่าการส่องสว่างแนะนำโดย IESNA..... 32
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 35

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 37
3.1 ประชากร..... 37
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 37
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 41
3.3.1 การจัดสัมนากลุ่มย่อย ณ พื้นที่สปาต้นแบบ..... 41
3.3.2 การทดสอบตัวแปรที่มีอิทธิพลสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย..... 41
3.3.3 การนำผลของการทดสอบตัวแปรที่ได้จากการคัดเลือกมาทำการออกแบบก่อสร้าง และติดตั้งระบบการให้แสงสว่างเพื่อให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปาต้นแบบ..... 47
3.3.4 แนวทางในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างในสปาที่ช่วงส่งเสริมให้ผู้ใช้บริการเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย..... 57

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 58
4.1 ผลการวิเคราะห์หาตัวแปรของระบบการให้แสงสว่างที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกผ่อนคลายในสปาจากการสัมนากลุ่มย่อย..... 58
4.2 ผลการทดสอบตัวแปรที่มีอิทธิพลส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากระบบการให้แสงสว่างในสปา..... 62
4.2.1 การทดสอบความส่องสว่างและความเข้มแสงสว่าง..... 62
4.2.2 การทดสอบการปรับตัวของสายตา..... 65
4.2.3 การทดสอบสีของแสง..... 67
4.3 ผลจากการนำตัวแปรที่ได้มาออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย..... 71
4.4 แนวทางในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างในสปาที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้ใช้บริการเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย..... 78

บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ..... 79
5.1 ผลการวิเคราะห์หาตัวแปรของระบบแสงสว่างที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกผ่อนคลายในสปา..... 79

หน้า

5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้แบบสอบถามที่นำมาทดสอบกลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบระบบการให้แสงสว่างในสปาต้นแบบ..... 83
5.2.1 ผลการทดสอบความเข้มแสงสว่างและความส่องสว่าง..... 83
5.2.2 ผลการทดสอบการปรับตัวของสายตา..... 83
5.2.3 ผลการทดสอบสีของแสง..... 84
5.2.4 ผลการทดสอบระบบการให้แสงสว่างทั้ง 3 ระบบ..... 84

รายการอ้างอิง..... 86
ภาคผนวก..... 89
ภาคผนวก ก ประมวลคำศัพท์และคำนิยามในงานวิจัย..... 91
ภาคผนวก ข แบบแปลนงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง..... 98
ภาคผนวก ค แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย..... 100
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 106

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1-1	แสดงมาตรฐานความสว่าง ตามที่ IES แนะนำ.....	1
ตารางที่ 2-1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงการออกแบบที่ยึดอัตวิสัยส่วนตัวของผู้ออกแบบและความต้องการแสงเพื่อการมองเห็นงานของผู้ใช้งานที่ควรคำนึงถึง.....	33
ตารางที่ 2-2	แสดงค่าการส่องสว่างที่แนะนำโดย IESNA.....	34
ตารางที่ 3-1	จำนวนร้อยละของกลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบตัวแปรขั้นต้น จำแนกตามเพศ	36
ตารางที่ 3-2	จำนวนร้อยละของกลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบสปาต้นแบบ จำแนกตามเพศ.	37

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2-1	แสดงส่วนประกอบของบรรยากาศ.....	6
ภาพที่ 2-2	แสดงคลื่นแสงที่มองเห็นได้จากความยาวคลื่นยาวที่สุดไปยังสั้นที่สุด.....	7
ภาพที่ 2-3	แสดงความยาวคลื่นที่มีผลต่อการกระเจิงของแสง.....	8
ภาพที่ 2-4	แสดงการตกกระทบของแสงขาวที่มีต่อโลกในช่วงเวลากลางวัน.....	8
ภาพที่ 2-5	แสดงการตกกระทบของแสงขาวที่มีต่อโลกในช่วงเวลาเช้าและพลบค่ำ.....	9
ภาพที่ 2-6	แสดงส่วนประกอบของลูกนัยน์ตา.....	10
ภาพที่ 2-7	แสดงมุมมองในการมองเห็น	20
ภาพที่ 2-8	แสดงระดับความจ้าที่สายตายอมรับได้ในมุมมอง (Angle of degrees) ที่แตกต่างกัน.....	21
ภาพที่ 2-9	แสดงลักษณะการสะท้อนแสงขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นผิวที่สะท้อนแสง (a) พื้นผิวมันเสมือนกระจก (polished) เกิดการสะท้อนแบบเสมือนกระจก (specular) (b) พื้นผิวมีความมันและกระด้าง (rough) เกิดการสะท้อนแบบสาดเป็นลำแสง (spread) (c) พื้นผิวด้าน (matte) เกิดการสะท้อนแบบฟุ้งกระจาย (diffuse) แสดงตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่าความเข้มของแสงบนระนาบ.....	22
ภาพที่ 2-10	แสดงลักษณะการสะท้อนแสงแบบผสม (compound)	22
ภาพที่ 2-11	แสดงตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่าความเข้มของแสงบนระนาบ.....	24
ภาพที่ 2-12	อุณหภูมิสีและสีของแสง.....	25
ภาพที่ 2-13	หลอดไส้ (tungsten Lamps).....	26
ภาพที่ 2-14	หลอดทังสเตนฮาโลเจน (tungsten halogen lamps).....	27
ภาพที่ 2-15	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent lamps.....	28
ภาพที่ 2-16	หลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ (compact fluorescent lamps).....	29
ภาพที่ 3-1	แสดงเครื่องวัดแสงแบบดิจิตอล DIGICON LX-73 (light meter).....	38
ภาพที่ 3-2	เครื่องวัดค่าความสว่างของวัตถุ KONICA MINALTA LS-100.....	38
ภาพที่ 3-3	แสดงหลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนท์ 3 วัตต์.....	39
ภาพที่ 3-4	หลอดฮาโลเจน 50 วัตต์ และอุปกรณ์ดิมเมอร์.....	39
ภาพที่ 3-5	SMD LED flexible strips.....	40

ภาพที่ 3-6 แสดงการทดสอบความเข้มแสงสว่าง..... 42
ภาพที่ 3-7 แสดงตำแหน่งการวัดความเข้มแสงสว่าง..... 43
ภาพที่ 3-8 แสดงการทดสอบความส่องสว่าง..... 43
ภาพที่ 3-9 แสดงการทดสอบสีของแสง..... 45
ภาพที่ 3-10 แสดงการทดสอบแสงสีโทนร้อน..... 47
ภาพที่ 3-11 แสดงการทดสอบแสงสีโทนเย็น..... 47
ภาพที่ 3-12 แสดงผนังรูปทรงอิสระของสปาต้นแบบ..... 48
ภาพที่ 3-13 แสดงที่ว่างภายในผนังรูปทรงอิสระของสปาที่ทำการทดสอบ..... 49
ภาพที่ 3-14 แสดงผังภายในสปาที่ทำการทดสอบ..... 49
ภาพที่ 3-15 แสดงโถงบันไดติดกับส่วนเคาน์เตอร์ต้อนรับ..... 50
ภาพที่ 3-16 แสดงบริเวณทางเข้าห้องนวดไทย..... 50
ภาพที่ 3-17 แสดงห้องนวดไทยขณะเตรียมการทดสอบ..... 51
ภาพที่ 3-18 แสดงผิวภายในห้องที่มีการกระจายแสงแบบฟุ้งกระจายในห้องนวดไทย..... 51
ภาพที่ 3-19 แสดงการออกแบบผังภายในห้องนวดไทย..... 52
ภาพที่ 3-20 แสดงบรรยากาศภายในห้องนวดไทย..... 52
ภาพที่ 3-21 แสดงบรรยากาศภายในห้องนวดไทย..... 53
ภาพที่ 3-22 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 1..... 54
ภาพที่ 3-23 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 1 การให้แสงโดยรวม..... 54
ภาพที่ 3-24 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 2 55
ภาพที่ 3-25 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 2 การให้แสงโดยรวม..... 55
ภาพที่ 3-26 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3 56
ภาพที่ 3-27 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3 การให้แสงโดยรวม..... 56
ภาพที่ 4-1 แสดงตำแหน่งการวัดความเข้มแสงสว่าง..... 64
ภาพที่ 4-2 แสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูลแบบสอบถามในระบบที่ 1..... 72
ภาพที่ 4-3 แสดงบรรยากาศในการเก็บข้อมูลระบบที่ 1..... 73
ภาพที่ 4-4 แสดงระบบการให้แสงสว่างโดยรวมระบบที่ 1..... 73
ภาพที่ 4-5 แสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูลแบบสอบถามในระบบที่ 2..... 74
ภาพที่ 4-6 แสดงบรรยากาศในการเก็บข้อมูลระบบที่ 2..... 75
ภาพที่ 4-7 แสดงระบบการให้แสงสว่างโดยรวมระบบที่ 2 75
ภาพที่ 4-8 แสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูลแบบสอบถามในระบบที่ 3..... 76

ภาพที่ 4-9 แสดงบรรยากาศในการเก็บข้อมูลระบบที่ 3..... 76
ภาพที่ 5-1 แสดงการเปลี่ยนสีของท้องฟ้ายามสนธยาสมัย..... 81
ภาพที่ 5-2 แสดงสีของระบบที่ 3 เทียบกับท้องฟ้ายามสนธยาสมัย..... 86

สารบัญแผนภูมิ

		หน้า
แผนภูมิที่ 4-1	แสดงช่วงของความส่องสว่างที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกผ่อนคลายในการทดสอบตัวแปรที่ 1.....	63
แผนภูมิที่ 4-2	แสดงแนวโน้มของความผ่อนคลายกับความเร็วในการลดความเข้มแสง....	66
แผนภูมิที่ 4-3	เปรียบเทียบความรู้สึกผ่อนคลายระหว่างแสงสีแดงและแสงสีส้ม.....	68
แผนภูมิที่ 4-4	เปรียบเทียบความรู้สึกผ่อนคลายระหว่างแสงสีม่วงและแสงสีน้ำเงิน.....	69
แผนภูมิที่ 4-5	เปรียบเทียบความรู้สึกผ่อนคลายระหว่างแสงสีโทนร้อนและแสงสีโทนเย็น.	70
แผนภูมิที่ 4-6	แสดงความรู้สึกผ่อนคลายในการทดสอบระบบการให้แสงสว่างทั้ง 3 ระบบ.....	77

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แสงสว่างเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการมองเห็นของมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันมีแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาหลากหลายรูปแบบที่เหมาะกับการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป มนุษย์สามารถมองเห็นได้ในเวลากลางคืนด้วยการใช้แสงประดิษฐ์ ทำให้การใช้ชีวิตของมนุษย์ไม่ได้ถูกจำกัดให้อยู่ในกลางวันอย่างเดียวอีกต่อไป ในการทำงานประเภทต่างๆมีความต้องการปริมาณแสงที่ไม่เท่ากันเช่น งานที่ต้องใช้สายตาในการทำงานที่มีความละเอียดสูงอย่างการผ่าตัด ต้องการแสงสว่างแบบทั่วไปผสมผสานกับแสงสว่างมากเฉพาะจุด หรือโถงทางเดินที่ต้องการแสงสว่างแบบทั่วไปที่เพียงพอต่อการมองเห็น ซึ่งการกำหนดค่าความสว่างให้กับชนิดของงานในปัจจุบันมีการอ้างอิงตามมาตรฐานสากลเพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อการทำงานนั้นๆ

มาตรฐานสากลที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางมีอยู่หลายหน่วยงาน เช่น International Commission on Illumination (CIE), Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), Illuminating Engineering (IES), British Standard Institution (BSI) เป็นต้น ซึ่งมาตราฐานเหล่านี้เป็นการกำหนดค่าความสว่างในพื้นที่ทำงานในพื้นผิวแนวนอน (horizontal surface)โดยมีหน่วยเป็นฟุตแคนเดิล (footcandle, fc) หรือ ลักซ์ (lux)

ตารางที่ 1-1 แสดงมาตรฐานความสว่าง ตามที่ IES แนะนำ (Egan, 1983)

ลักษณะพื้นที่ใช้งาน		ความสว่าง ลักซ์ (ฟุตแคนเดิล)
บ้านที่อยู่อาศัย	ห้องนอน	50 (5)
	ห้องน้ำ	100-500 (10-50)
	ห้องนั่งเล่น	100-500 (10-50)

จากตารางที่ 1 เป็นตัวอย่างการกำหนดค่าความสว่างแบบคร่าวๆจาก IES มีหน่วยเป็น ลักซ์ และฟุตแคนเดิล ซึ่ง 10 ลักซ์ = 1 ฟุตแคนเดิล เป็นการกำหนดช่วงของความเข้มแสงที่จะนำมาปรับใช้ได้ตามความเหมาะสม โดยการวัดค่าด้วยเครื่องวัดค่าความส่องสว่าง (illuminance meter) ที่บริเวณพื้นที่ทำงานและประเมิณว่า บริเวณนั้นมีความสว่างเพียงพอต่อการทำงานหรือไม่

มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ใช้ชีวิตในช่วงเวลากลางวัน และต้องการการพักผ่อนในเวลากลางคืน ซึ่งนาฬิกาชีวิตของมนุษย์เป็นเช่นนั้น มนุษย์สามารถรับรู้กลางวัน-กลางคืนได้ด้วยวิธีการที่ง่ายที่สุดคือ การมองเห็นแสง พระอาทิตย์ขึ้นในตอนเช้าคือการเริ่มต้นวันใหม่ รู้สึกสดชื่นแจ่มใส พระอาทิตย์ตกคือการเข้าสู่ช่วงเวลากลางคืนที่มนุษย์ต้องพักผ่อน แต่ในปัจจุบันแม้ว่าพระอาทิตย์ตกจนหมดแสงธรรมชาติ แต่มนุษย์สามารถทดแทนแสงอาทิตย์ที่หมดไปในช่วงเวลากลางคืนด้วยแสงประดิษฐ์ ทำให้แทนที่มนุษย์จะได้เข้าสู่ภาวะพักผ่อนตามธรรมชาติ กลับถูกแสงสว่างกระตุ้นให้ตื่นตัวตลอดเวลา ส่งผลให้ระยะยาวเกิดเป็นความเครียดสะสมโดยไม่รู้ตัว

สปาจึงเน้นการให้บริการทางด้านความผ่อนคลาย บรรยากาศที่ดี ดังนั้นการออกแบบสปาที่ดีนั้นนอกจากจะตอบโจทก์ทางด้านประโยชน์ใชสอยที่ลงตัวแล้ว ด้านความงามก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน เพราะมนุษย์จะรับรู้จากสัมผัสทั้ง 5 อันได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การลิ้มรสและการสัมผัส

ปัญหาที่พบบ่อยเมื่อเข้าไปรับบริการในสปาคือการปรับสภาพสายตา เนื่องจากสปาส่วนใหญ่จะให้แสงสว่างที่น้อย เพื่อให้เกิดความผ่อนคลาย มีการให้แสงที่เป็นการเน้นจุดสนใจที่มีความเปรียบต่างสูง ซึ่งถ้าใช้โดยขาดความเข้าใจแล้วจะทำให้ผู้ที่ใช้บริการได้รับผลที่ตรงกันข้าม กล่าวคือจะเกิดการแสบตาเนื่องจากม่านตาถูกทำให้ขยายตัวเนื่องจากสภาพแสงน้อย เมื่อมีแสงจ้าเข้ามากระทบตาโดยตรง จะทำให้แสบตา ดังนั้นการกำหนดความเข้มแสง ทิศทางของแสง การควบคุมแสง จึงมีความจำเป็นอย่างมากต่อการสร้างสภาพแวดล้อมภายในสปาที่ต้องการความรู้สึกผ่อนคลาย

ดังนั้นการออกแบบแสงสว่างที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายนั้นจำเป็นต้องเข้าใจตัวแปรที่ทำให้เกิดความผ่อนคลายเสียก่อน ความผ่อนคลายคือการที่เราอยู่ในภาวะสบาย ไม่อยู่ในภาวะเครียด ซึ่งความเครียดเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ ความเครียดที่สะสมมาจากการใช้ชีวิตประจำวัน ทำให้คนเข้ามารับบริการสปามากมาย ดังนั้น ภายในสปาต้องไม่มีปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเครียดเพิ่มเติมให้กับผู้ที่มาใช้บริการ ต้นเหตุของความไม่ผ่อนคลายที่เกิดจากการให้แสงคือ

1. แสงบาดตา (glare) ประเภทที่ทำให้รู้สึกระคายเคืองเวลามองเห็นแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง ทำให้เห็นแสงบาดตา รูม่านตาจะหดตัวอย่างรวดเร็ว การรับรู้ไม่ชัดเจนทัศนวิสัยโดยรอบจะรู้สึกมืดลง เกิดการแสบตา

2. แสงสว่างไม่เพียงพอต่อการการทำกิจกรรมต่างๆ เช่นการอ่าน เขียนหนังสือ ถ้าอยู่ในสภาพแสงไม่เพียงพอ สายตาต้องเพ่งเกิดความล้า การมองสภาพแวดล้อมถ้ามืดเกินไปจนไม่สามารถมองเห็นสภาพแวดล้อมได้จะเกิดความกังวลในความปลอดภัยในการทำกิจกรรม

3. การเคลื่อนไหว หรือการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงอย่างรุนแรง เป็นการกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกตื่นเต้น ตื่นตัวตลอดเวลา เมื่ออยู่ในสภาพแสงแบบนี้นานๆจะเกิดความเมื่อยล้าสายตา เนื่องจากการทำงานหนักของระบบการมองเห็นที่พยายามปรับแสงที่เข้ามาหลากหลายรูปแบบ

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นการออกแบบให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย สร้างความประทับใจให้กับผู้ที่มาใช้บริการสปาด้วยระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย โดยตั้งสมมติฐานว่าคุณภาพของการมองเห็นนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนความเข้มแสงที่วัดได้ การให้แสงสว่างในสปาโดยเฉพาะห้องนวดไทยคือการผสมผสานความต้องการระหว่างผู้ที่มาใช้บริการที่ต้องการความประทับใจ ความรู้สึกผ่อนคลายเกิดภาวะความสบายทางสายตา ได้พักผ่อน และ ผู้ให้บริการนวดไทยที่สามารถมองเห็น เพื่อที่จะสามารถนวดบำบัดได้โดยไม่รู้สึกเพ่งสายตา งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นไปที่ปัจจัยที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายโดยการออกแบบระบบการให้แสงสว่างให้สอดคล้องกับวิถีของธรรมชาติจึงเป็นการเข้าถึงการสร้างความรู้สึกผ่อนคลายอย่างแท้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 วิเคราะห์หาตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากระบบการให้แสงสว่าง

1.2.2 ทดสอบตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากระบบการให้แสงสว่าง

1.2.3 นำผลการทดสอบตัวแปรที่ได้มาทำการออกแบบ ก่อสร้าง และติดตั้งระบบการให้แสงสว่างที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา

1.2.4 นำเสนอเป็นแนวทางในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างในสปา ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้ใช้บริการเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 งานวิจัยนี้ศึกษาการให้แสงสว่างเพื่อความผ่อนคลาย ในขณะนอนหงายรับการนวดไทยในห้องนวดไทยเท่านั้น

1.3.2 การนวดเป็นลักษณะนวดเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อซึ่งไม่สร้างความเจ็บปวดในขณะนวด

1.3.3 ในขณะทำการทดสอบสภาพแวดล้อมภายในสปาถูกกำหนดให้อยู่ในเขตสบายทั้งทางด้านความรู้สึกด้านอุณหภูมิ (thermal comfort) ด้านเสียง(acoustical comfort) โดยปรับอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องให้อยู่ในเขตสบาย และ เปิดเพลงบรรเลงที่เป็นที่นิยมใช้ในสปา การนวดในขณะทำการวิจัยเป็นแบบผ่อนคลาย

1.3.4 รูปแบบของแสงที่ทำการวิจัยคือ

-ระดับความเข้มของแสง

-การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของแสง

-แสงสีโทนร้อน-โทนเย็น

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

1.4.1 สัมนากลุ่มย่อยเพื่อระดมความคิดในการคัดเลือกหาตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกผ่อนคลายในสปา

1.4.2 ทดสอบตัวแปรด้วยแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลทางกายภาพเพื่อสร้างแนวทางและข้อเสนอแนะในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา

1.4.3 ออกแบบ ก่อสร้าง และติดตั้งระบบการให้แสงสว่างจากตัวแปรสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา

1.4.4 ทดสอบตัวแปรด้วยแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลทางกายภาพเพื่อสร้างแนวทางและข้อเสนอแนะในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาในสปา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากระบบการให้แสงสว่างตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากระบบการให้แสงสว่าง

1.5.2 การนำตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากระบบการให้แสงสว่าง

1.5.3 ได้สปาที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากระบบการให้แสงสว่าง

1.5.4 แนวทางในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างในสปา ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้ใช้บริการเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย

1.6 นิยามและคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ความผ่อนคลาย หมายถึง ความรู้สึกสบายที่ไม่เป็นการเพิ่มความตึงเครียด

ระบบการให้แสงสว่าง หมายถึง ระบบภายในห้องที่มีผลต่อการให้แสงสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรงเข้าสู่ตารวมไปถึงแสงที่มาจากการสะท้อนแสงจากแหล่งกำเนิดแสงสู่พื้นผิวใดๆเข้าสู่ตา

ความส่องสว่าง หมายถึง ปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ ในระบบ SI และ ลูเมนต่อตารางฟุต คือฟุตแคนเดิล ในระบบ IP

$$\text{ความส่องสว่าง} = \frac{\text{ปริมาณแสง (ลูเมน)}}{\text{พื้นที่ } (\text{ม}^2)}$$

ความสว่าง หมายถึง ปริมาณแสงที่สะท้อนออกจากวัตถุต่อพื้นที่เข้าตาเรา มีหน่วยเป็นแคนเดลลาต่อตารางเมตรในระบบ SI และ ฟุตแลมเบิร์ต ในระบบ IP

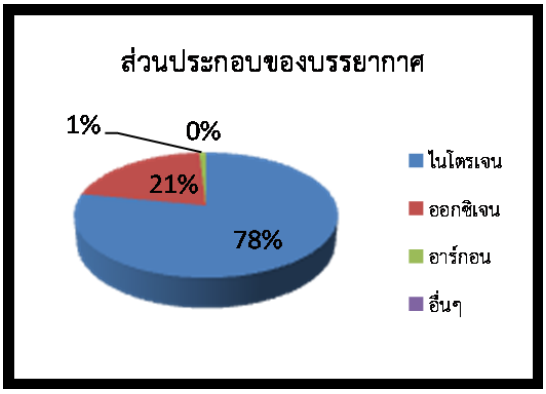
ความสว่าง = ความส่องสว่าง*ค่าการสะท้อนแสงของวัตถุนั้นๆ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องปัจจัยในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา มีการศึกษา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดความผ่อนคลายทางการมองเห็น ปัจจัยในการมองเห็นภาพและวัตถุ ชนิดของหลอดไฟและการออกแบบแสงสว่างเบื้องต้น และเกณฑ์มาตรฐาน ข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำความรู้ที่ได้มาดำเนินงานวิจัยในขั้นต่อไป

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกระเจิงของแสงบรรยากาศของโลก

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่นั้นเป็นการรวมตัวกันของสสารในสถานะก๊าซ ซึ่งมีโมเลกุลต่างๆประกอบด้วยหลายชนิด โดยส่วนประกอบหลักเป็นก๊าซไนโตรเจน 78% และออกซิเจน 21% ส่วนที่เหลือนั้นเป็นก๊าซอาร์กอน น้ำในสถานะของแข็งและของเหลว และก๊าซอื่นๆ อีกเล็กน้อย รวมถึงอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก เช่น ฝุ่นเขม่า ขี้เถ้า ละอองเกสรดอกไม้ และเกลือที่ระเหยจากมหาสมุทร



ภาพที่ 2-1 แสดงส่วนประกอบของบรรยากาศ (จุมพล เหมะคีรินทร์, 2550)

บรรยากาศในแต่ละส่วนของโลกจะมีความแตกต่างกันไป ขึ้นกับพื้นผิวของโลกในบริเวณนั้นมีสิ่งที่เกิดขึ้นในพื้นที่อย่างไรบ้าง เช่น เป็นพื้นที่ที่มีละอองน้ำอยู่มาก หรือเป็นพื้นที่ที่เพิ่งเกิดเหตุการณ์ภูเขาไฟระเบิดก็จะมีฝุ่นละอองเป็นส่วนประกอบมากกว่าพื้นที่อื่น หรือในบริเวณนั้นเกิดฝนตก หรือพายุ ก็จะทำให้ฝุ่นละอองและเขม่าลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศมาก เป็นต้น

ความหนาแน่นของชั้นบรรยากาศนั้น แปรผกผันกับระยะห่างจากพื้นผิวโลก กล่าวคือ หากยิ่งอยู่ใกล้พื้นผิวโลกชั้นบรรยากาศจะมีความแน่นของอากาศมาก และเมื่อไกลออกจากผิวโลก ก็จะมีความหนาแน่นลดลง

แสง

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง โดยการเดินทางจะเดินทางในรูปคลื่น หากกล่าวถึงเสียง เสียงจะมีต้นกำเนิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลอากาศ ส่วนแสงจะเป็นคลื่นที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของสนามไฟฟ้าและแม่เหล็ก เป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงคลื่นแสงที่สามารถมองเห็นได้ แสงเดินทางด้วยความเร็วประมาณ 300,000 กม./วินาที (186,000 ไมล์/วินาที)

ในแสงที่มาจากดวงอาทิตย์นั้นมีความยาวคลื่นต่างๆกัน จึงทำให้เราสามารถแยกแสงขาวให้ออกเป็นแสงสีต่างๆกันได้ ตามขนาดของความยาวคลื่นนั้น โดยใช้เครื่องมือที่มีลักษณะเป็น ปริซึมช่วยในการแยกแสงขาวออก เป็นแสงสีรุ้ง ตั้งแต่แสงสีม่วง (ความยาวคลื่น 380 นาโนเมตรเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด ความถี่สูง พลังงานสูงสุด) ไปจนถึงแสงสีแดง (ความยาวคลื่น 780 นาโนเมตรเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุด ความถี่สูงสุด พลังงานต่ำสุด)

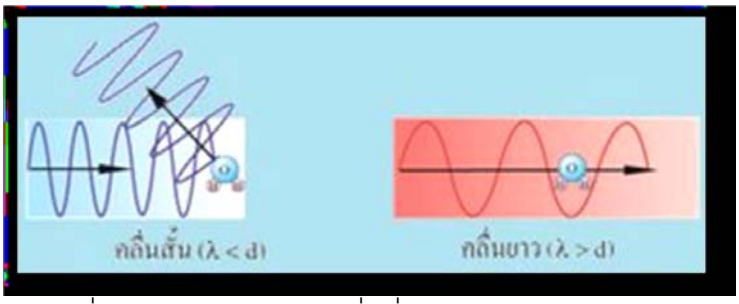
ภาพที่ 2-2 แสดงคลื่นแสงที่มองเห็นได้จากความยาวคลื่นสั้นที่สุดไปยังยาวที่สุด
(จุมพล เหมะคีรินทร์, 2550)

การกระเจิงของแสง (scatterong of light)

การกระเจิงของแสงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ แสงอาทิตย์เคลื่อนที่มากระทบกับบรรยากาศของโลกที่เต็มไปด้วยโมเลกุล และฝุ่นปกคลุมอยู่ จะทำให้แสงกระจัดกระจายออกไปโดยรอบ และแสงแต่ละสีมีความยาวคลื่นไม่เท่ากัน เมื่อตกกระทบกับโมเลกุลต่างๆ ซึ่งอาจมีขนาดอนุภาคไม่เท่ากันเช่นกัน จึงเกิดการกระเจิงของแสงที่แตกต่างกันออกไป

หากเปรียบเทียบการกระเจิงของแสงกับการเคลื่อนที่ของน้ำ (เปรียบเทียบเป็นความยาวคลื่นของแสง) เมื่อกระแทกกับเขื่อน(เปรียบกับโมเลกุลในอากาศ) ถ้าขนาดของคลื่นเล็กกว่าเขื่อน

คลื่นนั้นก็จะเกิดการกระเจิง หรือสะท้อนกลับได้ แต่ในทางตรงกันข้าม หากขนาดของคลื่นใหญ่กว่าเขื่อน คลื่นก็จะสามารถเคลื่อนที่ข้ามเขื่อนไปได้ในที่สุด



ภาพที่ 2-3 แสดงความยาวคลื่นที่มีผลต่อการกระเจิงของแสง

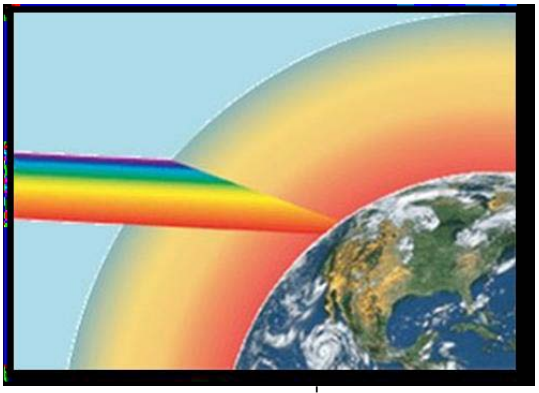
(จุมพล เหมะคีรินทร์, 2550)

ปรากฏการณ์นี้ทำให้การอธิบายสีของท้องฟ้าเป็นไปได้ง่ายขึ้น กล่าวคือ การที่ท้องฟ้านั้นมีสีฟ้าในตอนกลางวันเกิดจากเวลากลางวัน ดวงอาทิตย์ทำมุมเกือบจะตั้งฉากกับโลก ทำให้ระยะทางที่แสงจะต้องเดินทางสั้นลง อีกปัจจัยหนึ่งคือโมเลกุลของอากาศที่เป็นอุปสรรคที่กีดขวางการเดินทางของแสงมีเบาบาง ทำให้แสงที่มีความยาวคลื่นเล็กกว่าโมเลกุลของอากาศ ได้แก่ แสงสีม่วง แสงสีคราม และแสงสีน้ำเงิน กระเจิงไปในหลายทิศทาง เราจึงมองเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้าตามการกระเจิงของแสงนั้น ยิ่งโมเลกุลในอากาศมีจำนวนน้อยลงมากเท่าไร ท้องฟ้าก็จะยิ่งเป็นสีน้ำเงินเข้มขึ้น แต่หากมีสารแขวนลอยในอากาศจำนวนมาก สีของท้องฟ้าจะค่อยๆคลายความเป็นสีฟ้าลง เพราะแสงสีอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็น แสงสีเขียว แสงสีเหลือง เกิดการกระเจิงด้วย ทำให้เรามองเห็นสีอื่นๆเพิ่มขึ้นด้วย

ภาพที่ 2-4 แสดงการตกกระทบของแสงขาวที่มีต่อโลกในช่วงเวลากลางวัน

(จุมพล เหมะคีรินทร์, 2550)

ส่วนสีของท้องฟ้าในช่วงรุ่งเช้า และช่วงพลบค่ำจะเป็นสีส้มหรือสีแดงนั้น เพราะดวงอาทิตย์ทำมุมลาดกับพื้นโลก ทำให้ระยะทางที่แสงเดินทางในอากาศมากขึ้น จึงมีโอกาศพบอุปสรรคที่ขัดขวางการเดินทางของแสงมากขึ้น แสงที่มีความยาวคลื่นสั้นอย่างแสงสีม่วง แสงสีคราม แสงสีน้ำเงิน ไม่สมารถเดินทางผ่านมาได้ จึงสะท้อนกลับออกไป เหลือเพียงแสงที่ความยาวคลื่นยาว เช่นแสงสีแดง แสงสีส้ม และแสงสีเหลืองเท่านั้น ที่สามารถกระเจิงในแนวราบตามลำแสง เราจึงมองเห็นท้องฟ้าในเวลานั้นเป็นสีแดงได้



ภาพที่ 2-5 แสดงการตกกระทบของแสงขาวที่มีต่อโลกในช่วงเวลาเช้าและพลบค่ำ

(จุมพล เหมะคีรินทร์, 2550)

การรับรู้ (perception)

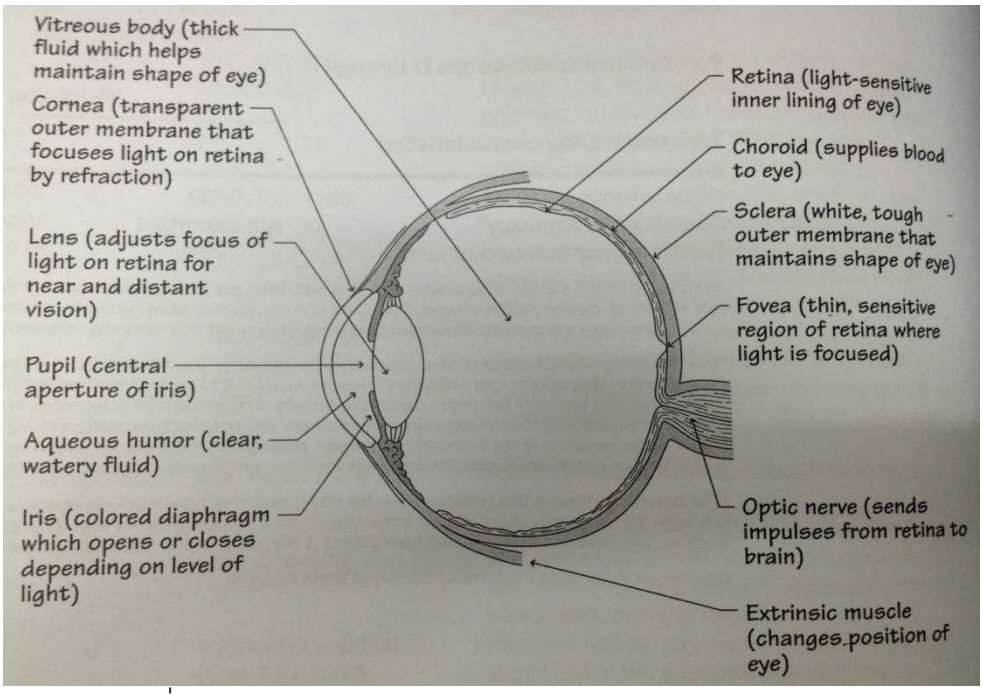
การรับรู้ เป็นกระบวนการที่มนุษย์ติดต่อสื่อสารกับสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว โดยมนุษย์จะทำการตีความสิ่งแวดล้อมที่สัมผัสได้ แล้วตอบสนองกลับไปอย่างเหมาะสม การรับรู้จะแตกต่างกันไปในคนแต่ละคนขึ้นอยู่กับประสบการณ์ การเรียนรู้ พื้นฐานทางจิตใจและความคิดของแต่ละคน

การเรียนรู้ เป็นพื้นฐานของการดำเนินชีวิต เกิดขึ้น เมื่อสิ่งเร้า มาเร้า ประสาทก็ตื่นตัว เกิดการรับสัมผัสกับอวัยวะรับสัมผัสด้วยประสาททั้ง 5 แล้วส่งกระแสสัมผัสไปยังระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดการแปลความหมายขึ้น โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและอื่นๆ ผ่านการรับรู้ แปลความหมาย นำไปสู่การสรุปผลของการรับรู้เป็นความคิดรวบยอด แล้วจึงเกิดปฏิกิริยาตอบสนอง (response)

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นแสง

2.2.1 ส่วนประกอบของตา

นัยน์ตา เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการมองเห็น นัยน์ตามีเซลล์รับ ทำหน้าที่รับแสงสว่างโดยเฉพาะ ทำให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ และสามารถบอกสีของวัตถุนั้น ๆ ได้ นัยน์ตาสามารถแบ่งออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ ได้ดังนี้



ภาพที่ 2-6 แสดงส่วนประกอบของลูกนัยน์ตา (Egan, 1983)

กระจกตา (cornea) เป็นเนื้อเยื่อโปร่งใสอยู่ด้านหน้าสุดของนัยน์ตา กระจกตาทำหน้าที่รับ และให้แสงผ่านเข้าสู่ภายใน ปัจจุบันถ้ากระจกตาเสียสามารถเปลี่ยนกระจกตาได้ โดยนำกระจกตาของผู้บริจาคที่เสียชีวิตแล้วเปลี่ยนทดแทนได้

ม่านตา (iris) เป็นส่วนที่เป็นสีของนัยน์ตา อาจมีสีดำ สีน้ำตาล หรือสีฟ้า ตามเชื้อชาติ ม่านตาทำหน้าที่ควบคุมการขยายของรูม่านตา เพื่อให้ปริมาณแสงที่ผ่านเข้าไปสู่เลนส์ตาอยู่ในระดับพอเหมาะ เมื่อแสงสว่างมากม่านตาจะควบคุมให้รูม่านตาเปิดน้อย และเมื่อแสงสว่างน้อยก็จะควบคุมให้รูม่านตาเปิดกว้าง

รูม่านตา (pupil) เป็นสีดำอยู่ตรงกลางม่านตา ทำหน้าที่เป็นช่องทำให้แสงผ่านไปสู่เลนส์ตา

เลนส์ตา (lens) เป็นเลนส์นูนที่สามารถยืดหยุ่นได้ เนื่องจากการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา เลนส์ตาทำหน้าที่โฟกัสภาพให้ไปตกบนเรตินา เซลล์รูปแท่งทำหน้าที่รับแสงทำให้มองเห็นรูปร่างของวัตถุต่าง ๆ ได้ เซลล์รูปกรวยทำหน้าที่รับสีให้มองเห็นวัตถุมีสีต่าง ๆ เซลล์รูปกรวยจะทำงานได้ดี ต้องมีแสงสว่างมาก

จอประสาทตา หรือเรตินา (retina) เป็นชั้นบางๆ ของเซลล์รับภาพที่อยู่ด้านหลังของดวงตา ประกอบด้วยเซลล์ 4 ชั้น จุดแต่ละจุดในประสาทตาจะส่งภาพไปที่สมองผ่านเส้นประสาทตา การมองเห็นเกิดที่สมอง ภาพในจอประสาทตาในแต่ละจุดสัมพันธ์กับจุดในสมอง

จุดรับภาพ (macula) เป็นบริเวณเล็ก ๆ ที่สำคัญมากในการมองตรงกลาง ส่วนบริเวณอื่นๆ ที่เหลือของจอประสาทตาจะช่วยในการมองภาพด้านข้าง หรือที่เรียกว่า ขั้วประสาทตา

โฟเวีย (fovea) หรือจุดดวงเหลือง เป็นแอ่งเล็ก ๆ บริเวณจอตา เป็นบริเวณที่มีเซลล์รูปกรวยอยู่หนาแน่นที่สุด จึงเป็นบริเวณที่เห็นภาพชัดเจนที่สุด

จุดบอดแสง (blind spot) เป็นบริเวณที่เส้นประสาท และเส้นเลือดผ่านเข้าสู่ในตา ไม่มีเซลล์รูปแท่งหรือเซลล์รูปกรวยเลย ดังนั้น ถ้าแสงตกบริเวณนี้เราจะมองไม่เห็นวัตถุนั้นเลย

เปลือกตา (rid) เป็นส่วนที่ปิดเลนส์ในตา ป้องกันสิ่งสกปรกหรือเศษผงต่าง ๆ เข้าตา

กระบอกตา (sclera) เป็นเยื่อชั้นนอกสุด มีความหนาและเหนียว ทำให้ลูกตาคงรูป มีส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ ส่วนตาขาว และกระจกตา

2.2.2 **การมองเห็น** (vision)

การมองเห็น เป็นการรับข้อมูลอย่างหนึ่งระหว่างมนุษย์และวัตถุ และก็เป็นรับข้อมูลที่สำคัญที่สุด (สำหรับคนส่วนใหญ่ที่ปกติ) ดวงตามีระบบการทำงานที่เหมือนกับการรับภาพของกล้องถ่ายรูป แสงจากวัตถุจะผ่านกระจกตา และเลนส์ตา ซึ่งทำหน้าที่ในการรวมโฟกัส มีม่านตาทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่จะตกบนบริเวณจอประสาทตา ให้ภาพที่มองเห็นมาตกอยู่ที่จอประสาทตา ที่ทำหน้าที่เป็นฉากรับรูป โดยจะมีเซลล์รับแสง (photoreceptor) อยู่ 2 ประเภท คือ

เซลล์รอด (rod cell) มีลักษณะเป็นรูปแท่ง คุณสมบัติของเซลล์นี้คือ มีความไวกับความเข้มของแสง สามารถทำให้เรามองเห็นในสภาวะที่แสงน้อย แต่มองไม่เห็นรายละเอียดของวัตถุได้ชัดเจน

เซลล์โคน (cone cell) มีลักษณะเป็นรูปกรวย ตรงกันข้ามกับเซลล์รอด เซลล์โคนไม่ไวต่อความเข้มของแสง แต่มีความสามารถในการแยกแยะรายละเอียด นอกจากนี้ เซลโคนยังแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งไวต่อแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วงที่แตกต่างกัน ตาของเราข้างหนึ่งจะมี เซลล์โคนประมาณ 6 ล้านเซลล์ และจะหนาแน่นอยู่ตรงส่วนโฟเวีย โดยปกติในการมองเห็นของมนุษย์ เซลล์รอดและเซลล์โคนจะทำงานสลับกัน ในการมองเห็นปกติเซลล์โคนจะข่มเซลล์รอด (สภาวะที่แสงเพียงพอ) แต่ในการมองเห็นในที่มืดเซลล์รอดจะข่มเซลล์โคนแทน (สภาวะที่แสงไม่เพียงพอ เซลล์โคน ไม่สามารถทำงานได้ดีเท่าเซลล์รอด)

บนจอประสาทตายังมีเซลล์ปมประสาท (ganglion cell) ซึ่งแบ่งออกเป็น เอ็กซ์เซลล์ (x-cell) และวายเซลล์ (y-cell) โดยที่เอ็กซ์เซลล์จะมีอยู่หนาแน่นที่โฟเวีย หน้าที่ของเอ็กซ์เซลล์คือเป็นตัวตรวจจับและแยกแยะรูปแบบ (pattern) ส่วนวายเซลล์จะมีกระจายทั่วเรตินำ่ามีหน้าที่ในการจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ อย่างไรก็ตาม มนุษย์มีจุดบอดของการมองเห็นอยู่ นั่นก็คือ จุดอับสายตา จุดนี้จะไม่มีเซลล์รับแสงอยู่เลย ดังนั้น ถ้ามีภาพใดก็ตามที่ถูกโฟกัสลงมาจุดนี้มนุษย์จะไม่สามารถมองเห็นวัตถุนั้นได้ จากสรีระการทำงานของดวงตามนุษย์ เนื่องจากเซลล์โคนจะอยู่หนาแน่นบริเวณตรงกลางของฉากรับภาพ ถ้าเรามองที่จุดหนึ่งโดยไม่ขยับตาจากจุดนั้น จะเห็นว่า เราจะเห็นสิ่งที่อยู่ห่างจากจุดที่เรามองได้ยากขึ้น ถ้าตัวอักษรอยู่ไกลจากจุดแล้วไม่ใหญ่ขึ้นก็ยากที่ตาคนเราแยกแยะออกได้ว่า ตัวอักษรนั้นคืออะไร ในทางกลับกัน ตาของเรา เนื่องจากมีวายเซลล์ กระจายอยู่ทั่วเรตินำ่า ทำให้การจับการเคลื่อนไหวทำได้ดี ไม่ว่า ณ ตอนนั้น เราจะโฟกัสที่จุดไหนอยู่ (วายเซลล์มีหน้าที่ในการจับการเคลื่อนไหว) ดังนั้น ตาเราจึงไวกับการเคลื่อนไหว ถ้าเราโฟกัสไปที่ตัวหนังสือในฟอร์ม (form) จะเห็นว่า การวางคำอธิบายไว้ข้างล่าง จะทำให้เราอ่านได้ง่ายกว่า โดยที่ไม่ต้องขยับตา เนื่องจาก ตำแหน่งของคำอธิบายที่อยู่ข้างล่าง อยู่ใกล้กับจุดโฟกัสที่เรามอง มากกว่าการวางคำอธิบายไว้ทางด้านขวา

2.2.3 การมองเห็นความสว่างและสีของวัตถุ

ความสว่างของวัตถุขึ้นอยู่กับปัจจัยสองอย่าง ก็คือ ความเข้มของแสงที่ตกกระทบวัตถุ และความสามารถในการสะท้อนแสงของวัตถุนั้นสู่ตาเราในการมองเห็นของเรา

แสงเป็นตัวที่จะกำหนดว่าเซลล์รับแสงตัวไหนที่จะถูกใช้งาน ถ้าแสงน้อยเซลล์รอดก็จะทำงาน สาเหตุที่เรามองเห็นรายละเอียดได้ไม่ดีถ้ามีแสงน้อย เพราะเซลล์รอดไม่สามารถแยกแยะรายละเอียดได้ดีนัก ส่วนการมองเห็นสีตามหลักการมองเห็นสีด้วยสายตามนุษย์ตามรูปแบบการมองเห็นสีเอชเอสบีโมเดล (HSB model) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

สีแท้ หรือความเข้มของเนื้อสี (hue) คือ สีต่าง ๆ ที่สะท้อนออกมาจากวัตถุแล้วเข้าสู่สายตาของเรา ซึ่งมักจะเรียกสีตามชื่อสี เช่น สีเขียว สีเหลือง สีแดง เป็นต้น

ความอิ่มตัวของสี (saturation) คือ ความสดของสี โดยค่าความสดของสีจะเริ่มที่ 0 ถึง 100 ถ้ากำหนดความสดของสี ที่ 0 สีจะมีความสดน้อย แต่ถ้ากำหนดที่ 100 สีจะมีความสดมาก

ความสว่างของสี (brightness) โดยค่าความสว่างของสีจะเริ่มที่ 0 ถึง 100 ถ้ากำหนดที่ 0 ความสว่างจะน้อยซึ่งจะเป็นสีดำ แต่ถ้ากำหนดที่ 100 สีจะมีความสว่างมากที่สุด

เซลล์โคนจะเป็นตัวหลัก ในการแยกแยะสี ตามที่ได้กล่าวว่า เซลล์โคนแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทตอบสองแสงที่มีความยาวคลื่นแสงต่างกัน นั่นก็คือเซลล์โคน 3 ประเภทดังกล่าว จะตอบสนองต่อสี แดง เขียว และน้ำเงิน เราพบว่า ในบริเวณโฟเวียมีเพียง 3-4% เท่านั้น ที่เป็นเซลล์โคนที่ตอบสนองสีน้ำเงิน นี่เป็นเหตุผลที่ทำให้เรามองเห็นสีน้ำเงินได้แย่กว่าสีอื่นในสภาวะแสงปกติ จากสถิติพบว่า คนที่เป็นตาบอดสี สีที่แยกไม่ออกก็คือ สีเขียวและสีแดง

2.2.4 การปรับตัวของดวงตา

การปรับตัวของตากับความสว่าง ตามปกติการปรับตัวจากที่สว่างไปสู่ที่มืดจะใช้เวลานานกว่าการปรับตัวจากที่มืดไปสู่บริเวณที่สว่าง เนื่องจากเซลล์รอดซึ่งทำหน้าที่ปรับตัวกับการมองเห็นในเวลากลางคืนจะทำงานช้ากว่าเซลล์โคนมาก เช่น เซลล์รอดอาจใช้เวลาในการปรับตัวเพื่อให้ได้ความไวต่อแสงสูงสุดคือ 30 วินาที ในขณะที่เซลล์โคนใช้เวลาเพียง 2 – 3 วินาทีเท่านั้น ความสามารถในการปรับตัวของตาในการมองเห็นขึ้นอยู่กับความส่องสว่าง และเวลาที่ใช้ในการมองเห็น ดังนั้นการให้แสงในทางปฏิบัติจึงพยายามจัดการให้แสงในบริเวณต่าง ๆ ภายในพื้นที่เดียวกันไม่ให้มีความส่องสว่างต่างกันมาก เพื่อตาจะได้ไม่ต้องปรับตัว และเพื่อทำให้มองเห็นง่ายและสบายตา (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์, 2540)

การปรับตัวของตาในบริเวณที่สว่าง และที่มืด (light and dark adaptation of the eye) โดยปกติคนส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์ที่เรียกว่า “ตาบอดชั่วคราว” ซึ่งมักเกิดขึ้น ในขณะเดินออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความสว่างน้อยกว่าบริเวณพื้นทางเดินคอนกรีตภายนอกที่ได้รับความสว่างจากแสงแดด และความสว่างจากการสะท้อนของแสงจากอาคารใกล้เคียง สาเหตุดังกล่าวเกิดจากตาได้ปรับตัวให้คุ้นเคยกับความมืดภายในโรงภาพยนตร์ ดังนั้นขณะที่เดินออกจากโรงภาพยนตร์ตาจึงต้องการเวลาในการปรับตัวกับระดับความสว่างภายนอก เรียกว่า การปรับตาต่อแสง (light adaptation) เมื่อตาละจากความมืด และเข้าสู่สภาพรอบ ๆ ที่มีความสว่างกว่า ม่านตาจะปรับตัวเล็กลงทำให้แสงผ่านเข้ามายังจอประสาทตาได้น้อยลง จึงทำให้ตามองสิ่งต่าง ๆ ไม่เห็นเลยเป็นช่วงเวลาหนึ่ง และต้องใช้เวลา 2 – 3 นาทีในการปรับกับแสงสว่างภายนอก (Michel, 1996 : 17 – 19) ในขณะที่ต้องเดินผ่านบริเวณที่มีความสว่างก่อนที่จะเข้าไปยังห้องที่มีความสว่างน้อยกว่า ตาต้องปรับตัวให้เข้ากับความมืด (dark adaptation) ภายในห้อง ซึ่งบางครั้งต้องใช้เวลาในการปรับตัวนานถึง 10 นาที และอาจใช้เวลานานถึง 30 นาที หรือมากกว่านั้น จึงจะเข้าสู่สภาพที่เห็นได้ตามปกติ เมื่อใดก็ตามที่ตาต้องปรับตัวกับความมืด โฟเวียซึ่งทำหน้าที่เป็นจุดศูนย์รวมของการมองเห็นภาพจะทำงานได้น้อยลงอย่างมาก จึงทำให้ความคมชัดของภาพที่มองเห็นลดลงและเป็นเหตุให้การมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ของภาพได้ยาก ดังนั้น การปรับตากับความมืดที่ใช้เวลานาน ๆ จึงเป็นอุปสรรคต่อการมองเห็น นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงความสว่างของวัตถุและพื้นผิวต่าง ๆ ในภาพที่มองเห็น มีสาเหตุมาจากการปรับตัวของตาด้วยสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปรับตาต่อความสว่าง และความมืดในการออกแบบให้แสงสว่างกับที่ว่างทางสถาปัตยกรรม ต้องคำนึงถึงความง่าย และยากในการปรับตาต่อแสง และความไม่สบายตาเมื่อมีการย้ายจากที่ว่าง (space) หนึ่งไปยังอีกที่อื่น ๆ ดังนั้น สถาปนิกและนักออกแบบแสงสว่าง ควรหลีกเลี่ยงการปรับตาอย่างทันทีทันใดจากกรณีของการเปลี่ยนแปลงความสว่างและความมืดที่ต่างกันมากเกินไป (Michel, 1996: 97)

การปรับตัวของตากับสี (color adaptation) เรตินาจะทำหน้าที่ในการปรับตาให้เข้ากับสีต่าง ๆ ทั้งหมดที่อยู่ในมุมมองของตาเพื่อให้เห็นขอบเขตของที่ว่างที่ถูกล้อมรอบ ดังนั้นการให้แสงสว่างจึงมีความสำคัญต่อสีที่เลือกใช้ กับการปรับตัวของตากับสีและแสงที่อยู่ในที่ว่างนั้น ๆ และควรนำทฤษฎีของแสงมาใช้งานออกแบบสถาปัตยกรรม เมื่อตาสามารถมองเห็นรูปร่างของที่ว่างและเห็นความจัดของสีในที่ว่างนั้นๆ มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันแล้ว แสดงว่ามีการปรับตัวของเรตินา ส่วนเทคนิคในการให้แสงแบบส่องผนัง (wall wash) จะทำให้ผนังในส่วนที่

อยู่ต่ำลงมาจากแหล่งกำเนิดแสงมีความเข้มของเนื้อสี (hue) เด่นชัด และความจัดของสี (color saturation) เพิ่มมากขึ้น

การปรับตัวของตากับระยะการมองภาพ การปรับตัวของตากับระยะการมองภาพเป็นความสามารถของเลนส์ตาในการโฟกัสภาพ ทำให้เป็นภาพหรือวัตถุที่ระยะใกล้หรือไกลได้ชัดเจนขึ้น และบริเวณผิวหน้าของเลนส์ตาที่ใช้รับแสงสามารถควบคุมให้แบนเรียบหรือโค้งนูนออกได้ เพื่อเพิ่มความสามารถในการหักเหของแสง และยังมีผลทำให้รูม่านตาสามารถปรับให้กว้างขึ้น หรือแคบลงได้ตามระยะของวัตถุที่มองเห็น ถ้ามีการปรับตัวของกล้ามเนื้อตานาน ๆ จะทำให้เกิดการเมื่อยล้าหรือปวดตาได้ เช่น การปรับตัวของตาในการมองเห็นภาพที่มีระยะใกล้มาก การปรับตัวของตาให้เข้ากับความมืด และความสว่างมีผลต่อการลดหรือขยายรูม่านตา ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณแสง โดยปกติการปรับตัวของตามักเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างอย่างทันทีทันใด จากที่มืดไปสู่ที่สว่าง หรือจากที่สว่างไปสู่ที่มืด และขณะที่มีการปรับตัวของตาย่อมจะทำให้เกิดความล่าช้าในการมองเห็นชั่วขณะ ทั้งนี้ ก็เพราะตาต้องใช้เวลาในการปรับตัว

การปรับตัวของตากับแสงธรรมชาติ การปรับตามีการเชื่อมโยงกับความเร็วในการเปลี่ยนแปลงขนาดของรูม่านตา ที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่ผ่านเข้ามายังนัยตา และการปรับตัวของเรตินาในการรับภาพเป็นไปอย่างช้า ๆ ซึ่งโดยปกติแล้วการเปลี่ยนแปลงความสว่างของท้องฟ้า มักเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เช่นกัน ดังนั้น การปรับตัวของตากับความสว่างของท้องฟ้าที่มีความแปรปรวน จึงไม่มีปัญหาในเรื่องของความไม่สบายตา เนื่องจากความไม่สบายตาในการมองเห็นเกิดจากการเปลี่ยนความสว่างอย่างฉับพลัน การเปลี่ยนแปลงความสว่างของแสงธรรมชาติที่เกิดจากความแปรปรวนของท้องฟ้าไม่มีผลต่อการปรับตามากนัก เพราะช่วง (range) ในการปรับตากับความสว่างในการมองเห็นมีช่วงกว้างมาก และการเปลี่ยนแปลงความสว่างของแสงธรรมชาติมักเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ จึงทำให้ไม่ต้องการปรับตาแบบทันทีทันใด

ความเปรียบต่างของความสว่างจ้าของตำแหน่งที่มองเห็น (local brightness contrast)โดยทั่วไปตาจะปรับตัวกับความสว่างจ้าต่าง ๆ ที่เป็นความสว่างจ้าโดยเฉลี่ย (the average of the various brightness) ในสนามแห่งการมอง (visual field) ซึ่งเป็นผลของความสว่างจ้าที่มีค่าใกล้เคียงกับจุดศูนย์กลางของภาพที่มองเห็น ถ้าพื้นที่ของความสว่างจ้ามีความจ้ามาก ๆ ตาจะมีแนวโน้มต่อการปรับตัวกับความสว่างจ้าเฉลี่ย ซึ่งจะทำให้การรับรู้ และมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ในพื้นที่ทั้งสองที่มีความแตกต่างของความสว่างจ้ามากได้ยากมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งรายละเอียดในพื้นที่ที่มีความสว่างน้อยกว่า และในขณะที่ตาพยายามปรับตัวให้เข้ากับความสว่างจ้าของพื้น ผิวใดพื้นผิวหนึ่ง ที่มีความสว่างจ้าของทั้ง 2 พื้นผิวที่อยู่ติดกันที่มี

ความสว่างจ้าแตกต่างกันมาก ๆ จึงทำให้เกิดความไม่สบายตาในการมองเห็น และความชัดเจนในการมองเห็นลดลง ดังนั้น หลักการง่าย ๆ ในการลดความเปรียบต่างของความสว่างจ้าที่แตกต่างกันของกรณีนี้ คือ การเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างจ้าใกล้เคียงกัน เช่น การเลือกใช้วัสดุกรอบหน้าต่างที่มีค่าการสะท้อนแสงมาก เพื่อทำให้ความสว่างจ้าของกรอบหน้าต่างสัมพันธ์กันกับความสว่างจ้าของช่องแสง

2.3 ทฤษฎีความรู้สึกสบายด้านแสงสว่าง ความรู้สึกสบายด้านการมองเห็น

แสงสว่างและการมองเห็นเป็นตัวแปรที่ตอบสนองความต้องการ ด้านจิตภาพ (psychological) และกายภาพ (physiological) แสงสว่างและการมองเห็นในสถาปัตยกรรมสามารถสร้างบรรยากาศสวยงามและน่าประทับใจได้ และเป็นสิ่งเร้าที่กระตุ้นในกระบวนการเรียนรู้ผ่านอวัยวะการรับรู้ของดวงตา การสร้างสภาพแวดล้อมในเพื่อการรับรู้แสงสว่าง ด้วยการออกแบบเพื่อให้บรรลุถึงของความต้องการของมนุษย์ ทางด้านความสบายด้านแสงสว่าง (lighting comfort) และความสบายด้านการมองเห็น (visual comfort) ต้องอาศัยความเข้าใจในปัจจัยที่เกี่ยวข้องการรับรู้ของประสาทสัมผัสทางสายตา ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นพบว่าคุณภาพของการมองเห็นวัตถุ (visual task) ประกอบด้วย

- ปัจจัยหลักของการมองเห็นภาพและวัตถุ
- ปัจจัยที่เป็นการปรุงแต่งการมองเห็น (modifying factor)

2.3.1 ปัจจัยหลักของการมองเห็นภาพและวัตถุ

ปัจจัยหลักของการมองเห็นทั้ง 4 ปัจจัย ประกอบด้วย

ระยะเวลาในการมอง (time of viewing) หมายถึง ระยะเวลาในการมองวัตถุหรือภาพ ในกรณีพื้นที่ในสถาปัตยกรรมที่มีลักษณะการใช้งานที่อยู่นิ่ง เช่น ห้องประชุม ห้องทำงาน ห้องเรียน ส่วนมากระยะเวลาในการมองเป็นระยะเวลาในการมองที่ค่อนข้างนานและคงที่ ตามปกติตาของคนเราไม่สามารถมองเห็นวัตถุที่ปรากฏขึ้นตรงหน้าได้ทันที เพราะต้องมีช่วงเวลาให้ตาได้สัมผัสหรือมองเห็นวัตถุ เนื่องจากตาต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งเพื่อปรับกล้ามเนื้อตาให้ขยายหรือหดตัวให้เข้ากับปริมาณแสง ซึ่งถ้าปริมาณแสงยิ่งน้อยการเห็นก็ต้องการเวลานานยิ่งขึ้นด้วย ดังนั้น ผู้ออกแบบระบบแสงสว่างจะต้องคำนึงถึงปัญหานี้เป็นพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ เช่น การเล่นฟุตบอลปริมาณแสงที่ต้องการจะต้องสูงเพียงพอ ผู้ออกแบบควรนำข้อจำกัดเหล่านี้มาพิจารณาเป็นพิเศษ

ความเข้มแสงสว่าง (luminous intensity) หมายถึงความเข้มแสงที่สะท้อนเข้าสู่ดวงตา ที่เกิดจากความส่องสว่าง (illuminance) ตกกระทบผิววัตถุ แล้วสะท้อนเข้าสู่ดวงตาทำให้สามารถมองเห็นวัตถุนั้น ความเข้มของแสงสว่างที่เข้าสู่ดวงตาจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับพลังงานแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ ตามสมการ

$$fL = fc * RF$$

เมื่อ fL คือ แสงสว่าง มีหน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ท (foot-Lamberts, fL)

fc คือ ความส่องสว่าง มีหน่วยเป็นฟุตแคนเดิล (footcandles, fc)

RF คือ ค่าการสะท้อนแสง (reflection factor)

(Stein and Reynolds, 2000)

ปัจจัยทางจิตภาพที่ประกอบด้วยระยะเวลาในการมองเห็น และความเข้มแสงสว่าง หมายถึงด้านความรู้สึกของผู้มองที่มีต่อความส่องสว่างในการมองเห็นวัตถุ อิทธิพลของปัจจัยทางด้านจิตภาพที่มีผลต่อความชัดในการมองเห็น และทำให้รู้สึกสบายทางสายตาเกิดจากการผสมผสานปัจจัยระยะเวลาในการมอง และความเข้มของแสงสว่าง ตัวอย่างเช่น ภาพที่มีความเข้มในการส่องสว่างของวัตถุน้อยหากต้องการมองเห็นได้ชัดเจนอาจต้องใช้ระยะเวลาในการมองภาพนั้นมากกว่าภาพที่มีความเข้มในการส่องสว่างของวัตถุมาก ส่วนภาพที่มีความเข้มในการส่องสว่างของวัตถุมาก หากมองในระยะเวลานานเกินไปอาจทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายทางสายตา

ขนาดของการมองภาพในการมองเห็น (size) หมายถึง ขนาดของวัตถุที่อยู่ในมุมมอง (visual field) ที่มองเห็น ซึ่งขึ้นกับสัดส่วนของขนาดภาพ หรือวัตถุกับระยะทางในการมอง เช่น ในการมองภาพตัวอักษรขนาดใหญ่ที่อยู่ในระยะไกล อาจมีขนาดของภาพในการมองเห็นเท่ากับภาพตัวอักษรขนาดเล็กที่อยู่ในระยะใกล้ ในกรณีที่ทั้งสองกรณีมีสัดส่วนเท่ากัน ดังนั้น ขนาดของภาพในการมองเห็นไม่ได้หมายความว่าเป็นขนาดจริงของวัตถุ

ความเปรียบต่างระหว่างวัตถุกับพื้นภาพ (task contrast) หมายถึง ค่าการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความส่องสว่างของภาพกับพื้นภาพในการมองวัตถุ หากมีค่าการเปรียบต่างน้อยจะมองเห็นไม่ชัดเจน สามารถอธิบายเป็นสัดส่วนของการเปรียบต่างกับ

ความรู้สึกในการมองเห็นได้ โดยยิ่งมีค่าความเปรียบต่างสูงจะยิ่งมองเห็นภาพหรือวัตถุได้ชัดเจน แต่หากมีค่าความเปรียบต่างของภาพมากเกินไปอาจทำให้รู้สึกไม่สบายในการมองเห็น

ปัจจัยทางกายภาพที่ประกอบด้วยขนาดของภาพ และค่าความเปรียบต่าง หมายถึง ลักษณะคุณสมบัติกายภาพของสิ่งที่มองเห็นที่มีอิทธิพลต่อความชัดในการมองเห็น และทำให้รู้สึกสบายทางสายตา เกิดจากการผสมผสานปัจจัยขนาดของภาพอและความเปรียบต่าง ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ภาพมีขนาดใหญ่ความต้องการความเปรียบต่างเพื่อให้มองภาพให้ชัดเจนจะมีระดับไม่มาก ในทางกลับกันหากมีวัตถุที่มีขนาดไม่ใหญ่แต่ต้องการเน้นให้เห็นชัดเจนจะต้องมีค่าความเปรียบต่างที่สูงกว่า และนอกจากปัจจัยทางกายภาพทั้ง 2 ปัจจัยนี้แล้วยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความละเอียดของภาพมาเกี่ยวข้อง ทั้งภาพที่มีส่วนประกอบที่เรียบง่าย (simple) และภาพที่มีส่วนประกอบที่ซับซ้อน (complex) ตัวอย่างเช่น ภาพที่มีความเรียบง่ายต้องการความเปรียบต่างที่น้อยกว่าภาพที่ซับซ้อน

2.3.2 ปัจจัยด้านตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพแวดล้อมและลักษณะผู้มอง

เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมและคุณลักษณะของผู้มอง ทั้งองค์ประกอบการมองเห็นวัตถุ และปัจจัยในการปรุงแต่งในการมอง ทำให้เกิดระดับความประทับใจในการมองเห็น (level of impression) ซึ่งเป็นพื้น ฐานที่สำคัญในการรับข้อมูลสารสนเทศของประสาทสัมผัสด้านการมองเห็นในกระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วย

การปรับตัวของสายตา (eyes adaptation) ดวงตามนุษย์มีลักษณะเป็นลูกกลม (vitreous body) โดยภายในดวงตาจะมีของเหลวเพื่อช่วยในการรักษารูปร่างของดวงตา กระจกตา และ เลนส์ตา จะจับโฟกัสของแสงมาสู่เรตินา ที่มีที่รวมของเส้นประสาทที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น มีรูม่านตาและม่านตา ทำหน้าที่ปรับตัวตามความจ้าของแสง มีเรตินาซึ่งเป็นเยื่อที่อยู่ด้านในสุดของดวงตาประกอบด้วยชั้น ของเส้นประสาทที่ซับซ้อนเมื่อแสงตกกระทบระบบประสาทที่อยู่ภายในจะทำงาน ประกอบด้วยประสาท 2 ส่วน คือ รอด ซึ่งทำหน้าที่ตอบสนองกับแสงสว่างน้อยและมองเห็นภาพเป็นขาวดำ และโคน ซึ่งทำหน้าที่ตอบสนองกับแสงสว่างมองเห็นภาพเป็นสี จากองค์ประกอบของดวงตาจะพบว่าม่านตาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการปรับรับแสงเข้าสู่ดวงตา กรณีที่อยู่ในที่มืดม่านตาจะขยายกว้าง และเมื่ออยู่ในที่สว่างม่านตาจะปรับให้รูม่านตาเล็กลง

ประสบการณ์ของผู้มองในอดีต (pre-exposure หรือ experience) เป็นผลจากกระบวนการเรียนรู้ที่ถูกบันทึกข้อมูลสารสนเทศไว้ในความจำและเรียกกลับมาเพื่อ

ประมวลผลกับสารสนเทศใหม่ที่ได้รับจากสภาพแวดล้อม(สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ, 2552) ตัวอย่างเช่น ในการออกแบบห้องนวดไทยในสปาให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย การออกแบบให้รู้สึกถึงธรรมชาติที่สวยงาม ทำให้ผู้ใช้บริการรู้สึกผ่อนคลายเนื่องจากเกิดความเชื่อมโยงกับบรรรมชาติที่เป็นประสบการณ์ของผู้มอง

ระยะทางในการมอง (distance) มีอิทธิพลในการมองเห็นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลักในการมองเห็นในเรื่องของขนาดของภาพ และความซับซ้อนของภาพ การปรับตัวของตากับระยะการมองภาพเป็นความสามารถของเลนส์ตาในการโฟกัสภาพ ทำให้เห็นภาพหรือวัตถุที่ระยะใกล้หรือไกลได้ชัดเจนขึ้น และบริเวณผิวหน้าของเลนส์ตาที่ใช้รับแสงสามารถควบคุมให้แบนเรียบหรือโค้งนูนออกได้ เพื่อเพิ่มความสามารถในการหักเหของแสง และยังมีผลทำให้รูม่านตาสามารถปรับให้กว้างขึ้น หรือแคบลงได้ตามระยะของวัตถุที่มองเห็น

มุมมองในการมองเห็น (visual field) แบ่งออกเป็น

มุมมองเป้าหมายหลัก (foveal vision) คือ มุมมองที่ดวงตาโฟกัสจะมีแนวของรัศมี ประมาณ 1 องศา จากแกนแนวการมอง แกนนี้โดยทั่วไปเอียงลง 10 องศาจากเส้นนอนเมื่อยืน และ 15 องศาเมื่อนั่ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากเพราะจะตอบสนองได้ดีกับภาพสีตามภาพที่ 2-7

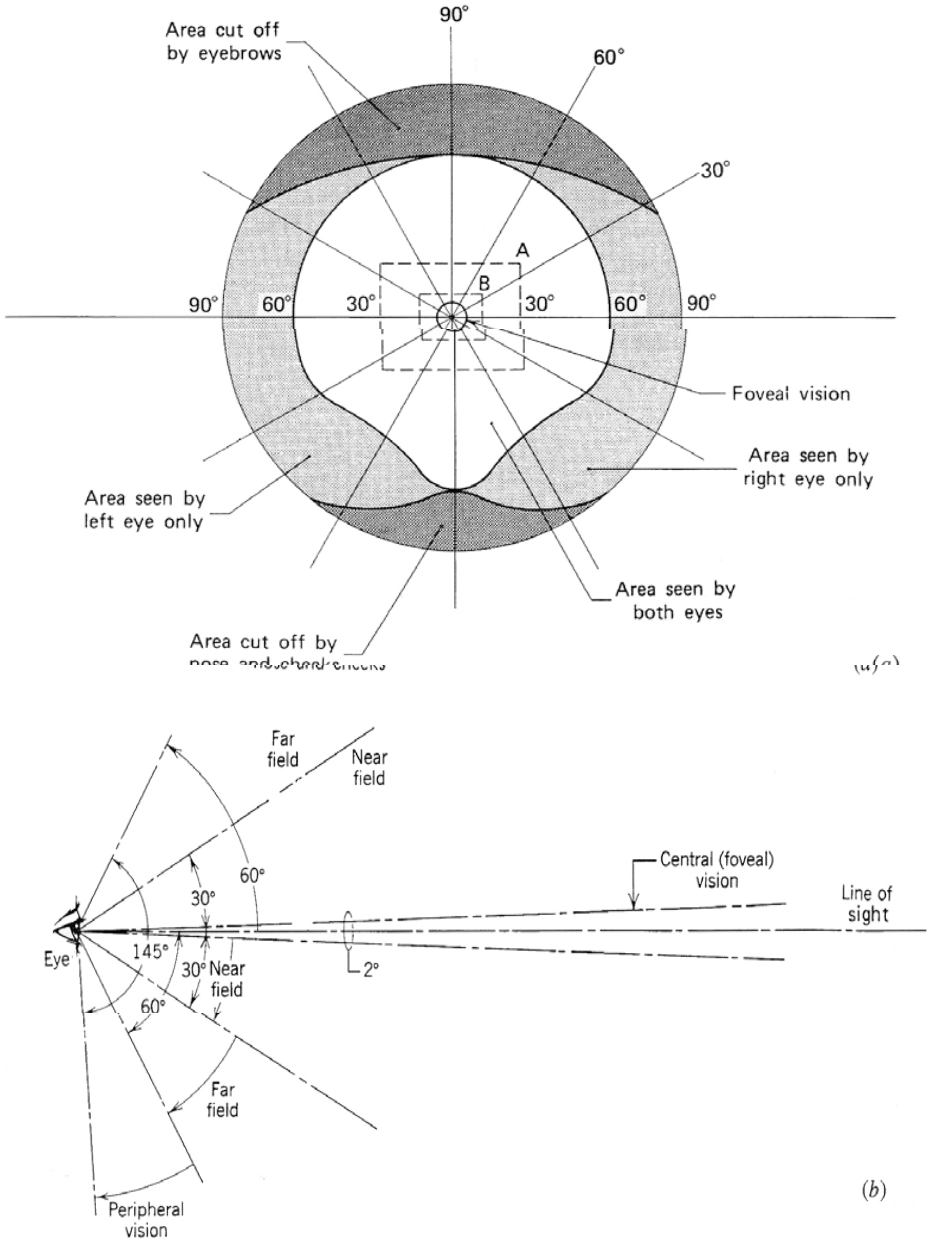
- มุมมองใกล้มุมมองเป้าหมายหลัก (near field) ประมาณ 1-30 องศาจากแนวแกนมอง
- มุมมองที่อยู่โดยรอบ (peripheral visual) หรือ (far field) ประมาณ 30-60 องศาจากแนวแกนมอง
- มุมมองที่อยู่นอกมุมมองที่อยู่โดยรอบ (monocular vision) ซึ่งจะแบ่งออกเป็นฝั่งตาซ้าย และตาขวา

การระคายเคืองตาและความไม่สบายตาในการมองเห็น (glare) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

<u>การระคายเคืองตาโดยตรง</u> (direct discomfort glare) เกิดจากการมีแสงสว่างที่มากเกินไปในการยอมรับความสว่างหรือความจ้าของแสงในมุมมอง

ความสว่างจ้ามากเกินไปทำให้เกิดแสงจ้าส่งผลให้ความชัดเจนในการมองเห็นลดลงเพราะการรับรู้ถึงความเปรียบต่างลดลง อิทธิพลของแสงไม่ได้ทำให้มนุษย์มีความสบายตาและมองเห็นได้ชัดเจนเสมอไป เพราะปริมาณความส่องสว่างที่มากเกินไปทำให้ตาไม่อาจทนทานต่อความสว่างของแสงได้ และความสว่างจ้าจากการสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิวเรียบที่มีมุม

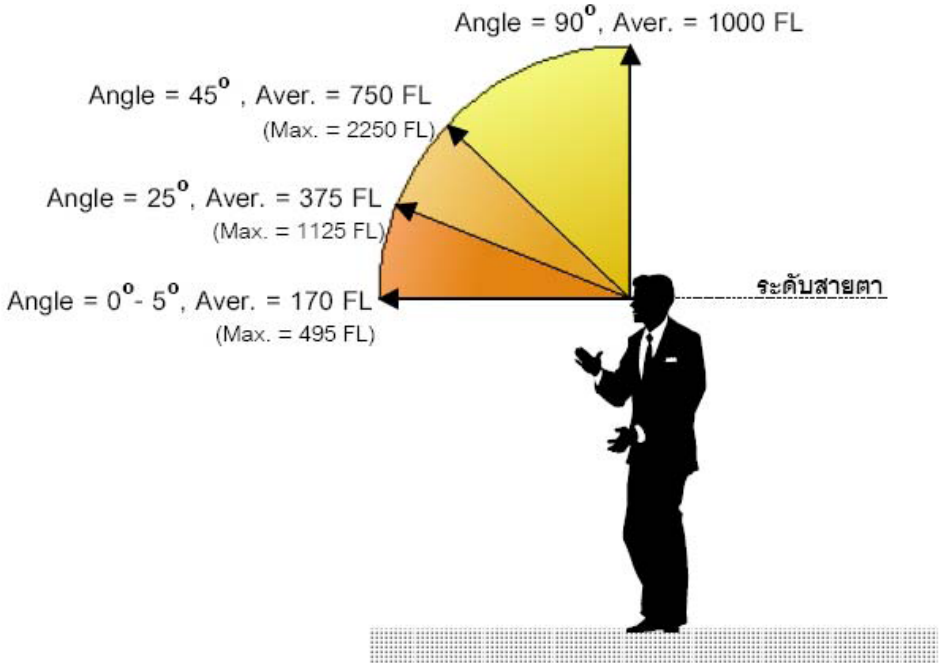
ของการสะท้อนเข้าสู่ตาโดยตรงจะทำให้ความสว่างจ้านั้น มีความจ้ามากจนกลายเป็นแสงจ้าได้ (Michel , 1996) ความสว่างจ้าของแสงในมุมมองของการมองเห็นในมุมต่างๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดแสงจ้าจากการวิจัย (Flynn, 1988) พบว่าความสามารถของตาในการยอมรับความสว่างจ้า ขึ้นอยู่กับทิศทางของมุมมองที่แสงสว่างนั้นเข้าสู่ตา ถ้ามุมมองเป็นมุมเงยที่มีองศาของการมองยิ่งมาก ก็จะยิ่งทำให้สายตาสามารถยอมรับความจ้าได้มากขึ้น (สุนทร บุญญาธิการ, 2541)



The fields of vision of a normal pair of human eyes (a) *and the subtended angles* (*b*). *The rectangles A and B superimposed on the field of vision in* (a) *represent a large magazine and a small book, respectively.*

ภาพที่ 2-7 แสดงมุมมองในการมองเห็น (Stein and Reynolds, 2000; 1066)

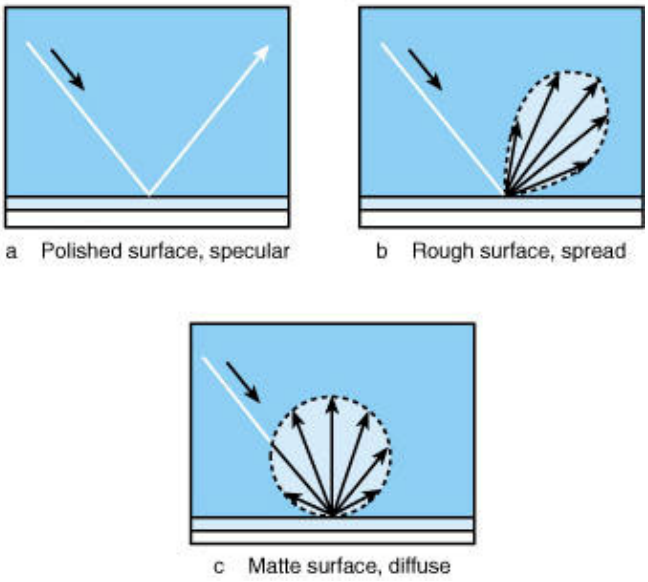
จากเอกสารเผยแพร่ อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ของศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ ได้แสดงระดับความสว่างจ้าที่มุมมองต่างๆ ที่ตายอมรับได้ ซึ่งในการวิจัยนี้พิจารณาความสว่างจ้า ในมุมมอง 0-5 องศา ที่มีความสว่างจ้ามากที่สุดที่ตายอมรับได้ 495 ฟุตแลมเบริต และพิจารณามุมมองตั้งแต่ 25-45 องศา ที่มีความสว่างจ้าที่ตายอมรับได้มากที่สุดตั้งแต่ 1125-2250 ฟุตแลมเบิรต ตามภาพที่ 2-8



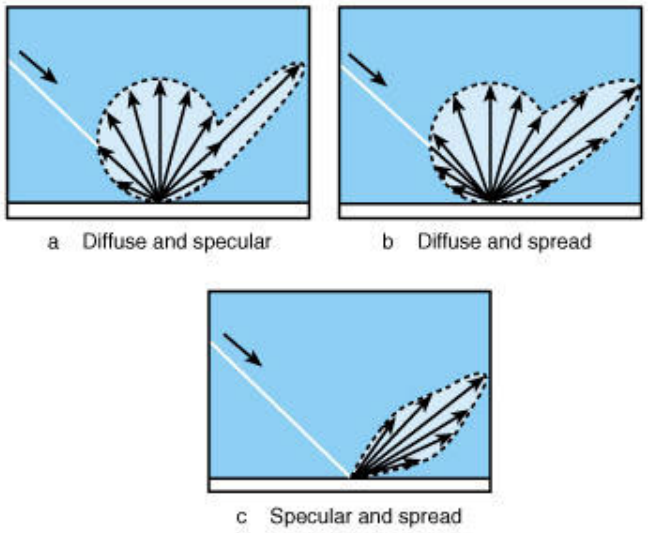
ภาพที่ 2-8 แสดงระดับความจ้าที่สายตายอมรับได้ในมุมมอง (angle of degrees) ที่แตกต่างกัน (สุนทร บุญญาธิการ, 2541)

การเกิดเงาสะท้อนรบกวนการมองเห็น (reflected glare หรือ veiling glare) ทำให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง เนื่องจากแสงที่สะท้อนเข้าสู่มุมมอง ซึ่งเกิดจากลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นผิววัตถุ และมุมของการสะท้อนแสงกับมุมมองของผู้มอง การสะท้อนแสง (reflection) เป็นปรากฏการณ์หนึ่งของแสงเมื่อตกกระทบพื้นผิว และพื้นผิวทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนแสง อาจเป็นการสะท้อนแบบเสมือนกระจก (specular) แบบสาดเป็นลำแสง (spread) แบบฟุ้งกระจาย (diffuse) หรือแบบผสม (compound) ตามภาพที่ 2-9 และภาพที่ 2-10 (IESNA, 2000; 1-18) การสะท้อนของแสงแบบเสมือนกระจก และแบบสาดเป็นลำแสงหาก

สะท้อนภาพของแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่มุมมองของผู้มองจะทำให้เกิดเงาสะท้อนรบกวนการมองเห็น



ภาพที่ 2-9 แสดงลักษณะการสะท้อนแสงขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นผิวที่สะท้อนแสง (a) พื้นผิวมันเสมือนกระจก (polished) เกิดการสะท้อนแบบเสมือนกระจก (specular) (b) พื้นผิวมีความมันและกระด้าง (rough) เกิดการสะท้อนแบบสาดเป็นลำแสง (spread) (c) พื้นผิวด้าน (matte) เกิดการสะท้อนแบบฟุ้งกระจาย (diffuse) (IESNA, 2000; 1-18)



ภาพที่ 2-10 แสดงลักษณะการสะท้อนแสงแบบผสม (compound) (IESNA, 2000; 1-18)

ตัวอย่างที่พบบ่อย ๆ เช่น เงาสะท้อนเหนือภาพบนพื้นผิวของปกนิตยสารที่มีความมันเงาเนื่องจากการสะท้อนกลับของแสงจากดวงโคมแสงไฟฟ้าที่ตกกระทบบนปกนิตยสาร ทำให้ลดความชัดเจนของภาพบนปก เพราะความสว่างจ้าของเงาที่สะท้อนบนภาพทำให้เพิ่มความสว่างจ้าบนปกนิตยสารที่มีพื้นผิวมันเงาเพิ่มมากขึ้น จึงลดความเปรียบต่างความสว่างของภาพบนปกนิตยสารนั้นและทำให้มองเห็นภาพไม่ชัดเจน (veiling reflects) หรือเงาสะท้อนเหนือภาพที่มองสามารถควบคุมได้โดย

- ควบคุมตำแหน่งที่ติดตั้ง แหล่งกำเนิดแสงที่มีความเข้มสว่างมาก ๆ ให้อยู่นอกบริเวณที่จะเกิดการสะท้อนแสงเข้าสู่สนามแห่งการมองเห็น
- ลดความสว่างหรือลูมิแนนต์ของแหล่งกำเนิดแสง โดยจัดวางแหล่งกำเนิดแสงให้กระจายออกไปเป็นพื้นที่กว้างๆ ที่ระนาบทำงาน (working plane) จะช่วยลดการเกิดเงาสะท้อนเหนือภาพที่มองเห็นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสง ที่มีความเข้มสว่างมากที่ทำให้เกิดการสะท้อนของแสงจ้าในสนามแห่งการมองเห็นส่วนมาก มุมมองที่นั่งอ่านหนังสือกับโต๊ะที่ไม่เอียงมุมจะมีมุมวิกฤต เป็นมุม 25 องศา และเมื่อแสงจากดวงโคมตกกระทบกับโต๊ะในแนวระนาบ (หน้าโต๊ะไม่เอียง) ในมุม 25 องศา จะทำให้เกิดแสงจ้าสะท้อน (reflected glare) และเกิดเงาสะท้อนเหนือภาพที่เข้าสู่มุมมองของตาได้ จึงควรหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดมุมสะท้อน 25 องศา

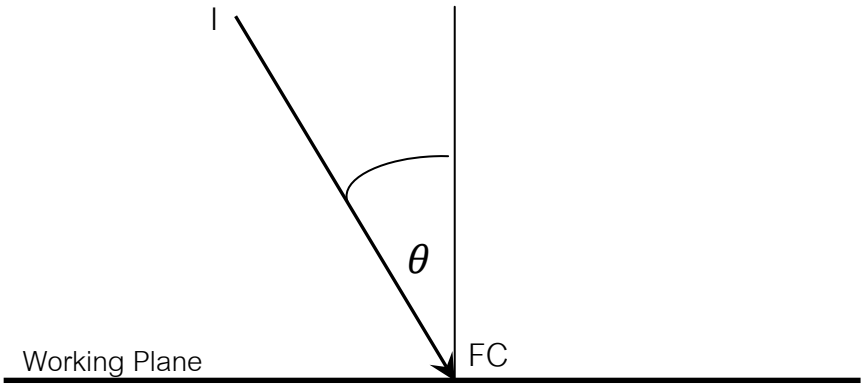
ปริมาณแสงสว่างของแสงที่ตกลงบนพื้นที่ทำงาน (working plane) จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบของแสงบนระนาบนั้นๆ ที่กระทำกับเส้นตั้งฉากกับระนาบ ตัวเลขขององศาของมุมดังกล่าวนี้จะแปรผกผันกับค่าความเข้มของปริมาณแสงสว่างบนระนาบ ตามภาพที่ 2-11 ประกอบกับสมการที่ 2 (สุนทร บุญญาธิการ, 2541)

$$Fc = I * \cos\theta$$

เมื่อ Fc คือ ค่าความเข้มของปริมาณแสงสว่างบนระนาบใช้งาน (illumination) โดยมีหน่วยเป็น ฟุตแคนเดิล (footcandle)

I คือ ปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบบนพื้นที่ใช้งาน (Intensity) มีหน่วยเป็น แคนเดลลา (candella)

θ คือ มุมตกกระทบของแสง (incident Angle)



ภาพที่ 2-11 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่าความเข้มของแสงบนระนาบ
(สุนทร บุญญาธิการ, 2541)

2.4 แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์

การนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ด้านการให้แสงสว่าง เป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่พัฒนาและเจริญก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น ส่งผลต่อความเปลี่ยนแปลงในวิถีชีวิตและกิจกรรมของมนุษย์ที่มีความต้องการใช้แสงสว่างมากขึ้นทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน โดยอาศัยแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ คือหลอดไฟฟ้าในการให้แสงสว่าง แทนการใช้เทียนหรือตะเกียงอย่างในสมัยก่อน

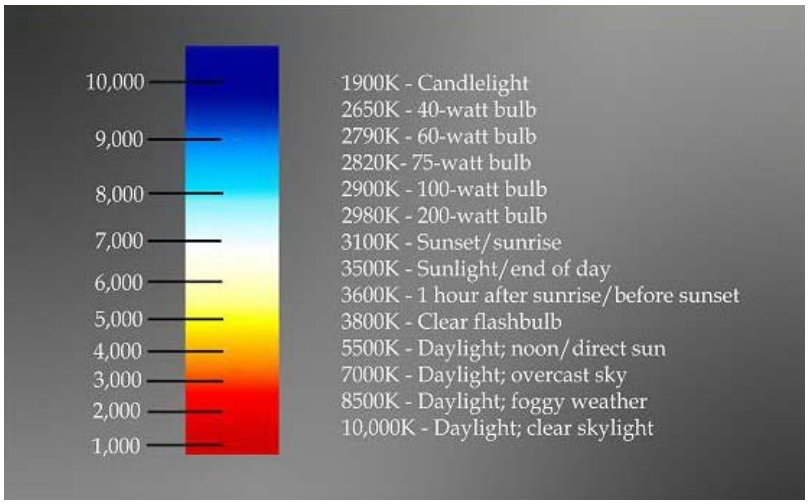
หลอดไฟฟ้า (lamps) มีหลากหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทต่างมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันไป การนำไปใช้งานจึงควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้งานเป็นหลัก โดยพิจารณาควบคู่ไปกับคุณลักษณะหลัก (main characteristics) ของหลอดไฟฟ้า ดังนี้ (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2543)

- ปริมาณแสง (luminous flux or light output) คือ แสงทั้งหมดที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง หรือตกลงบนพื้นที่รับแสง หรืออาจเปรียบเทียบได้กับอัตราการไหลของพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แสดงออกมาในรูปของกำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt, W) สำหรับแสงสว่างจะวัดค่าเป็นปริมาณแสง มีหน่วยเป็น ลูเมน (lumen, lm) เช่น หลอดไส้ 100 วัตต์ ให้ปริมาณแสง 1,360 ลูเมน หรือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ ให้แสง 2,500 ลูเมน เป็นต้น

- ประสิทธิผลของแสง (luminous efficacy) คือ อัตราส่วนของปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากหลอดไฟฟ้า ต่อพลังงานที่ใช้เพื่อให้ได้ปริมาณแสงนั้นออกมา มีหน่วยเป็น ลูเมน

ต่อวัตต์ (lm/W) ซึ่งหลอดไส้เป็นหลอดที่มีประสิทธิผลของแสงต่ำ เพราะกำลังไฟฟ้าที่ให้ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นความร้อน และให้ปริมาณแสงออกมาน้อย เมื่อเทียบกับหลอดไฟฟ้าประเภทอื่น เช่น หลอดไส้ 100 วัตต์ มีค่าประสิทธิผลของแสง 1.36 ลูเมนต่อวัตต์ ในขณะที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ มีประสิทธิผลของแสง 70 ลูเมนต่อวัตต์

- สีของแสง (colour appearance) แหล่งกำเนิดแสงทั้งที่เป็นแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์มีคุณสมบัติ 2 ประการที่เกี่ยวข้องกับการกระจายแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิด ประการแรกเป็นผลที่ได้จากแสงซึ่งส่องลงบนผิววัตถุ คือ ความถูกต้องของสี (colour rendering) และอีกประการหนึ่ง คือ สีของแสงที่แหล่งกำเนิดปล่อยออกมาให้เห็นได้ โดยสามารถบอกสีของแสงจากหลอดไฟฟ้าหรือแหล่งกำเนิดแสงต่าง ๆ ได้ด้วยอุณหภูมิสีในหน่วยเคลวิน (Kelvin, K) ค่าอุณหภูมิสีต่ำจะให้สีของแสงในโทนร้อน ขณะที่ค่าอุณหภูมิสีที่สูงจะให้สีของแสงในโทนเย็น



ภาพที่ 2-12 อุณหภูมิสีและสีของแสง

- ความถูกต้องของสี (colour rendering index, CRI / Ra) หรือดัชนีเทียบสี เป็นสิ่งที่ช่วยให้เห็นว่าสีของแสงจากแหล่งกำเนิดเมื่อส่องไปยังวัตถุแล้วจะทำให้มองเห็นสีของวัตถุนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใด เช่น แสงที่มีค่า CRI เท่ากับ 100 หมายความว่าแสงนั้นทำให้มองเห็นสีของวัตถุได้ถูกต้องโดยไม่ผิดเพี้ยน

นอกจากนี้การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าอาจต้องพิจารณาถึงส่วนประกอบอื่นๆ เพิ่มเติม ดังเช่น ขนาดของหลอด (size), ศักย์ไฟฟ้า (voltage), ตำแหน่งการทำงานของหลอด (burning position) เป็นต้น หลอดไฟฟ้า อาจแบ่งประเภทได้ดังนี้ (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2543)

2.4.1 **หลอดอินแคนเดสเซนต์** (incandescent lamps)

เป็นการให้กำเนิดแสงด้วยวิธีเผาไส้หลอดให้ร้อน แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะโครงสร้างของหลอด ได้แก่ กลุ่มหลอดไส้ (tungsten lamps) และกลุ่มหลอดทังสเตนฮาโลเจน (tungsten halogen lamps)

2.4.1.1 หลอดไส้

เป็นกระเปาะแก้ว มีไส้หลอดทำด้วยลวดทังสเตน แสงสว่างที่เกิดขึ้นได้จากการผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังไส้หลอดจนร้อน ภายในหลอดบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น ก๊าซอาร์กอน เพื่อลดการระเหิดของไส้หลอดอันเป็นสาเหตุการสิ้นอายุการใช้งาน เนื่องจากไส้หลอดขาด

หลอดไส้มีคุณสมบัติเด่นในการให้แสงสีเหลืองอมส้มที่ดูอบอุ่น สีของวัตถุภายใต้แสงจากหลอดไส้จะไม่มีความผิดเพี้ยนไปจากสีจริง ช่วยขับเน้นวัตถุที่มีสีเหลืองหรือสีแดงให้โดดเด่นขึ้น สามารถปรับหรี่แสงได้เพื่อช่วยประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังมีราคาถูกเมื่อเทียบกับหลอดไฟฟ้าประเภทอื่น แต่หลอดไส้มีข้อเสียในเรื่องอายุการใช้งานสั้น ประมาณ 1,000-2,000 ชั่วโมง และมีประสิทธิผลของแสงต่ำ (ลูเมนต่อวัตต์มีค่าต่ำ) เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าสูญเสียไปในรูปของพลังงานความร้อนเป็นส่วนใหญ่ มีเพียงส่วนน้อยที่กลายเป็นแสงสว่าง

ภาพที่ 2-13 หลอดไส้ (tungsten lamps)(catalog Philips, 2011)

2.4.1.2 หลอดทังสเตนฮาโลเจน (tungsten halogen lamps)

ใช้หลักการให้กำเนิดแสงเช่นเดียวกับหลอดไส้ทั่วไป ต่างกันที่มีการบรรจุก๊าซตระกูลฮาโลเจน ลงไปในกระเปาะแก้วที่หุ้มไส้หลอด ช่วยให้อายุการใช้งานนานกว่า

หลอดไส้ มีปริมาณแสงเพิ่มขึ้นและประสิทธิผลของแสงสูงกว่า อุณหภูมิสีของแสงประมาณ 3,000K

หลอดทังสเตนฮาโลเจน มี 2 ประเภท ได้แก่

หลอดทังสเตนฮาโลเจนแรงดันปกติ (mains voltage) เป็นหลอดที่ไม่ต้องใช้กับหม้อแปลงไฟฟ้า โดยให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไส้ที่มีขนาดวัตต์เท่ากัน นอกจากนั้นยังมีหลอดทังสเตนฮาโลเจนแรงดันปกติชนิดหลอดสะท้อนแสงแก้วหนา (QPAR) หรือเรียกกันว่าหลอดพาร์ฮาโลเจน ซึ่งรวมคุณสมบัติของหลอดฮาโลเจนและตัวสะท้อนแสงอลูมิเนียมชนิดแก้วหนาเข้าไว้ด้วยกัน

หลอดทังสเตนฮาโลเจนแรงดันต่ำ (low voltage) มี 2 ลักษณะ ได้แก่ หลอดแคปซูล และหลอดแคปซูลที่มีตัวสะท้อนแสงอลูมิเนียม จำเป็นต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดศักย์ไฟฟ้าลงเหลือ 12-24V แต่ทำให้หลอดมีขนาดเล็ก ควบคุมลำแสงได้ง่าย เมื่อใช้งานเป็นระยะเวลานานอาจทำให้สีของแสงที่ได้จากหลอดทังสเตนฮาโลเจนแรงดันต่ำนี้มีความผิดเพี้ยนไปจากสีปกติซึ่งเป็นสีขาวอมเหลือง

ภาพที่ 2-14 หลอดทังสเตนฮาโลเจน (tungsten halogen lamps) (catalog Philips, 2011)

2.4.2 **หลอดฟลูออเรสเซนต์** (fluorescent lamps)

เป็นหลอดดิสชาร์จความดันต่ำ มีลักษณะเป็นหลอดแก้วยาว บรรจุปรอทและก๊าซเฉื่อย ภายในหลอดฉาบด้วยสารเรืองแสง (ฟอสเฟอร์) โดยมีขั้วหลอดอยู่ที่ปลายทั้งสองข้าง แสงสว่างที่เกิดขึ้นได้จากรังสีอัลตราไวโอเลตที่ปล่อยออกมาจากไอปรอท วิ่งไปกระทบกับสารเรืองแสงที่เคลือบผิวหลอดด้านในเปลี่ยนเป็นพลังงานในช่วงที่ตอบสนองต่อการมองเห็น สีของแสงขึ้นอยู่กับชนิดของสารเรืองแสงซึ่งทำให้ได้แสงสีต่างๆ และแสงสีขาวที่แตกต่างกัน หลอดฟลูออเรสเซนต์จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ประกอบคือ บัลลาสต์ เป็นตัวควบคุมกระแสไฟฟ้า และสตาร์ตเตอร์เป็นตัวจุดหลอด

หลอดฟลูออเรสเซนต์ จัดเป็นหลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิผลของแสงสูง เนื่องจากจำนวนวัตต์ของหลอด หรือปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้เกิดแสงสว่างไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับปริมาณแสงที่ได้เท่ากันจากหลอดไส้ เหมาะกับการให้แสงสว่างที่ต้องการความสม่ำเสมอ

ภาพที่ 2-15 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent lamps) (catalog Philips, 2011)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีขั้วหลอดข้างเดียวหรือคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ (compact fluorescent) ชนิดที่มีบัลลาสต์ในตัว สามารถใช้แทนหลอดไส้ได้โดยมีประสิทธิผลของแสงสูงกว่า และมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า ส่วนชนิดที่มีบัลลาสต์แยกจากตัวหลอด สามารถหรี่แสงได้เมื่อใช้กับอิเล็กทรอนิกบัลลาสต์ที่ออกแบบไว้โดยเฉพาะ

แสงสว่างที่ได้จากหลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์มีลักษณะเป็นแสงกระจาย แตกต่างจากหลอดไส้ที่เป็นลำแสงซึ่งทำให้เงาคมชัด มีดัชนีความถูกต้องของแสงสีสูง และยังมีสีของแสงให้เลือก เช่น วอร์มไวท์ (warm white ซึ่งให้แสงสีขาวอมเหลือง) คูลไวท์ (cool

white ให้แสงสีขาวนวล) และเดย์ไลท์ (daylight ให้แสงสีขาวอมฟ้า/เขียว) อายุการใช้งานประมาณ 8,000-10,000 ชั่วโมง

ภาพที่ 2-16 หลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ (compact fluorescent lamps) (catalog Philips, 2011)

นอกจากนี้ยังมีหลอดไฟฟ้าและระบบการให้แสงสว่างอีกหลายประเภทที่นำมาใช้ประโยชน์เพื่อการออกแบบแสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม ดังเช่น

2.4.3 ไดโอดเปล่งแสง (light emitting diode, LED)

แสงสว่างที่เกิดจาก LED เป็นแสงที่มีประสิทธิผลสูง เพราะพลังงานทั้งหมดเปล่งออกมาเป็นแสงสว่างในช่วงที่ตอบสนองต่อการมองเห็น ในขณะที่หลอดอินแคนเดสเซนต์และฟลูออเรสเซนต์ให้ความร้อนออกมานอกเหนือจากแสงสว่างที่ได้อีกด้วย การเปล่งแสงของ LED เกิดจากการแผ่รังสีพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากชิปกึ่งตัวนำ (semi-conductor chip) ที่อยู่ภายใน ซึ่งจะทำให้เกิดสีของแสงแตกต่างกันไปตามวัสดุที่ใช้ทำชิป

LED มีขนาดเล็ก ให้แสงสีจัด มีอายุการใช้งานยาวนานถึง 100,000 ชั่วโมง ทนทางต่อการกระแทกและแรงสั่นสะเทือน ใช้กำลังไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าต่ำโดยไม่ทำให้เกิดความร้อน รังสีอัลตราไวโอเล็ตและรังสีอินฟราเรด นำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายประเภท เช่น สัญญาณไฟจราจร ต้นกำเนิดแสงในอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น และมีแนวโน้มว่าจะนำมาใช้แทนที่หลอดอินแคนเดสเซนต์ในอนาคต เพราะมีอายุการใช้งานยาวนานและใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ สามารถผสมให้เกิดสีของแสงได้หลากหลายโดยควบคุมการเปิดปิดหรือปรับเปลี่ยนสีผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การพิจารณาเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประเภทต่างๆ เป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งของการออกแบบแสงสว่างให้กับอาคาร ซึ่งมีความสำคัญ 2 ประการตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานในพื้นที่นั้นๆ คือการให้แสงสว่างเพื่อใช้งาน และการให้แสงสว่างเพื่อความสวยงาม .โดยพื้นฐานประกอบด้วย ระบบการให้แสงหลัก (primary lighting system) และระบบการให้แสงรอง (secondary lighting system) (ชำนาญ ห่อเกียรติ, 2540, 5-1)

ระบบการให้แสงหลัก หมายถึง ระบบแสงสว่างพื้นฐานเพื่อการใช้งาน แยกออกเป็นระบบต่างๆ ได้ดังนี้

- **แสงสว่างทั่วไป** (general lighting) คือ การให้แสงสว่างกระจายโดยทั่วไปๆ เท่ากัน หรือสม่ำเสมอทั้งบริเวณพื้นที่ใช้งาน
- **แสงสว่างเฉพาะที่** (localized lighting) คือ การให้แสงสว่างเป็นบริเวณเฉพาะที่ใช้งานเท่านั้น
- **แสงสว่างเฉพาะที่และทั่วไป** (localized + general lighting) มักใช้กับบริเวณที่ต้องการความส่องสว่างสูง โดยให้แสงสว่างทั่วไปจากฝ้าเพดาน และให้แสงสว่างติดตั้งที่บริเวณใช้งานเพื่อให้ได้ความสว่างตามความต้องการ

ระบบการให้แสงรอง หมายถึง การให้แสงสว่างนอกเหนือจากระบบการให้แสงหลัก เพื่อให้เกิดความสวยงาม สบายตา หรือเน้นให้เกิดความน่าสนใจ แยกออกได้ดังนี้

- **แสงสว่างแบบส่องเน้น** (accent lighting) ให้แสงสว่างแบบส่องเน้นที่วัตถุให้เกิดความน่าสนใจ
- **แสงสว่างตกแต่ง** (decorative lighting) เพื่อสร้างบรรยากาศหรือจุดสนใจในการออกแบบตกต่างภายใน เช่น การใช้โคมไฟกิ่ง
- **แสงสว่างสำหรับงานสถาปัตยกรรม** (architectural lighting) ในบางครั้งอาจเรียกว่า Structural Lighting เป็นการออกแบบแสงสว่างเพื่อให้สัมพันธ์กับงานสถาปัตยกรรมหรือโครงสร้างของอาคาร เช่น การให้แสงจากหลืบผนัง

2.4 เกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่าง

2.4.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านเกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนด

หน่วยงานที่มีส่วนรับผิดชอบมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้นมีอยู่หลายหน่วยงานทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ อาทิเช่น Interantional Standard Organization (ISO), International Commission on Illumination (CIE), British Standard Institution (BSI), Deutshes Institut for Normung (DIN), Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE), Thai Industrial Standards Institute (TIEA), Lawrence Berkeley Laboratory (LBL), Illuminating Engineering Society (IES), South African National Standards (SANS), New Zealand Standard (NZS), Arstralian Standard (AS) เป็นต้น โดยหน่วยงานเหล่านี้ได้มีการจัดทำเกณฑ์, มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบระบบแสงสว่าง โดยอาจแบ่งค่าการส่องสว่าง (illuminance) ซึ่งวัดได้ในหน่วยลักซ์ (lux) หรือ ฟุตแคนเดิล (footcandle) ออกตามลักษณะพื้นที่การใช้งานและประเภทกิจกรรม ทั้งค่าการส่องสว่างโดยเฉลี่ย (average illuminance) ซึ่งใช้เพียงค่าเดียว เช่น ค่าการส่องสว่าง 200 ลักซ์ สำหรับทางเดิน และค่าการส่องสว่างแบบช่วง (range illuminance) ซึ่งต้องอาศัยปัจจัยถ่วง (weighting factor) ในการพิจารณาเพิ่มเติม เช่น เพศ, วัย เป็นต้น เช่น ค่าการส่องสว่าง 200-300-500 ลักซ์ สำหรับพื้นที่สาธารณะที่มีสภาพแวดล้อมโดยรอบที่มืดกว่า

2.4.3 วิธีการเลือกใช้ค่าการส่องสว่างโดย IESNA

ตารางระดับค่าการส่องสว่าง (Egan, 2002) ที่แนะนำโดย Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) ได้แสดงค่าการส่องสว่าง (Illuminance) ที่บนพื้นผิวในแนวนอน (horizontal Surface) ในหน่วย ฟุตแคนเดิล (footcandle, fc) หรือ ลักซ์ (lux) ซึ่งค่าการส่องสว่าง 1 ฟุตแคนเดิล มีค่าเท่ากับ 10 ลักซ์ โดยในการเลือกใช้ค่าการส่องสว่างจะต้องพิจารณาปัจจัยถ่วง (weighting factor) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะเหล่านี้ร่วมด้วย ได้แก่ อายุของผู้ใช้งานและผู้อยู่อาศัย, ความเร็วในการทำงาน และค่าการสะท้อนแสงฉากหลังของงาน เช่น การจะกำหนดระดับค่าการส่องสว่างที่แนะนำสำหรับการทำงานที่เกี่ยวเนื่องกับการมองเห็น ความเปรียบต่างปานกลาง (medium contrast)

2.4.4 ประเภทของค่าการส่องสว่างและค่าการส่องสว่างที่แนะนำโดย IESNA

การที่ผู้ออกแบบเพิ่มความตระหนักถึงงานที่ต้องใช้สายตานั้น ช่วยลดการคาดเดาค่าการส่องสว่าง สำหรับพื้นที่ว่างนั้น โดยในตารางที่ 2-8 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงการออกแบบที่ยึดอัตวิสัยส่วนตัวของผู้ออกแบบและความต้องการแสงเพื่อการมองเห็นงานของผู้ใช้งานที่ควรคำนึงถึง เช่น ทางเดินเชื่อม (corridor), โถงกลาง (lobby) หรือพื้นที่ในลักษณะเช่นนี้ ซึ่งมีความต้องการแสงเพื่อการมองเห็นงานบ้างเป็นบางครั้ง โดยควรที่จะให้มีการจัดการพื้นที่ไว้สำหรับรองรับแสงธรรมชาติบ้าง หรือพื้นที่ว่างในลักษณะอื่น เช่น โรงเรียน, ธนาคาร, สำนักงาน และโรงพยาบาล นั้น ก็ควรที่จะได้รับการควบคุมการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงประดิษฐ์ เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบแสงสว่างได้ทางหนึ่ง

ตารางที่ 2-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงการออกแบบที่ยึดอัตวิสัยส่วนตัวของผู้ออกแบบและความต้องการแสงเพื่อการมองเห็นงานของผู้ใช้งานที่ควรคำนึงถึง (Egan, 1983)

↓↓↓ การเพิ่มขึ้นของความต้องการแสงเพื่อการมองเห็นงานของผู้ใช้งานที่ควรคำนึงถึง	**ประเภทของค่าการส่องสว่าง**	**ประเภทของงานและกิจกรรม**	↑↑↑ การเพิ่มขึ้นของการแสดงการออกแบบที่ยึดอัตวิสัยส่วนตัวของผู้ออกแบบ
	A	ทางเดินเชื่อม (ในเวลากลางคืน) พื้นที่สำหรับรอ (เช่น พื้นที่รอรับการตรวจร่างกาย)	
	B	โถงสำหรับเต้นรำ โถงรับประทานอาหาร พื้นที่อยู่อาศัย (สำหรับการสนทนา, การพักผ่อนและความบันเทิง) พื้นที่ภายในสนามบิน	
	C	ทางเดินเชื่อม, โถงกลาง, พื้นที่รอ โบสถ์ (สำหรับพื้นที่ในการพิธีหลัก)	
	D	โรงแรม (ห้องพัก, พื้นที่โถงกลางสำหรับอ่านหนังสือได้) พื้นที่อยู่อาศัย (ครัว, ส่วนซักล้าง และห้องเย็บผ้า)	
	E	ธนาคาร (พื้นที่ทำงานพนักงาน) โบสถ์ (แท่นพิธี) ห้องเรียน (ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์) สำนักงาน (สำหรับงานธุรการ)	
	F	พื้นที่เขียนแบบ (ความเปรียบต่างต่ำ, การพิมพ์น้อยสี)	
	G	โรงพยาบาล (เตียงชันสูตรศพ)	
	H	โรงพยาบาล (เตียงผ่าตัด)	
	I	โรงงานอุตสาหกรรม (การตรวจสอบความเรียบร้อยเสื้อผ้า)	

ตารางที่ 2-2 แสดงค่าการส่องสว่างที่แนะนำโดย IESNA (Egan, 1983)

ประเภทค่าการส่องสว่าง	ช่วงค่าการส่องสว่าง, ลักซ์ (ฟุตแคนเดิล)	ประเภทของกิจกรรม
ค่าการส่องสว่างทั่วไปตลอดทั่วทั้งห้อง :		
A	20-30-50 (2-3-5)	พื้นที่สาธารณะที่สภาพแวดล้อมโดยรอบมีสภาพมืด
B	50-75-100 (5-7.5-10)	พื้นที่ปรับเปลี่ยนสำหรับการเข้าถึงในระยะชั่วคราว
C	100-150-200 (10-15-20)	พื้นที่ทำงานซึ่งต้องใช้สายตาบางครั้งคราว
ค่าการส่องสว่างบนงาน :		
D	200-300-500 (20-30-50)	การทำงานที่มีความเปรียบต่างสูง/ตัวหนังสือมีขนาดใหญ่ เช่น การอ่านสิ่งพิมพ์, ต้นฉบับ, ลายมือที่เขียนจากหมึก, งานที่ถ่ายเอกสารคุณภาพดี, การทำงานกับเครื่องจักร/ตรวจสอบ/เชื่อมต่อที่ต้องใช้สายตาน้อย
E	500-750-1000 (50-75-100)	การทำงานที่มีความเปรียบต่างปานกลาง/ตัวหนังสือมีขนาดเล็ก เช่น การอ่านลายมือขนาดปานกลางที่เขียนด้วยดินสอ, สิ่งพิมพ์คุณภาพด้อย/ข้อความที่มีการทำซ้ำอีกครั้ง, การทำงานกับเครื่องจักร/ตรวจสอบ/เชื่อมต่อที่ต้องใช้สายตาปานกลาง
F	1000-1500-2000 (100-150-200)	การทำงานที่มีความเปรียบต่างต่ำ/ตัวหนังสือมีขนาดเล็กมาก เช่น การอ่านลายมือหวัดบนกระดาษที่มีคุณภาพต่ำ/ข้อความที่มีการทำซ้ำอีกครั้งที่มีคุณภาพต่ำ, การตรวจสอบที่ต้องใช้สายตามาก
ค่าการส่องสว่างบนงานที่ได้รับการให้แสงสว่างแบบทั่วไปผสมผสานกับการให้แสงสว่างเฉพาะจุด :		
G	2000-3000-5000 (200-300-500)	การทำงานที่มีความเปรียบต่างต่ำ/ตัวหนังสือมีขนาดเล็กมากตลอดชั่วระยะเวลาหนึ่ง เช่น การทำงานกับเครื่องจักร/ตรวจสอบ/เชื่อมต่ออย่างละเอียด
H	5000-7500-10000 (500-750-1000)	การทำงานที่ใช้ระยะเวลายาวนาน/งานที่ต้องใช้สายตาสูง เช่น การทำงานกับเครื่องจักร/ตรวจสอบ/เชื่อมต่อที่ต้องใช้สายตาสูง
I	10000-15000-20000 (1000-1500-2000)	การทำงานที่มีความเปรียบต่างต่ำมาก/ต้องใช้สายตาสูงมาก และตัวหนังสือมีขนาดเล็กมาก เช่น การผ่าตัด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความพึงพอใจในความสว่างในสปา (*ภัทรภร* พันธุ์ภักดี, 2552) ผู้รับบริการสปาพึงพอใจความสว่างของห้องสปาที่มีความส่องสว่างสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานความสว่างของห้องนอนที่ IES แนะนำไว้ที่ 50 ลักซ์ และจากผลการทดลองพบว่าในห้องนวดสปามีความส่องสว่างสูงสุด 85 ลักซ์ แต่เนื่องจากเป็นการทดสอบโดยไม่มีการคำนึงถึงตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นเช่นการปรับตัวของสายตา และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันอาจทำให้ผลที่ได้จากการทดลองออกมาแตกต่างกันด้วย

ปัจจัยในการออกแบบระบบแสงในอาคารเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง (เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย, 2553) ความสว่างที่เท่ากันจากการวัดด้วยเครื่องมือไม่อาจสรุปได้ว่าจะมีความรู้สึกสว่างที่เท่ากัน เนื่องจากในการมองเห็นของมนุษย์ประกอบด้วยกลไกที่ซับซ้อน ในสนามบินสุวรรณภูมิผู้โดยสารรู้สึกว่าแสงสว่างไม่เพียงพอเนื่องจากแสงจ้าที่ส่องเข้าตาจากผนังกระจก ทำให้การมองเห็นไม่ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงเวลากลางคืน เมื่อไม่มีแสงรบกวนจากภายนอกพบว่าผู้โดยสารรู้สึกสว่างขึ้นเนื่องจากไม่มีแสงรบกวนทั้งที่ปริมาณแสงในเวลากลางคืนน้อยกว่าในกลางวัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยในลักษณะงานวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) จุดประสงค์ในการศึกษางานวิจัยชิ้นนี้เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบแสงสว่างในสปาเพื่อให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปาต้นแบบการให้แสงสว่าง โดยมีเป้าหมายในการวิจัยคือการจะส่งเสริมให้ผู้ใช้บริการสปารู้สึกผ่อนคลายจากการออกแบบระบบแสงสว่างได้อย่างไรในขณะที่นอนรับบริการนวดไทยเพื่อการผ่อนคลาย การดำเนินการวิจัยโดยการจัดสัมมนากลุ่มย่อยเพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรที่ของระบบแสงสว่างที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกผ่อนคลายจากการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมากำหนดเป็นแนวทางในการออกแบบเบื้องต้น จากนั้นทำการทดสอบตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากระบบการให้แสงสว่าง โดยเพื่อวิเคราะห์หาความเหมาะสมในการใช้ตัวแปรที่คัดเลือกมาเพื่อให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1 ประชากร

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดสอบงานวิจัยชิ้นนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ กลุ่มประชากรที่เข้าร่วมการสัมมนากลุ่มย่อยจำนวน 15 คน โดยมีประเด็นในการสัมมนาคือการวิเคราะห์หาตัวแปรสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในการมองเห็นแสง และกลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบระบบการให้แสงสว่างใน สปาต้นแบบ 30 คน ทำการเก็บข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 3-1 จำนวนร้อยละของกลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบตัวแปรขั้นต้น จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	8	53.33
หญิง	7	46.67
รวม	15	100

จากตารางที่ 3-1 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบตัวแปรขั้นต้นทั้งหมด จำนวน 15 คน เป็นผู้ชาย จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 และเป็นผู้หญิง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67

กลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบระบบการให้แสงสว่างในสปาต้นแบบ 30 คน

ตารางที่ 3-2 จำนวนร้อยละของกลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบสปาต้นแบบ จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	13	86.67
หญิง	17	113.33
รวม	30	100

จากตารางที่ 3-2 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบสปาต้นแบบทั้งหมด จำนวน 30 คน เป็นผู้ชาย จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 43.33 และเป็นผู้หญิง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 56.67

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1. เครื่องมือวัดแสง

3.2.1.1 เครื่องวัดแสงแบบดิจิตอล DIGICON LX-73 (light meter)

สำหรับใช้ในการวัดความเข้มระดับความส่องสว่าง และค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ มีหน่วยเป็น ลักซ์ หรือ ฟุตแคนเดิล สามารถเลือกชนิดของแหล่งกำเนิดแสงได้ คือ ทังเสตน โซเดียม ฟลูออเรสเซนต์ และปรอท สามารถวัดความเข้มแสงได้ 5 ย่าน : 40 ลักซ์, 400 ลักซ์, 4,000 ลักซ์, 40,000 ลักซ์, 400,000 ลักซ์

ภาพที่ 3-1 แสดงเครื่องวัดแสงแบบดิจิตอล DIGICON LX-73 (light meter)

3.2.1.2 เครื่องวัดค่าความสว่างของวัตถุ

เครื่องวัดค่าความสว่างของวัตถุ (luminance meter หรือ telephoto meter) ใช้สำหรับวัดค่าความสว่างของผิววัสดุที่สะท้อนเข้าสู่สายตา มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m^2) หรือ ฟุตแลมเบิร์ต (fL)

ภาพที่ 3-2 เครื่องวัดค่าความสว่างของวัตถุ KONICA MINALTA LS-100 (Luminance meter)

3.2.2. แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงที่นำมาทดสอบมีดังนี้

3.2.2.1. หลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนท์ 3 วัตต์ มี 2 ประเภทคือ

หลอด เดย์ไลท์ อุณหภูมิสี 6,500 องศาเคลวิน

หลอด วอร์มไวท์ อุณหภูมิสี 3,500 องศาเคลวิน

ภาพที่ 3-3 แสดงหลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนท์ 3 วัตต์

3.2.2.2. หลอดฮาโลเจน 50 วัตต์ ขั้ว mr16

ภาพที่ 3-4 หลอดฮาโลเจน 50 วัตต์ และอุปกรณ์ดิมเมอร์

3.2.2.3. SMD LED flexible strips จำนวน 60 หลอด ใช้ไฟ DC 12 V ความยาว 5 เมตร ให้แสง RGB ต่อกับหม้อแปลง ควบคุมด้วยรีโมต สามารถปรับสี ความเข้มแสง และการเคลื่อนไหวของแสงได้

ภาพที่ 3-5 SMD LED Flexible Strips

3.2.3. การจัดสัมมนากลุ่มย่อย

การจัดสัมมนากลุ่มย่อย ณ พื้นที่สปาต้นแบบ โดยมีประเด็นในการสัมมนาคือการวิเคราะห์หาตัวแปรสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในการมองเห็นแสง ซึ่งเป็นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างผู้ที่เข้าร่วมสัมมนาประกอบด้วยนิสิตปริญญาโทคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จำนวน 15 คน เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันถึงตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในระบบการให้แสงสว่าง

3.2.4. แบบสอบถาม

3.2.4.1 แบบสอบถามที่ใช้ทดสอบตัวแปร

ประกอบด้วยชุดคำถามที่ใช้ทดสอบตัวแปรต่างๆที่ได้จากข้อสรุปในการสัมมนากลุ่มย่อยเพื่อทดสอบตัวแปรแต่ละตัวแปรว่ามีผลต่อความรู้สึกผ่อนคลายมาก น้อยอย่างไร เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อการทดสอบในขั้นตอนต่อไป

3.2.4.2 แบบสอบถามที่ใช้ทดสอบระบบการให้แสงสว่างในสปาต้นแบบ

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.3.1 การจัดสัมมนากลุ่มย่อย ณ พื้นที่สปาต้นแบบ

ประเด็นในการสัมมนาคือการวิเคราะห์หาตัวแปรสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในการมองเห็นแสง โดยมีผู้ที่เข้าร่วมในการสัมมนาครั้งนี้คือนิสิตปริญญาโท คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จำนวน 15 คน เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันว่าตัวแปรในการมองเห็นแสงสว่างใดที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย เพื่อที่จะนำตัวแปรที่ได้มาทดสอบเพื่อหาความเหมาะสมในการนำมาออกแบบระบบการให้แสงสว่างต่อไปได้

3.3.2 การทดสอบตัวแปรที่มีอิทธิพลสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย

เมื่อได้ตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกผ่อนคลายจากการสัมมนากลุ่มย่อยแล้ว ขั้นตอนนี้คือการทดสอบเพื่อวิเคราะห์หาสัดส่วนหรือปริมาณที่เหมาะสมในการนำตัวแปรที่ได้มาใช้เพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายที่สุด โดยตัวแปรสำคัญในการส่งเสริมให้เกิดความผ่อนคลายที่ได้จากการสัมมนากลุ่มย่อยคือ ความเข้มแสงสว่าง การปรับตัวของสายตา และสีของแสง โดยมีตัวแปรแสงบาดตา เป็นตัวแปรที่ต้องหลีกเลี่ยงเนื่องจากเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลรุนแรงในการทำลายความรู้สึกผ่อนคลายที่ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงในการออกแบบระบบการให้แสงสว่าง

ความเข้มแสงสว่างและความส่องสว่าง

ความเข้มแสงสว่างคือปริมาณของแสงที่สะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ตาที่เกิดจากความส่องสว่างตกกระทบผิววัตถุแล้วสะท้อนเขาตาในการทดลองนี้กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างอยู่ในท่าทางนอนหงายตามองขึ้นไปยังเพดานการวัดแสงสะท้อนวัดด้วยเครื่องมือวัดค่าความสว่างของวัตถุ (Konica minalta ls-100) โดยกำหนดหน่วยเป็นแคนเดลล่าต่อตารางเมตรและวัดค่าความส่องสว่างด้วยเครื่องวัดแสงแบบดิจิตอล (Digicon lx-73)

การปรับตัวของสายตา

การปรับตัวของสายตาจากการหรี่ไฟให้มืดลง หรือการเพิ่มไฟให้สว่างขึ้นมีผลต่อความรู้สึกผ่อนคลายที่แตกต่างกัน การทดสอบตัวแปรนี้เพื่อหาว่าการปรับตัวของสายตาในสถานการณ์ใดทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายที่สุด

สีของแสง

การมองเห็นสีส่งผลให้เกิดความรู้สึกที่แตกต่างกัน สีของแสงประกอบด้วยสีโทนร้อน และสีโทนเย็น การทดสอบตัวแปรเรื่องสีของแสงเพื่อหาว่าสีของแสงในโทนใดที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายที่สุด

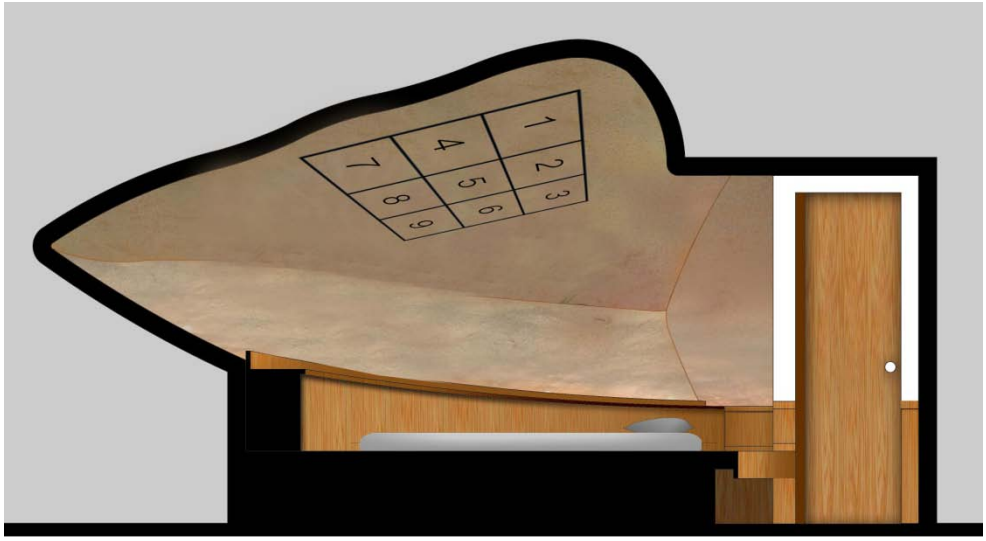
3.3.2.1 **การทดสอบความเข้มแสงสว่าง และความส่องสว่าง**

เพื่อต้องการทราบระดับความพึงพอใจที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในขณะรับการนวดไทยในท่านอนหงาย ในแสงสีวอร์มไวท์ในลักษณะที่มองไม่เห็นเหล่งกำเนิดแสง ว่ากลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกผ่อนคลายที่ช่วงความเข้มแสงและความส่องสว่างเท่าใด

<u>วิธีการทดสอบ</u>

ผู้ทดสอบนอนอยู่ในลักษณะสบายในพื้นที่ทดสอบ เปิดไฟสีวอร์มไวท์ ในลักษณะมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสงแล้วทำการปรับแสงด้วย ดิมเมอร์ทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลายโดยมีการวัดค่าความสว่างด้วยอุปกรณ์ลักซ์มิเตอร์ที่ติดตั้งในระดับสายตาของกลุ่มตัวอย่างดังภาพที่ 3-7 และเครื่องวัดค่าความสว่างของวัตถุที่เพดานในตำแหน่งการมองจากที่นอนนวดไทยดังภาพที่ 3-9 เพื่อวัดค่าความสว่างที่น้อยที่สุดจนถึงมากที่สุดที่เกิดความผ่อนคลายโดยการปรับค่าความสว่างด้วยอุปกรณ์ดิมเมอร์ภายในพื้นที่ สปาต้นแบบ

ภาพที่3-6 แสดงการทดสอบความเข้มแสงสว่าง



ภาพที่3-7 แสดงตำแหน่งการวัดความเข้มแสงสว่าง

ภาพที่3-8 แสดงการทดสอบความส่องสว่าง

3.3.2.2 **การทดสอบการปรับตัวของสายตา**

การทดสอบตัวแปรนี้แบ่งการทดสอบเป็น 2 ขั้นคือ ทดสอบความรู้สึกผ่อนคลายจากสถานการณ์ที่ปริมาณแสงลดลงจาก สว่างไปมืด และเพิ่มขึ้น จากมืดไปสว่าง เมื่อได้ข้อสรุปจึงนำมาขยายผลโดยการทดสอบในขั้นที่ 2 ว่า ระยะเวลาในการปรับตัวของสายตาที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายควรเป็นเท่าใด

<u>วิธีการทดสอบ</u>

-ทดสอบโดยการให้ผู้ทดสอบนอนอยู่ในท่าสบายในห้องที่ควบคุมความสว่างไว้ที่ 15 ลักซ์ ซึ่งเป็นการมองเห็นแสงที่ไม่ทำให้เกิดความระคายเคืองตา จากนั้นทำการลดแสงลงจนมืดสนิท และทดสอบอีกครั้งโดยการเพิ่มแสงจากมืดไปยัง 15 ลักซ์ เก็บข้อมูลความรู้สึกผ่อนคลาย โดยเลือกคำตอบเป็น

ก. รู้สึกผ่อนคลาย กับการลดแสง

ข. รู้สึกผ่อนคลาย กับการเพิ่มแสง

ค. ไม่มีความแตกต่างกัน

-ทดสอบโดยการให้ผู้ทดสอบนอนอยู่ในท่าสบายในห้องที่ควบคุมความสว่างไว้ที่ 15 ลักซ์ ซึ่งเป็นการมองเห็นแสงที่ไม่ทำให้เกิดความระคายเคืองตา จากนั้นทำการลดแสงลงจนมืด โดยใช้ระยะเวลาในการลดของแสงดังนี้ 2 วินาที 5 วินาที 10 วินาที 15 วินาที ให้คะแนนความรู้สึกผ่อนคลายที่สุด 7 คะแนนและผ่อนคลายน้อยที่สุด 1 คะแนน

การหรี่ไฟลงจาก 15 ลักซ์ลงจนมืดสนิทใน 2 วินาที 1 2 3 4 5 6 7

การหรี่ไฟลงจาก 15 ลักซ์ลงจนมืดสนิทใน 5 วินาที 1 2 3 4 5 6 7

การหรี่ไฟลงจาก 15 ลักซ์ลงจนมืดสนิทใน 10 วินาที 1 2 3 4 5 6 7

การหรี่ไฟลงจาก 15 ลักซ์ลงจนมืดสนิทใน 15 วินาที 1 2 3 4 5 6 7

3.3.2.3 **การทดสอบตัวแปรต้นที่ 3 การทดสอบสีของแสง**

แบ่งออกเป็นสีของแสงจากหลอดในกลุ่มที่ให้แสงขาวทั่วไปตามท้องตลาดคือ หลอดวอร์มไวท์ หลอดเดย์ไลท์ และแสงสีจากหลอดแอลอีดี

-ทดสอบสีของแสงจากหลอดแสงขาว

การทดสอบสีของแสงจากหลอดในกลุ่มที่ให้แสงขาวทั่วไปตามท้องตลาดผู้ทดสอบยืนอยู่ในลักษณะสบายในพื้นที่ทดสอบ เปิดไฟวอร์มไวท์ และสีเดย์ไลท์ในลักษณะมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสง เพื่อต้องการทราบว่าอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสงที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดชนิดใดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมองแล้วเกิดความรู้สึกผ่อนคลายที่สุด

วิธีการทดสอบ

ทดสอบโดยการสัมภาษณ์ และเก็บข้อมูลความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลายเมื่อเปรียบเทียบการมองเห็นสีของแสงของแหล่งกำเนิดแสงทั้ง 2 ประเภท โดยเลือกคำตอบเป็น

ก. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงแบบวอร์มไวท์

ข. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงแบบเดย์ไลท์

ค. ไม่มีความแตกต่างกัน

ภาพที่ 3-9 แสดงการทดสอบสีของแสง

-การทดสอบสีของแสงจากหลอดแอลอีดี

ผู้ทดสอบนอนอยู่ในลักษณะสบายในพื้นที่ทดสอบมองขึ้นไปยังเพดานเปิดแสงจากหลอดแอลอีแสงสีโทนร้อน เปรียบเทียบกับแสงสีโทนเย็น ในลักษณะมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสง

กลุ่มของแสงสีโทนร้อน

เพื่อต้องการทราบระดับความพึงพอใจที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย ในการมองเห็นแสงสีในกลุ่มสีโทนร้อน

วิธีการทดสอบ

ทดสอบโดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลายเมื่อเห็นแสงสีโทนร้อน คือ แสงสีแดง เปรียบเทียบกับแสงสีส้ม โดยเลือกคำตอบเป็น

ก. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีแดง

ข. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีส้ม

ค. ไม่มีความแตกต่างกัน

กลุ่มของแสงสีโทนเย็น

เพื่อต้องการทราบระดับความพึงพอใจที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย ในการมองเห็นแสงสีในกลุ่มสีโทนเย็น

วิธีการทดสอบ

ทดสอบโดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลายเมื่อเห็นแสงสีโทนเย็น คือ แสงสีม่วง เปรียบเทียบกับแสงสีน้ำเงิน โดยเลือกคำตอบเป็น

ก. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีม่วง

ข. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีน้ำเงิน

ค. ไม่มีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบระหว่างสีโทนร้อนกับแสงสีโทนเย็น

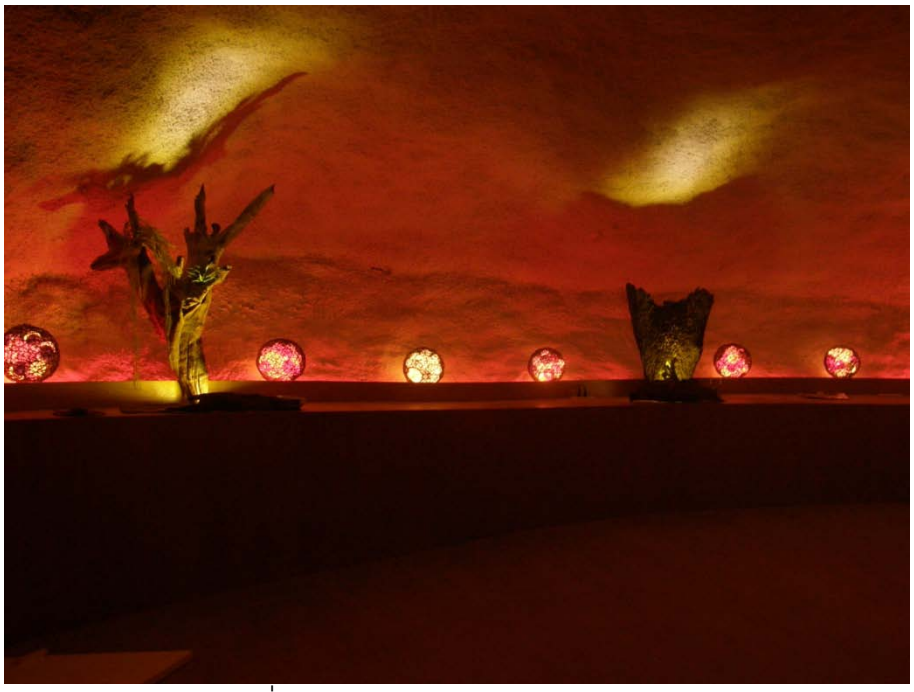
วิธีการทดสอบ

ทดสอบโดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลายเมื่อเห็นแสงสีโทนร้อน คือ แสงสีส้ม เปรียบเทียบกับแสงสีโทนเย็น คือ แสงสีม่วง โดยเลือกคำตอบเป็น

ก. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีส้ม

ข. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงม่วง

ค. ไม่มีความแตกต่างกัน



ภาพที่ 3-10 แสดงการทดสอบแสงสีโทนร้อน

ภาพที่ 3-11 แสดงการทดสอบแสงสีโทนเย็น

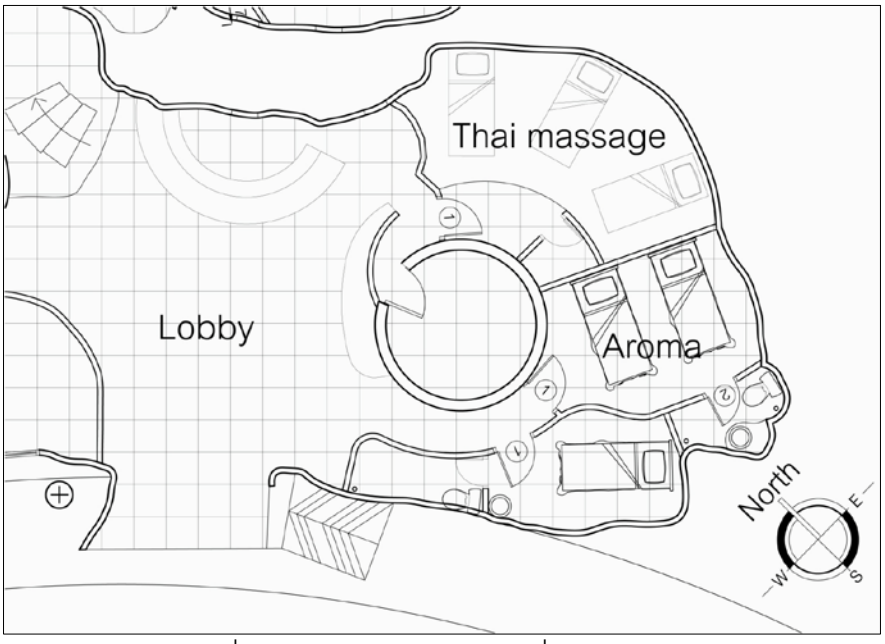
3.3.3 การนำผลของการทดสอบตัวแปรที่ได้จากการคัดเลือกมาทำการออกแบบก่อสร้างและติดตั้งระบบการให้แสงสว่างเพื่อให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายภายในสปาต้นแบบ

สถานที่ทำการวิจัยสปาต้นแบบ

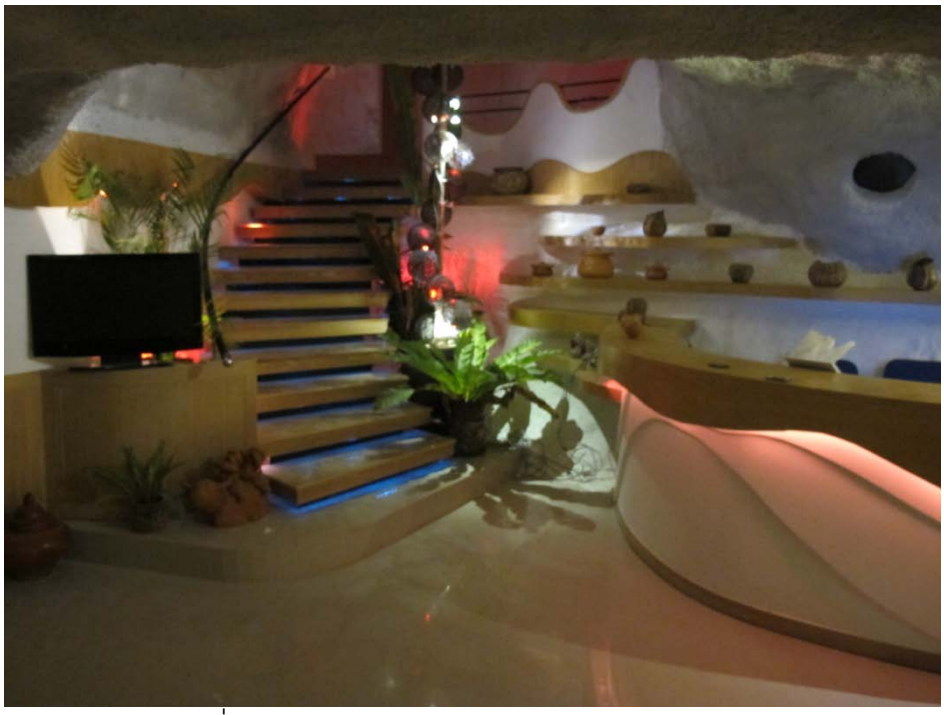
สถานที่ที่ทำการวิจัยคือสปาใน ดี.เอน.เอ.รีสอร์ท แอนด์สปา ตั้งอยู่ที่ ต.หมูสี อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา เป็นอาคารสปาที่แยกออกมาจากส่วนห้องพัก โครงสร้างเป็นแบบเปลือกแข็ง คอนกรีตฉาบบนโครงลวด ตาข่าย ขึ้นรูปอิสระมีลักษณะคล้ายถ้ำ ที่ว่างภายในเป็นลักษณะถ้ำไม่มีโครงสร้างเสา ผนังภายนอกทั้งหมดไม่มีการขึ้นตามแนวดิ่ง ทำให้เกิดรูปร่างอาคารและพื้นที่ว่างภายในที่เป็นรูปทรงอิสระสวยงาม แปลกตา

ภาพที่3-12 แสดงผนังรูปทรงอิสระของสปาต้นแบบ

ภาพที่3-13 แสดงที่ว่างภายในผนังรูปทรงอิสระของสปาที่ทำการทดสอบ



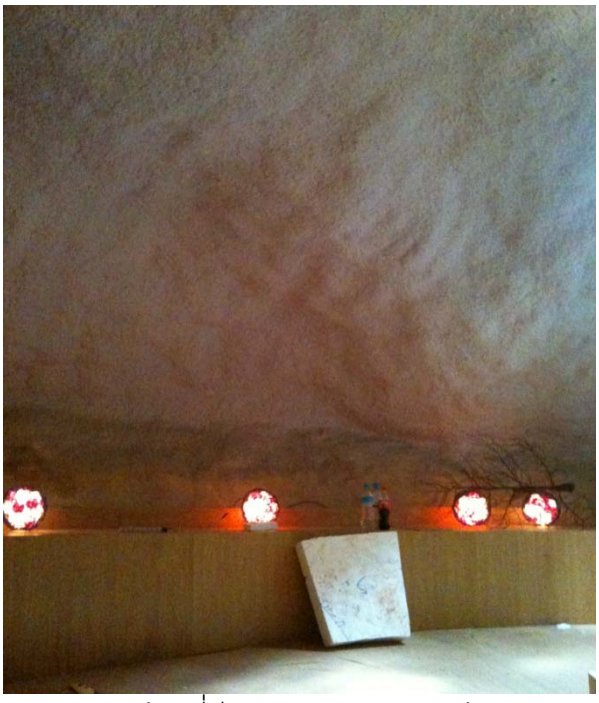
ภาพที่3-14 แสดงผังภายในสปาที่ทำการทดสอบ



ภาพที่3-15 แสดงโถงบันไดติดกับส่วนเคาน์เตอร์ต้อนรับ

ภาพที่3-16 แสดงบริเวณทางเข้าห้องนวดไทย

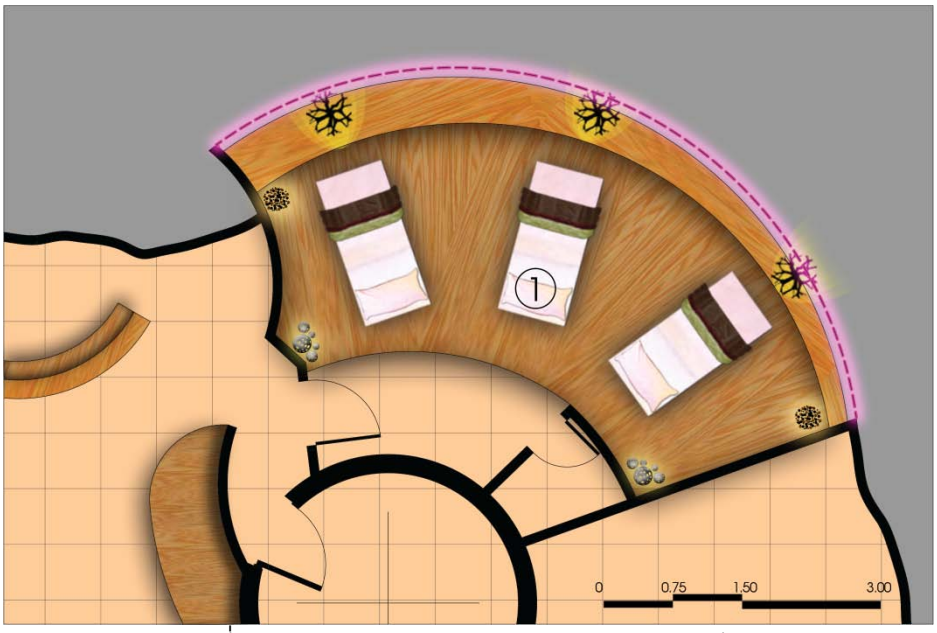
ภาพที่3-17 แสดงห้องนวดไทยขณะเตรียมการทดสอบ



ภาพที่3-18 แสดงผิวภายในห้องที่มีการกระจายแสงแบบฟุ้งกระจายในห้องนวดไทย

ห้องนวดไทย

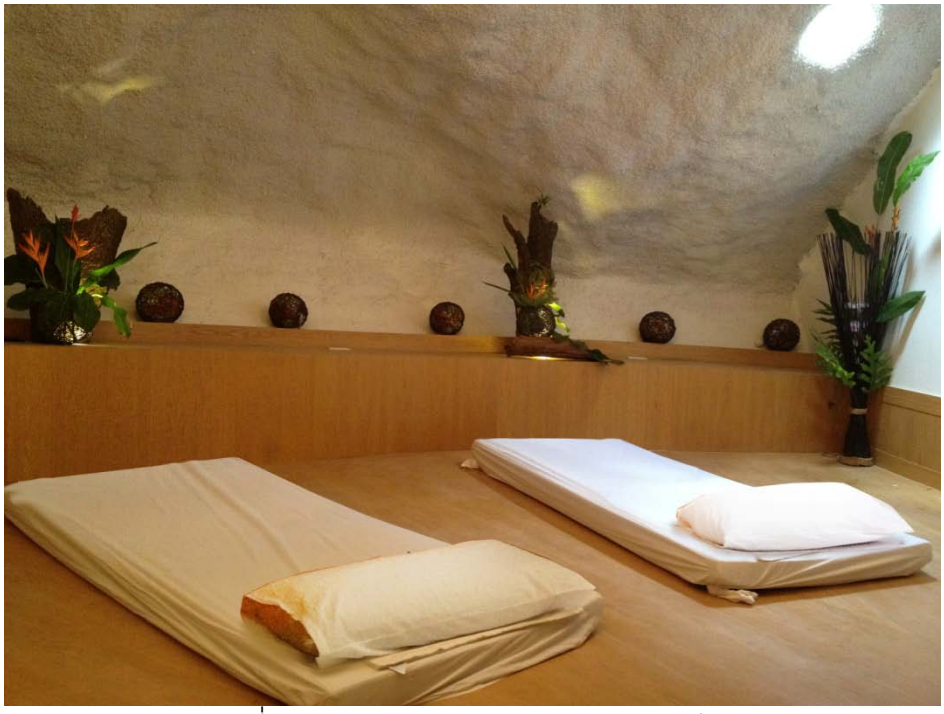
มีพื้นที่ 25 ตารางเมตรประกอบด้วยเบาะนวด 3 ที่วางบนพื้นยกระดับสูงจากพื้นทางเดิน 0.45 เมตร กรุผิวด้วยไม้ เพดานมีลักษณะลาดเอียงปิดผิวด้วยเซลูโลสที่มีการกระจายแสงแบบฟุ้งกระจาย



ภาพที่3-19 แสดงการออกแบบผังภายในห้องนวดไทย

ภาพที่3-20 แสดงบรรยากาศภายในห้องนวดไทย

การนำตัวแปรสำคัญ 3 ตัวแปร ประกอบด้วย ความเข้มแสงสว่าง การปรับตัวของสายตา และสีของแสง มาทำการออกแบบระบบการให้แสงสว่างพื้นฐานภายในห้องนวดไทยเพื่อให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายตามที่ได้ทำการทดสอบตัวแปรมาแล้วว่า ความส่องสว่างที่ทำให้รู้สึกผ่อนคลายในขณะนอนนวดไทยเมื่อวัดในบริเวณระดับสายตาของผู้ใช้บริการควรอยู่ในช่วง 0.44 -2.80 ลักซ์ และค่าการสะท้อนแสงจากเพดานอยู่ที่ 0.17-0.65แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยการนำประเด็นที่ได้จากการสัมมนากลุ่มย่อยเรื่องประสบการณ์ของผู้มองในอดีต ในการมองเห็นแสงในธรรมชาติในช่วงพระอาทิตย์ใกล้ตกนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบการให้แสงสว่างในห้องนวดไทยในสปาต้นแบบโดยออกแบบเป็น 3 ระบบ

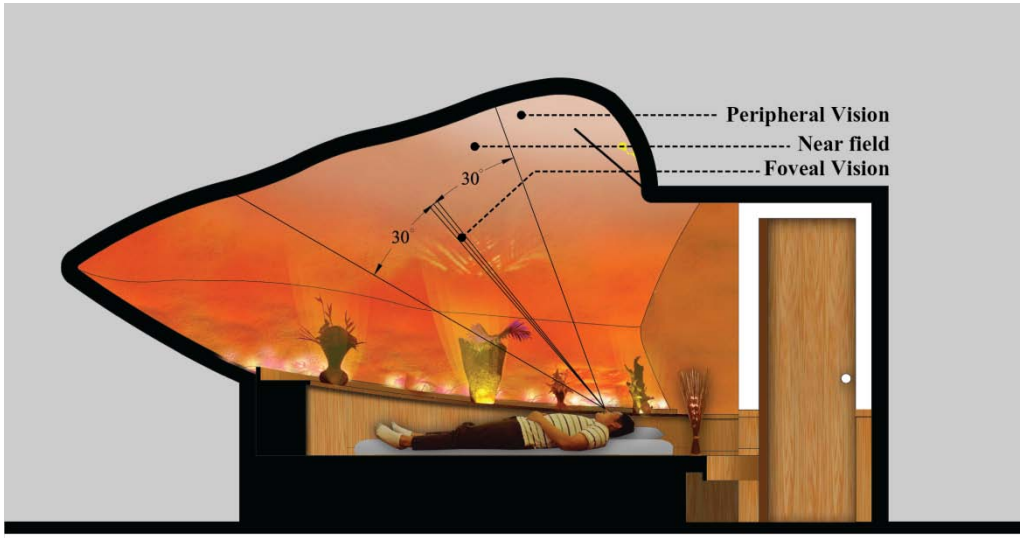


ภาพที่3-21 แสดงบรรยากาศภายในห้องนวดไทย

3.3.3.1 ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 1

คือระบบการให้แสงสว่างแสงสีโทนร้อนสีส้มและลดความส่องสว่างลงจาก 15 ลักซ์ ลดลงมาถึงความเข้มแสงในช่วง 0.91-1.23 ลักซ์ ในเวลา 5 วินาที

ภาพที่3-22 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 1

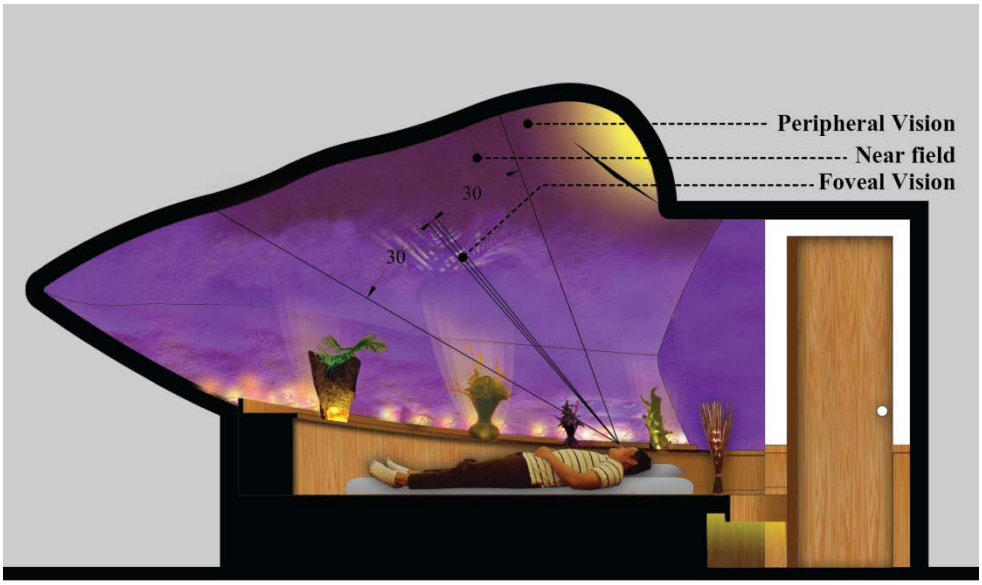


ภาพที่3-23 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 1 การให้แสงโดยรวม

3.3.2.2 ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 2

คือระบบการให้แสงสว่างแสงสีม่วงและลดความส่องสว่างลง จาก 15 ลักซ์ ลดลงมาถึงความเข้มแสงในช่วง 0.52-0.77 ลักซ์ ในเวลา 5 วินาที

ภาพที่3-24 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 2

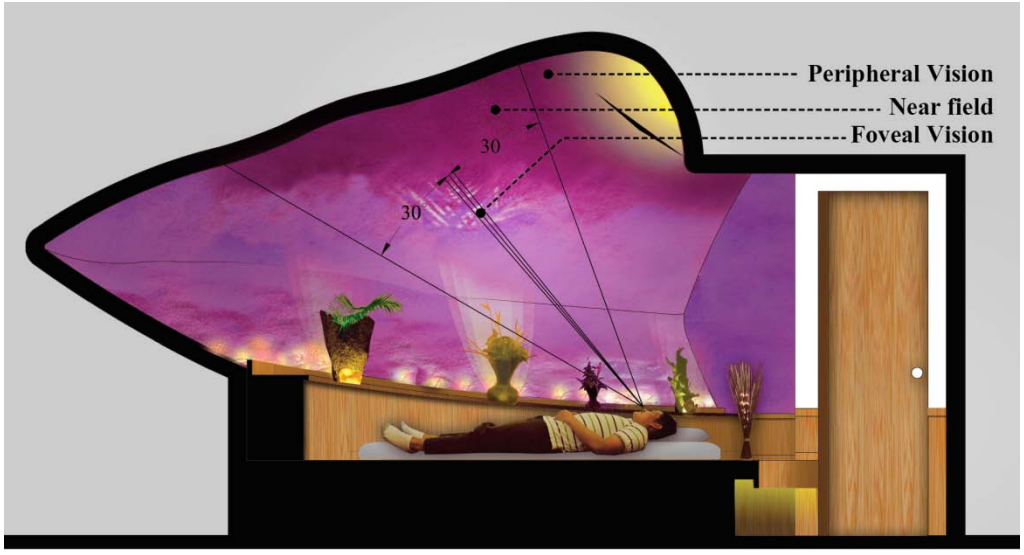


ภาพที่3-25 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 2 การให้แสงโดยรวม

3.3.2.3 ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3

คือการปรับความเข้มแสงลงไปพร้อมกับการเปลี่ยนสีของแสง จากสีแดงลดความส่องสว่างลงจาก 15 ลักซ์ ไปยังสีม่วงที่ความเข้มแสงในช่วง 0.91-1.23 ลักซ์ ในเวลา 5 วินาที

ภาพที่3-26 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3



ภาพที่3-27 แสดงระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3 การให้แสงโดยรวม

แบบสอบถาม

ในการทดสอบระบบการให้แสงสว่าง 3 ระบบ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 คนทำการทดสอบกับระบบการให้แสงสว่งทั้ง 3 ระบบในการนวด 30 นาทีจะทำการทดสอบทุกระบบและเว้นให้กลุ่มตัวอย่างพักสายตา 10 นาที คำถามที่ถามกลุ่มตัวอย่างมี 1 คำถามต่อ 1 ระบบการให้แสงสว่างคือ ความรู้สึกผ่อนคลาย 7 ระดับ โดยที่ 7=รู้สึกผ่อนคลายมากที่สุด ไปจนถึง 1=ไม่มีความรู้สึกผ่อนคลายเลย

3.3.4 แนวทางในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างในสปาที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้ใช้บริการเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย

นำผลการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้จากระบบการให้แสงสว่าง 3 ระบบ มาอภิปรายผลพร้อมกับนำแนวทางในการออกแบบที่ได้จากการทดสอบเบื้องต้นในเรื่องของตัวแปรที่ต้องหลีกเลี่ยงในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อให้ได้เป็นข้อสรุปแนวทางในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปาได้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลจากการวัดค่าความสว่างภายในพื้นที่ทดลองแล้วนำมาเชื่อมโยงกับแบบสอบถามเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงที่เพียงพอต่อการใช้งานภายในพื้นที่สปา และความรู้สึกผ่อนคลายของผู้ที่มาใช้งานสปาเพื่อนำมาตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์หาตัวแปรของระบบแสงสว่างที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกผ่อนคลายใน สปาจากการศึกษางานวิจัย ทฤษฎี และผลจากการจัดสัมมนากลุ่มย่อย

4.1.1 ผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีการออกแบบแสงสว่าง เพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการมองเห็นแสงสว่างที่ช่วยให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปาได้ดังนี้

-ความส่องสว่าง
-ความเข้มแสงสว่าง
-สีของแสง
-ความเปรียบต่างระหว่างวัตถุกับพื้นภาพ
-แสงบาดตา
-ลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นผิว
-ประสบการณ์ของผู้มองในอดีต
-การปรับตัวของสายตา

4.1.1.1 **ความส่องสว่าง**

ความส่องสว่างพลังงานแสงสว่างที่ตาของมนุษย์มองไม่เห็น สามารถวัดได้ด้วยเครื่องลักซ์มิเตอร์ โดยการตั้งเครื่องวัดในตำแหน่งพื้นที่ใช้งานเพื่อต้องการทราบว่า ณ พื้นที่นั้นมีปริมาณของแสงตกลงมากระทบเท่าใด ในการวิจัยนี้ตั้งเครื่องวัดอยู่บนหมอนของที่นอนนวดกลางเพื่อเป็นจุดอ้างอิงในการปรับแสงของการวิจัยนี้

4.1.1.2 **ความเข้มแสงสว่าง**

ความเข้มแสงสว่างคือปริมาณแสงที่สะท้อนเข้าตาในจุดที่มองเห็น ในการวิจัยนี้ใช้หน่วยเป็น แคนเดลล่าต่อตารางเมตร แสงสว่างมีความจำเป็นในการมองเห็น ความสว่างที่พอเหมาะจะทำให้เกิดความสบายตาในการมองเห็นไม่เพ่งสายตาเพราะแสงน้อยหรือไม่หรี่ตาเพราะแสงมากเกินไป การใช้สายตาของผู้ใช้บริการในงานวิจัยนี้ อยู่ในท่านอนตามองขึ้นเพดาน ต้องการความรู้สึกผ่อนคลาย แสงที่พอเหมาะควรเป็นแสงที่สลัว

4.1.1.3 **สีของแสง**

สีของแสงประดิษฐ์ที่ใช้ในการวิจัยนี้คือหลอดไฟที่มีใช้อยู่ในท้องตลาดแบ่งออกเป็นสีที่ใช้เป็นแสงหลักคือสีขาว และสีจากหลอดแอลอีดีที่สามารถเปล่งแสงได้ทุกสี

แสงหลักที่เป็นสีขาวนั้นนิยมใช้เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดอินแคนเดสเซนต์ ซึ่งสามารถหาได้ง่ายในท้องตลาดซึ่งแบ่งแสงสีขาวออกเป็น 3 โทนด้วยกันคือ วอร์มไวท์ ซึ่งมีสีขาวออกโทนส้ม เดย์ไลท์ ซึ่งมีสีขาว และคูลไวท์ ซึ่งมีสีขาวออกโทนฟ้า ซึ่งสีขาวของหลอดแต่ละประเภทให้ความรู้สึกที่แตกต่างกัน

สีของหลอดแอลอีดีสามารถให้สีแดง เขียว น้ำเงิน และสามารถผสมแม่มีของแสงทั้ง 3 เป็นสีต่างๆได้ผ่านรีโหมดที่สามารถกดเลือกสีได้ แต่ละสีให้ความรู้สึกเมื่อมองเห็นต่างกัน ควรเลือกสีให้เหมาะสมกับสถานที่และความรู้สึกที่ผู้ออกแบบแสงสีต้องการสื่อให้ผู้มองรับรู้

4.1.1.4 **ความเปรียบต่างระหว่างวัตถุกับพื้นภาพ**

ความเปรียบต่างระหว่างวัตถุกับพื้นภาพคือการสร้างจุดสนใจให้ผู้มองเกิดความผ่อนคลาย ตื่นเต้น โดดเด่น ซึ่งการสร้างความเปรียบต่างยิ่งมากเท่าใด ยิ่งทำให้เกิดการเน้นให้ผู้มองสนใจในตัววัตถุมากขึ้น ในกรณีของสปานั้น ควรสร้างความเปรียบต่างให้เกิดน้อยที่สุดเพื่อให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายเช่นการมองภูเขาที่เรียงรายซ้อนกันในระยะไกลมีสีของบรรยากาศซ้อนทับกันหลายชั้น เมื่อมองแล้วเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย

4.1.1.5 **ลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นผิว**

เมื่อมีการกำหนดทิศทางของแสงให้สะท้อนเข้าตาแล้ววัตถุที่ทำหน้าที่สะท้อนแสงจึงมีความสำคัญไม่แพ้กันซึ่งสปากรณีศึกษาใน ดี เอ็น เอ รีสอร์ทแอนสปา มีการพ่นเซลูโลสที่บริเวณฝ้าเพดานทำให้เกิดการสะท้อนแสงแบบฟุ้งกระจาย ทำให้แสงที่สะท้อนเข้าตานั้นมีความนิ่มนวลไม่เกิดเป็นเงาสะท้อนของแหล่งกำเนิดแสงให้ระคายเคืองตา

4.1.1.6 **แสงบาดตา**

การกำหนดทิศทางของแสงในการออกแบบสปานั้นทำเพื่อหลีกเลี่ยงการมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงโดยตรงเนื่องจากความต้องการแสงในห้องนวดไทยนั้นต้องการแสงน้อยบรรยากาศสลัว เมื่อผู้รับบริการอยู่ในสภาวะแสงสลัวม่านต่จะมีการขยายตัวเพื่อเพิ่มการรับแสง ดังนั้นถ้าผู้รับบริการมองเหนแหล่งกำเนิดแสงโดยตรงจะทำให้เกิดแสงบาดตาไม่รู้สึกผ่อนคลาย สปาส่วนใหญ่ผู้รับบริการมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงทำให้เกิดความระคายเคืองตาเป็นการทำลายความรู้สึกผ่อนคลาย ดังนั้นการสร้างความผ่อนคลายจึงควรหลีกเลี่ยงการเกิดแสงบาดตาในสปา ดังนั้นการกำหนดทิศทางของแสงให้มองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสง โดยให้แสงสะท้อน (indirect light)จึงมีความเหมาะสมกับห้องสปาที่ใช้แสงสลัว

4.1.1.7 **ประสบการณ์ของผู้มองในอดีต**

ความรู้สึกผ่อนคลายของมนุษย์เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุหนึ่งในนั้นคือความรู้สึกคุ้นเคยกับสิ่งที่ผ่านมาในอดีต จากการที่มนุษย์ใช้ชีวิตในตอนกลางวัน และพักผ่อนในตอนกลางคืน ดังนั้น เมื่อมนุษย์ได้พบกับสถานการณ์ที่ทำให้คิดถึงช่วงเวลาที่กำลังจะเข้าสู่ช่วงพักผ่อนมนุษย์จะรู้สึกผ่อนคลาย และการมองเห็นแสงที่เกิดความเคลื่อนไหวเช่น แสงเทียน

4.1.1.8 **การปรับตัวของสายตา**

การปรับตัวของสายตามีผลต่อความรู้สึกผ่อนคลายเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงเพิ่มขึ้น หรือมีผลต่อการหดและขยายของม่านตา จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าเมื่ออยู่ในสภาพแสงมากกล้ามเนื้อม่านตาขยายเพื่อให้รูม่านตาหดเล็กลงเกิดเป็นความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อตาในขณะที่เมื่ออยู่ในสภาพแสงน้อยกล้ามเนื้อตาคลายตัวลงเพื่อให้รูม่านตาเปิดกว้างขึ้นรับแสงเป็นการผ่อนคลายกล้ามเนื้อม่านตา และการปรับตัวของสายตาจากสภาพแสงสว่างไปมืดจะส่งผลต่อความรู้สึกผ่อนคลายได้แตกกต่างจากสภาพแสงสว่างจากมืดไปสว่าง

จากตัวแปรในข้างต้น 8 ตัวแปร ทำการจัดกลุ่มตัวแปรออกเป็น 2 กลุ่มเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการเลือกใช้ตัวแปร หรือเลือกที่จะหลีกเลี่ยงการใช้ตัวแปรได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ตัวแปรที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย

-ความส่องสว่าง

-ความเข้มแสงสว่าง

-สีของแสง

-ความเปรียบต่างระหว่างวัตถุกับพื้นภาพ

-ประสบการณ์ของผู้มองในอดีต

-การปรับตัวของสายตา

การแบ่งกลุ่มตัวแปรในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ส่งเสริมให้เกิดความผ่อนคลายโดยการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า ในการมองเห็นของมนุษย์การปรับตัวของสายตาเกิดขึ้นเพื่อให้ปริมาณแสงสว่างที่เข้าสู่ตาเพื่อให้เกิดความสบายในการมองเห็นดังนั้นเมื่ออยู่ในสภาวะแสงน้อยม่านตาจะหดตัวทำให้รูม่านตาขยายกว้างเพื่อให้สามารถรับแสงได้มากเมื่อกล้ามเนื้อม่านตาหดตัวเกิดความผ่อนคลายกล้ามเนื้อม่านตา เซลรอดทำงานข่มเซลโคน เนื่องจากเซลรอดมีความไวต่อแสงมากทำให้สามารถมองเห็นในที่แสงน้อยได้ดีในสภาวะที่เซลรอดทำงานรายละเอียดของภาพตลอดจนความสามารถในการแยกแยะมองเห็นสีจะลดลงมองเห็นภาพได้นุ่มนวลขึ้นเช่นการมองเห็นในคืนวันพระจันทร์เต็มดวง และในทางตรงกันข้ามเมื่ออยู่ในสภาวะแสงมากกล้ามเนื้อตาขยายตัวเพื่อปิดรูม่านตาให้เล็กลงเป็นการสร้างภาระกับกล้ามเนื้อม่านตาส่งผลให้เกิดเป็นความเครียด เซลโคนทำหน้าที่ข่มเซลรอดการมองเห็นรายละเอียดชัดเจนขึ้น แบ่งแยกสีได้ชัดขึ้น ความรู้สึกผ่อนคลายจึงเริ่มต้นมาจากการที่ม่านตาหดตัว รูม่านตาขยาย ดังนั้นปริมาณแสงที่อยู่ในมุมมองเป้าหมายหลักควรมีปริมาณแสงที่น้อย ความเปรียบต่างระหว่างวัตถุกับพื้นภาพไม่ควรเกิน 3:1 และการปรับตัวของสายตายังขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการปรับตัวจากสว่างไปสู่มืด การใช้ระยะเวลาที่ต่างกัน จะให้ความรู้สึกที่ต่างกัน

กลุ่มที่ 2 ตัวแปรที่ลดทอนความรู้สึกผ่อนคลาย

-การกำหนดทิศทางของแสง

-ลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นผิว

การแบ่งตัวแปรในกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีข้อควรระวังในการใช้เนื่องจากความรู้สึกผ่อนคลายในสภาพแสงสลัวจะถูกรบกวนง่ายเนื่องจากในสภาวะนั้นเซลรอดมีความไวในการรับแสงการไม่ได้กำหนดทิศทางของแสงทำให้เกิดโอกาสที่จะเกิดการมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงซึ่งเป็นที่มาของแสงบาดตาเป็นการทำลายความรู้สึกผ่อนคลายทันที แสงบาดตาเป็นเรื่องที่การออกแบบระบบการให้แสงสว่างให้ความสำคัญแต่กลับถูกละเลยในสปาทั่วไปเนื่องจากการขาดความรู้ความเข้าใจในการให้แสงสว่างในพื้นที่แสงสลัว การกำหนดทิศทางของการให้แสงที่เหมาะสมกับสปาคือการให้แสงแบบมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสง ความสว่างที่ได้เกิดจากการสะท้อนจากวัสดุพื้น ผนัง หรือฝ้าเพดาน ดังนั้นลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นผิวเป็นเรื่องที่สำคัญไม่แพ้การกำหนดทิศทางของแสงเนื่องจากแสงที่

สะท้อนพื้นผิวที่มีลักษณะมันเงาจะทำให้เกิดแสงบาดตาได้เช่นกันดังนั้นพื้นผิวที่ไม่ทำให้เกิดแสงบาดตาทั้งทางตรงและทางอ้อมควรจะเป็นพื้นผิวที่มีการสะท้อนแสงแบบฟุ้งกระจาย

4.1.2 ข้อสรุปของการจัดสัมมนากลุ่มย่อย

จากการจัดการสัมมนากลุ่มย่อยโดยมีประเด็นในการสัมมนาคือการวิเคราะห์หาตัวแปรสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในการมองเห็นแสง ซึ่งเป็นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างผู้ที่เข้าร่วมสัมมนาประกอบด้วยนิสิตปริญญาโทคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จำนวน 15 คน ได้ข้อสรุปว่าประสบการร์ในการมองของผู้มองในอดีต คือช่วงเวลาที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายที่สุดคือช่วงเวลาเย็นเมื่อพระอาทิตย์เริ่มตกดินท้องฟ้าเริ่มเปลี่ยนจากสีโทนร้อนเป็นสีโทนเย็นจนกระทั่งมืดหรือเรียกว่าช่วงสนธยาสมัย เนื่องจากธรรมชาติของมนุษย์ใชชีวิตในตอนกลางวัน และพักผ่อนในตอนกลางคืน ดังนั้นเมื่อถึงช่วงเวลาที่มนุษย์รับรู้ว่ากำลังจะเข้าสู่ช่วงเวลาแห่งการพักผ่อนร่างกายจะเริ่มรู้สึกผ่อนคลายโดยอัตโนมัติโดยตัวแปรที่มีความสำคัญในช่วงเวลานั้นคือ ความส่องสว่าง ความเข้มแสงสว่างการปรับตัวของสายตาและสีของแสง ดังนั้นการสร้างระบบแสงสว่างที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายนั้นจึงนำตัวแปรที่สำคัญมาทำการเชื่อมโยงกับปรากฏการของธรรมชาติที่ส่งผลต่อการับรู้และรู้สึกในช่วงยามสนธยาสมัย จึงอาจเรียกได้ว่าเป็นช่าวเวลาสนธยาสมัยของวัน จึงสรุปการทดสอบที่ได้จากการสัมมนาโดยการคัดเลือกตัวแปรสำคัญที่มาทดสอบดังนี้

-ความส่องสว่าง

-ความเข้มแสงสว่าง

-การปรับตัวของสายตา

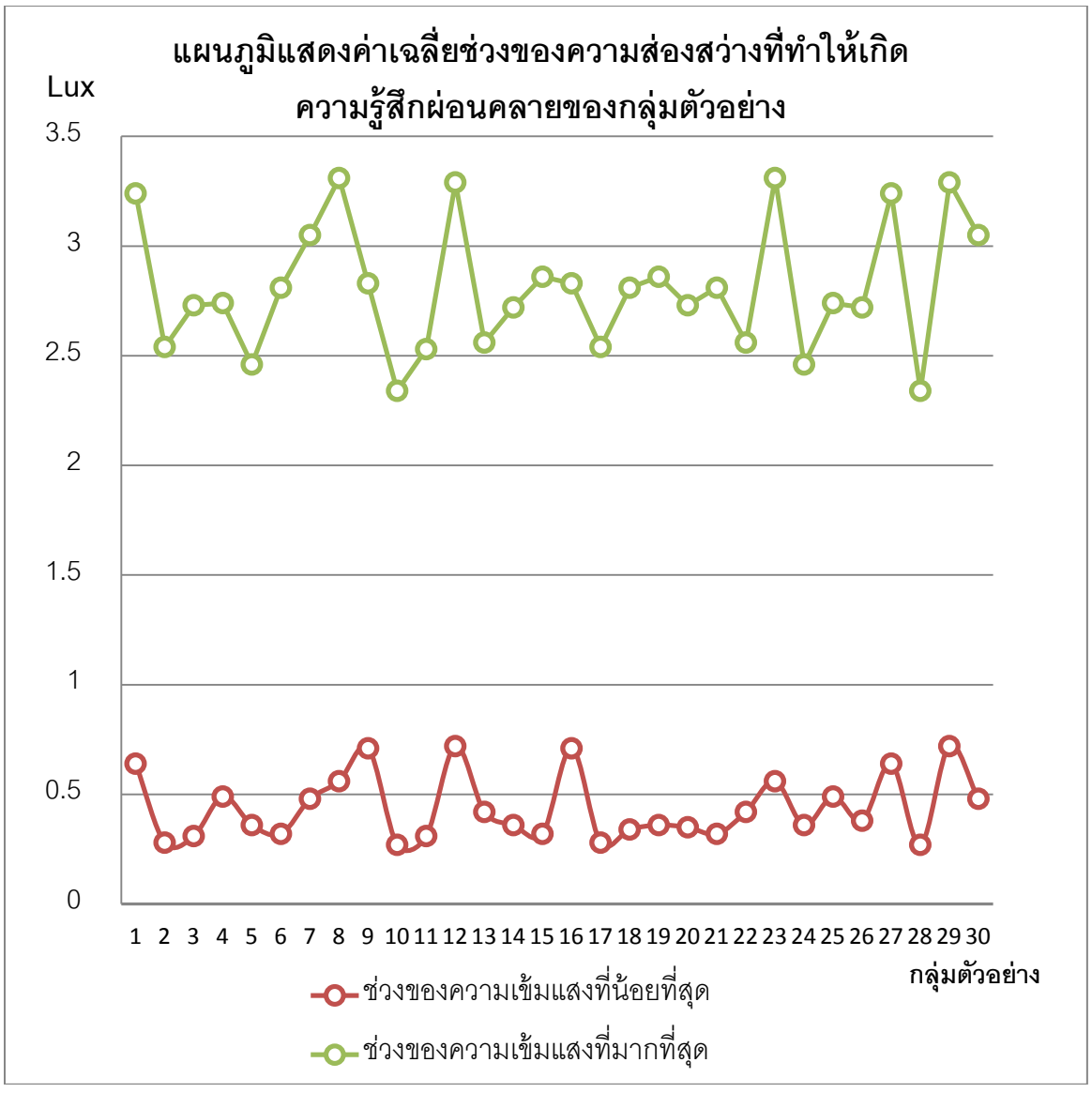
-สีของแสง

4.2 ผลการทดสอบตัวแปรที่มีอิทธิพลส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากระบบการให้แสงสว่างในสปาจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

4.2.1 การการทดสอบตัวแปรต้นที่ 1 และที่ 2 การทดสอบความส่องสว่างและความเข้มแสงสว่างจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

ผู้ทดสอบนอนอยู่ในลักษณะสบายในพื้นที่ทดสอบ เปิดไฟสีวอร์มไวท์ ในลักษณะมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสงแล้วทำการปรับแสงด้วย ดิมเมอร์ทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลายโดยมีการวัดค่าความสว่างด้วยอุปกรณ์ลักซ์มิเตอร์ที่ติดตั้งในระดับสายตาของกลุ่มตัวอย่างในท่านอนหงายเพื่อวัดค่าความสว่างที่น้อยที่สุด

จนถึงมากที่สุดที่เกิดความผ่อนคลายโดยการปรับค่าความสว่างด้วยอุปกรณ์ดิมเมอร์ภายในพื้นที่สปาต้นแบบด้วยเครื่องวัดแสงแบบดิจิตอลและเครื่องวัดค่าความสว่างของวัตถุ



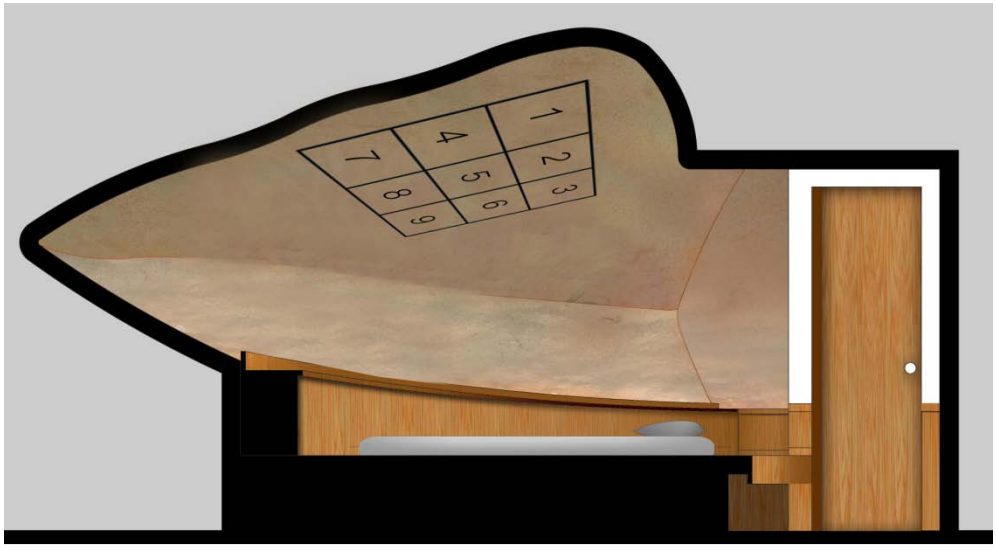
แผนภูมิที่ 4-1 แสดงช่วงของความส่องสว่างที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกผ่อนคลายในการทดสอบตัวแปรที่ 1

วิเคราะห์และอภิปรายผลในการทดสอบตัวแปรที่ 1

จากแผนภูมิที่ 4-1 แสดงช่วงของความส่องสว่างที่น้อยที่สุดและมากที่สุดที่กลุ่มตัวอย่างยังคงรู้สึกผ่อนคลายได้ผลดังนี้

ค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างที่น้อยที่สุดที่รู้สึกผ่อนคลายคือ 0.44 ลักซ์ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(standard deviation) = 0.15

ค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างที่มากที่สุดที่รู้สึกผ่อนคลายคือ 2.80 ลักซ์ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(standard deviation) = 0.30



ภาพที่ 4-1 แสดงตำแหน่งการวัดความเข้มแสงสว่าง

วิเคราะห์และอภิปรายผลในการทดสอบตัวแปรที่ 2

จากการเก็บข้อมูลช่วงของความส่องสว่างที่น้อยที่สุดและมากที่สุดที่กลุ่มตัวอย่างยังคงรู้สึกผ่อนคลายได้ผลดังนี้

ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงสว่างที่มากที่สุดที่รู้สึกผ่อนคลาย

ตำแหน่งที่ 1 =	0.71 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร	โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน =	0.07
ตำแหน่งที่ 2 =	0.84 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร	โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน =	0.06
ตำแหน่งที่ 3 =	1.09 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร	โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน =	0.13
ตำแหน่งที่ 4 =	0.62 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร	โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน =	0.05

ตำแหน่งที่ 5 = 0.65 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.09
ตำแหน่งที่ 6 = 0.69 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.07
ตำแหน่งที่ 7 = 0.71 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.07
ตำแหน่งที่ 8 = 0.69 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.04
ตำแหน่งที่ 9 = 0.68 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05

ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงสว่างที่น้อยที่สุดที่รู้สึกผ่อนคลาย

ตำแหน่งที่ 1 = 0.28 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.06
ตำแหน่งที่ 2 = 0.31 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05
ตำแหน่งที่ 3 = 0.43 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.04
ตำแหน่งที่ 4 = 0.13 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.04
ตำแหน่งที่ 5 = 0.17 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.08
ตำแหน่งที่ 6 = 0.16 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.07
ตำแหน่งที่ 7 = 0.21 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05
ตำแหน่งที่ 8 = 0.23 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.04
ตำแหน่งที่ 9 = 0.18 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.09

4.2.2 การปรับตัวของสายตา

แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ช่วง ช่วงที่ 1 คือความรู้สึกผ่อนคลายเปรียบเทียบระหว่าง การลดแสงจากสว่างไปมืด และการเพิ่มแสงจากมืดไปสว่าง และช่วงที่ 2 คือแนวโน้มของความเร็วในการลดความสว่างของพื้นที่ทดสอบต่อความรู้สึกผ่อนคลาย

การทดสอบการลดความเข้มแสงจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

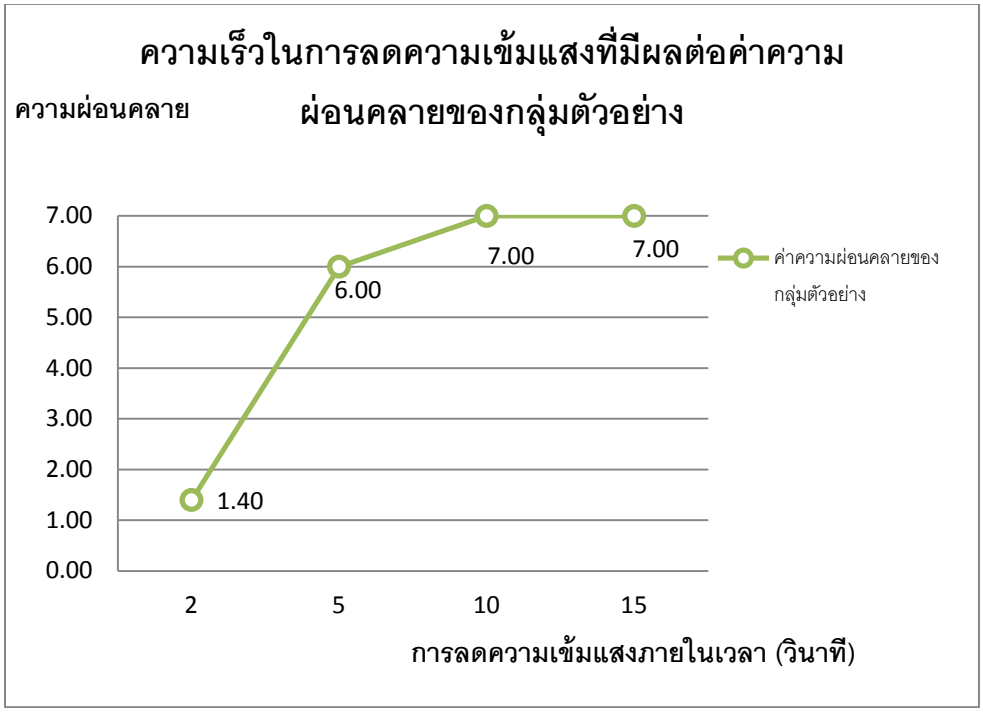
ทดสอบโดยการให้ผู้ทดสอบนอนอยู่ในท่าสบายในห้องที่ควบคุมความสว่างไว้ที่ 15 ลักซ์ ซึ่งเป็นการมองเห็นแสงที่ไม่ทำให้เกิดความระคายเคืองตา จากนั้นทำการลดแสงลงจนมืดสนิท เปรียบเทียบกับการเพิ่มแสงจากมืดสนิทเป็น 15 ลักซ์ ด้วยการปรับความเร็วที่เท่ากันคือ 5 วินาทีไ ผลที่ได้คือ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 คน รู้สึกผ่อนคลายในการลดแสงลง 100% ดังนั้นสรุปว่าช่วงเวลาที่ลดแสงลงจากสภาวะปกติเป็นการเข้าสู่ความรู้สึกผ่อนคลายในขณะที่การเพิ่มขึ้นของแสงไม่ทำให้รู้สึกผ่อนคลาย

การทดสอบระยะเวลาในการลดแสง

ทดสอบโดยการให้ผู้ทดสอบนอนอยู่ในท่าสบายในห้องที่ควบคุมความสว่างไว้ที่ 15 ลักซ์ ซึ่งเป็นการมองเห็นแสงที่ไม่ทำให้เกิดความระคายเคืองตา จากนั้นทำการลดแสงลงจนมืดสนิท โดยใช้ระยะเวลาในการลดของแสงดังนี้ 2 วินาที 5 วินาที 10 วินาที 15 วินาที

ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกผ่อนคลายในการลดความเข้มแสง

2 วินาที	=	1.4	โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	=	0.5
5 วินาที	=	6	โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	=	0.7
10 วินาที	=	7	โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	=	0
15 วินาที	=	7	โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	=	0



แผนภูมิที่ 4-2 แสดงแนวโน้มของความผ่อนคลายกับความเร็วในการลดความเข้มแสง

วิเคราะห์และอภิปรายผลของความผ่อนคลายกับความเร็วในการลดความเข้มแสง

จากแผนภูมิที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าการปรับลดความเข้มแสงมีผลต่อความรู้สึกผ่อนคลาย ยิ่งใช้เวลาในการปรับนานเท่าไรยิ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดความรู้สึกผ่อนคลายมากขึ้น โดยที่ช่วงเวลาในการลดความเข้มแสงที่ 5-15 วินาทีเป็นช่วงที่กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย

4.2.3 การทดสอบตัวแปรต้นที่ 3 การทดสอบสีของแสงจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

การทดสอบสีของแสงแบ่งออกเป็นสีของแสงจากหลอดในกลุ่มที่ให้แสงขาวทั่วไปตามท้องตลาดคือ หลอดวอร์มไวท์ หลอดเดย์ไลท์ และแสงสีจากหลอดแอลอีดี

-การทดสอบสีของแสงจากหลอดแสงขาว

การทดสอบสีของแสงจากหลอดในกลุ่มที่ให้แสงขาวทั่วไปตามท้องตลาดผู้ทดสอบยืนอยู่ในลักษณะสบายในพื้นที่ทดสอบ เปิดไฟสีวอร์มไวท์ และสีเดย์ไลท์ในลักษณะมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสง เพื่อต้องการทราบว่าหลอดสีใดให้ความรู้สึกผ่อนคลายที่สุด

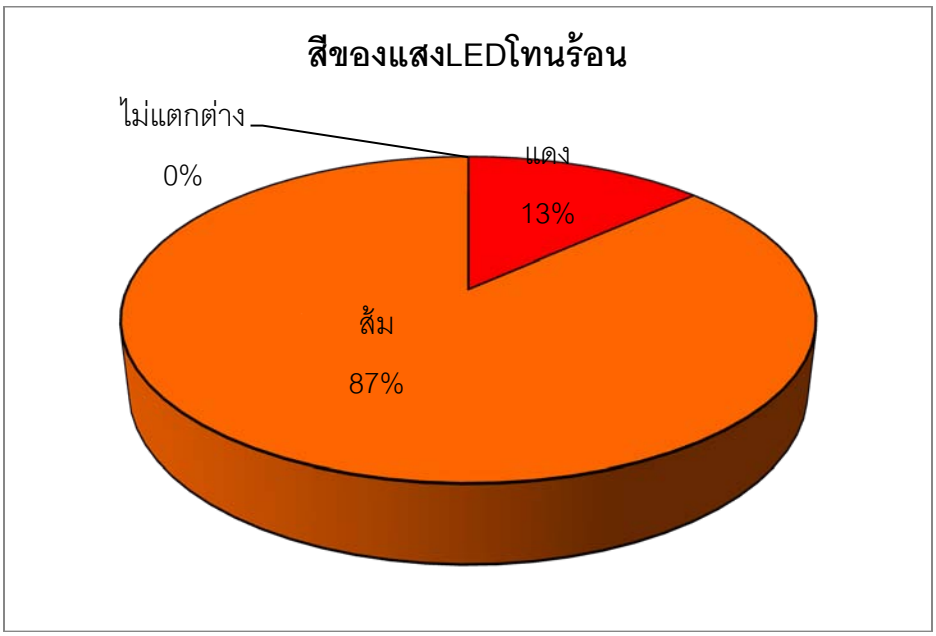
ผลของการทดสอบพบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 คน รู้สึกผ่อนคลายในการมองเห็นแสงวอร์มไวท์ 100% สรุปได้ว่าแสงสีวอร์มไวท์ช่วยส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายเมื่อเปรียบเทียบกับแสงสีเดย์ไลท์

-การทดสอบสีของแสงจากหลอดแอลอีดี

ผู้ทดสอบนอนอยู่ในลักษณะสบายในพื้นที่ทดสอบ การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มของแสงสีโทนร้อน และกลุ่มของแสงสีโทนเย็น เปิดหลอดแอลอีดีสีแดง สีส้ม สีน้ำเงิน และสีม่วง

กลุ่มของแสงสีโทนร้อน

เพื่อต้องการทราบระดับความพึงพอใจที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย ในการมองเห็นแสงสีในกลุ่มสีโทนร้อนทดสอบโดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลายเมื่อเห็นแสงสีโทนร้อน คือ แสงสีแดง เปรียบเทียบกับแสงสีส้ม



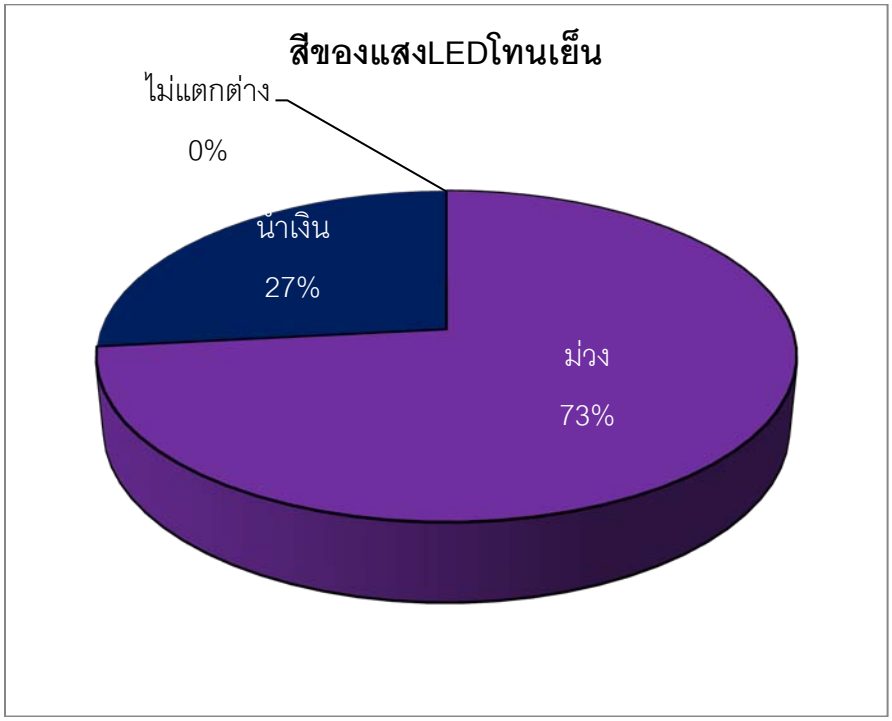
แผนภูมิที่ 4-3 เปรียบเทียบความรู้สึกผ่อนคลายระหว่างแสงสีแดงและแสงสีส้ม

วิเคราะห์และอภิปรายผลในการทดสอบกลุ่มของสีโทนร้อน

จากตารางที่ 4-2 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีส้ม 26 คน คิดเป็น 87% และรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีแดง 4 คน คิดเป็น13 %

กลุ่มของแสงสีโทนเย็น

เพื่อต้องการทราบระดับความพึงพอใจที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย ในการมองเห็นแสงสีในกลุ่มสีโทนเย็น ทดสอบโดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลายเมื่อเห็นแสงสีโทนเย็น คือ แสงสีม่วง เปรียบเทียบกับแสงสีน้ำเงิน



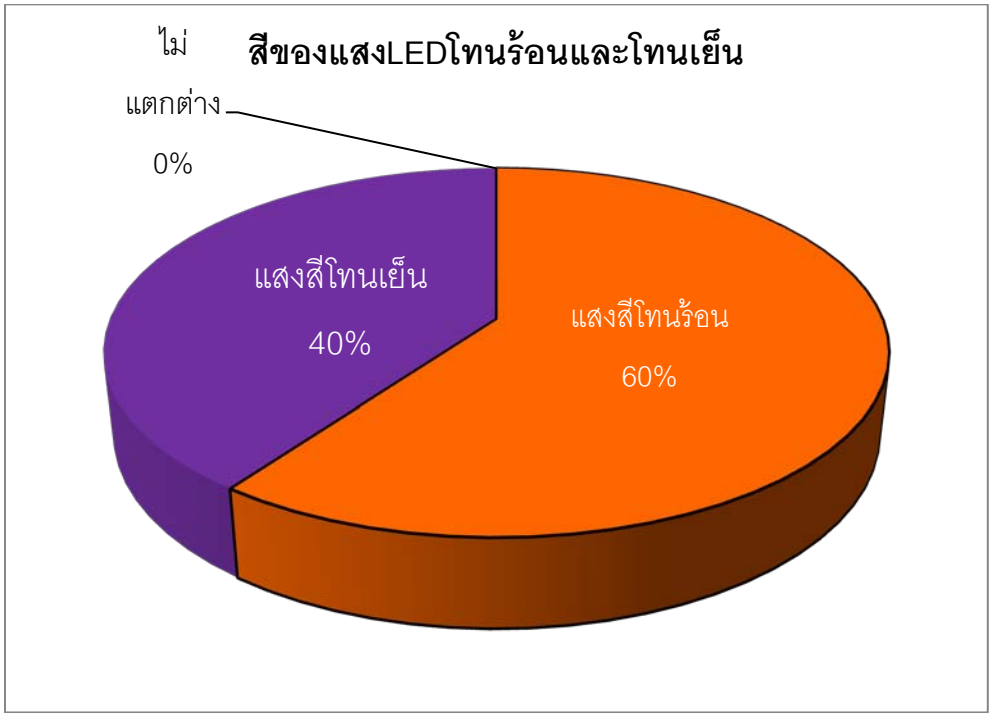
แผนภูมิที่ 4-4 เปรียบเทียบความรู้สึกผ่อนคลายระหว่างแสงสีม่วงและแสงสีน้ำเงิน

วิเคราะห์และอภิปรายผลในการทดสอบกลุ่มของสีโทนเย็น

จากตารางที่ 4-3 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีม่วง 22 คน คิดเป็น 73% และรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีน้ำเงิน 8 คน คิดเป็น 27%

การเปรียบเทียบแสงสีโทนร้อนและโทนเย็น

เพื่อต้องการทราบระดับความพึงพอใจที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย ในการมองเห็นแสงสี ทดสอบโดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย เปรียบเทียบระหว่างแสงสีโทนร้อนและแสงสีโทนเย็น



แผนภูมิที่ 4-5 เปรียบเทียบความรู้สึกผ่อนคลายระหว่างแสงสีโทนร้อนและแสงสีโทนเย็น

<u>วิเคราะห์และอภิปรายผลในการทดสอบกลุ่มของสีโทนเย็น</u>

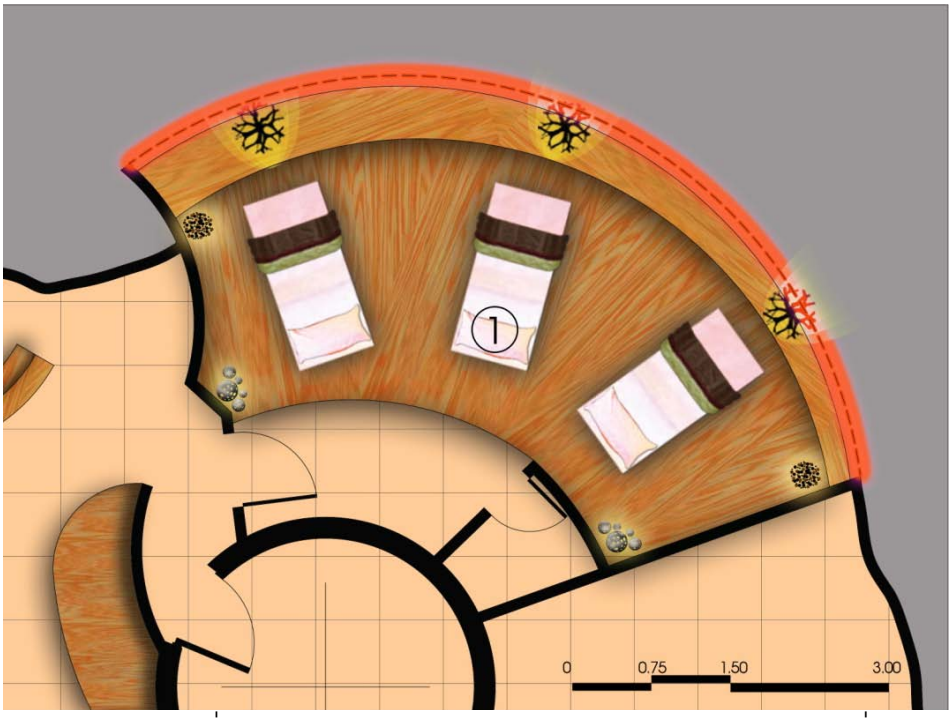
จากตารางที่ 4-4 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีโทนร้อน 18 คน คิดเป็น 80% และรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีโทนเย็น 12 คน คิดเป็น 40%

4.3 ผลจากการนำตัวแปรที่ได้มาออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายทำการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

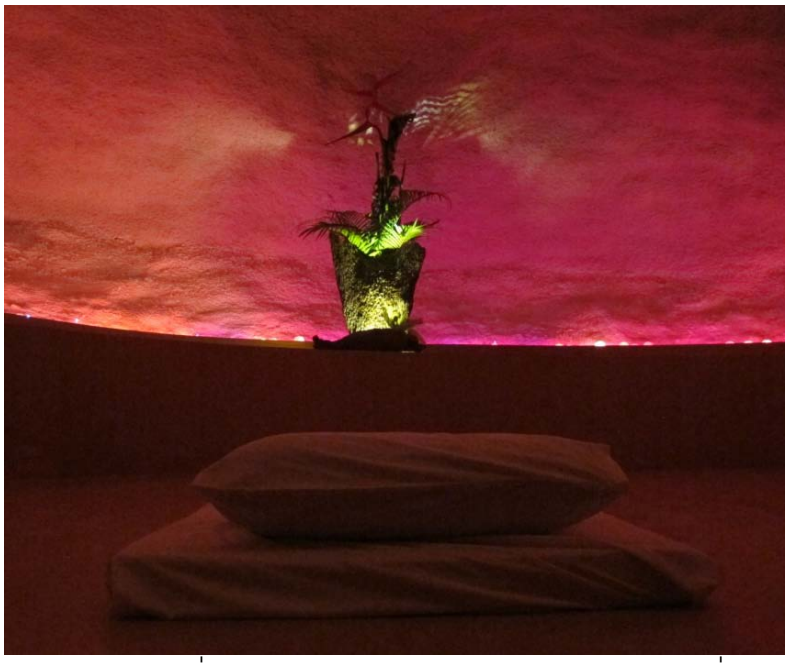
จากการทดสอบตัวแปรขั้นต้น ทำให้เกิดเป็นสมมุติฐานในการออกแบบระบบแสงสว่างในสปาต้นแบบโดยให้ความสำคัญไปที่ สีของแสงที่ทำให้เกิดความผ่อนคลาย ความเข้มของแสงที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย และการเคลื่อนไหวของแสง เนื่องจากการปรับเปลี่ยนความเข้มแสงที่เร็วเกินไปจะส่งผลให้เกิดความรู้สึกไม่ผ่อนคลายตามผลที่ได้ทำการทดลองในขั้นต้น และนำไปทดสอบโดยการติดตั้งระบบการให้แสงสว่าง 3 ระบบที่ได้ข้อสรุปมาจากการสัมมนากลุ่มย่อยคือช่วงเวลาในการมองเห็นแสงตามธรรมชาติที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายมากที่สุดคือช่วงเวลาสนธยาสมัย คือช่วงเวลาที่พระอาทิตย์เริ่มตกท้องฟ้าเริ่มเป็นสีส้มสามารถมองดูดวงอาทิตย์ได้ด้วยตาเปล่าโดยไม่รู้สึกบาดตา เป็นช่วงเวลาที่ท้องฟ้าเปลี่ยนสีจากแสงสีส้มไปสู่สีม่วงและเข้าสู่ความมืด ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้นำตัวแปรที่ได้จากการทดสอบในขั้นต้นมาทำการเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในช่วงสนธยาสมัย เกิดเป็นการออกแบบระบบการให้แสงสว่าง 3 ระบบและทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ทำการทดสอบในขณะที่ทำการนวดไทยเป็นเวลา 30 นาที โดยกลุ่มตัวอย่างจะตอบคำถามด้านความพึงพอในการมองเห็นแสงสว่างเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ทำให้เกิดความผ่อนคลายในการออกแบบระบบแสงสว่างในสปาต้นแบบได้

ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 1

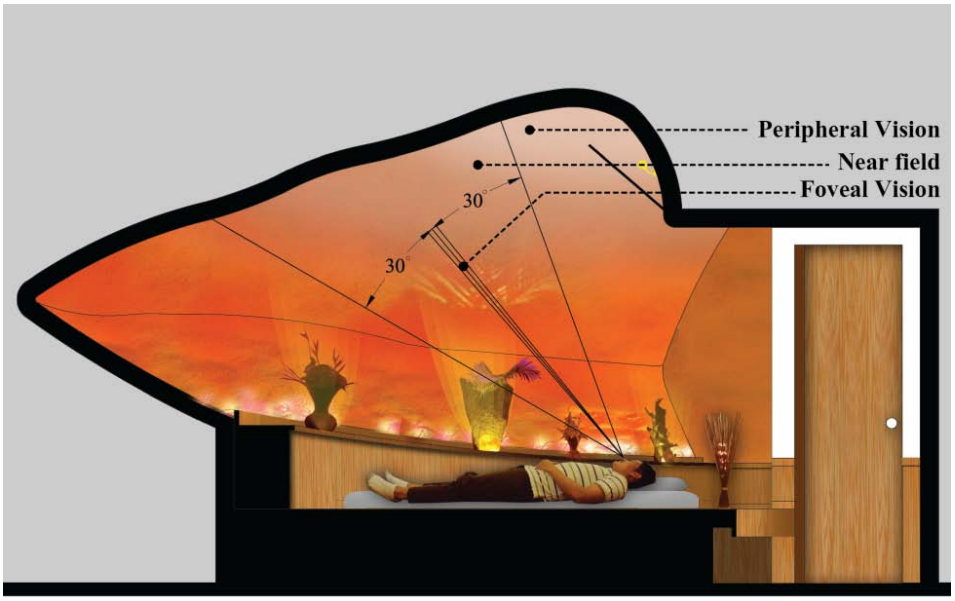
คือระบบการให้แสงสว่างแสงสีโทนร้อนสีส้มและลดความส่องสว่างลงจาก 15 ลักซ์ ลดลงมาถึงความความส่องสว่างในช่วง 0.91-1.23 ลักซ์ ในเวลา 5 วินาที



ภาพที่ 4-2 แสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูลแบบสอบถามในระบบที่ 1



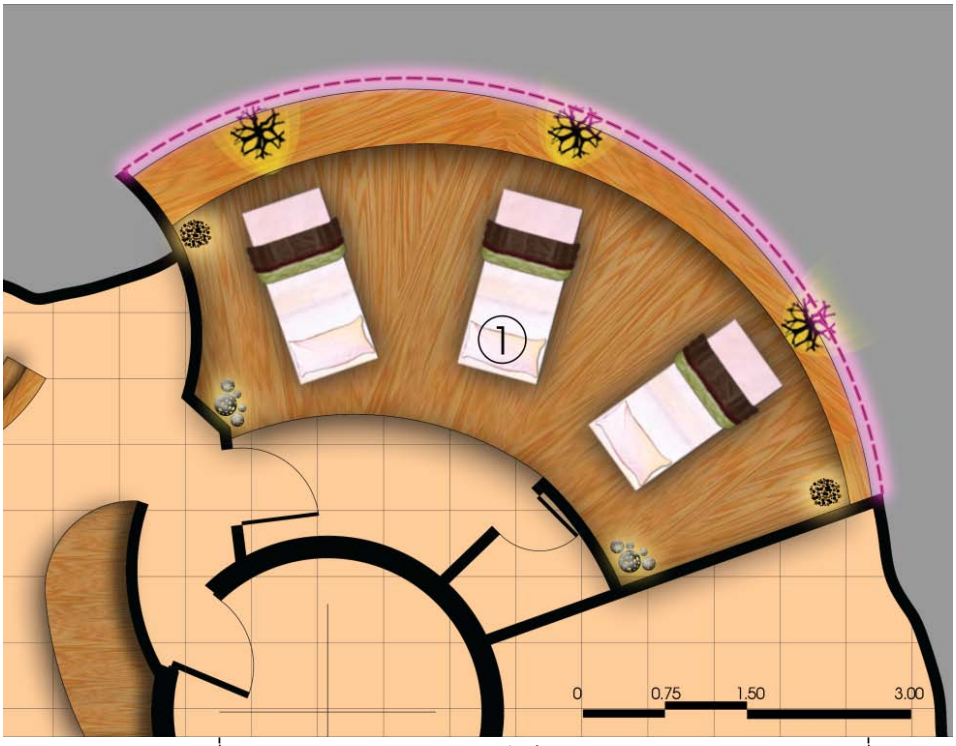
ภาพที่ 4-3 แสดงบรรยากาศในการเก็บข้อมูลระบบที่ 1



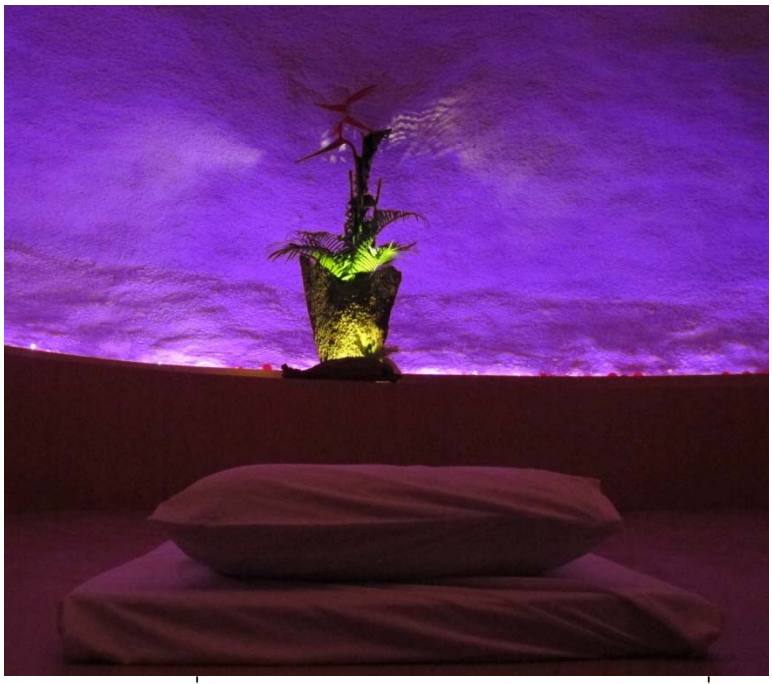
ภาพที่ 4-4 แสดงระบบการให้แสงสว่างโดยรวมระบบที่ 1

ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 2

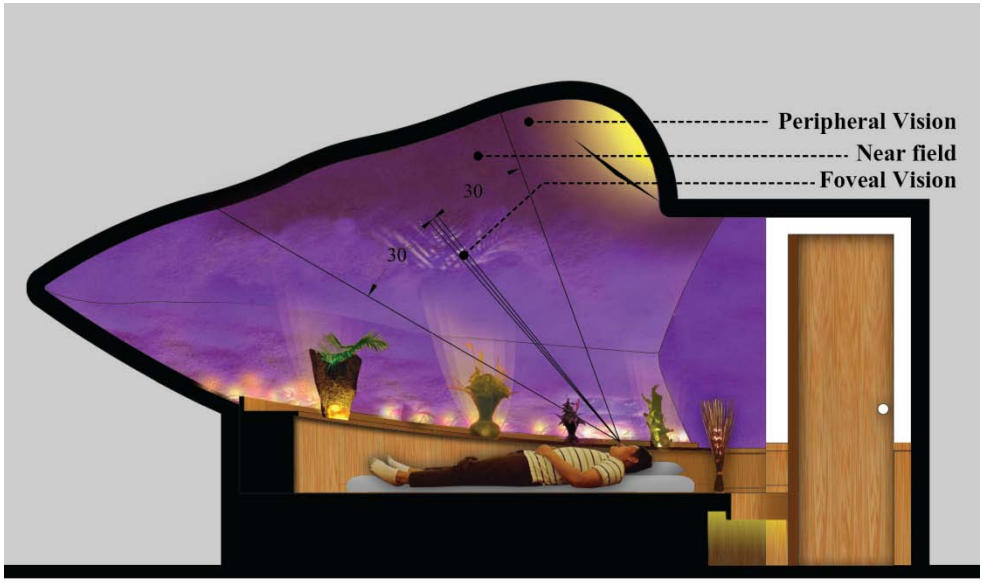
คือระบบการให้แสงสว่างแสงสีม่วงและลดความส่องสว่างลงจาก 3.21 ลักซ์ ลดลงมาถึงความความส่องสว่างในช่วง 0.52-0.77 ลักซ์ ในเวลา 5 วินาที



ภาพที่ 4-5 แสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูลแบบสอบถามในระบบที่ 2



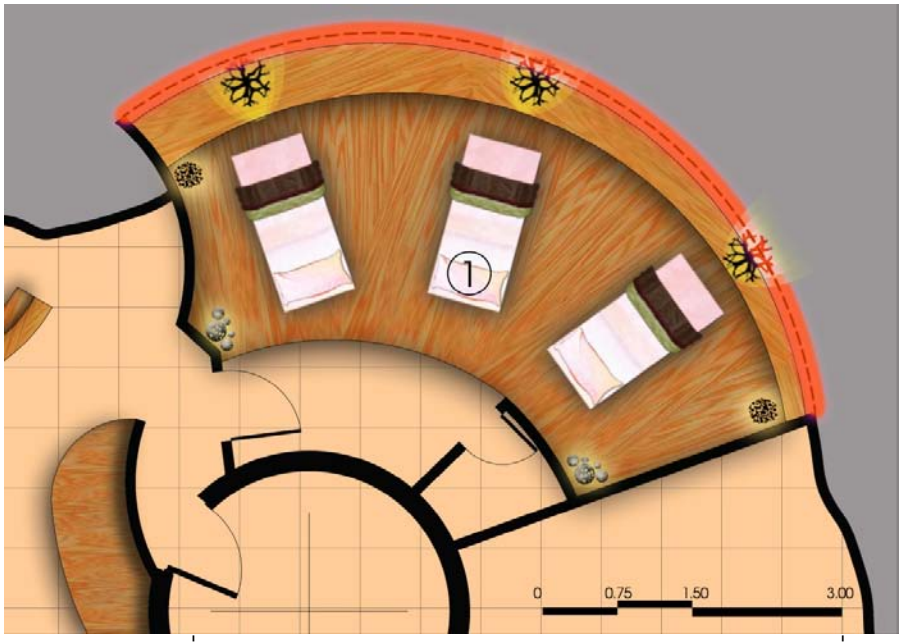
ภาพที่ 4-6แสดงบรรยากาศในการเก็บข้อมูลระบบที่ 2



ภาพที่4-7 แสดงระบบการให้แสงสว่างโดยรวมระบบที่ 2

ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3

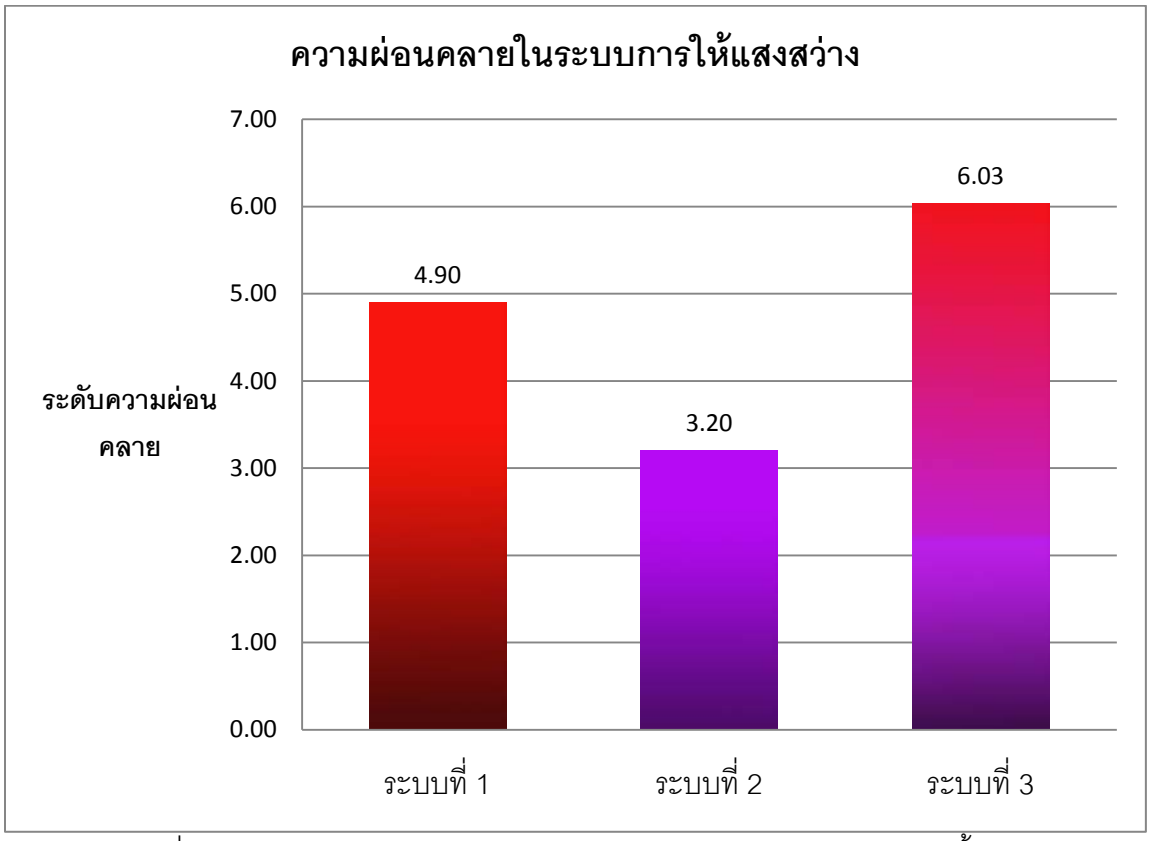
คือระบบการให้แสงสว่างสีโทนร้อนสีส้มและลดความส่องสว่างลงจาก 15 ลักซ์ ลดลงมาถึงความส่องสว่างในช่วง 0.52-0.77 ลักซ์ โดยที่สีของแสงเปลี่ยนตามการหรี่แสงมาเป็นสีโทนเย็นสีม่วงในเวลา 5 วินาที



ภาพที่ 4-8 แสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูลแบบสอบถามในระบบที่ 3

ภาพที่ 4-9แสดงบรรยากาศในการเก็บข้อมูลระบบที่ 3

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามของกลุ่มประชากร 30 คน ที่ใช้ทดสอบระบบการให้แสงสว่างในห้องนวดไทย 3 ระบบ ได้ผลดังนี้



แผนภูมิที่ 4-6 แสดงความรู้สึกผ่อนคลายในการทดสอบระบบการให้แสงสว่างทั้ง 3 ระบบ

<u>วิเคราะห์และอภิปรายผลของการเพิ่มแสงเลียนแบบธรรมชาติ</u>

จากแผนภูมิที่ 4.7 แสดงให้เห็นถึงความรู้สึกผ่อนคลายในการมองเห็นแสงสว่างของระบบการให้แสงสว่างทั้ง 3 ระบบพบว่า

การออกแบบระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 1 ความรู้สึกผ่อนคลายเฉลี่ย 4.90 คะแนนเต็ม 7 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.80

การออกแบบระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 2 ความรู้สึกผ่อนคลายเฉลี่ย 3.20 คะแนนเต็ม 7 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 1.12

การออกแบบระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3 ความรู้สึกผ่อนคลายเฉลี่ย 6.03 คะแนนเต็ม 7 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.66

การจำลองสภาพแสงสีของท้องฟ้าในช่วงสนธยาสมัยทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกผ่อนคลายสูงสุดคือรู้สึกผ่อนคลายโดยเฉลี่ยที่ 6.03 คะแนนเต็ม 7 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.66

โดยสรุปตัวแปรที่ใช้ในระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3 ดังนี้

ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3 คือการปรับความเข้มแสงลงไปพร้อมกับการเปลี่ยนสีของแสงจากสีแดงลดความส่องสว่างลงจาก 15 ลักซ์ ไปยังสีม่วงที่ความเข้มแสงในช่วง 0.91-1.23 ลักซ์ ในเวลา 5 วินาที

4.4 แนวทางในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างในสปาที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้ใช้บริการเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย

สรุปผลแนวทางในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงทิศทางของการให้แสงเนื่องจากการออกแบบแสงสว่างในสปาคือการออกแบบแสงสว่างที่เน้นไปทางการใช้แสงสลัว มีการใช้แสงเน้นจุดสนใจเพื่อให้เกิดความไม่น่าเบื่อ แต่เมื่ออยู่ในสภาวะแสงสลัวรูม่านต่เปิดขยายเต็มที่ การให้แสงสว่างแบบจุดเน้นไม่จำเป็นต้องทำให้เกิดความเปรียบต่างที่มากเพราะจะทำให้ผู้ใช้บริการมองเห็นแสงบาดตาได้ การให้ความเปรียบต่างเพียง 2:1 มากพอที่จะทำให้เกิดจุดสนใจแต่ต้องคำนึงถึงทิศทางของแสงต้องเป็นการให้แสงแบบมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสง เพื่อให้ผู้ใช้บริการไม่รู้สึกระคายเคืองตา เนื่องจากตัวแปรที่สำคัญที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในเบื้องต้นคือการทำให้กล้ามเนื้อม่านตาของผู้ที่มาใช้บริการหดตัวซึ่งจะเกิดขึ้นต่อเมื่ออยู่ในสภาวะแสงสลัวเท่านั้น

ปัจจัยและวิธีการที่ทำให้เกิดรู้สึกถึงความรู้สึกผ่อนคลายในห้องสปาคือ

4.4.1 ความส่องสว่างที่ตกลงบนพื้นที่ใช้งาน = 0.44-2.80 ลักซ์

4.4.2 การหรี่แสงสว่างในห้องจากสว่างไปมืด

4.4.3 สีของแสงเมื่อหรี่แสงสว่างภายในห้องต้องใช้สีของแสงจากสีโทนร้อนไปสีโทนเย็นจนกระทั่งมืด

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกผ่อนคลายในการมองเห็นแสง และนำเอาปัจจัยเหล่านั้นมาสร้างเป็นสมมุติฐานในการสร้างระบบการให้แสงสว่างในสปาต้นแบบ และทำการทดสอดด้วยกลุ่มตัวอย่าง 30 คนเพื่อหาค่าความพึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย ได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์หาตัวแปรของระบบแสงสว่างที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกผ่อนคลายในสปา

วิธีดำเนินการวิจัยนี้เริ่มต้นจากการสัมนากลุ่มย่อยเพื่อหาข้อสรุปถึงตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างเพื่อให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย ในการสัมนาได้นำเอาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการมองเห็น งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องมาวิเคราห์หาตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลให้เกิดความผ่อนคลายในห้องนวดไทยในสปา ในขั้นต้นของการสัมนาคัดเลือกตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกผ่อนคลายออกมาได้ 8 ตัวแปร ประกอบด้วย

-ความส่องสว่าง

-ความเข้มแสงสว่าง

-สีของแสง

-ความเปรียบต่างระหว่างวัตถุกับพื้นภาพ

-แสงบาดตา

-ลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นผิว

-ประสบการณ์ของผู้มองในอดีต

-การปรับตัวของสายตา

จากตัวแปรทั้ง 8 ตัวแปร มีแสงบาดตาที่เป็นตัวแปรที่ต้องหลีกเลี่ยงเนื่องจากแสงบาดตามีอิทธิพลรุนแรงในการทำลายความรู้สึกผ่อนคลายเนื่องจากในสภาวะแสงสลัวในสปา กล้ามเนื้อม่านตาหดตัวเพื่อให้รูม่านตาเปิดกว้างเพื่อรับแสงได้มากขึ้น เซลรอดที่มีความไวตต่อแสงทำงานทำให้เราสามารถมองเห็นได้ในที่แสงสลัวดังนั้นถ้ามีการมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงโดยตรงจะทำให้เกิดแสงบาดตาเนื่องจากเซลรอดที่มีความไวต่อแสงได้รับแสงที่มากเกินไปหนังตาจะหรี่ลงและทำให้เกิดความทรมานในการมองเห็นดังนั้น สิ่งที่ต้องทราบในการออกแบบการให้แสงสว่างในสปา หรือในที่มีแสงสลัว คือต้องออกแบบให้มองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสงและแสงสะท้อนที่เข้าสู่ตาต้องเป็นการสะท้อนแบบฟุ้งกระจายเพื่อไม่ให้เกิดแสงบาดตาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้

จากตัวแปรทั้ง 8 ตัวแปรที่ได้จากการสัมนากลุ่มย่อยในเบื้องต้นนั้นทุกตัวแปรมีความเกี่ยวข้องกับการรับรู้ด้านการมองเห็นแสงเพียงแต่งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปาดังนั้นวิธีการวิจัยต้องเริ่มต้นที่เหตุของความรู้สึกผ่อนคลาย และเลือกใช้หรือปรุงแต่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการส่งเสริมให้รู้สึกผ่อนคลายได้

ความรู้สึกผ่อนคลายเกิดได้จากหลายสาเหตุเกิดขึ้นได้จากการรับรู้ทั้ง 5 ของมนุษย์คือ การมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การรับรส และการรับรู้ทางผิวหนัง ในขณะนวดเพื่อผ่อนคลายในสปาคือการรวบรวมเอาการรับรู้คือ การมองเห็นสิ่งที่สวยงาม การได้ยินเสียงดนตรีหรือเสียงธรรมชาติเบาๆ การได้กลิ่นน้ำมันหอมระเหย การถูกสัมผัสที่สร้างความรู้สึกสบาย ในการวิจัยนี้ได้มีการกำหนดการรับรู้ทางอื่นเช่น การได้ยิน การได้กลิ่น การรับรู้ทางผิวหนังซึ่งได้แก่อุณหภูมิ ความร้อนความชื้นให้อยู่ในเขตสบาย และมีการนวดเพื่อความผ่อนคลายที่เหมือนกัน การกำหนดการรับรู้ทางด้านอื่นให้อยู่ในความสมบูรณ์แบบเพื่อให้การวิจัยนี้ดำเนินไปในทิศทางที่เกี่ยวของกับการมองเห็นเท่านั้น

การปรุงแต่งตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นแสงสว่างเพื่อให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายนั้นจำเป็นต้องกำหนดแนวทางในการคัดเลือกตัวแปรที่ส่งเสริม และทำลายความรู้สึกผ่อนคลายเนื่องจากการสร้างความรู้สึกผ่อนคลายต้องอาศัยการปรุงแต่งตัวแปรอย่างมีจังหวะจะโคนแต่การทำลายความรู้สึกผ่อนคลายทำได้โดยการขาดความรู้ในการใช้ตัวแปร และเมื่อนำตัวแปรมาใช้โดยการขาดความรู้สปาทั่วไปจึงไม่ประสบความสำเร็จในการออกแบบแสงสว่างเพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายได้

ช่วงเวลาสนธยาสมัยเป็นช่วงเวลาที่กลุ่มตัวอย่างให้ข้อสรุปว่าเป็นช่วงเวลาที่เกิดความผ่อนคลายจากสภาพแสงธรรมชาติท้องฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของแสงจากสีส้มไปสู่สีม่วงและเข้าสู่สีดำ เนื่องจากในชั้นบรรยากาศมีฝุ่นละอองอยู่มากมายแสงที่เดินทางผ่านชั้นบรรยากาศในตอนกลางวันจะผ่านชั้นบรรยากาศเข้ามาในระยะทางที่สั้นกว่าในช่วงสนธยาสมัยเมื่อพระอาทิตย์กำลังจะลับขอบฟ้า เป็นช่างเวลาที่แสงต้องเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศเป็นระยะทางที่ยาวที่สุด ซึ่งหมายความว่าคลื่นแสงที่ตามองเห็นได้ที่ประกอบด้วยสีม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และสีแดง จะต้องเดินทางผ่านสิ่งกีดขวางที่ประกอบด้ายอนุภาคเล็กๆในชั้นบรรยากาศ แสงสีที่มีคลื่นสั้นเช่นสีม่วง น้ำเงินมาสามารถผ่านอุปสรรคเหล่านี้มาได้จึงกระเจิงอยู่ในชั้นบรรยากาศทำให้เรามองเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้า แสงที่มีคลื่นยาวเช่นแสงสีแดง สีส้มจะสามารถข้ามผ่านมาได้ เราจึงมองเห็นท้องฟ้าในช่วงเวลาสนธยาสมัยเป็นสส้มและเมื่อพระอาทิตย์ใกล้ตกท้องฟ้าจะเป็นสีแดงและเมื่อพระอาทิตย์ลับขอบฟ้าไปท้องฟ้าจะยังเหลือแสงสีม่วงติดอยู่บนท้องฟ้าจนความมืดเข้าปกคลุมจนมองเห็นท้องฟ้าเป็นสีดำ ดังนั้นข้อสรุปของการจัดสัมนากลุ่มย่อยคือ ความรู้สึกผ่อนคลายจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาสนธยาสมัยคือการเปลี่ยนแสงสีจากสีโทนส้มไปสู่สีแดง ค่อยๆมืดลงเข้าสู่สีม่วงและสิ้นสุดที่สีดำ

ภาพที่ 5-1 แสดงการเปลี่ยนสีของท้องฟ้ายามสนธยาสมัย

ผลการคัดเลือกตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลที่สุด 3 ตัวแปรจากการสัมนากลุ่มย่อยคือ

-ความเข้มแสงสว่าง

ความรู้สึกผ่อนคลายในการมองเห็นแสงนั้นตัวแปรที่สำคัญที่สุดคือปริมาณแสงที่สะท้อนจากวัตถุมาเข้าตาเราดังนั้นความเข้มแสงสว่างที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมเท่านั้นจึงจะส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายเนื่องจากตาของเราสามารถปรับรูปแบบการมองเห็นในสภาพแสงต่างๆกันได้

แต่การควบคุมความเข้มแสงสว่างให้อยู่ในช่วงที่พอเหมาะจะทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายเนื่องจากสายตาไม่ต้อวทำงานหนักในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแสงนั้น

-การปรับตัวของสายตา

การปรับตัวของสายตาเป็นกระบวนการของระบบการมองเห็นของดวงตาที่ทำหน้าที่ปรับขนาดของรูรับแสงซึ่งก็คือรูม่านตาเพื่อให้สามารถมองเห็นได้ดีในสภาวะของแสงที่แตกต่างกัน ดังนั้น ตาของเราสามารถมองเห็นในสภาวะที่แสงแตกต่างกันได้ แต่นั่นไม่ได้หมายความว่าคุณภาพของการมองเห็นจะเหมือนกัน เนื่องจากเมื่ออยู่ในสภาพแสงน้อยกล้ามเนื้อม่านตาจะถูกสั่งการให้คลายตัวลงให้รูม่านตาขยายเปิดกว้าง เซลรอดที่มีความไวต่อแสงจะทำงานเพื่อประมวลแสงที่เข้ามาเป็นภาพ แต่ภาพที่ได้จะมีความไวต่อสีและรายละเอียดที่ต่ำทำให้ภาพที่มองเห็นในขณะที่อยู่ในสภาพแสงน้อยที่รูม่านตาเปิดกว้างจะเห็นเป็นภาพที่นวลตาเช่นการเห็นในวคืนวันพระจันทร์เต็มดวง ประกอบกับกล้ามเนื้อม่านตาคลายตัวเต็มที่ไม่เกิดความตึงเครียดของกล้ามเนื้อส่งผลให้เกิดความผ่อนคลายเมื่ออยู่ในสภาวะแสงน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะที่เพียงพอ กล้ามเนื้อม่านตาจะถูกสั่งการให้ขยายตัวออกเพื่อให้รูม่านตาหดเล็กลง เซลโคนที่มีความสามารถในการแยกแยกรายละเอียดและสีจะทำหน้าที่เพื่อให้แสงที่เข้าสู่ตาได้รับการประมวลผลเป็นภาพที่สมบูรณ์ทั้งสีและรายละเอียด ซึ่งไม่ทำให้เกิดความผ่อนคลายแต่เป็นการดึงดูดให้เกิดความสนใจในรายละเอียดที่มองเห็น

-สีของแสง

สีของแสงในทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย แสงสีทั้งสิ้น 6 สี แสงสีแดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน และสีม่วง ตามลักษณะความยาวคลื่นจากสั้นที่สุด ถึงยาวที่สุด การมองเห็นสีทำให้เกิดความรู้สึกที่แตกต่างกัน สีในโทนร้อนให้ความรู้สึกถึงความอบอุ่นผ่อนคลาย สีในโทนเย็นให้ความรู้สึกสงบ แต่การมองเห็นสีของแสงจะต่างกันที่ความรู้สึกคุ้นเคยของมนุษย์ที่มีความคุ้นเคยกับแสงสีขาวในเวลากลางวัน และแสงสีโทนร้อน เช่นแสงสีแดงและสีส้ม และแสงสีโทนเย็น เช่น แสงสีน้ำเงินและสีม่วงในช่วงเวลาเช้าและช่วงเวลาเย็น ดังนั้นแสงสีอื่นๆเช่นแสงสีเหลือง เขียว จะสร้างความรู้สึกน่าสนใจและดึงดูดให้มอง แต่ไม่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายเนื่องจากไม่เป็นแสงสีที่คุ้นเคยตามธรรมชาติ

5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้แบบสอบถามที่นำมาทดสอบกลุ่มประชากรที่ใช้ทดสอบระบบการให้แสงสว่างในสปาต้นแบบ

5.2.1 ผลการทดสอบความเข้มแสงสว่างและความส่องสว่าง

ตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลสูงสุดที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายคือความเข้มแสงสว่างที่สะท้อนเข้าตาเรา ความเข้มแสงสว่างที่เกิดจากความส่องสว่างในสปานั้นต้องเป็นแสงสลัวจึงสามารถทำให้กล้ามเนื้อม่านตาคลายตัวลงให้รูรับแสงเปิดกว้างขึ้นได้ จากการทดลองกลุ่มตัวอย่าง 30 คนพบว่า ช่วงของความเข้มแสงสว่าง และความส่องสว่างที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกผ่อนคลายในสปา ช่วงที่ต่ำที่สุดความเข้มแสงเฉลี่ยอยู่ที่ 0.17 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.08 ความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 0.44 ลักซ์ ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 และ ช่วงที่สูงที่สุดความเข้มแสงเฉลี่ยอยู่ที่ 0.65 แคนเดลล่าต่อตารางเมตร ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 ความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 2.80 ลักซ์ ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 สรุปได้ว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างอยู่ในสภาพแสงระหว่าง 0.44-2.80 ลักซ์ในขณะทำการนอนรับการนวดไทยจะเกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากการให้แสงสว่าง

5.2.2 ผลการทดสอบการปรับตัวของสายตา

จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง 30 คนทางด้านการปรับตัวของสายตาที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายจากช่วงเวลาที่กลุ่มตัวอย่างเริ่มเข้ามายังห้องนวดซึ่งกำหนดความส่องสว่างที่ 15 ลักซ์ซึ่งเป็นความสว่างที่เหมาะสมในการมองเห็นและไม่มากเกินไป เมื่อลดความส่องสว่างลงมาในช่วง 0.44-2.80 ลักซ์พบว่าระยะเวลาที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายคือช่วง 5-15 วินาที ถ้าเร็วกว่าที่กล่าวมาจะทำให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกถึงการเปลี่ยนแปลงกระทันหันไม่เกิดความผ่อนคลายเนื่องจากสายตาของมนุษย์จะต้องใช้เวลาในการปรับตัวการลดความสว่างแบบค่อยเป็นค่อยไปจะทำให้กล้ามเนื้อม่านตาคลายตัวลงอย่างช้าๆ รูม่านตาขยายออกเต็มที่ในสภาพแสงสลัวเป็นการปรับตัวของสายตาเพื่อเข้าสู่ความผ่อนคลายอย่างต่อเนื่องและราบรื่น

5.2.3 ผลการทดสอบสีของแสง

การทดสอบทางด้านความผ่อนคลายในการมองเห็นสีของแสงพบว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกผ่อนคลายกับการมองเห็นแสงสีโทนร้อนมากกว่าแสงสีโทนเย็น 18:12 คน คิดเป็นกลุ่มตัวอย่างรู้สึกผ่อนคลายกับการมองเห็นแสงสีโทนร้อน 60% เนื่องจากแสงสีโทนร้อนทำให้รู้สึกอบอุ่น

และเป็นแสงสีที่มีความคุ้นเคยที่สามารถมองเห็นได้ในธรรมชาติ และกลุ่มตัวอย่างรู้สึกผ่อนคลายกับสีส้มมากกว่าสีแดง 26:4 คนคิดเป็นกลุ่มตัวอย่างรู้สึกผ่อนคลายกับการมองเห็นแสงสีส้ม 87% เนื่องจากแสงสีแดงทำให้เกิดความรู้สึกร้อนแรง ตื่นเต้น และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติจะพบความเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาสนธยาสมัยและช่วงเวลาอรุณสมัย ซึ่งในช่วงเวลาสนธยาสมัยแสงจะเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีแดงและเข้าสู่ความมืดซึ่งจากทฤษฎีการกระเจิงของแสงที่ช่วงเวลาเย็นชั้นบรรยากาศมีฝุ่นละอองมากมายที่สกัดกั้นคลื่นแสงที่มีความถี่ต่ำไม่สามารถผ่านเข้ามาได้ทำให้มองเห็นแสงสีส้มฉาบบนท้องฟ้าและเปลี่ยนเป็นสีแดงในยามที่พระอาทิยต์กำลังจะลับขอบฟ้า ดังนั้นเราจึงเห็นแสงสีส้มได้นานกว่าแสงสีแดงที่จะเห็นเฉพาะเมื่อยามดวงอาทิตย์ใกล้พ้นขอบฟ้าซึ่งจากการสังเกตุเราจเห็นแสงสีแดงเป็นระยะเวลาไมเกิน 2 นาทีเท่านั้น เราจึงคุ้นเคยกับแสงสีส้มมากกว่าแสงสีแดง ในทางตรงกันข้าม ยามอรุณสมัยดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าเรามองเห็นเป็นแสงสีแดง เปลี่ยนเป็นแสงสีส้มและกลายเป็นแสงสีขาวอย่างรวดเร็วเนื่องจากในช่วงเวลากลางคืนน้ำค้างได้ทำการชำระเอาฝุ่นละอองในอากาศออกไปทำให้ชั้นบรรยากาศสะอาดกว่าในช่วงเวลาสนธยาสมัย เราจึงมองเห็นแสงสีแดง และแสงสีส้มในยามอรุณสมัยเป็นระยะเวลาสั้นกว่าในยามสนธยาสมัยมาก

5.2.4 ผลการทดสอบระบบการให้แสงสว่างทั้ง 3 ระบบ

สรุปความสำคัญของตัวแปรทั้ง 3 ได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลที่สุดที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายคือ ความเข้มแสงสว่าง การปรับตัวของสายตา และสีของแสงตามลำดับ โดยมีประสบการณ์ของผู้มองในอดีตเป็นตัวกำหนดแนวทางในการออกแบบซึ่งจากการวิเคราะห์ผลจากการทดสอบตัวแปรทั้ง 3 พบว่าสภาวะแสงสลัว ความส่องสว่างลดลงจากสว่างไปสู่มืดจากแสงสีโทนร้อนเข้าสู่ความมืด เป็นปรากฏการณ์ที่สอดคล้องกับช่วงเวลาแห่งสนธยาสมัยดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้กำหนดสมมุติฐานในการออกแบบระบบการให้แสงสว่างในสปาห้องนวดไทยออกเป็น 3 โดยจากการรับรู้ด้านการมองเห็นแสงสว่างในช่วงเวลาสนธยาสมัย ดังนี้

ระบบที่ 1 คือการเริ่มต้นจากการให้แสงทั่วไปที่ 15 ลักซ์เป็นแสงสีวอร์มไวท์ผสมผสานกับแสงสีโทนร้อนเมื่อกลุ่มตัวอย่างนอนลงบนที่นอนเพื่อเตรียมพร้อมรับการนวด พนักงานทำการลดความสว่างลงจาก 15 ลักซ์ลงมาอยู่ในช่วง 0.91-1.23 ลักซ์ แสงสีภายในห้องนวดไทยเปลี่ยนจากแสงสีวอร์มไวท์ลดลงมาจนเห็นเป็นแสงสีโทนร้อนสีส้มแดง จนเหลือเพียงแสงสีแดงจางๆจับที่ผนังและเพดานแบบฟุ้งกระจาย

ระบบที่ 2 คือการเริ่มต้นจากการให้แสงทั่วไปที่ 15 ลักซ์เป็นแสงสีวอร์มไวท์ผสมผสานกับแสงสีโทนเย็นเมื่อกลุ่มตัวอย่างนอนลงบนที่นอนเพื่อเตรียมพร้อมรับการนวด พนักงานทำการลดความสว่างลงจาก 15 ลักซ์ลงมาอยู่ในช่วง 0.52-0.77 ลักซ์ ซึ่งแสงสีภายในห้องนวดไทยเปลี่ยนจากแสงสีวอร์มไวท์ลดลงมาจนเห็นเป็นแสงสีโทนเย็นสีม่วง จนเหลือเพียงแสงสีม่วงจางๆจับที่ผนังและเพดานแบบฟุ้งกระจาย

ระบบที่ 3 คือการเริ่มต้นจากการให้แสงทั่วไปที่ 15 ลักซ์เป็นแสงสีวอร์มไวท์ผสมผสานกับแสงสีโทนร้อนเมื่อกลุ่มตัวอย่างนอนลงบนที่นอนเพื่อเตรียมพร้อมรับการนวด พนักงานทำการลดความสว่างลงจาก 15 ลักซ์ลงมาอยู่ในช่วง 0.52-0.77 ลักซ์ ซึ่งในขณะนั้นแสงสีโทนร้อนจะค่อยเปลี่ยนไปเป็นแสงสีโทนเย็นตามการลดลงของความสว่างภายในห้องจนเห็นเป็นแสงสีม่วงจางๆจับที่ผนังและเพดานแบบฟุ้งกระจายในที่สุด

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจในด้านความรู้สึกผ่อนคลายด้วยแบบสอบถามในสปาต้นแบบพบว่าเมื่อนำตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกผ่อนคลายมาทำการออกแบบระบบการให้แสงสว่างในสปาพบว่า การให้แสงในระบบที่ 3 ซึ่งใกล้เคียงกับการรับรู้ของแสงตามธรรมชาติในช่วงสนธยาสมัยทำให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกผ่อนคลายที่สุดคือจากเกณฑ์ความรู้สึกผ่อนคลาย 7 ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3 ได้คะแนนความผ่อนคลาย เฉลี่ย 6.03 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.66 นอกจากนี้ตัวแปรอื่นๆที่ยังมีผลต่อความผ่อนคลายอื่นๆ เช่น การเคลื่อนไหวของแสงที่เกิดจากการเลียนแบบธรรมชาติได้แก่แสงเทียนหรือการจำลองการเล่นแสงเงาของใบไม้เคลื่อนไหวตามแรงลมเบาๆตกกระทบฉากหลังสามารถสร้างความผ่อนคลายเพิ่มขึ้นได้ จากการวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การสร้างความรู้สึกผ่อนคลายในการนวดไทยแต่ผลที่ได้จากการวิจัยส่วนหนึ่งยังพบว่า เมื่อมีการเพิ่มความสว่างขึ้นในระยะเวลาที่เหมาะสมจะเกิดความรู้สึกคลายถูกปลุกให้ตื่นอย่างนุ่มนวลซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ตามธรรมชาติในช่วงเวลาแห่งอรุณสมัยที่ดวงอาทิตย์ค่อยๆขึ้นพ้นขอบฟ้า เปลี่ยนสีของท้องฟ้าจากมืดสนิทเป็นสว่าง จากสีดำผ่านสีส้มและเข้าสู่สีขาว ธรรมชาติบอกกับมนุษย์ว่าถึงเวลาแห่งการเริ่มเข้าสู่วันใหม่ดังนั้นการออกแบบระบบแสงสว่างที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายแล้วการออกแบบแสงสว่างที่ดีควรคำนึงถึงการปลุกผู้รับบริการนวดไทยให้ตื่นขึ้นและจบการรับบริการนวดด้วยความสดชื่น เปรียบเทียบการเริ่มต้นเข้ารับบริการนวดไทยในสปาคือการเข้าสู่ช่วงสนธยาสมัยด้วยความผ่อนคลายและจบการรับบริการโดยเข้าสู่ช่วงอรุณสมัยด้วยความรู้สึกสดชื่นเป็นการส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายที่แท้จริง

ภาพที่ 5-2 แสดงสีของระบบที่ 3 เทียบกับท้องฟ้ายามสนธยาสมัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้พบว่าตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความผ่อนคลายคือการเคลื่อนไหวของแสงและเงานั้นยังไม่สามารถวัดค่าได้แน่นอนว่ามาก หรือ น้อยเพียงใดจึงจะรู้สึกผ่อนคลาย การใช้แสงเทียนอย่างไรในปริมาณเท่าใดให้ความรู้สึกเป็นอย่างไร ในเรื่องของแสงที่ทำให้เกิดความรู้สึก สามารถศึกษาและวิจัยออกมาได้อีกมากมายที่เป็นประโยชน์ เช่น

- การนำแสงเทียนมาใช้ในสปาอย่างมีประสิทธิภาพ
- การวัดค่าความเคลื่อนไหวของแสงเป็น ที่ส่งผลให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย
- การลดการใช้พลังงานแสงสว่างในสปา

โดยหวังว่าการศึกษาในขั้นต่อๆไปเป็นประโยชน์มากขึ้น สามารถใช้พลังงานให้น้อยที่สุดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากเทคโนโลยีมีความทันสมัย และก้าวหน้าขึ้นทุกวันในฐานะของผู้ออกแบบจึงควรศึกษา และติดตามเทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อนำมาออกแบบผลงานที่มีประสิทธิภาพต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จุมพล เหมะคีรินทร์. ไขปริศนาท้องฟ้าสีคราม. [ออนไลน์]. 2548. แหล่งที่มา : article.stkc.go.th/file/blue%20sky.pdf [21 พฤษภาคม 2555]

ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2540.

ชำนาญ ห่อเกียรติ. เทคนิคการส่องสว่าง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

พรรณชลัท สุริโยธิน. การออกแบบแสงธรรมชาติให้แก่อาคาร, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543 (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่

ภัทรภร พันธุ์ภักดี. **ปัจจัยสำคัญในการออกแบบห้องนวดสปาเพื่อความผ่อนคลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ. **นวัตกรรมการสร้างสรรค์ห้องเรียนคุณภาพสูงด้วยระบบธรรมชาติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต,สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

สุนทร บุญญาธิการ. **ที่ระลึกอาคารสำนักงานชุมนุมสหกรณ์ออมทรัพย์แห่งประเทศไทย จำกัด**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ คูลพริ้นท์, 2551.

สุนทร บุญญาธิการ. **บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน**. กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

สุนทร บุญญาธิการ. **การออกแบบประสานระบบมหาวิทยาลัยชินวัตร**. กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

สุนทร บุญญาธิการ. การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติในอาคาร. วารสารอาษา. (มิถุนายน 2541)

สุนทร บุญญาธิการ. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย. **ปัจจัยในการออกแบบระบบแสงในอาคารเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต,สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

ภาษาอังกฤษ

Egan, M. D. Architectural Lighting. USA :McGraw-Hill, 2002.

Egan, M. D. Concept in Architectural Lighting. USA :McGraw-Hill, 1983.

Gary Gordon, James L. Nuckolls. Interior lighting for designers, 3rd Edition. New York: John Wiley & Sons, 1995.

IES illumination Engineering Society of North America. IES Lighting Handbook 2000 Reference Volume. New York, 2000.

Lou Michel, Light the Shape of Space. The United States of America: Van Nostrand Reinhold, 1996.

Philips Lighting. Product catalog. [Online]. 2011. Available from : http://www.ecat.lighting.philips.co.th/l/lamps/45683/cat/# [2012, April 2]

Stein, B.,and Raynolds. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 9thEdition. New York : John Wiley & Sons, 2000.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

คำศัพท์และคำนิยามเกี่ยวกับแสง

1. **ปริมาณแสง** (luminous flux)

คือ ปริมาณพลังงานแสงที่เปล่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา เป็นการบอกค่าพลังงานหรือกำลังของแสงจากแหล่งกำเนิดแสง ในรูปแบบของเส้นแรงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น ลูเมน (lumen,lm) โดยปริมาณแสง 680 ลูเมน ที่เกิดจากลำของรังสีหนึ่งๆที่ความยาวคลื่น 0.555 ไมครอน (microns) จะมีพลังงาน 1 วัตต์ (Watt) เป็นค่าที่มากที่สุดสำหรับตาของมนุษย์ในการมองเห็น เช่น เทียนทั่วไปจะให้แสงประมาณ 12.57 ลูเมน ในขณะที่หลอดไส้ 100 วัตต์ ให้แสงประมาณ 1,200 ลูเมน (Stein and Reynolds, 2000)

2. **โซลิดแองเกิล** (solid angle: ω)

เป็นการวัดสัดส่วนของพื้นที่ผิวทรงกลมที่ถูกครอบคลุมด้วยพื้นที่สมมติรูปกรวยที่มีส่วนแหลมที่สุดของกรวยอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมนั้น ๆ หรืออัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวของทรงกลมส่วนที่พิจารณา ต่อรัศมีของทรงกลมนั้น ๆ ยกกำลังสอง มีหน่วยเป็น สเตอเรเดียน (steradian) ใช้อักษรย่อ sr ดังสมการต่อไปนี้

$$\omega = A/R^2$$

เมื่อ ω คือ โซลิดแองเกิล (solid angle)

A คือ พื้นที่ผิวทรงกลมส่วนที่พิจารณา

R คือ รัศมีของวงกลม

3. **ความเข้มแสง** (Luminous Intensity)

คือ ปริมาณแสงที่เปล่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงในโซลิดแองเกิลใดๆ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง หรือเป็นการบอกค่าความมากน้อยของพลังงาน หรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ในรูปของความเข้มแสง (luminous intensity) หรือบางทีเรียกว่า กำลังส่องสว่าง (candle power) มีหน่วยเป็น แคนเดลา (candela) หรือ ลูเมนต่อสเตอเรเดียน (lumen per steradian)

ซึ่งในการพิจารณาลักษณะนี้ ใช้สำหรับการพิจารณาโดยการนำแหล่งกำเนิดแสงที่เล็กมากจนเสมือนจุด (point source) และมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสม่ำเสมอทุกทิศทางเท่ากับ 1 แคนเดลา มาวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลง

บนทุก ๆ หนึ่งตารางหน่วยพื้นที่บนพื้นผิวของทรงกลมนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน และเนื่องจากพื้นที่ผิวของทรงกลมรัศมี 1 หน่วย มีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าความเข้มแสง 1 แคนเดลาจะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงของแสงออกมาได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน (Stein and Reynolds, 2000)

4. **ความส่องสว่าง** (illuminance)

คือ ปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่หน่วยใด ๆ มีหน่วยเป็นลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (lumen per unit area) หากทรงกลมสมมติมีรัศมี 1 ฟุต ปริมาณแสง 1 ลูเมนที่ตกกระทบพื้นผิวทรงกลมในพื้นที่ 1 ตารางฟุต ความส่องสว่างจะมีค่า 1 ลูเมนต่อตารางฟุต หรือ 1 ฟุตแคนเดิล (footcandles,fc) แต่หากทรงกลมมีรัศมี 1 เมตร แสง 1 ลูเมนตกลงบนพื้นที่ 1 ตารางเมตรของผิวทรงกลม ความส่องสว่างจะมีค่า 1 ลักซ์ (lux) โดยความส่องสว่าง 1 ฟุตแคนเดิล เท่ากับ 10.76 ลักซ์ (Stein and Reynolds, 2000)

5. **การส่องสว่าง** (illumination)

คือ ปริมาณความส่องสว่างบนพื้นผิวที่พิจารณา มีหน่วยเป็นลักซ์ (lx) หรือฟุตแคนเดิล (fc) มีความสัมพันธ์กับความเข้มแสงแบบแปรผันตามกัน และมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับระยะผกผัน (inverse square law) ดังสมการต่อไปนี้

$$E = I/d^2$$

เมื่อ E คือ การส่องสว่าง
I คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่าง
d คือ ระยะทางระหว่างพื้นผิวกับแหล่งกำเนิดแสง

6. **ความสว่าง** (luminance)

คือ ความส่องสว่างที่สะท้อนหรือส่องผ่านออกมาจากวัตถุเข้าตาทำให้สามารถมองเห็นวัตถุได้ โดยวัตถุนั้นจะมีคุณสมบัติเป็นแหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม (secondary light source) มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m^2) หรือ ฟุตแลมเบิร์ด (footLamberts, fL) มีความสัมพันธ์กับการส่องสว่าง (E) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (ρ) และ ค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านแสง(τ) ดังสมการต่อไปนี้

$$L = E * \rho$$

$$L = E * \tau$$

เมื่อ L คือ ความสว่าง (fL)

E คือ การส่องสว่าง (fc)

ρ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

τ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านแสง

7. **ความจ้า** (brightness)

คือ การตอบสนองด้านความคิด (subjective response) ต่อความสว่าง (luminance) ในพื้นที่ภาพที่มองเห็น (field of view) ซึ่งแสงจะมีความจ้ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวของสายตาแต่ละบุคคล

8. **ความเปรียบต่าง** (contrast)

คือ ความแตกต่างของจุดสังเกตกับสิ่งที่อยู่รอบข้าง ซึ่งถ้ามีความเปรียบต่างมากจะทำให้มองเห็นได้ง่าย ต้องการปริมาณแสง และเวลาในการรับภาพน้อยลง แต่หากความเปรียบต่างมีค่ามากเกินไปจะทำให้สายตากต้องการการปรับตัวอย่างรุนแรง จะเป็นผลให้สายตาไม่สามารถมองเห็นได้อย่างอิสระ หรือเกิดการระคายเคืองทางสายตา หมายถึง การเกิดแสงบาดตา ค่าความเปรียบต่างสามารถหาได้จากอัตราส่วนความแตกต่างของความสว่าง (contrast ratio) ระหว่างวัตถุที่พิจารณากับความสว่างของสภาพแวดล้อม ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{contrast} = \left| \frac{L_\beta - L_\tau}{L_\beta} \right|$$

เมื่อ L_β คือ ความสว่างของสภาพแวดล้อม

L_τ คือ ความสว่างของวัตถุ

เพื่อป้องกันแสงบาดตา และความสบายในการมองเห็น มีความจำเป็นต้องควบคุม ความแตกต่างระหว่างจุดที่มืดที่สุด และจุดที่สว่างที่สุด (brightness contrast) ให้อยู่ในอัตราส่วนที่พอเหมาะ ซึ่งมีการจำกัดปริมาณของความเปรียบต่างที่สามารถยอมรับได้เป็นค่ามากที่สุด

9. **แสงบาดตา** (glare)

แสงบาดตาเกิดจาการเข้ามาของแสงที่มีความเข้มสูง สู่มุมมองของสายตา โดยแสงนี้มีความจ้า (brightness) มาก เมื่อเทียบกับความจ้าในสภาพแวดล้อมทั่วไป มีผลทำให้เกิดปัญหาในการมอง แสงบาดตาอาจเกิดขึ้นได้จาก 3 แนวทาง ดังนี้

- แสงบาดตาที่เกิดขึ้นโดยตรง (direct glare and direct sparkle)

เกิดขึ้นเมื่อแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างสูงมาก อยู่ภายในภาพที่มองเห็น จะมีความรุนแรงมาก หากการมองมีทิศทางสู่แหล่งกำเนิดโดยตรง

- แสงบาดตาที่เกิดขึ้นทางอ้อม (indirect glare and indirect sparkle)

เกิดขึ้นเมื่อพื้นผิวภายใน หรือภายนอกอาคาร เช่น ผนังห้อง ได้รับแสงในปริมาณมาก แล้วสะท้อนหรือส่องผ่านแสงทำให้พื้นผิวนั้น ๆ มีความสว่างมากเกินไป

- แสงบาดตาที่เกิดขึ้นจากการสะท้อน (reflected glare, reflected sparkle and veiling reflected)

แสงบาดตาที่เกิดขึ้นจากแสงสะท้อน (reflected glare and reflected sparkle) เกิดขึ้นจากการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา จากแหล่งกำเนิดแสงบนพื้นผิวที่มีความมันวาว ตัวอย่างพื้นผิวภายในห้อง เช่น พื้นโต๊ะ กระจก มีผลทำให้เกิดความรำคาญ เมื่อแสงสะท้อนนั้นอยู่ในจอภาพที่มองเห็น ในขณะที่ แสงสะท้อนที่ลดประสิทธิภาพในการมองเห็นวัตถุ (veiling reflected) เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสบแบบเสมือนกระจกเงาบนวัตถุ แสงที่สะท้อนออกมานั้นจะบดบังรายละเอียดบนวัตถุนั้น ทำให้สายตาไม่สามารถมองเห็นวัตถุนั้นได้อย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น การสะท้อนแสงบนหน้ากระดาษแบบมันของหนังสือ แสงที่สะท้อนออกมาจะมีความจ้ามากจนไม่สามารถอ่านตัวหนังสือได้

ในที่นี้ มีความแตกต่างที่สำคัญของแสงบาดตา (glare) กับ สปาร์คเกิล (sparkle) ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงสว่างกับพื้นที่ของความสว่างที่ปรากฏในภาพที่มองเห็น โดย สปาร์คเกิล จะเกิดความเข้มเท่ากัน หรือมากกว่า บนพื้นที่ขนาดเล็ก ซึ่งพื้นที่นี้จะเป็นจุดกลางที่มีประกายแสงกระจายออกมา ในขณะที่แสงบาดตา จะเกิดขึ้นในพื้นที่ขนาดใหญ่กว่า และไม่มีประกายแสงออกมาจากแสงบาดตาที่เกิดขึ้น (Gordon and Nuckolls, 1995) ทั้งนี้ แสงบาดตาประเภทต่าง ๆ สามารถเกิดได้ตั้งแต่ในระดับที่ทำให้เกิดความไม่สบายตา (discomfort glare) ที่สายตายังสามารถมองเห็น แต่เป็นไปด้วยความยากลำบาก หรือก่อให้เกิดความรำคาญ ไปจนถึงแสงบาดตาในระดับที่ทำให้ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ (disability glare) สายตาไม่สามารถมองเห็นได้ เนื่องจากความจ้าที่มากเกินไป

10. **สัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของวัตถุ** (absorptance, α)

คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่ดูดกลืนผ่านพื้นผิวเข้าไปในวัตถุ ต่อความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 หรืออาจเทียบเป็นค่าระหว่าง 0 – 100% (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2543)

11. **สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุ** (reflection, ρ)

คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิววัตถุ ต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผิววัตถุนั้น ๆ หรือ ความส่องสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ ต่อความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 หรืออาจเทียบเป็นค่าระหว่าง 0 – 100% (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2543)

12. **สัมประสิทธิ์ของการส่องผ่านแสงของวัตถุ** (transmittance, τ)

คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่ส่องทะลุผ่านพื้นผิววัตถุ ต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นผิววัตถุนั้น ๆ หรือ ความส่องสว่างที่ทะลุผ่านวัตถุออกมา ต่อความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 หรืออาจเทียบเป็นค่าระหว่าง 0 – 100%

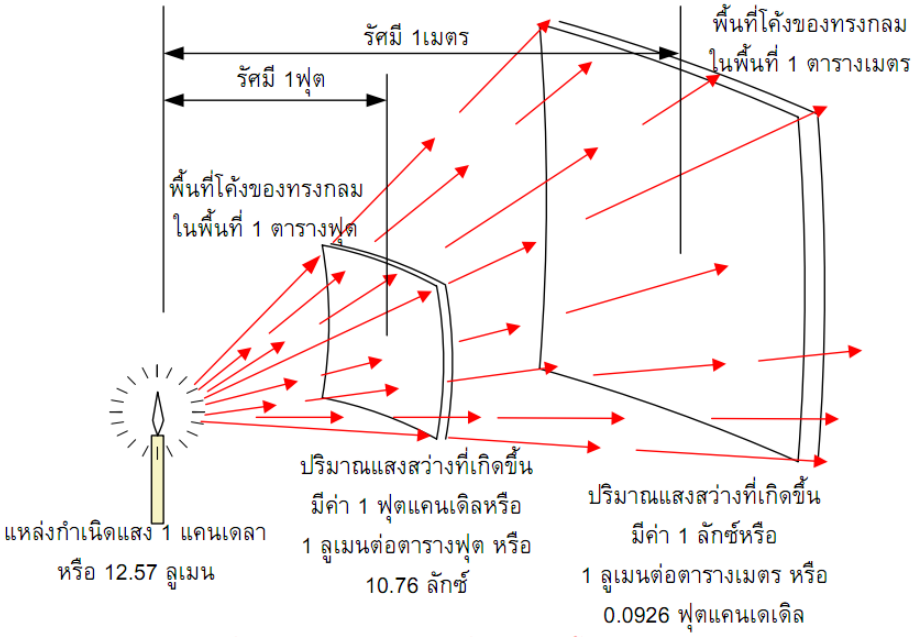
13. **ฟุตแคนเดิล** (footcandle)

พิจารณาจากการนำเอาแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กมาก ๆ เสมือนจุดและมีค่ากำลังส่องสว่างเปล่งออกมารอบ ๆ ทุกทิศทางอย่างสม่ำเสมอมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา นำมาวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมซึ่งมีรัศมี 1 ฟุต และมีปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงส่องสว่าง 1 ลูเมน ไปตกลงทุก ๆ 1 ตารางฟุต บนพื้นที่ผิวทรงกลม ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ฟุตแคนเดิล หรือมีค่า 1 ลูเมนต่อตารางฟุต

แต่ถ้าเราให้รัศมีของทรงกลมเปลี่ยนจาก 1 ฟุต ไปเป็น 1 เมตร และมีปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง 1 ลูเมน ไปตกลงทุก ๆ เมตร บนพื้นที่ผิวทรงกลม ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์ หรือมีค่า 1 ลูเมนต่อตารางเมตร และค่าปริมาณแห่งการส่องสว่าง 1 ฟุตแคนเดิล จะมีค่าเท่ากับ 10.76 ลักซ์ เครื่องมือที่ใช้วัดค่าปริมาณแห่งการส่องสว่างที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีด้วยกัน 2 แบบ คือ ฟุตมิเตอร์ (footmeter) กับลักซ์มิเตอร์ (luxmeter)

14. ลูเมน (lumen)

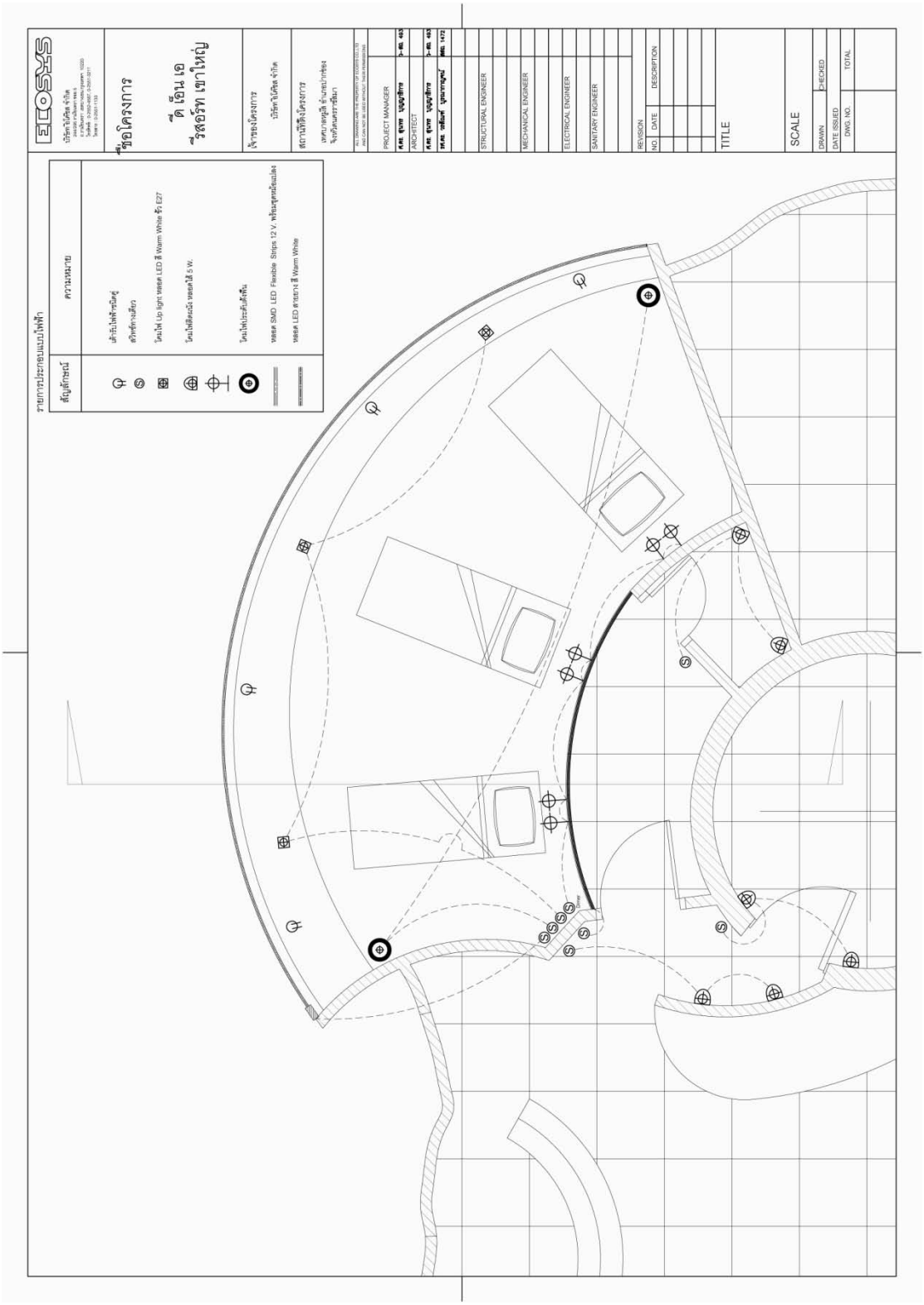
ในการบอกค่าความมากน้อยของพลังงาน หรือกำลังของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ อีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กัน คือ บอกอยู่ในรูปของปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้น เช่น ถ้ามีแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็กมาก ๆ เสมือนจุด และมีค่าความเข้มแสงเปล่งออกมารอบตัวมันอย่างสม่ำเสมอรอบทุกทิศทาง และมีค่าเท่ากับ 1 แคนดาลา นำมาวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมโดยมีรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งตกลงไปบนทุก ๆ หนึ่งตารางหน่วยพื้นที่ผิวของทรงกลม จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน ถ้าพิจารณาพื้นที่ทั้งหมดของทรงกลมแล้ว จะมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ เพราะฉะนั้นค่าความเข้มแสง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างออกได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน โดยพิจารณาได้จากรูป



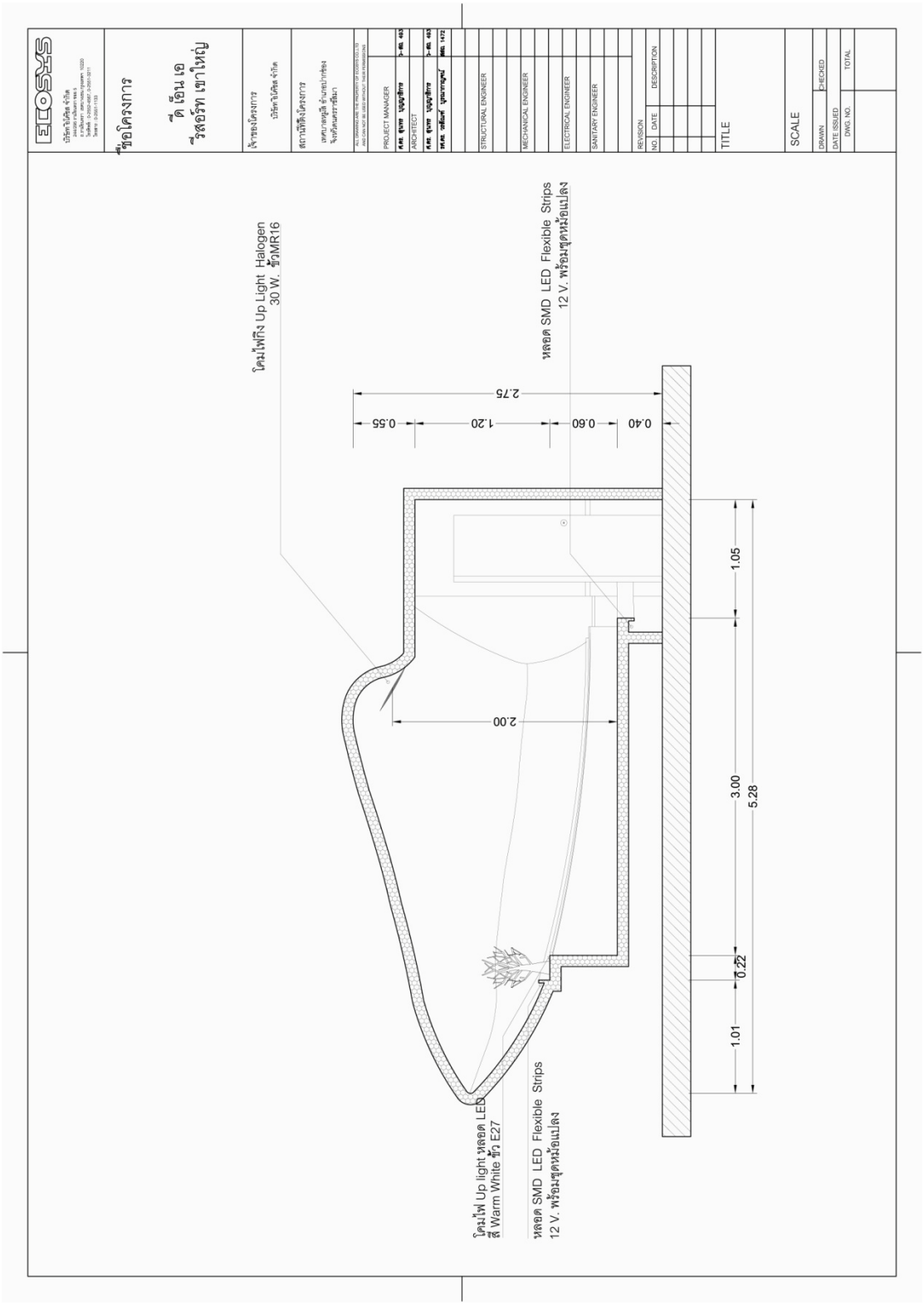
ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของหน่วยวัดแสงสว่างในรูปของฟุตแคนเดิลและลักซ์ (Stein and Renolds, 1980)

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข ผังการติดตั้งระบบแสงสว่าง



รูปตัดแสดงการติดตั้งระบบแสงสว่าง



ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค แบบสอบถาม

แบบสอบถามตัวแปร **ชุดที่**.....

ระดับความรู้สึกผ่อนคลาย(กรอกข้อมูลโดยเจ้าหน้าที่ทั้งหมด)

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ❒ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างตรงตามความเป็นจริง

1.1 เพศ

❒ ชาย ❒ หญิง

1.2 อายุ.....ปี

1.3 ท่านมีโรคประจำตัวที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นหรือไม่

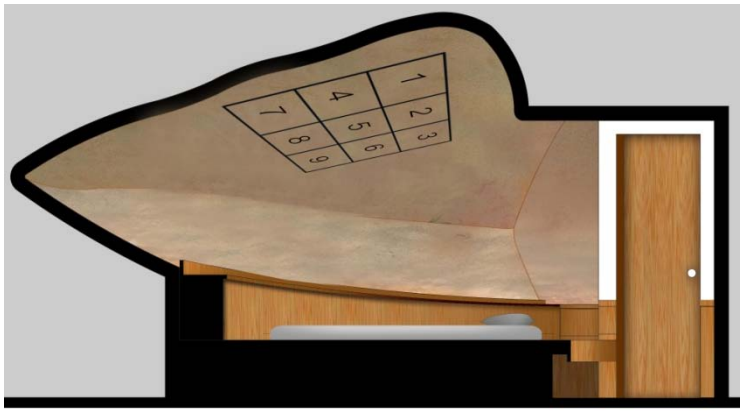
❒ ไม่มี

❒ มีโรคประจำตัว โปรดระบุ.....

<u>ส่วนที่ 2</u> การเก็บข้อมูลตัวแปร

2.1 การทดสอบความเข้มแสงสว่าง และความส่องสว่าง

ผู้ทดสอบนอนอยู่ในลักษณะสบายในพื้นที่ทดสอบ เปิดไฟสีวอร์มไวท์ ในลักษณะมองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสงแล้วทำการปรับแสงด้วยดิมเมอร์จนผู้ทดสอบรู้สึกผ่อนคลายวัดค่าความเข้มแสงสว่างด้วย เครื่องวัดค่าความสว่างของวัตถุ KONICA MINALTA LS-100 เก็บข้อมูลความเข้มแสงสว่างที่น้อยที่สุด และมากที่สุดที่ยังทำให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกผ่อนคลาย จาก 9 ตำแหน่งบนเพดาน และเก็บค่าความส่องสว่างที่ตกลงมายังดวงตาของกลุ่มตัวอย่างด้วยเครื่องวัดแสงแบบดิจิตอล DIGICON LX-73 เก็บข้อมูลความส่องสว่างที่น้อยที่สุด และมากที่สุดที่ยังทำให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกผ่อนคลาย



ค่าความเข้มแสงสว่างที่น้อยที่สุด cd/m2

1 …….	2 …….	3 …….
4 …….	5 …….	6 …….
7 …….	8 …….	9 …….

ค่าความเข้มแสงสว่างที่กมากที่สุด cd/m2

1 …….	2 …….	3 …….
4 …….	5 …….	6 …….
7 …….	8 …….	9 …….

ค่าความส่องสว่างที่น้อยที่สุด.....(ลักซ์)

ค่าความส่องสว่างที่มากที่สุด.....(ลักซ์)

2.2 การทดสอบการปรับตัวของสายตา

2.2.1 ทดสอบโดยการให้ผู้ทดสอบนอนอยู่ในท่าสบายในห้องที่ควบคุมความสว่างไว้ที่ 15 ลักซ์ ซึ่งเป็นการมองเห็นแสงที่ไม่ทำให้เกิดความระคายเคืองตา จากนั้นทำการลดแสงลงจนมืดสนิท และทดสอบอีกครั้งโดยการเพิ่มแสงจากมืดไปยัง 15 ลักซ์ เก็บข้อมูลความรู้สึกผ่อนคลายโดยเลือกคำตอบเพียงข้อเดียว

❒ ก. รู้สึกผ่อนคลาย กับการลดแสง

❒ ข. รู้สึกผ่อนคลาย กับการเพิ่มแสง

❒ ค. ไม่มีความแตกต่างกัน

ทดสอบโดยใช้ระยะเวลาในการ ❒เพิ่ม, ❒ลด ของแสงดังนี้ 2 วินาที 5 วินาที 10 วินาที 15 วินาที ให้คะแนนความรู้สึกผ่อนคลายที่สุด 7 คะแนนและผ่อนคลายน้อยที่สุด 1 คะแนน

การปรับความสว่างภายใน 2 วินาที	1	2	3	4	5	6	7
การปรับความสว่างภายใน 5 วินาที	1	2	3	4	5	6	7
การปรับความสว่างภายใน 10 วินาที	1	2	3	4	5	6	7
การปรับความสว่างภายใน 15 วินาที	1	2	3	4	5	6	7

2.3 การทดสอบสีของแสง

2.3.1 ทดสอบสีของแสงจากหลอดแสงขาว

❒ ก. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงแบบวอร์มไวท์

❒ ข. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงแบบเดย์ไลท์

❒ ค. ไม่มีความแตกต่างกัน

2.3.2 การทดสอบสีของแสงจากหลอดแอลอีดี

กลุ่มของแสงสีโทนร้อน

❒ ก. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีแดง

❒ ข. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีส้ม

❒ ค. ไม่มีความแตกต่างกัน

กลุ่มของแสงสีโทนเย็น

❒ ก. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีม่วง

❒ ข. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีน้ำเงิน

❒ ค. ไม่มีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบแสงสีโทนร้อนกับแสงสีโทนเย็น

❒ ก. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีส้ม

❒ ข. พึงพอใจในความรู้สึกผ่อนคลาย กับแสงสีม่วง

❒ ค. ไม่มีความแตกต่างกัน

แบบสอบถามระบบการให้แสงสว่าง **ชุดที่**.....

(กรอกข้อมูลโดยเจ้าหน้าที่ทั้งหมด)

กลุ่มตัวอย่างมีความรู้สึกผ่อนคลายต่อระบบการให้แสงสว่าง 3 ระบบ โดยให้คะแนนดังนี้ ความรู้สึกผ่อนคลาย 7 ระดับ โดยที่ 7=รู้สึกผ่อนคลายมากที่สุด ไปจนถึง 1=ไม่มีความรู้สึกผ่อนคลายเลย

ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 1 1 2 3 4 5 6 7

ข้อมูลหว่างการทำแบบสอบถาม

ความส่องสว่างในระดับสายตา.....ลักซ์

.....

ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 2 1 2 3 4 5 6 7

ข้อมูลหว่างการทำแบบสอบถาม

ความส่องสว่างในระดับสายตา.....ลักซ์

.....

ระบบการให้แสงสว่างระบบที่ 3 1 2 3 4 5 6 7

ข้อมูลหว่างการทำแบบสอบถาม

ความส่องสว่างในระดับสายตา.....ลักซ์

.....

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย วรวีร์ ชินสมบูรณ์

เกิดวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ.2519

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2537-2543	หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัย รังสิต

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2545-ปัจจุบัน	สถาปนิกโครงการ บริษัท เดลต้าที รีโนเวชั่น