การประเมินสภาวะสบายตาจากการใช้ LED media display ภายในอาคาร

นางสาวณัชชา เก่งการพานิช

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.

VISAUL COMFORT ASSESSMENT THROUGH LED MEDIA DISPLAY IN BUILDING

Miss Natcha Kengkanpanich

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินสภาวะสบายตาจากการใช้ LED media display ภายในอาคาร
โดย	นางสาวณัชชา เก่งการพานิช
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาริณี รามสูต)

ณัชชา เก่งการพานิช : การประเมินสภาวะสบายตาจากการใช้ LED media display ภายในอาคาร.(VISAUL COMFORT ASSESSMENT THROUGH LED MEDIA DISPLAY SIGNS IN BUILDING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. พรรณชลัท สุริโยธิน, 93 หน้า.

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการประเมินสภาวะสบายตาจากการใช้ LED media display ภายในอาคาร เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างระหว่าง LED media display กับความสว่างพื้นหลังโดยรอบที่สบายตาและแนวทางการประยุกต์ใช้ โดยทำการศึกษาในห้องทดลองที่กำหนดขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม โดยค่าความสว่างที่ 250 cd/m^2 กำหนดค่าความสว่างพื้นหลังในลักษณะ gray scale 8 ระดับ และ color 8 ระดับ ใช้ผู้เข้าร่วมทดสอบ จำนวน 40 คน และที่ค่าความสว่าง 550 cd/m^2 กำหนดค่าความสว่างพื้นหลังในลักษณะ gray scale 8 ระดับ ใช้ผู้เข้าร่วมทดสอบ 70 คน รวมทั้งสิ้น 24 กรณีศึกษา

สรุปผลการทดลองโดยการวิเคราะห์จากการใช้สถิติ Logistic regression เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของ LED media display ที่ค่าความสว่าง 250 cd/m^2 ในลักษณะ gray scale พบว่าร้อยละ 50 ของผู้ทดสอบรู้สึกสบายตาเมื่อค่าความสว่างพื้นหลังเท่ากับ 1.8 cd/m^2 และมากกว่าร้อยละ 50 ของผู้ทดสอบรู้สึกสบายตาที่ค่าความสว่างพื้นหลังมีค่ามากกว่า 1.8 cd/m^2 - 12.2 cd/m^2 และที่ค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 ในลักษณะ color พบว่าร้อยละ 50 ของผู้ทดสอบรู้สึกสบายตาเมื่อค่าความสว่างพื้นหลังเท่ากับ 1.9 cd/m^2 และมากกว่าร้อยละ 50 ของผู้ทดสอบรู้สึกสบายตาที่ค่าความสว่างพื้นหลังมีค่ามากกว่า 1.9 cd/m^2 - 12.2 cd/m^2 สำหรับค่าความสว่างจอ 550 cd/m^2 ในลักษณะ gray scale พบว่าร้อยละ 50 ของผู้ทดสอบรู้สึกสบายตาเมื่อค่าความสว่างพื้นหลังเท่ากับ 11.25 cd/m^2 และมากกว่าร้อยละ 50 ของผู้ทดสอบรู้สึกสบายตาที่ค่าความสว่างพื้นหลังมีค่ามากกว่า 11.25 cd/m^2 - 24.5cd/m^2

สำหรับการประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความสบายตาควรมีการออกแบบเพื่อเน้นความสว่างพื้นหลัง เพื่อเพิ่มความสว่างพื้นหลังกับ LED ไม่ให้มีความต่างกันมากจนเกินไป และการให้ความสำคัญในการเลือกใช้วัสดุตกแต่งที่ไม่มันวาว ซึ่งอาจทำให้เกิดแสงบาดตา ดังนั้นผู้ที่มีความสนใจในเรื่องการใช้ LED media display ภายในอาคาร สามารถนำผลการวิเคราะห์และแนวทางที่ได้จากการวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบติดตั้ง จอ LED media display ภายในอาคารได้อย่างเหมาะสม

ภาควิชา……สถาปัตยกรรมศาสตร์……ลายมือชื่อนิสิต…….....
สาขาวิชา…..สถาปัตยกรรม……...ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์……..
ปีการศึกษา 2554……

5374258525: MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS: LED MEDIA DISPLAY / VISULA COMFORT

NATCHA KENGKANPANICH: VISAUL COMFORT ASSESSMENT THROUGH LED MEDIA DISPLAY IN BUILDING. ADVISOR : ASSOC.PROF.PHANCHALATH SURIYOTHIN, 93 pp.

This research is an assessment of the visual comfort of LED media displays in interior spaces to study the luminance ratio between LED media displays and background luminance and to establish application guidelines. A study was done with two groups regarding the specific settings of screen brightness in a designed laboratory. For the test, one group of 40 subjects was exposed to the screen brightness of LED 250 cd/m^2 .it was tested with different levels of background luminance: 8-level-gray scale and 8-level-color scale and the other 70 subjects exposed to the screen brightness of LED 550 cd/m^2.it was tested with different levels of background luminance: 8-level-gray scale, totaling 24 case studies.

The experiment's results were analyzed using logistic regression statistics to find out the relations of probability level of visual comfort of luminance ratio between LED media displays and background luminance .When the screen luminance at 250 cd/m^2 and the gray scale background luminance value was equivalent to 1.8 cd/m^2, it was found that 50% of the subjects experienced visual comfort, and more than 50% of the subjects experienced visual comfort when the background luminance was from 1.8 cd/m^2 to 12.2 cd/m^2. As for the screen luminance at 250 cd/m^2 and the background luminance equivalent to 1.9 cd/m^2, it was found that 50% of the subjects experienced visual comfort, and more than 50% of the subjects experienced visual comfort at background luminance from more than 1.9 cd/m^2 to 12.2 cd/m^2. For the 550 cd/m^2 screen luminance, it was found that 50% of the subjects experienced visual comfort when the background luminance was equivalent to11.25 cd/m^2, and more than 50% of the subjects experienced visual comfort when the background luminance was from more than 11.25 cd/m^2 to 24.5 cd/m^2.

The application of LED media displays in buildings should be designed with some difference in background and screen luminance for viewers' visual comfort as revealed in the research results, and it is important that the screen should be placed on less reflected background which may cause a discomfort glare. This research will be a benefit to those who apply LED media displays in buildings.

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

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

Academic Year: .2011…….

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยการแนะนำและความช่วยเหลือจากบุคคลและสถาบัน ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ดังนี้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. พรรณชลัท สุริโยธิน ซึ่งได้มอบความรู้ตลอดการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ ผศ. ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร ผศ.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ และ ผศ.ดร.ธาริณี รามสูต สำหรับคำเสนอแนะในงานวิจัยและขอบคุณ ดร.วณิชยา กิตติไกรศักดิ์ และ ดร.นวลวรรณ ทวยเจริญ สำหรับข้อมูลในงานวิจัยขอบคุณภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ เจ้าหน้าที่ทุกท่าน และเพื่อนรุ่นพี่ IDEA 3 สำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจเสมอมา

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ ดร. สุวัฒน์ สุวรรณดี รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต สำหรับทุนการศึกษาตลอดภาคการเรียน และสนับสนุนงานวิจัย ขอบคุณครอบครัวที่คอยเป็นห่วงช่วยเหลือ และให้กำลังใจที่ดี คุณพรชัย โลหะพิริยกุล คุณแม่อุทัย ที่คอยช่วยเหลือทุกๆอย่าง คุณพิมพ์ชนก คุณธีรภัทร ที่มาของสปอนเซอร์ของจอ LED และกลุ่มตัวอย่างทุกๆคนในงานวิจัย ขอบคุณมากค่ะ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น..... 2

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย..... 2

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย..... 2

1.7 ระเบียบวิธีการวิจัย..... 3

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีแสงสว่างพื้นฐานและนิยามความส่องสว่าง..... 5

2.1.1 ทฤษฎีแสงพื้นฐาน..... 5

2.1.2 พฤติกรรมของแสง..... 6

2.2 ทฤษฎีสีและองค์ประกอบของสีในงานออกแบบ..... 10

2.2.1 สี (color)..... 10

2.2.1 องค์ประกอบของสีในงานออกแบบ..... 12

2.3 ทฤษฎีความสว่างที่เกี่ยวกับการมองเห็น..... 13

2.4 แสงบาดตา (Glare) 14

2.5 หลอดแอลอีดี (light-emitting diode)..... 16

หน้า

2.6 วิวัฒนาการของจอแสดงผล..... 17
2.7 จอแอลอีดี (LED) 18
2.8 รูปแบบการใช้งานจอ LED media display ภายในอาคาร..... 19
2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากร..... 31
3.3.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและเพศ..... 31
3.1.2 แผนภูมิแสดงช่วงอายุ 32
3.1.3 ลักษณะอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง..... 32
3.1.4 ลักษณะการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่าง..... 33
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 33
3.2.1 ลูมิแนนซ์มิเตอร์ (Luminance Meter) 33
3.2.2 โทรทัศน์ (LED TV) ของ Toshiba ขนาด 40" 34
3.2.3 โทรทัศน์ (LED TV) ของ SAMSUNG ขนาด 55" 34
3.2.4 การกำหนดสื่อที่ใช้ในการวิจัย..... 35
3.3 วิธีการทดลอง..... 36
3.3.1 กรณีศึกษา..... 36
3.3.2 ขั้นตอนการจัดทำห้องทดลอง..... 53
3.3.3 วิธีการทดลอง..... 56
3.3.4 แบบสอบถาม..... 60

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลองจากกรณีศึกษา..... 61
4.1.1 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 1-8
ในลักษณะ gray scale 61

หน้า

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ Logistic Regression
จากกราฟแสดงความสัมพันธ์..... 63
4.1.3 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 9-18
ในลักษณะ color..... 63
4.1.4 ผลการวิเคราะห์ Logistic Regression
จากกราฟแสดงความสัมพันธ์..... 64
4.1.5 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 17-24
ในลักษณะ gray scale..... 65
4.1.6 ผลการวิเคราะห์ Logistic Regression
จากกราฟแสดงความสัมพันธ์..... 66

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 68
5.1.1 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 1-8
ในลักษณะ gray scale 68
5.1.2 การสรุปผลร้อยละของอัตราส่วนความสว่าง..... 69
5.1.3 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 9-18
ในลักษณะ color..... 70
5.1.4 การสรุปผลร้อยละของอัตราส่วนความสว่าง..... 71
5.1.5 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 18-24
ในลักษณะ gray scale 71
5.1.6 การสรุปผลร้อยละของอัตราส่วนความสว่าง..... 73
5.2 สรุปผล..... 74
5.3 ข้อเสนอแนะ..... 79
รายการอ้างอิง..... 80
ภาคผนวก..... 82
ภาคผนวก ก..... 83
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 94

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างที่แนะนำ..... 15

ตารางที่ 2.2 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Single LED media display..... 19

ตารางที่ 2.3 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Multiple LED media display..... 20

ตารางที่ 2.4 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Cylinder inner space LED media display..... 21

ตารางที่ 2.5 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Cylinder outer space LED media display..... 22

ตารางที่ 2.6 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Curve narrow angle LED media display..... 23

ตารางที่ 2.7 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Curve wide angle LED media display..... 27

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการวัดค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 37

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการวัดค่าความสว่างจอ 550 cd/m^2 38

ตารางที่ 3.3 แสดงกรณีศึกษาค่าความสว่างพื้นหลัง..... 40

ตารางที่ 3.4 แสดงกรณีศึกษาค่าความสว่างพื้นหลัง..... 40

ตารางที่ 3.5 แสดงกรณีศึกษาค่าความสว่างพื้นหลัง..... 41

ตารางที่ 3.6 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง ความสว่างจอ 250 cd/m^2..... 56

ตารางที่ 3.7 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง ความสว่างจอ 250 cd/m^2..... 57

ตารางที่ 3.8 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง ความสว่างจอ 550 cd/m^2..... 58

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 1-8 62

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 9-16..... 64

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 17-24 66

ตารางที่ 5.1 แสดงผลจากการทดลองเป็นร้อยละจากกรณีศึกษาที่ 1-8..... 70

ตารางที่ 5.2 แสดงผลจากการทดลองเป็นร้อยละจากกรณีศึกษาที่ 9-18..... 72

ตารางที่ 5.3 แสดงผลจากการทดลองเป็นร้อยละจากกรณีศึกษาที่ 18-24..... 73

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงการดูดกลืนของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลาง……..…… 6

ภาพที่ 2.2 แสดงการสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา…….. 7

ภาพที่ 2.3 แสดงการสะท้อนแสงแบบการกระจายแสงแบบสมบูรณ์……..……..... 7

ภาพที่ 2.4 แสดงการสะท้อนแสงแบบการกระจายแสงแบบกระจัดกระจาย……..…. 8

ภาพที่ 2.5 แสดงแสงตกกระทบตัวกลางเกิดการหักเหแล้วทะลุผ่าน…… 8

ภาพที่ 2.6 แสดงแสงตกกระทบตัวกลางแล้วทะลุผ่านแบบกระจาย……..... 9

ภาพที่ 2.7 แสดงตัวอย่างของ Additive color Mixing (efg2, 2555: online)……..... 10

ภาพที่ 2.8 แสดงตัวอย่างของ Subtractive color Mixing
(efg2, 2555: online)……..…… 11

ภาพที่ 2.9 แสดงตัวอย่างของแสงจากหลอดแอลอีดี light-emitting diode……. 16

ภาพที่ 2.10 แสดงช่วงเวลาการพัฒนาของอุปกรณ์แสดงผล……..…… 17

ภาพที่ 2.11 แสดงตัวอย่างจอแอลอีดี (LED) (gets, 2555 : online)……..……. 18

ภาพที่ 2.12 แสดงตำแหน่งการวัดเฉลี่ย 13 จุด……..…….. 25

ภาพที่ 2.13 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ
N.Tuaycharoen and P. R.Tregenza,2005……...…… 26

ภาพที่ 2.14 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ
N.Tuaycharoen and P. R. Tregenza,2005……..…… 26

ภาพที่ 2.15 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ
Teppei ,Daisuke ,Takashi ,Takayoshi ,Masahiro และ Masami,
2006……..…… 27

ภาพที่ 2.16 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ
Teppei ,Daisuke ,Takashi ,Takayoshi ,Masahiro และ Masami,
2006……..…….. 28

ภาพที่ 2.17 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ
Teppei ,Daisuke ,Takashi ,Takayoshi ,Masahiro และ Masami,
2006……..…… 28

หน้า

ภาพที่ 2.18 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ Chin-Fu Wu, eih – Jang Liou and Jiang-Long Lin,2012……..…….. 29
ภาพที่ 2.18 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ Chin-Fu Wu ,Jeih – Jang Liou and Jiang-Long Lin,2012……..… 30
ภาพที่ 3.1 แสดงลูมิแนนซ์มิเตอร์…… 34
ภาพที่ 3.2 แสดงโทรทัศน์ (LED TV 40")……..…….. 34
ภาพที่ 3.3 แสดงโทรทัศน์ (LED TV 55")……..…… 35
ภาพที่ 3.4 แสดงตัวอย่างสื่อที่ใช้ในการทดลอง……..…… 35
ภาพที่ 3.5 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 ……..…… 37
ภาพที่ 3.6 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความสว่างจอ 550 cd/m^2 ……..…… 38
ภาพที่ 3.7 แสดงมาตรฐานของการแบ่งระหว่างสี ขาว เทา ดำ (Denman Ross, 1907)…… 40
ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..…….. 41
ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..……... 42
ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..…….. 42
ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..…… 43
ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..…….. 43
ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..……... 44
ภาพที่ 3.14 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..... 44
ภาพที่ 3.15 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..... 45

หน้า

ภาพที่ 3.16 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 45
ภาพที่ 3.17 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 46
ภาพที่ 3.18 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 46
ภาพที่ 3.19 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 47
ภาพที่ 3.20 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 47
ภาพที่ 3.21 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 48
ภาพที่ 3.22 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 48
ภาพที่ 3.23 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 49
ภาพที่ 3.24 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 49
ภาพที่ 3.25 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 50
ภาพที่ 3.26 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 50
ภาพที่ 3.27 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 51
ภาพที่ 3.28 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 51
ภาพที่ 3.29 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด..... 52

หน้า

ภาพที่ 3.30 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..…….. 52
ภาพที่ 3.31 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัด
ความสว่างพื้นหลัง 4 จุด……..... 53
ภาพที่ 3.32 แสดงผังพื้นภายในห้องทดลอง 1……..…... 54
ภาพที่ 3.33 แสดงรูปด้านภายในห้องทดลอง 1……..…… 54
ภาพที่ 3.34 แสดงผังพื้นภายในห้องทดลอง 2……..…... 55
ภาพที่ 3.35 แสดงรูปด้านภายในห้องทดลอง 2……..…. 55
ภาพที่ 3.36 แสดงลักษณะภายในห้องทดลอง…….……..…….. 59
ภาพที่ 3.37 แสดงลักษณะภายในห้องทดลอง……..…….. 59
ภาพที่ 3.38 แสดงลักษณะภายในห้องทดลอง……..…….. 59
ภาพที่ 3.39 แสดงลักษณะภายในห้องทดลอง…….……... 60
ภาพที่ 3.40 แสดงลักษณะภายในห้องทดลอง……..…….. 60

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 3.1 แสดงจำนวนคนต่อเพศของผู้เข้าทดสอบ
จากจำนวนทั้งสิ้น 70 คน..... 31
แผนภูมิที่ 3.2 แผนภูมิแสดงช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม
ทั้งหมด 70 คน..... 32
แผนภูมิที่ 3.3 แสดงแผนภูมิแสดงลักษณะอาชีพของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบ
แบบสอบถามทั้งหมด70 คน..... 33
แผนภูมิที่ 3.4 แสดงกรณีศึกษา..... 36
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้
ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display
250 cd/m2 ในลักษณะ gray scale..... 63
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้
ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display
250 cd/m^2 ในลักษณะ color 65
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้
ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display
550 cd/m2 ในลักษณะ gray scale..... 67
แผนภูมิที่ 5.1 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้
ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display
250 cd/m^2 ในลักษณะ gray scale ที่ร้อยละ 50..... 68
แผนภูมิที่ 5.2 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้
ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display
250 cd/m^2 ในลักษณะ color ที่ร้อยละ 50..... 70
แผนภูมิที่ 5.3 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้
ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display
550 cd/m^2 ในลักษณะ color ที่ร้อยละ 50..... 72

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการขยายตัวของเมืองและการแข่งขันทางธุรกิจทั้งกลางวันและกลางคืนที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ส่งผลต่อวิถีชีวิตและกิจกรรมของคนเมืองให้เปลี่ยนแปลงไป ทั้งในเรื่องการเดินทาง กิจกรรมการทำงาน และการพักผ่อนหย่อนใจในเวลากลางคืน สิ่งเหล่านี้เป็นเหตุที่ทำให้ต้องมีการใช้แสงสว่างกับอาคารสถานที่ต่าง ๆ มากขึ้นตามไปด้วย เช่น ถนน สะพาน ศูนย์การค้า สนามกีฬา ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีการใช้แสงสว่างเพื่อการค้า หรือการโฆษณาเช่น การนำ LED media display หรือ จอแสดงภาพสีเสมือนจริงที่ใช้เทคโนโลยี LED (Light Emitting Diode) เป็นตัวกำเนิดภาพ โดยเทคโนโลยีปัจจุบันสามารถผลิตหลอด LED ให้มีขนาดเล็ก ทำให้เกิดความร้อนน้อยลง ประหยัดพลังงานและค่าไฟได้มากขึ้นอีกด้วย LED media display ถูกนำมาแสดงภาพเป็น วีดีโอ ภาพกราฟฟิค ภาพเคลื่อนไหว และสื่อโฆษณา เพื่อนำไปติดตั้งตามอาคารและสถานที่ต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอก

ลักษณะของความสว่างของจอต่อความสว่างของพื้นที่โดยรอบ อาจมีความแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งมีส่วนก่อให้เกิดความรำคาญ เช่น แสงจ้าที่ทำให้เกิดความไม่สบายตา และสิ่งเหล่านี้เองที่ก่อให้เกิดปัญหาตามมา การเกิดมลภาวะทางแสง (light pollution) ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม เพราะนอกจากจะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนในบริเวณนั้น แล้วยังก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปถึงการลดภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่ามลภาวะทางแสงก่อให้เกิดผลกระทบ ต่อการใช้ชีวิตของผู้คน ส่งผลให้คุณภาพชีวิตต่ำลง หรืออันตรายจากแสงจ้าส่งผลต่อทัศนวิสัยของผู้ขับขี่ยานพาหนะ ซึ่งอาจทำให้ปรับสายตาไม่ทัน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยในประเทศไทยยังไม่พบว่า มีงานวิจัยการจัดทำการประเมินสภาวะสบายตาจากใช้เทคโนโลยี LED media display ภายในอาคารมาก่อน ซึ่งงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินความไม่สบายทางสายตาจากการใช้เทคโนโลยี LED media display เพื่อหาค่าความเปรียบต่างของความสว่างระหว่างจอ LED media display กับความสว่างพื้นหลังที่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. วิเคราะห์หาอัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างระหว่าง LED media display กับความสว่างพื้นหลังโดยรอบที่สบายตา

2. เสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้ค่าอัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างระหว่าง LED media display ที่เหมาะสมภายในอาคาร

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอค่าอัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างระหว่าง LED media display กับความสว่างพื้นหลังโดยรอบที่สบายตาจากภายในอาคาร ดังนั้นจึงมีขอบเขตในการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเฉพาะการใช้ LED media display ภายในอาคารเท่านั้น

2. ศึกษาเฉพาะการวิเคราะห์ความสว่างระหว่าง LED media display กับความสว่างพื้นหลังเท่านั้นไม่รวมถึงแสงสว่างภายนอกอาคาร

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยการประเมินสภาวะสบายตาจากการใช้ LED media display ภายในอาคารครั้งนี้เพื่อผลการทดลองที่ไม่มีตัวแปรอื่นมารบกวนจึงจำเป็นต้องทำการควบคุมการทดลองภายในห้องทดลองที่กำหนดขึ้น

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะอัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างระหว่างจอ LED media display กับความสว่างพื้นหลังโดยรอบที่สบายตาภายในอาคาร ของค่าความสว่างจอที่ 250 cd/m^2 และค่าความสว่างจอที่ 550 cd/m^2 ซึ่งเป็นค่าความสว่างเฉลี่ยที่ได้จากมาตรฐานผู้ผลิต

2. การกำหนดสื่อที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากสื่อที่ใช้ในการวิจัยจำเป็นต้องมีรายละเอียดของภาพไม่มากเพื่อควบคุมความสว่างของสื่อจึงใช้สื่อเป็นภาพยนต์แอนนิเมชั่นซึ่งจะมีรายละเอียดของภาพน้อยกว่าภาพยนต์ทั่วไป

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ไดโอดเปล่งแสง (light emitting diode, LED) หมายถึง ไดโอดที่ทำจากสารกึ่งตัวนำเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเปล่งแสงออกมาได้โดยตรงจึงเรียกว่า ไดโอเดเปล่งแสง (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547:129)

LED media display หมายถึง จอแสดงภาพสีจริงที่ใช้ LED เป็นตัวกำเนิดภาพโดยสามารถแสดงภาพเป็นวีดีโอ ภาพกราฟฟิค และภาพเคลื่อนไหว ติดตั้งภายในอาคารและภายนอก

อาคาร ซึ่งมีความส่องสว่างสูงและมีขนาดจอที่ใหญ่ (บริษัท หยินเทียนไทยแลนด์จำกัด, 2555: ออนไลน์)

ความสว่าง (luminance,L) หมายถึง เมื่อแสงตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับหรือส่องผ่านวัตถุเข้าสู่ตาทำให้มองเห็นวัตถุนั้นได้ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “ความสว่าง” มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m^2) หรือ ฟุตแลมเบิร์ต (Footlambert,FL) (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547: 21)

สภาวะสบายตา (visual comfort) หมายถึง ระดับที่คนส่วนใหญ่พึงพอใจต่อความส่องสว่าง ที่สามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ณวรา นราราษฎร์, 2550)

อัตราส่วนความต่างของความสว่าง (luminance ratio) หมายถึง ความสว่างของวัตถุที่ต้องการมอง เปรียบเทียบกับความสว่างของพื้นที่รอบข้างหรือสภาพแวดล้อม หากค่าอัตราส่วนความต่างของความสว่างต่างกันมาก จะทำให้มองเห็นวัตถุได้ง่ายขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้ดวงตาเกิดความเมื่อยล้าได้ เนื่องจากต้องมีการปรับสายตามาก (Kaufman, J. E., & Haynes, H., 1981)

1.7 ระเบียบวิธีวิจัย

1. การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีระเบียบวิธีวิจัยดังนี้

- การศึกษาทฤษฎี โดยในส่วนนี้จะเป็นการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเรื่องของความอัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างที่เหมาะสม และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความไม่สบายตาจากจอ LED media display

- การศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับเกณฑ์การวัดความสว่างของจอแสดงผล

2. การศึกษาเลือกกลุ่มตัวอย่าง และเกณฑ์ในการวัดผลแบบสอบถาม

- เกณฑ์การเลือกกลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถาม กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามวัตถุประสงค์การวิจัยจากตารางสำเร็จรูป การวิจัยเชิงทดลอง อย่างน้อยกลุ่มละ20-30 คน (สุวิมล ว่องวาณิช และนงลักษณ์ วิรัชชัย, 2546) และต้องไม่ใช่ผู้ที่ตาบอดสี

- เกณฑ์ในการวัดผลแบบสอบถาม สบายตา และไม่สบายตา

3. การศึกษาวิธีการทดลอง

- การวิเคราะห์กรณีศึกษา ทั้งหมด 24 กรณีศึกษา จากค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED ที่มีความสว่างเฉลี่ย 250 cd/m^2 ลักษณะ gray scale 250 cd/m^2 8 กรณีศึกษา ใช้กลุ่มตัวอย่าง

40 คน ลักษณะ color scale 250 cd/m^2 8 กรณีศึกษา ใช้กลุ่มตัวอย่าง 40 คน และความสว่างเฉลี่ย 550 cd/m^2ลักษณะ gray scale 550 cd/m^2 8 กรณีศึกษา ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน

4. วิเคราะห์และประเมินผลการเปรียบเทียบข้อมูล จากการตอบแบบสอบถาม

- เกณฑ์การวัดผลทางสถิติ โดยการใช้สถิติประเภท Binary Logistic Regression ซึ่งตัวแปรตาม เป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า (ตัวแปรทวิ) เช่น Y=1 ถ้าสบายตา หรือ = 0 ถ้าไม่สบายตา และเพื่อสร้างสมการพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตการณ์ที่น่าสนใจ

5. สรุปผลและเสนอแนะแนวทาง

- นำเสนอผลงานวิจัย
- นำเสนอข้อเสนอแนะอื่นๆจากงานวิจัย

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สำหรับประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำงานวิจัยครั้งนี้คือ

1. สามารถประเมินอัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างระหว่าง LED media display ที่สบายตาได้

2. สามารถเสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้ค่าอัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างระหว่างจอ LED media displayภายในอาคาร

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การประเมินปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะสบายตาจากการใช้ LED media display ภายในอาคาร มีการศึกษาทฤษฎีรวมไปถึงงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลต่างๆมาใช้ประกอบการดำเนินงานวิจัยในขั้นตอนต่างๆ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าเอกสารที่ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ทฤษฎีแสงสว่างพื้นฐานและนิยามความส่องสว่าง
2. ทฤษฎีสีและองค์ประกอบของสีในงานออกแบบ
3. ทฤษฎีความสว่างที่เกี่ยวกับการมองเห็น
4. แสงบาดตา (Glare)
5. เทคโนโลยีหลอด LED (light-emitting diode)
6. วิวัฒนาการของจอแสดงผล
7. จอแอลอีดี (LED)
8. รูปแบบการใช้งานจอ LED media display ภายในอาคาร
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ทฤษฎีแสงพื้นฐานและนิยามความส่องสว่าง

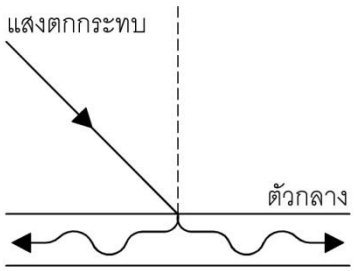
2.1.1 ทฤษฎีแสงพื้นฐาน

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งเช่นเดียวกับพลังงานชนิดอื่นๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ แสงไม่มีมวลสาร (mass) แต่แสงสามารถเคลื่อนที่ได้ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับคลื่นวิทยุ แหล่งกำเนิดแสงอาจแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดแสงทางตรง (direct light source) และแหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม (indirect light source) แหล่งกำเนิดแสงทางตรง ได้แก่ แสงแดด (sunlight) ส่วนแหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม ได้แก่ แสงที่เกิดจากการสะท้อนหรือการส่องผ่านวัตถุใดๆ โดยที่วัตถุนั้นๆแสดงตัวเป็นเสมือนแหล่งกำเนิดแสงที่สอง (secondary light source) ที่อาจจะมีลักษณะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการสะท้อน หรือการยอมให้แสงผ่าน และลักษณะของพื้นผิววัสดุที่แสงตกกระทบด้วย (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547:3)

- พฤติกรรมของแสง

แสงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดเป็นเส้นตรงในสูญญากาศด้วยความเร็วสูง โดยใช้เวลาประมาณ 8.3 วินาที ในการเดินทางจากดวงอาทิตย์มาถึงโลก และเมื่อแสงเดินทางมากระทบกับตัวกลางต่างๆ เช่น อากาศ, ของเหลว, วัตถุโปร่งแสง และวัตถุทึบแสง เป็นต้น โดยความเร็วของแสงนั้นจะลดลงอันเนื่องมาจากค่าดัชนีการหักเหของตัวกลางนั้นๆ การแสดงพฤติกรรมของแสงนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางที่แสงเกินทางมากระทบ โดยอาจจำแนกพฤติกรรมของแสงออกได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

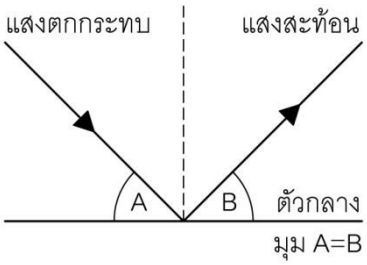
1. การดูดกลืน (Absorption) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลางและเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน เช่น การฉายแสงลงบนผนังสีแดง แสงสีอื่นๆจะถูกดูดกลืนหายเข้าไปในกำแพง ยกเว้นสีแดงเท่านั้นที่สะท้อนออกมาสู่ดวงตา เราจึงเห็นผนังเป็นสีแดง และเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนเข้าไปในวัตถุใดๆจะเกิดการเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน



ภาพที่ 2.1 แสดงการดูดกลืนของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลาง
(พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547)

2. การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมของแสงที่ตกกระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนออก โดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป โดยลักษณะการสะท้อนอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

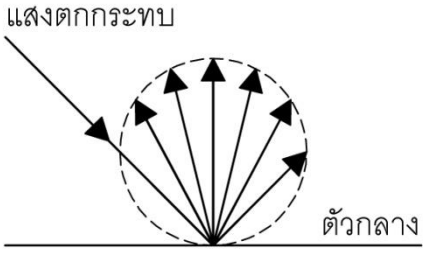
- การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Relection) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่เป็นวัสดุทึบแสงที่มีลักษณะผิวเรียบขัดมัน โดยการสะท้อนจะมีมุมของแสงที่ตกกระทบเท่ากับมุมของแสงสะท้อน



ภาพที่ 2.2 แสดงการสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา

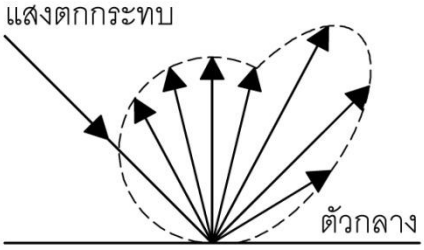
(พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547)

- การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่มีผิวหยาบ ทำให้แสงที่สะท้อนออกมาจะถูกสะท้อนออกไปในหลายทิศทาง ซึ่งส่วนมากมุมของแสงสะท้อนที่กระจายออกไปนั้นจะไม่เท่ากับมุมที่แสงตกกระทบ และหากผิววัสดุมีลักษณะหยาบอย่างสมบูรณ์ คือ หยาบทั่วกันทั้งพื้นผิว แสงสะท้อนที่ได้นั้นจะมีลักษณะการกระจายแสงแบบสมบูรณ์ ซึ่งก็คือการสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างเท่าๆกันในทุกมุมสะท้อน แต่หากผิววัสดุไม่เรียบอย่างสม่ำเสมอแสงสะท้อนที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็นการสะท้อนแบบกระจัดกระจาย



ภาพที่ 2.3 แสดงการสะท้อนแสงแบบการกระจายแสงแบบสมบูรณ์

(พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547)



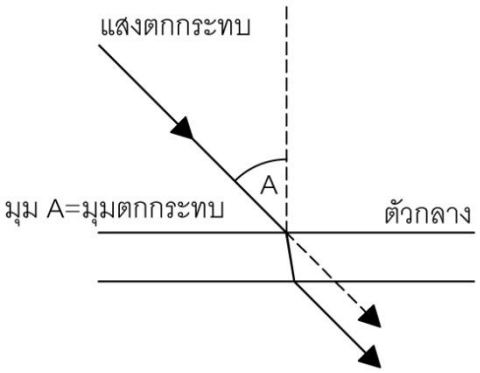
ภาพที่ 2.4 แสดงการสะท้อนแสงแบบการกระจายแสงแบบกระจัดกระจาย

(พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547)

โดยทั่วไปนั้นแสงสะท้อนที่ออกมาจากวัตถุมักจะมีลักษณะผสมผสานระหว่างการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา และการสะท้อนแบบกระจาย

3. การส่องผ่าน (Transmission) เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลางแล้วทะลุผ่านไปอีกด้านหนึ่ง ซึ่งหากไม่พิจาณาคุณสมบัติหรือลักษณะของตัวกลางที่แสงผ่านแล้ว มุมของแสงตกกระทบจะเท่ากับมุมที่แสงทะลุผ่าน และแสงที่ผ่านออกมาจะมีปริมาณของแสงคงเดิม โดยการส่องผ่านของแสงสามารถจำแนกได้ตามลักษณะของตัวกลางดังนี้

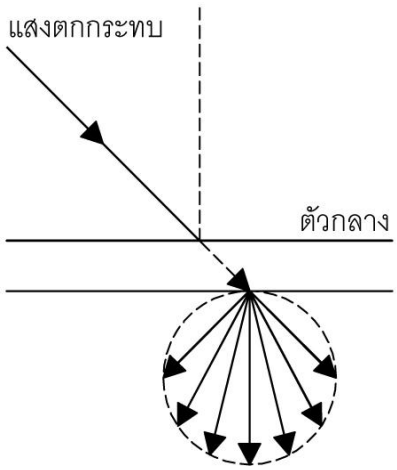
- ตัวกลางโปร่งใส (Transparent Medium) การส่องผ่านในลักษณะนี้แสงจะเกิดการหักเหหรือเปลี่ยนทิศทาง ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลาง และจะทะลุผ่านในลักษณะเดิมของลำแสงที่ตกกระทบ โดยยังสามารถที่จะมองเห็นแหล่งกำเนิดของแสง ที่อยู่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน เช่น กระจกใส เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 แสดงแสงตกกระทบตัวกลางเกิดการหักเหแล้วทะลุผ่าน

(พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547)

- ตัวกลางโปร่งแสง (Translucent Medium) การส่องผ่านของแสงในลักษณะนี้แสงที่ส่องผ่าน จะเป็นแบบกระจาย และในกรณีนี้จะไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อยู่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547:7)



ภาพที่ 2.6 แสดงแสงตกกระทบตัวกลางแล้วทะลุผ่านแบบกระจาย
(พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547)

2.1.2 ทฤษฎีการกำหนดคำศัพท์และคำนิยามที่สำคัญ

นิยามของแสงเกิดขึ้นมาตั้งแต่เมื่อยังไม่มีการประดิษฐ์คิดค้นหลอดไฟฟ้าขึ้น จึงอ้างอิงแสงจากเทียนไขที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงในสมัยก่อน เกิดเป็นหน่วยของแสงสว่างที่เกี่ยวข้องกับเทียน เช่น แรงเทียน (candle power) แคนเดลา (candela, cd) ฟุตแคนเดิล (footcandle, fc) และฟุตแลมเบิร์ด (Footlambert,FL)หน่วยของแสงดังกล่าวใช้กันอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งต่างกับหน่วยของแสงที่ใช้อยู่ในยุโรป ที่เป็นระบบ SI

ปริมาณแสง (luminous flux, Ø)

คือแสงทั้งหมดที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดหรือตกลงบนพื้นที่รับแสง ค่าที่วัดออกมาเป็นปริมาณแสง (luminous flux) ที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น ลูเมน (lumen, lm) (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547:11)

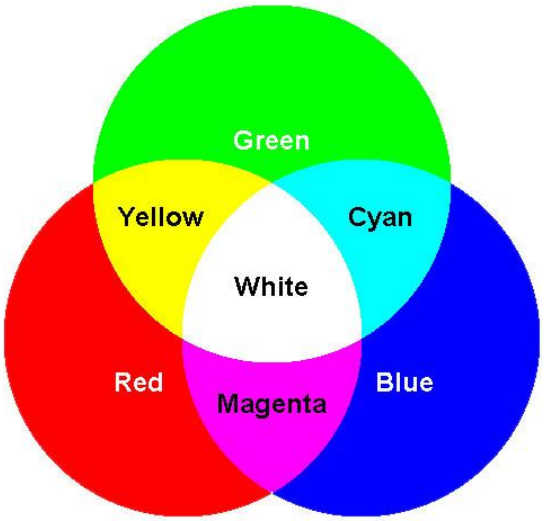
2.2 **ทฤษฎีสี** (color)

2.2.1 สี (color)

เป็นที่ทราบกันดีว่าสีหลักๆของแสงในช่วงที่สายตาตอบสนองต่อการมองเห็น (Visible Spectrum) คือ สีแดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม และม่วง แม้ว่าในความจริงนั้น สีเหล่านี้จะมีการเปลี่ยนเป็นลำดับต่อเนื่องกัน

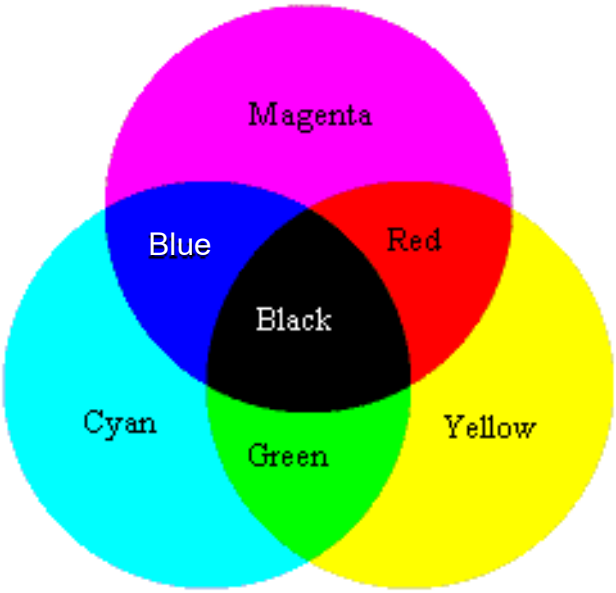
แสงจากดวงอาทิตย์ตามปกติจะเป็นแสงสีขาวที่เกิดจากการรวมตัวกันของสีหลายๆสีในสเปกตรัมของแสง จึงอาจกล่าวได้ว่าสีของแสงเกิดจากความไม่สมดุลของแสงสีขาว กล่าวคือ สีใดมีพลังงานสูงสุดก็จะแสดงแสงสีนั้นออกมาให้เห็น ส่วนสีของวัตถุต่างๆที่เห็นกัน เกิดจากการที่วัตถุดูดกลืนแสงสีอื่นไว้หมดแล้วสะท้อนสีของวัตถุนั้นๆ ออกมา เช่น เราเห็นเนื้อแตงโมเป็นสีแดง เพราะว่ามันสะท้อนแสงในช่วงคลท่นสีแดง แต่ดูดกลืนแสงในช่วงอื่นๆ ไว้หมดนั่นเอง

สีของวัตถุใดๆอาจจะเปลี่ยนไปได้ภายใต้แสงสีต่างๆ เช่นผนังสีขาว เมื่อฉายสีขาวจะเห็นผนังนั้นเป็นสีขาว แต่เมื่อฉายแสงสีฟ้าลงไป ผนังนั้นก็จะเห็นผนังนั้นเป็นสีฟ้า เพราะว่ามีพลังงานของแสงสีฟ้าเท่านั้นที่ตกกระทบผนังและสะท้อนออกมาเข้าสู่ตาเรา หากฉายแสงสีฟ้าลงบนผนังสีแดงสีของผนังจะเปลี่ยนไปได้แต่สีแดงออกม่วงเทาไปจนถึงดำสนิท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง และความสดของสีผนัง



ภาพที่ 2.7 แสดงตัวอย่างของ Additive color Mixing

(efg2, 2555: online)



ภาพที่ 2.8 แสดงตัวอย่างของ Subtractive color Mixing

(efg2, 2555: online)

แม่สีของแสงแตกต่างจากแม่สีของสารหรือแม่สีที่รู้จักกันวิชาทางศิลปะ โดยสีของแสงที่เป็นต้นกำเนิดของแสงสีอื่นๆ เรียกว่า สีปฐมภูมิ (Primary color) ประกอบด้วย สี เขียว แดง และน้ำเงิน

เมื่อมีการผสมแสงจากแหล่งกำเนิดที่ให้แม่สีดังกล่าว โดยการฉายแสงแต่ละสีซ้อนทับกัน จะเกิดเป็นสีของแสงชุดที่สองขึ้นมา เรียกว่า สีทุติยภูมิ (Secondary color หรือ Complementary color)การผสมสีของแสงแบบนี้ เรียกว่า การผสมสีบวก (Additive Color Mixing) จะเห็นได้ว่า แสงสีเหลือง (yellow) เกิดจากการฉายสีแดงลงบนสีเขียว แสงสีม่วง (magenta) เกิดจากการฉายสีแดงลงบน สีน้ำเงินและแสงสีน้ำเงินเขียว (cyan) เกิดจากการฉาย สีน้ำเงินลงบนสีเขียว เมื่อฉายแสงสีชุดที่สองที่เกิดขึ้นลงไปพร้อมๆกัน ก็จะได้แสงขาว

โดยปกติเมื่อมีแสงตกกระทบลงบนผิววัสดุสีใดๆ ก็ตามย่อมจะมีบางส่วนของสเปกตรัมของคลื่นแสงถูกดูดกลืนเข้าไปในวัตถุนั้น และมีบางส่วนสะท้อนออกมาเป็นสีที่เรามองเห็น ตัวอย่างเช่น ผิวของวัตถุสีที่ไม่ใช่สีขาวเคลือบอยู่ สีเคลือบดังกล่าวเกิดจากการผสมของเม็ดสีหรือสารสี (pigment) โดยตรง ซึ่งต่างจากการผสมสีของแสง เมื่อฉายแสงขาวลงบนพื้นผิวดังกล่าว ผิวของวัตถุนั้นจะดูดกลืนแสงบางสีไว้ และสะท้อนเฉพาะบางสีออกมาเป็นสีให้เรามองเห็น สีของแสงที่ถูกดูดกลืนไว้นี้ ถือเป็นการลบสีบางสีออกจากแสงขาว จึงเรียกการผสมสีของเม็ดสีหรือสารนี้ว่า การผสมสีลบ (Subtractive Color Mixing)

แม่สีทั้งสามของสีลบ (Subtractive Color) ได้แก่สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง และสีเหลือง เมื่อผสมสีเหลืองกับสีม่วงจะได้สีน้ำเงิน และผสมทั้งสามสีเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมก็จะได้สีดำ แม่สีหรือสีปฐมภูมิของสีลบก็คือสีทุติยภูมิของสีบวก (Additive Color) นั่นเอง การผสมสีลบสามารถสร้างสรรค์สีต่างๆ ได้มากมาย ตัวอย่างเช่น กระบวนการพิมพ์ภาพสีที่ใช้จุดเล็กๆ ที่ประกอบด้วยจุดสีน้ำเงินเขียว จุดสีม่วงแดง และจุดสีเหลือง (รวมทั้งจุดสีดำที่ใช้เพิ่มความเปรียบต่าง) เป็นต้น (พรรณชลัท สุริโยธิน , 2547:31)

2.2.2 องค์ประกอบของสีในงานออกแบบ

1. เนื้อสี หรือ Hue คือความแตกต่างของสีบริสุทธิ์แต่ละสี ซึ่งเราจะเรียกเป็นชื่อสี เช่น สีแดง สีน้ำตาล สีม่วง เป็นต้น โดยแบ่งเนื้อสีออกเป็น 2 ชนิด

- สีของแสง (Colored Light)

สีของแสง คือความแตกต่างสั้นยาวของคลื่นแสงที่เรามองเห็น เริ่มจากสีม่วงไปสีแดง (เหมือนรุ้งกินน้ำที่เรามองเห็นหลังฝนตก)

- สีของสาร (Colored Pigment)

สีของสาร คือสีที่เรามองเห็นบนวัตถุต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการดูดซึมและสะท้อนของความยาวคลื่นแสง จากการที่เรามองเห็นสีของสารต่าง ๆ นี่เอง จึงค้นพบว่ามีสีอยู่ 3 สี ที่เป็นต้นกำเนิดของสีอื่น ๆ ที่ไม่สามารถสร้างหรือผสมให้เกิดจากสีอื่นได้ หรือที่เรียกกันว่า “แม่สี” ได้แก่ แดง, เหลือง, น้ำเงิน

2. น้ำหนักสี (Value/Brightness) คือ เรื่องของความสว่างของสี หรือการเพิ่มขาว เติมดำลงในเนื้อสีที่เรามีอยู่ และการปรับเปลี่ยนน้ำหนักสีนี่เอง ที่ทำให้ภาพดูมีมิติ ดูมีความลึก หรือที่เราเรียกกันว่า โทน (Tone) ซึ่งบางครั้งสร้างความน่าสนใจ ดึงดูด และความสมจริงให้กับงานที่เราออกแบบได้ น้ำหนักสีของสาร เราจะเรียกว่า น้ำหนักสี (Value) ส่วนน้ำหนักสีของแสงนั้น เราจะเรียกว่า ความสว่าง (Brightness) งานออกแบบกราฟิกที่มีการปรับเปลี่ยนน้ำหนักสีในการออกแบบ ซึ่งถ้าเราใช้สีเดียวในการออกแบบ จะเรียกว่าเป็นงาน Monochrome

3. ความสดของสี (Intensity / Saturation) คือ ความสดของสีหรือบางคนอาจเรียกว่าความอิ่มตัวของสี เป็นเรื่องสำคัญอีกเรื่องหนึ่งใน การออกแบบ การใช้สีบางครั้งเราอาจจะต้องลดหรือเพิ่มความสดของสีใดสีหนึ่งหรือทั้ง 2 สีก็ได้ ในกรณีลดความสดของสีก็เพื่อไม่ให้ภาพงานที่ออกมานั้นดูฉูดฉาดจนเกินไป ลดความสดของสีจะเรียกอีก อย่างว่า เป็นการเบรกสี ในการเบรกสีของงานศิลปะ ศิลปินมักจะใช้สีน้ำตาลซีเปีย มาเติมลงในสีที่เขาต้องการเพื่อให้สีที่ได้ออกมามีเนื้อสีเดิมแต่ดูหม่นลง หรือความสดของสีน้อยลงนั่นเอง ซึ่งการลดค่าความสดของสีลงมาก ๆ จะทำให้ภาพสีกลายเป็นภาพโทนขาวดำ หรือโทนไร้สี (Achromatic)

4. การรับรู้เรื่องสี (Color Perception) การรับรู้ต่อสีของมนุษย์ เกิดจากการมองเห็น โดยใช้ตา เป็นอวัยวะรับสัมผัส ตาจะตอบสนองต่อแสงสีต่างๆ โดยเฉพาะแสงสว่าง จากดวงอาทิตย์และจากดวงไฟทำให้มองเห็น โดยเริ่มจากแสงสะท้อนจากวัตถุผ่านเข้านัยน์ตา ความเข้มของแสงสว่างมีผลต่อ การเห็นสีและความคมชัดของวัตถุหากความเข้มของแสงสว่างปรกติ จะทำให้มองเห็นวัตถุชัดเจน แต่หากความเข้มของแสงสว่างมีน้อยหรือ มืด จะทำให้มองเห็นวัตถุไม่ชัดเจนหรือพร่ามัว

นักวิทยาศาสตร์ได้เคยทำการศึกษาเกี่ยวกับความไวในการรับรู้ต่อสีต่างๆของมนุษย์ ปรากฏว่าประสาทสัมผัสของมนุษย์ไวต่อการรับรู้สีแดง สีเขียว และสีม่วงมากกว่าสีอื่นๆ ส่วนการรับรู้ของเด็กเกี่ยวกับสีนั้น เด็กส่วนใหญ่ จะชอบภาพที่มีสีสะอาดสดใส มากกว่าภาพขาวดำ ชอบภาพหลายๆสีมากกว่าสีเดียว และชอบภาพที่เป็นกลุ่มสีร้อนมากกว่าสีเย็น ตาของคนปกติจะสามารถ แยกแยะสีต่างๆได้ถูกต้อง แต่หากมองเห็นสีนั้นๆเป็นสีอื่นที่ผิดเพี้ยนไป เรียกว่า ตาบอดสี เช่น เห็นวัตถุสีแดง เป็นสีอื่นที่มิใช่สีแดง ก็แสดงว่าตาบอดสีแดงหากเห็นสีน้ำเงินผิดเพี้ยน แสดงว่าตาบอดสีน้ำเงิน เป็นต้น ซึ่งตาบอดสีเป็นความบกพร่องทางการมองเห็นอย่างหนึ่ง บุคคลใดที่ตาบอดสีก็จะเป็นอุปสรรคต่อการทำงานบางประเภทได้ เช่น งานศิลปะ งานออกแบบ การขับรถ ขับเครื่องบิน งานด้านวิทยาศาสตร์ เป็นต้น (โกสุม สายใจ, 2540)

2.3 ทฤษฎีความสว่างที่เกี่ยวกับการมองเห็น

ดวงตามนุษย์สามารถมองเห็นวัตถุในช่วงความสว่างที่กว้างมาก ตั้งแต่แสงริบหรี่จากดวงดาวไปถึงแสงแรงกล้าของดวงอาทิตย์ ซึ่งความสว่างแตกต่างกันเป็นล้านเท่า แต่ข้อจำกัดประการหนึ่งของตามนุษย์คือ ความไม่สามารถที่จะมองวัตถุที่มีความสว่างต่างกันมากในขณะเดียวกัน ปัจจัยสำคัญด้านการมองเห็นที่ส่งผลต่อความสามารถในการมองเห็นของตาคือ ความสามารถของตาในการมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน (accommodation) การปรับความไวของตาในการรับแสงสว่าง (adaptation) และความสามารถของตาในการมองเห็นรายละเอียดอย่างคมชัด ปัจจัยสำคัญอื่นๆที่ช่วยในการมองเห็น คือ

1. ความสามารถในการมองเห็นของดวงตา
2. ความสว่างของวัตถุ (Brightness) - ปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบลงบนวัตถุ

3. ขนาดและรูปร่างของวัตถุ (Size & Shape) – วัตถุที่มีขนาดใหญ่ย่อมจะมองเห็นได้ง่ายกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็กในระยะที่เท่ากัน

4. ความแตกต่างระหว่างวัตถุกับฉาก (Contrast) – ฉากที่มืดจะให้ความรู้สึกในการมองเห็นน้อยกว่าฉากที่สว่าง

5. การเคลื่อนที่ของวัตถุ

6. สีของวัตถุ - สีแต่ละสีจะสะท้อนแสงได้ไม่เท่ากัน กลุ่มสีอ่อนจะสะท้อนแสงได้มากกว่า ทำให้วัตถุสีอ่อนมีความสว่างมากกว่าพวกที่มีสีเข้ม (ณวรา นราราษฎร์, 2550)

2.4 แสงบาดตา (Glare)

แสงบาดตา หมายถึง แสงที่เข้าตาแล้วทำให้มองเห็นวัตถุได้ยากลำบาก จนบางครั้งอาจถึงกับมองไม่เห็นหรือทำให้เกิดความไม่สบายตา ไม่ว่าจะเป็นแสงที่มองเห็นโดยตรง (direct glare) หรือมองเห็นจากการสะท้อน (reflected glare) ก็ตาม ความมากน้อยของความรู้สึกนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาด ตำแหน่ง จำนวนของแหล่งกำเนิดแสง รวมทั้งความสามารถในการปรับสายตาต่อแสงนั้น

แสงบาดตาแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามผลที่เกิดขึ้นกับผู้มอง คือ แสงบาดตาที่ทำให้ไม่สามารถมองเห็น (disability glare) เป็นแสงบาดตาที่ส่งผลให้ความสามารถในการมองวัตถุลดลง เกิดขึ้นเมื่อมองไปยังพื้นที่ที่สว่างหรือมืดกว่าสภาพแวดล้อมมากๆ จนเกิดความเปรียบต่างสูง หรือการมองย้อนแสงไปชั่วขณะ การนั่งทำงานโดยหันหน้าออกไปทางหน้าต่างที่มีแสงจ้าจากท้องฟ้า หรือการมองเห็นท้องฟ้าผ่านช่องแสงที่ปลายทางเดินมืดๆ เป็นต้น อีกหนึ่งประเภทได้แก่ แสงบาดตาที่ทำให้เกิดความไม่สบายตา (discomfort glare) เป็นแสงบาดตาที่ไม่ได้ลดความสามารถในการมองเห็นลง แต่รบกวนการมองเห็นเกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดแสงจ้าในพื้นที่ที่มองเห็นหรือกำลังพิจารณา เช่นการมองเห็นดวงโคมที่สว่างจ้าจำนวนมากบนฝ้าเพดานในมุมมองปกติ การอ่านหนังสือในบริเวณที่มีแสงแดดส่อง หรือการมองท้องฟ้าที่มีแสงจ้าผ่านช่องหน้าต่างออกไป เป็นต้น

การเกิดแสงบาดตายังสามารถแบ่งตามลักษณะของแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งได้แก่ แสงบาดตาจากแหล่งกำเนิดแสงจ้าโดยตรงและแสงบาดตาจากการสะท้อนของแหล่งกำเนิดแสงบนพื้นผิวที่มีความมันวาวทั้ง disability glare และ discomfort glare อาจเกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรงและจากการสะท้อนภาพแหล่งกำเนิดแสงจ้า เช่น ภาพสะท้อนของดวงอาทิตย์ในสระว่ายน้ำ เป็นต้น

Veiling reflection คือการมองเห็นภาพสะท้อนของแหล่งกำเนิดแสงทับลงบนพื้นที่ทำงาน ทำให้เกิดความยากลำบากในการทำงาน เช่น ภาพของหน้าต่างหรือหลอดไฟที่ปรากฏบนจอภาพคอมพิวเตอร์ขณะทำงาน และภาพสะท้อนของหลอดไฟบนกระดาษผิวมันทำให้เห็นตัวหนังสือยาก เป็นต้น (ณวรา นราราษฎร์, 2550)

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างที่แนะนำ

2 : 1	อัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างที่รับรู้ (เห็นได้ชัดเจน) Perceptible brightness difference for focus
3 : 1	ระหว่างตำแหน่งที่มอง กับ สภาพโดยรอบ Task to far surrounding
10 : 1	ระหว่างตำแหน่งที่มอง กับ สภาพโดยรอบที่มืดกว่า (ระยะไกล) Lighting fixtures to adjacent surrounding
20 : 1	ระหว่างแหล่งกำเนิดแสง (ช่องแสง) กับ สภาพโดยรอบ Lighting fixtures to adjacent surrounding
40 : 1	อัตราส่วนความต่างที่มากที่สุดที่ยอมรับได้ของพื้นผิวใดๆ ในมุมที่มองเห็น Should not be exceeded anywhere within visual field
50 : 1	การไฮไลท์ให้มองไม่เห็นสิ่งอื่นๆ Highlight objects to exclusion of everything else in visual field

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างที่แนะนำ

(M. David Egan, 2000)

2.5 **หลอดแอลอีดี** (light-emitting diode)

ภาพที่ 2.9 แสดงตัวอย่างของแสงจากหลอด light-emitting diode

(gets,2555 : online)

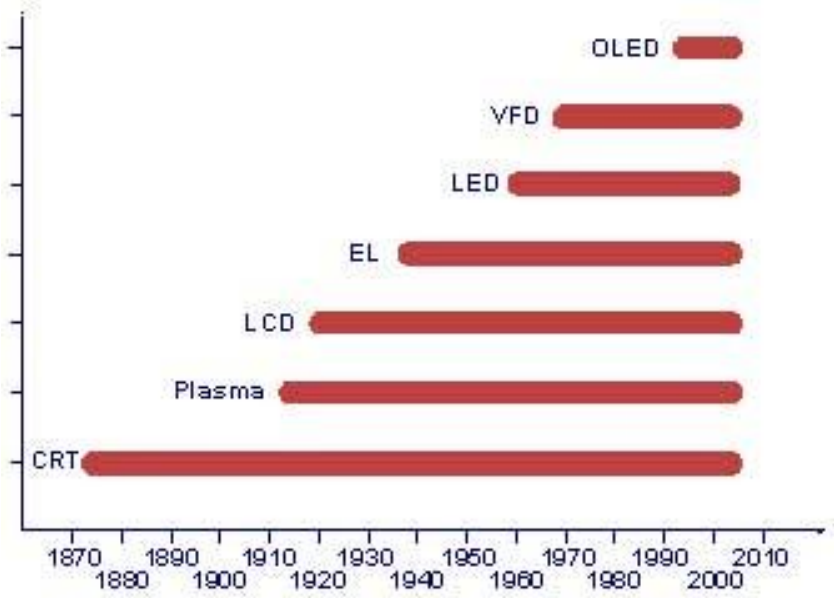
โดยยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียวกัน และกั้นการไหลในทิศตรงกันข้าม เมื่อกล่าวไดโอด มักจะหมายถึงไดโอดที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (semiconductor diode) ซึ่งก็คือผลึกของสารกึ่งตัวนำที่ต่อกันได้ทางขั้วไฟฟ้าทั้งสองขั้ว ส่วนหลอด LED หรืออาจเรียกว่า solid-state lighting (SSL) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำประเภทหนึ่ง จัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบ ในรูปของอิเล็กโตรลูมิเนสเซนต์(electroluminescence) สีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้ และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) ช่วงแสงที่มองเห็น (visible light) และช่วงอินฟราเรด (infrared)

ผู้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงขึ้นเป็นคนแรก คือ นิก โฮโลยัก (Nick Holonyak Jr.) แห่งบริษัทเจเนรัลอิเล็กทริก (General Electric Company) โดยได้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงในช่วงแสงสีแดงที่มองเห็นและสามารถใช้งานได้ในเชิงปฏิบัติเป็นครั้งแรก เมื่อ คศ.1962 จนกระทั่งช่วงทศวรรษที่ 1970 จอร์จ คราฟอร์ด (George Craford) จึงได้คิดค้น LED สีเหลือง (amber)ขึ้นเป็นครั้งแรกและได้พัฒนาความสว่างของ LED สีแดง ละสีแดงอมส้มด้วย ในช่วงแรกๆนั้นหลอด LED ใช้เป็นตัวบ่งบอกสัญญาณ (indicator light)ในการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเลกทรอนิกส์ เช่น นาฬิกา เครื่องคิดเลข รีโมทคอนโทรล และกระติกน้ำร้อน เป็นต้น เพราะตัวหลอด LED มีขนาดเล็กจิ๋ว และใช้กระแสไฟฟ้าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณแสงที่ออกมา ทำให้เวลาต่อมามีผู้พัฒนาหลอด LED อย่างต่อเนื่อง ต่อมาได้มีการคิดค้นวิธีการสร้างหลอดที่ให้สีโทนเย็น คือ สีเขียว และน้ำเงิน และได้แสงขาวโทนเย็น จึงมากรนำมาใช้งานทดแทนหลอดไฟฟ้าชนิดอื่นอย่างจริงจังทั้งที่ใช้เป็นแสงขาว

โทนสีต่างๆรวมทั้งใช้เป็นไฟเปลี่ยนสีจากการผสมสี RGB ที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่รู้จบ ในงานออกแบบ ประดับตกแต่ง ทั้งภายในและภายนอกอาคาร และงานอุตสาหกรรมต่างๆ (พรรณชลัท สุริโยธิน,2554)

2.6 วิวัฒนาการของจอแสดงผล

วิวัฒนาการของอุปกรณ์แสดงผล (display devices evolution) อุปกรณ์แสดงผลถือได้ว่าเป็นหน่วยสุดท้ายของระบบ ที่ทำหน้าที่ในการแสดงผลลัพธ์ จากการประมวลผล ให้กับผู้ใช้อุปกรณ์แสดงผล จึงเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับระบบทุกระบบอย่างยิ่ง ซึ่งอุปกรณ์แสดงผลมีมาตั้งแต่อดีต จนมาถึงยุคอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ ดังช่วงเวลาดังนี้ (gets, 2555 : online)



ภาพที่ 2.10 แสดงช่วงเวลาการพัฒนาของอุปกรณ์แสดงผล

(gets, 2555 : online)

2.7 จอแอลอีดี (LED)

LED คือการพัฒนาต่อยอดมาจาก พลาสมาและแอลซีดี เพื่อเพิ่มคุณภาพและความสมจริงในการรับชมนั่นเอง เทคโนโลยีด้านจอแอลอีดี LED นั้น จะใช้หลอด LED ขนาดเล็กที่สามารถให้แสงสว่าง

ภาพที่ 2.11 แสดงตัวอย่างจอแอลอีดี (LED)

(gets, 2555 : online)

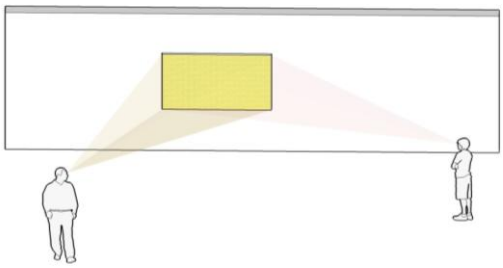
จุดเด่นของการใช้จอแอลอีดี LED ก็คือ การแสดงแสงที่สว่างสดใสมากกว่า มีความคมชัดมากกว่า ทำงานเร็วและประหยัดไฟมากกว่า น้ำหนักเบากว่า สามารถมองจากมุมมองด้านต่างๆ ได้ทั้งสี่ด้านของจอ แม้ว่าจะมองมุมใด ก็ยังสามารถเห็นภาพที่คมชัดและสมจริงได้

จอ LED เป็นระบบจอแสดงภาพขนาดใหญ่โดยใช้หลักการทำงานของการผสมสีของ LED หลัก3 สี ได้แก่ สีแดง (Red), สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) หรือเรียกสั้นๆว่า RGB ให้เกิดเป็นสีต่างๆโดยความละเอียดในการปรับสีของLED แต่ละสีจะถูกควบคุมด้วยสายสัญญาณที่มีขนาดตั้งแต่16 บิตขึ้นไปดังนั้นยิ่งควบคุมด้วยจำนวนสายสัญญาณมากขึ้นก็จะได้ภาพที่มีความลึกของสี (Processing depth) มากขึ้นจึงได้ภาพที่สมจริงยิ่งขึ้น (gets, 2555 : online)

2.8 รูปแบบการใช้งานจอ LED media display ภายในอาคาร

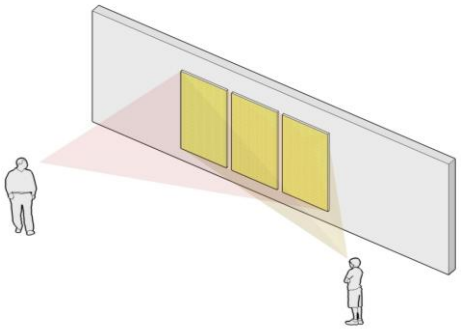
ในปัจจุบันมีอาคารประเภทต่างๆได้นำ จอ LED media display ในรูปแบบต่างๆมาใช้งานและตกแต่งภายในอาคารหลายประเภท ได้แก่ ภายในโถงต้อนรับ นิทรรศการการจัดแสดงสินค้า ภายในห้างสรรพสินค้าแสดงสื่อโฆษณา พิพิธภัณฑ์ อาคารประเภทหอประชุม ภายในอาคารประเภทบันเทิง การแสดง และภายในสถานีรถไฟใต้ดิน

ตารางที่ 2.2 แสดงรูปแบบการใช้งาน Single LED media display

ลักษณะรูปแบบการใช้งาน	คำอธิบาย
 (zhengzhou anjia electronics , 2555 : online)  Single LED media display	TYP : Single LED media display มีลักษณะเป็นจอ LED ขนาดใหญ่จอเดี่ยว เพื่อเป็นการฉายสื่อที่ต้องการ Trick : ควรใช้กับพื้นที่มีการออกแบบภายในอาคารเป็นบริเวณกว้าง เพื่อให้ได้ มุมมองที่ไกลเหมาะสำหรับ การจัดแสดงเพื่อความบันเทิงหรือบริเวณโถงขนาดใหญ่ ห้างสรรพสินค้า บริเวณการจัดแสดง

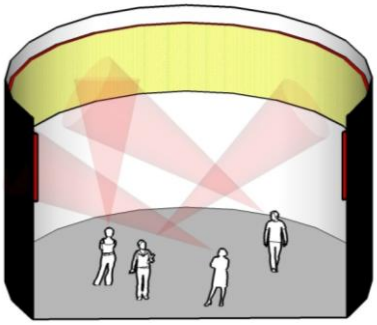
ตารางที่ 2.2 แสดงรูปแบบการใช้งาน Single LED media display

ตารางที่ 2.3 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Multiple LED media display

ลักษณะรูปแบบการใช้งาน	คำอธิบาย
 (eraled, 2555 : online)  Multiple LED media display	TYP : Multiple LED media display มีลักษณะเป็นจอ LED ขนาดใหญ่ หลายจอ เรียงขนานกัน เพื่อเป็นการฉายสื่อที่ต่อเนื่อง Trick : ควรใช้กับพื้นที่ที่มีการออกแบบภายในอาคารเป็นบริเวณโถงแนวยาว เพื่อให้ได้มุมมองในแนวยาวต่อเนื่อง เหมาะสำหรับการจัดแสดงเพื่อความบันเทิงบริเวณโถงขนาดใหญ่ ห้างสรรพสินค้าบริเวณการจัดแสดง

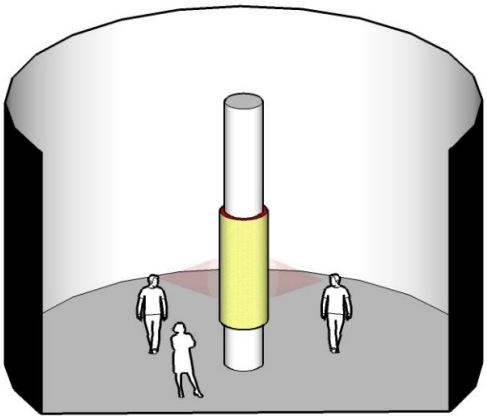
ตารางที่ 2.3 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Multiple LED media display

ตารางที่ 2.4 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Cylinder inner space LED media display

ลักษณะรูปแบบการใช้งาน	คำอธิบาย
 (infosthetics, 2555 : online)  Cylinder inner space LED media display	TYP : Cylinder inner space LED media display มีลักษณะเป็นจอเดี่ยวทรงโค้ง ขนาดใหญ่ Trick :ควรใช้กับพื้นที่ที่มีการออกแบบภายใน อาคารเป็นรูปทรงโค้ง เพื่อให้ได้มุมมอง 360 องศา เหมาะสำหรับการจัดแสดงเพื่อความบันเทิงนิทรรศการ หรือบริเวณโถงขนาดใหญ่ ที่ภายในมีลักษณะทรงโค้ง

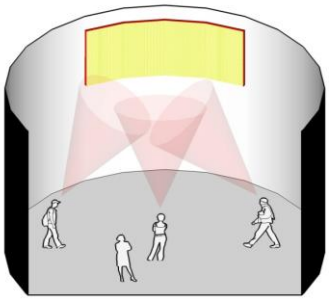
ตารางที่ 2.4 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Cylinder inner space LED media display

ตารางที่ 2.5 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Cylinder outer space LED media display

ลักษณะรูปแบบการใช้งาน	คำอธิบาย
 (netherlands smicom, 2555 : online) ⇩  Cylinder outer space LED media display	TYP : Cylinder outer space LED media display มีลักษณะเป็นจอ LED ขนาดใหญ่จอเดี่ยว โค้ง 360 องศา เพื่อเป็นการฉายสื่อที่ต้องการ Trick :ควรใช้กับพื้นที่ที่มีออกแบบภายในอาคารที่มีเสากลางอาคารเพื่อให้ได้มุมมอง 360 องศา เหมาะสำหรับการจัดแสดงเพื่อความบันเทิง นิทรรศการ

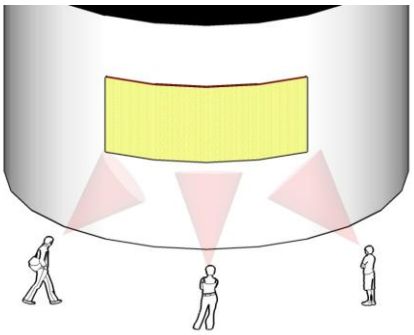
ตารางที่ 2.5 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Cylinder outer space LED media display

ตารางที่ 2.6 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Curve narrow angle LED media display

ลักษณะรูปแบบการใช้งาน	คำอธิบาย
 (infosthetics, 2555 : online)  Curve narrow angle LED media display	TYP : Curve narrow angle LED Media display มีลักษณะเป็นจอ LED ขนาดใหญ่ จอเดี่ยว โค้ง เพื่อเป็นการฉายสื่อที่ต้องการ Trick :ควรใช้กับพื้นที่ที่มีการออกแบบภายในอาคารเป็นบริเวณโค้ง เหมาะสำหรับการจัดแสดงเพื่อความบันเทิง นิทรรศการ บริเวณโถงขนาดใหญ่ที่ภายในโค้ง

ตารางที่ 2.6 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Curve narrow angle LED media display

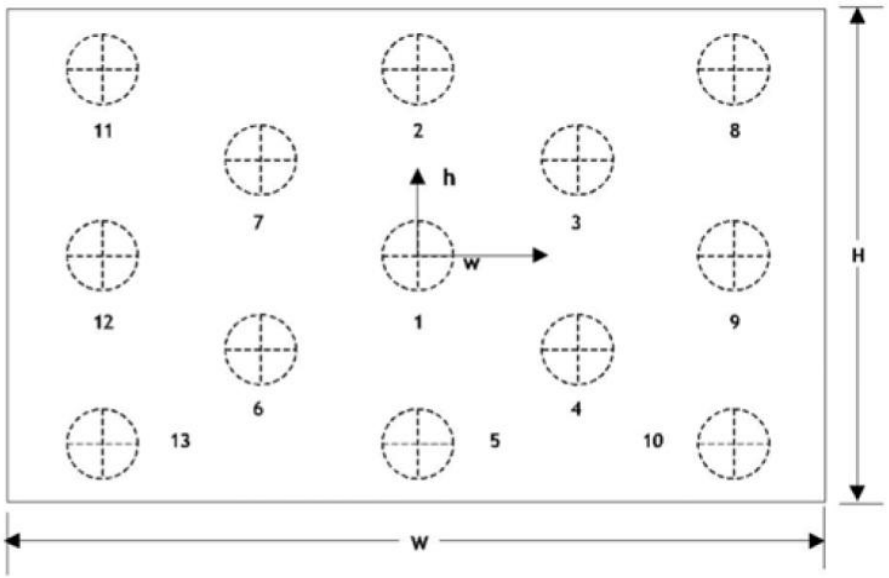
ตารางที่ 2.7 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Curve wide angle LED media display

ลักษณะรูปแบบการใช้งาน	คำอธิบาย
 (eraled, 2555 : online) ⇩  Curve wide angle LED media display	TYP : Curve wide angle LED media Display มีลักษณะเป็นจอ LED ขนาดใหญ่ จอเดี่ยว โค้ง เพื่อเป็นการฉายสื่อที่ต้องการ Trick :ควรใช้กับพื้นที่ที่มีการออกแบบภายในอาคารเป็นบริเวณโค้ง เหมาะสำหรับการจัดแสดงเพื่อความบันเทิงนิทรรศการ บริเวณโถงขนาดใหญ่ที่ภายในโค้ง เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์

ตารางที่ 2.7 แสดงลักษณะรูปแบบการใช้งาน Curve wide angle LED media display

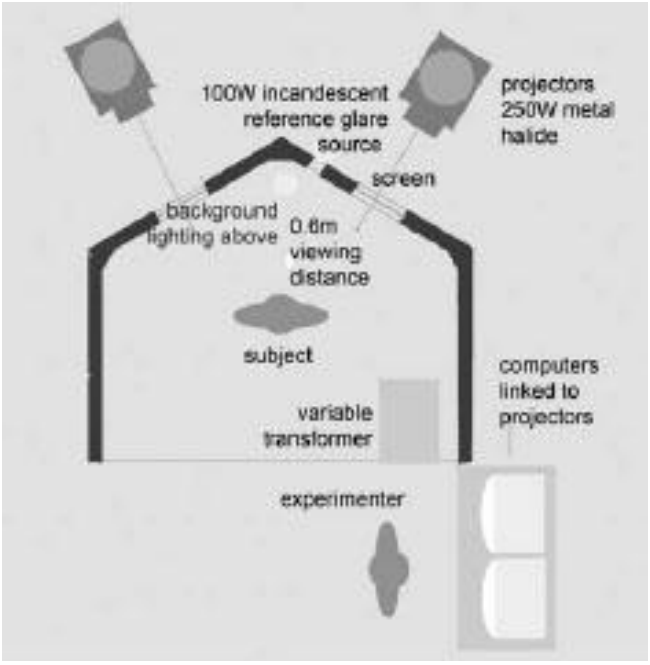
2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- งานวิจัยของ Felix Poulin and Maxime caron ศึกษาหัวข้อเรื่อง Display measurement – a simple approach o small- area luminance uniformity testing โดยได้ใช้วิธีการวิจัยในการวัดความสว่างของจอ โดยการวัดเฉลี่ย 13 จุด



ภาพที่ 2.12 แสดงตำแหน่งการวัดเฉลี่ย 13 จุด จาก EBU Tech 3325 measurement points,Methods of Measuring the Performance of Studio Monitors,2008 (EBU Tech 3325 measurement points,2008)

- งานวิจัยของ N. Tuaycharoen and P. R. Tregenza. ศึกษาหัวข้อเรื่อง Discomfort glare from interesting images. โดยการจัดทำห้องทดลองโดยมีการเลือกนำภาพที่น่าสนใจ ทั้งในแบบที่มีความเป็นธรรมชาติ และความเป็นเมือง ในสัดส่วนที่เท่ากัน เพื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความน่าสนใจกับความไม่สบายตา



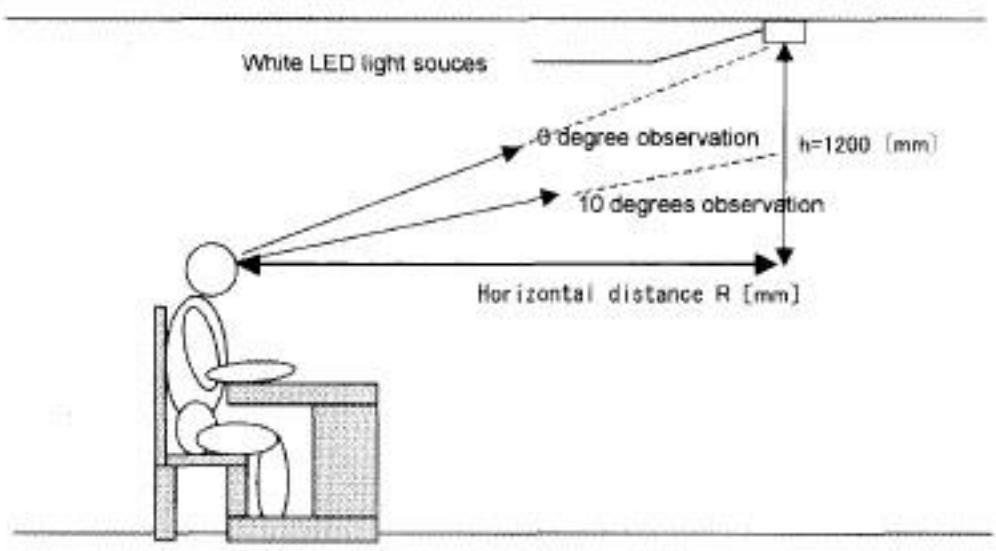
ภาพที่ 2.13 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ Tuaycharoen , P. R. Tregenza,2005 (Tuaycharoen,P. R. Tregenza,2005)

ภาพที่ 2.14 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ. Tuaycharoe ,P. R. Tregenza,2005 (Tuaycharoen,P. R. Tregenza,2005)

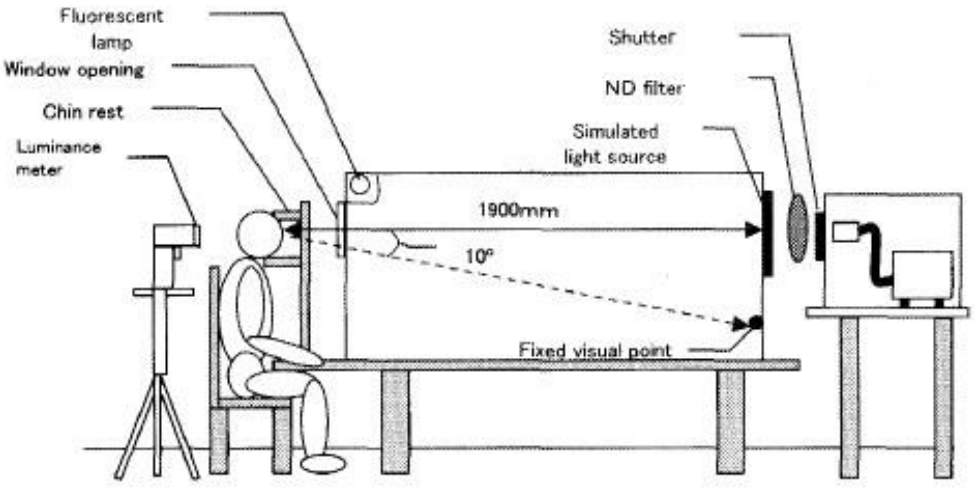
โดยจากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำกระบวนการการทดลอง และการจัดทำแบบสอบถาม และจัดทำห้องทดลองมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้

- งานวิจัยของ Teppei KASAHARA, Daisuke AIZAWA ,Takashi IRIKURA ,Takayoshi MORIYAMA ,Masahiro TODA และ Masami IWAMOTO ศึกษาหัวข้อเรื่อง Discomfort Glare Caused by LED Light Sources

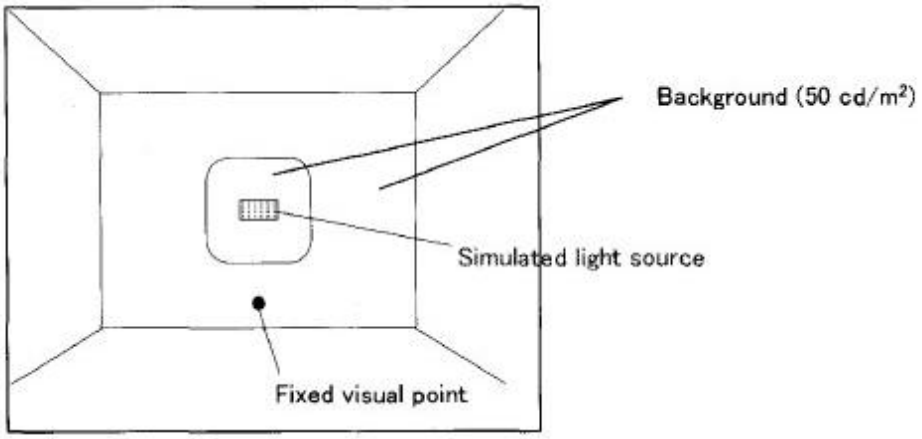
การเกิดแสงบาดตาจากการใช้ แหล่งกำเนิดแสง LED สีขาวเนื่องจากในอนาตตมีการใช้ แสงจากแหล่งกำเนิดแสงขาวจาก LED เพิ่มขึ้นซึ่งอาจส่งผลกระทบทำให้เกิดแสงบาดตา ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองโดยการสร้างแหล่งกำเนิดแสงขาวจากหลอด LED โดยมีรูปแบบของการเพิ่มจำนวนแหล่งกำเนิดแสง หรือหลอด LED ต่างกัน โดยจะเพิ่มมากขึ้น และลดลง และมีขนาดต่างกัน และมีสภาพความสว่างโดยรอบหรือ อัตราส่วนความสว่างต่างระดับกัน โดยจากการทดลองพบว่า ค่าอัตราส่วนความสว่าง 0.001 จะทำให้เกิดแสงบาดตา แต่เมื่อ ค่าความสว่างคงที่แต่ลดจำนวนหลอด LED ระดับความบาดตาก็จะลดลงไปด้วย และเมื่อขนาดแหล่งกำเนิดแสงใหญ่ขึ้น ระดับแสงบาดตาก็จะเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2.15 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ Teppei KASAHARA ,Daisuke AIZAWA ,Takashi IRIKURA ,Takayoshi MORIYAMA ,Masahiro TODAและ Masami IWAMOTO (Teppei, Takashi, Takayoshi, Masahiro and Masami,2006)



ภาพที่ 2.16 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ Teppei KASAHARA ,Daisuke AIZAWA ,Takashi IRIKURA ,Takayoshi MORIYAMA ,Masahiro TODAและ Masami IWAMOTO (Teppei, Takashi, Takayoshi, Masahiro and Masami,2006)

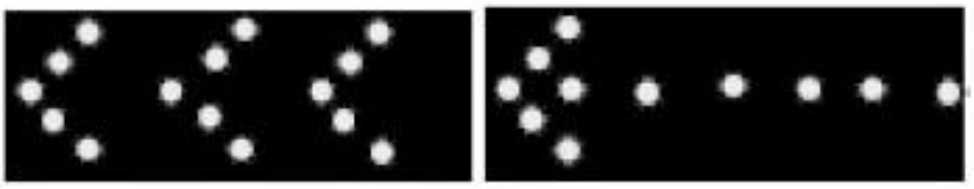


ภาพที่ 2.17 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ Teppei KASAHARA ,Daisuke AIZAWA ,Takashi IRIKURA ,Takayoshi MORIYAMA ,Masahiro TODAและ Masami IWAMOTO (Teppei, Takashi, Takayoshi, Masahiro and Masami,2006)

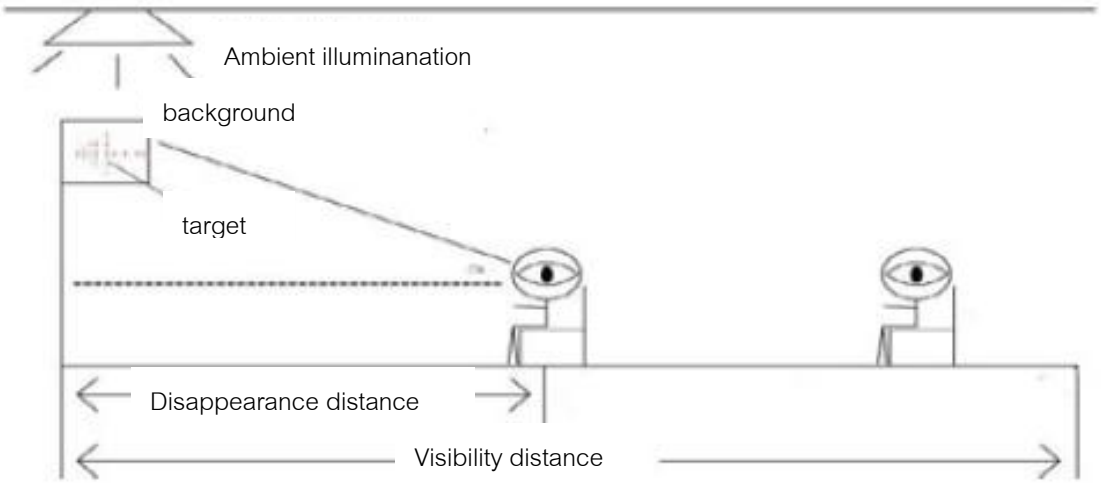
งานวิจัยของ Chin-Fu Wu , Jeih – Jang Liou and Jiang-Long Lin
ศึกษาหัวข้อเรื่อง Evaluation of Visual performance using LED signboards under different ambient conditions.

ด้วยการประเมินความสามารถในใช้ป้าย LED ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยการจัดทำภายในห้องทดลอง งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาวิธีการทำให้ป้ายไฟเห็นได้ชัดเจนขึ้นภายใต้ความสว่างและหลีกเลี่ยงความรู้สึกไม่สบายตา จากผู้ทดลอง ภายใต้เงื่อนไขความส่องสว่างที่ต่ำ โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากการสำรวจผู้ใช้รถยนต์ เพราะฉนั้นจะมีการทดสอบเกี่ยวกับสายตาจาก LED และความสัมพันธ์เพื่อเป็นแบบอย่างสำหรับวิศวกรยานพาหนะในเรื่องป้าย LED ซึ่งจะมีความเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข 3 ระดับในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ สี ความสว่าง (contrast) และรูปแบบสัญลักษณ์ของป้าย

วิธีการวิจัยเริ่มจากการศึกษาการสำรวจป้าย LED ในเรื่องระยะ ตำแหน่งและสี ในส่วนต่อมาเป็นส่วนของการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลบัณทึกสภาวะสบายตา แสดง และประเมินผลจากป้ายไฟที่มีพื้นหลังและไม่มีพื้นหลัง ในตำแหน่งต่างกัน และเมื่อมีความสว่างโดยรอบสูงขึ้น จากผลสรุปการทดลองโดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 29 คน ผู้ชาย 15 คน ผู้หญิง 14 คน และมีอายุระหว่าง 21-30 ปี โดยมีความสว่างพื้นหลังที่มีความต่างกัน 3:1แสดงให้เห็นความสบายตามากและมีแสงบาดตาน้อยสุด และรูปสัญลักษณ์ทั้ง 2 แบบ แสดงให้เห็นว่าไม่มีความต่างกันอย่างมีนัยสัมพันธ์ในเรื่องความพึงพอใจของความสบายตาและแสงบาดตา



ภาพที่ 2.18 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ Chin-Fu Wu , Jeih ,
Jang Liou and Jiang-Long Lin
(Chin-Fu Wu , Jeih ,Jang Liou and Jiang-Long Lin,2012)



ภาพที่ 2.19 แสดงภาพตัวอย่างจากงานวิจัยของ Chin-Fu Wu , Jeih, Jang Liou and Jiang-Long Lin (Chin-Fu Wu , Jeih ,Jang Liou and Jiang-Long Lin,2012)

จากตัวอย่างเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถนำวิธีการวิจัยมาปรับใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้โดยเลือกการทำการทดลองภายในห้องทดลอง ซึ่งเป็นแนวทางการศึกษาที่ยังไม่พบในประเทศ เพื่อให้ผลการศึกษาสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้งานได้จริง โดยผู้ที่มีความสนใจและเกี่ยวข้องกับการออกแบบภายในอาคาร การจัดนิทรรศการภายในอาคาร หรือการจัดแสดงพิพิธภัณฑ์สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีนี้ได้เหมาะสม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

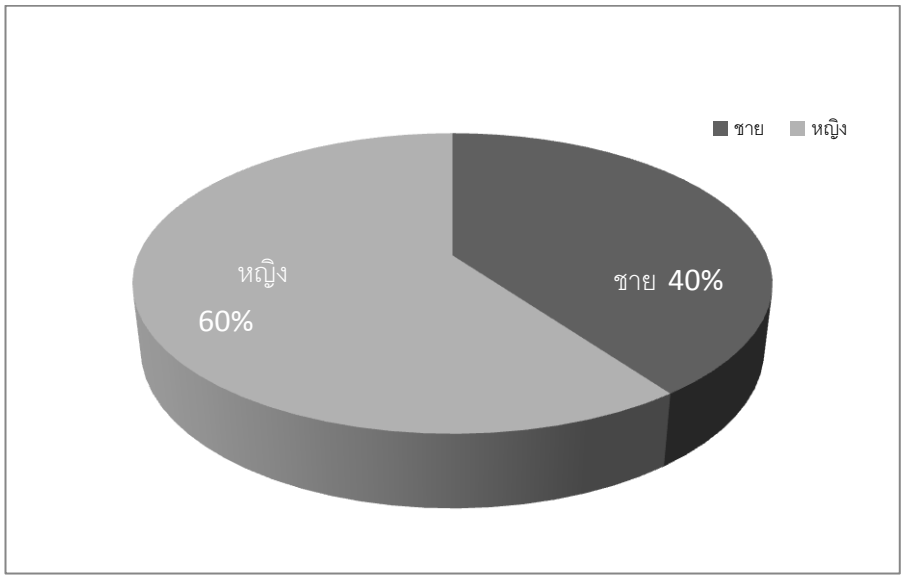
3.1 ประชากร

การเลือกตัวอย่างและขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม ซึ่งในงานวิจัยนี้ต้องการประเมินอัตราส่วนความต่างของความสว่างของจอ LED media display กับความสว่างพื้นหลังโดยรอบ ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามวัตถุประสงค์การวิจัยจากตารางสำเร็จรูป ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง กำหนดให้อย่างน้อยกลุ่มละ 20-30 คน (สุวิมล ว่องวาณิช และนงลักษณ์ วิรัชชัย, 2546)

โดยกลุ่มตัวอย่างจะมีอายุระหว่าง 18 – 60 ปี และต้องไม่เป็นผู้ที่ตาบอดสี ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในการทดลองมีลักษณะดังนี้

3.1.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและเพศ

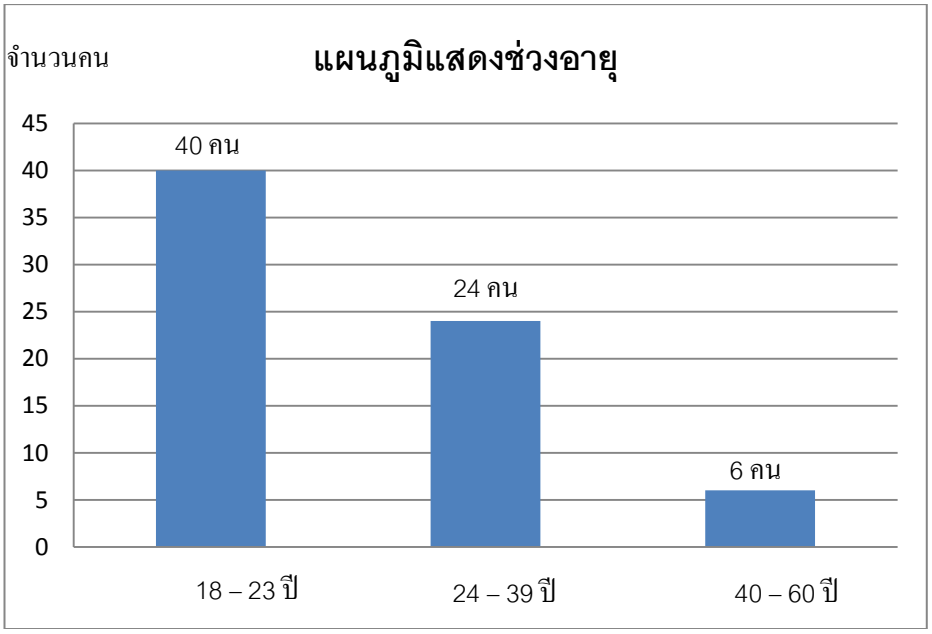
- จำนวนคนที่ใช้ทั้งหมด 70 คน
- เพศชาย 28 คน เพศหญิง 42 คน
- คิดเป็น เพศชาย 40% เพศหญิง 60%



แผนภูมิที่ 3.1 แสดงจำนวนคนต่อเพศของผู้เข้าทดสอบจากจำนวนทั้งสิ้น 70 คน

3.1.2 แผนภูมิแสดงช่วงอายุ

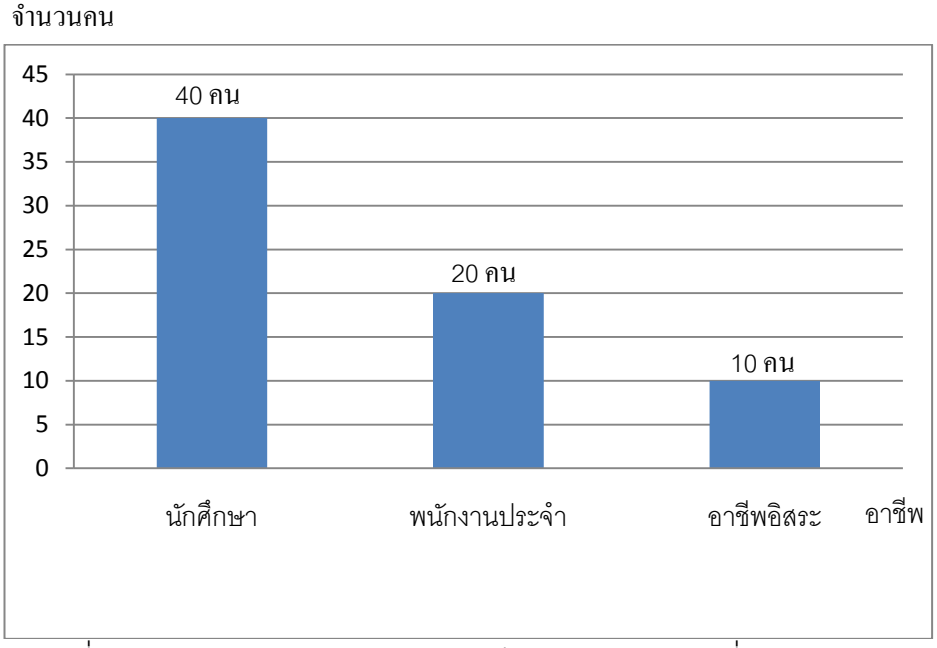
เนื่องจากผู้วิจัยจำเป็นต้องการผลการทดลองที่หลากหลาย จึงทำการเก็บกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปี จนถึง 60 ปี ดังนี้



แผนภูมิที่ 3.2 แสดงแผนภูมิแสดงช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 70 คน

3.1.3 ลักษณะอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้คำตอบที่หลากหลายจึงไม่เจาะจงอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

- นักศึกษา จำนวน 40 คน
- พนักงานประจำ จำนวน 20 คน
- อาชีพอิสระ จำนวน 10 คน



แผนภูมิที่ 3.3 แสดงแผนภูมิแสดงลักษณะอาชีพของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด70 คน

3.1.4 ลักษณะการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างมีการควบคุมไม่ให้เป็นผู้ที่ตาบอดสี

- สายตาปกติ จำนวน 47 คน
- สายตาสั้นใส่แว่น จำนวน 5 คน
- สายตาสั้นใส่คอนแทคเลนส์ จำนวน 10 คน
- สายตายาวใส่แว่น จำนวน 7 คน
- สายตายาวใส่คอนแทคเลนส์ จำนวน 0 คน
- สายตาเอียงใส่แว่น จำนวน 1 คน
- สายตาเอียงใส่คอนแทคเลนส์ จำนวน 0 คน

3.2 **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

3.2.1 ลูมิแนนซ์มิเตอร์ (Luminance Meter) ของ Minolta รุ่น LS-100 เป็นเครื่องใช้วัดแสงที่สะท้อนและเปล่งแสงออกมาจากวัตถุ สามารถแสดงหน่วยเป็น cd/m^2

ภาพที่ 3.1 แสดงลูมิแนนซ์มิเตอร์

3.2.2 โทรทัศน์ (LED TV) ของ Toshiba ขนาด 40" รุ่น 40PS10T ประเภท **Edge LED** เป็นโทรทัศน์ใช้แสดงสื่อในการทดลอง (จากภาพที่3.4) ที่มีความสว่าง 250 cd/m^2 ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานผู้ผลิต และมีขนาด 961 x 629 x 62 มม.โดยทำการวัดขณะเปิดเครื่อง วัดค่าเฉลี่ย ขณะทำการทดลองได้กำหนดระยะการมองที่ตำแหน่ง 2.50 ม.

ภาพที่ 3.2 แสดงโทรทัศน์ (LED TV 40")

3.2.3 โทรทัศน์ (LED TV) ของ SAMSUNG ขนาด 55" รุ่น 55C6200 ประเภท Edge LED เป็นโทรทัศน์ใช้ให้แสดงสื่อในการทดลอง (จากภาพที่3.6) ที่มีความสว่าง 550 cd/m^2 และมีขนาด 1324 x 812 x 69 มม.โดยทำการวัดขณะเปิดเครื่อง วัดค่าเฉลี่ย โดยขณะทำการทดลองได้กำหนดระยะการมองที่ตำแหน่ง 3.00 ม.

ภาพที่ 3.3 แสดงโทรทัศน์ (LED TV 55")

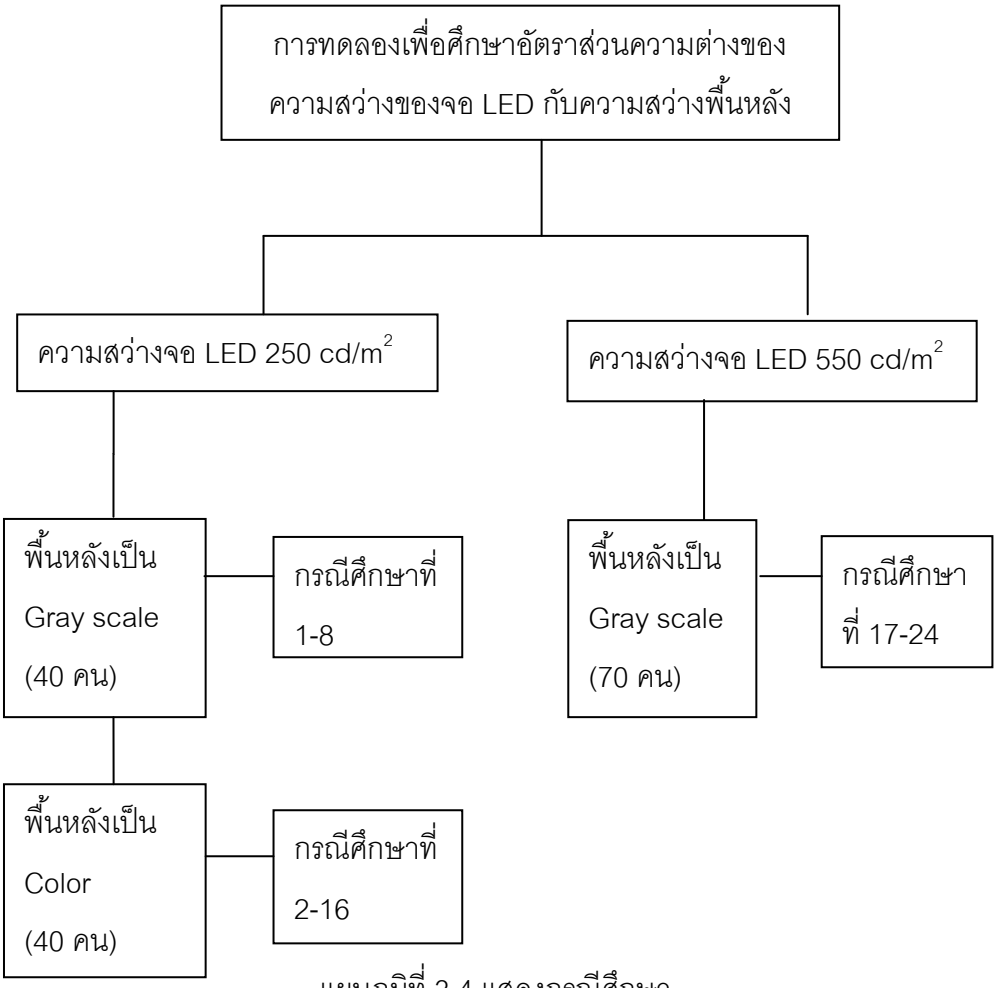
3.2.4 การกำหนดสื่อที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากสื่อที่ใช้ในการวิจัยจำเป็นต้องมีรายละเอียดของภาพไม่มากเพื่อควบคุมความสว่างของสื่อจึงใช้สื่อเป็นภาพยนต์แอนนิเมชั่นซึ่งจะมีรายละเอียดของภาพน้อยกว่าภาพยนต์ทั่วไป

ภาพที่ 3.4 แสดงตัวอย่างสื่อที่ใช้ในการทดลอง

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 กรณีศึกษา

การวิจัยนี้ได้ศึกษาครั้งนี้ได้มีการเก็บข้อมูล ซึ่งจะแบ่งออกเป็นสองกลุ่มตามลักษณะความสว่างของจอ ได้แก่ ความสว่างจอ LED 250 cd/m^2 ใช้ผู้ร่วมเข้าทดสอบ จำนวน 40 คน และ ความสว่างจอ LED 550 cd/m^2 ใช้ผู้ร่วมเข้าทดลอบ จำนวน 70 คน โดยในแต่ละกลุ่มจะได้ทำชุดทดสอบที่มีลำดับของการให้แสงสว่างพื้นหลังต่างกัน ค่าความสว่างที่ 250 cd/m^2 กำหนดค่าความสว่างพื้นหลังในลักษณะ gray scale และ color มีค่าความสว่างทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้คือ 0.2cd/m^2,1cd/m^2,1.8cd/m^2,4.2cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2 และ ค่าความสว่างจอคงที่ 550 cd/m^2 กำหนดค่าความสว่างพื้นหลังในลักษณะ gray scale มีค่าความสว่างทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.4 cd/m^2, 2 cd/m^2,3.7 cd/m,8.5 cd/m^2,13.2 cd/m^2,14.9 cd/m^2,19.7 cd/m^2 และ 24.5 cd/m^2 ซึ่งรวมทั้งหมด 24 กรณีศึกษา ดังแผนภูมิที่ 3.5



แผนภูมิที่ 3.4 แสดงกรณีศึกษา

จอ LED 40 “สามารถแสดงการวัดค่าความสว่างของจอ LED 250 cd/m^2 จากมาตรฐานผู้ผลิตโดยการวัด 13 จุด ดังนี้ (EBU Tech 3325,2008)

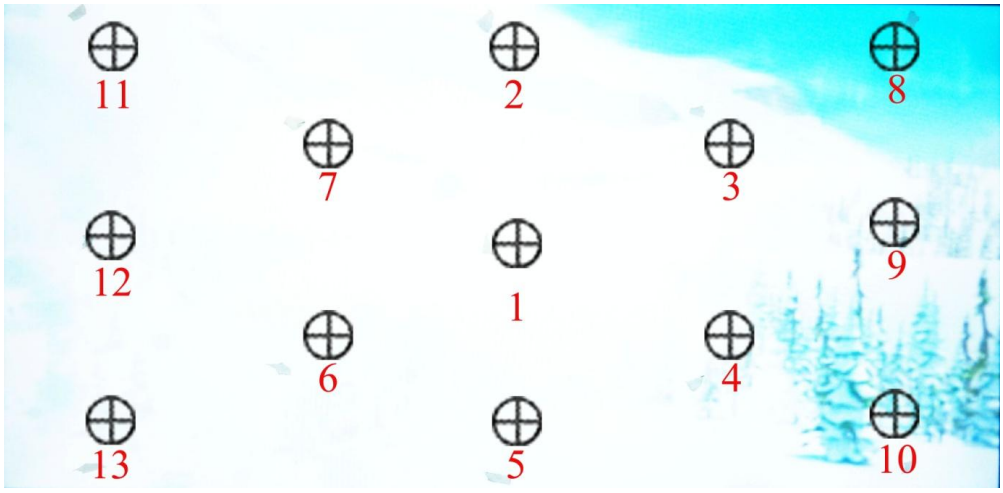
ภาพที่ 3.5 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการวัดค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 โดยลูมิแนนซ์มิเตอร์

จอ LED 250 cd/m^2	ค่าความสว่าง(cd/m^2)
จุดที่ 1	240
จุดที่ 2	244
จุดที่ 3	239
จุดที่ 4	248
จุดที่ 5	245
จุดที่ 6	250
จุดที่ 7	245
จุดที่ 8	244
จุดที่ 9	248
จุดที่ 10	250
จุดที่ 11	250
จุดที่ 12	249
จุดที่ 13	248
ค่าความสว่างเฉลี่ย	248

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการวัดค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2

จอ LED 40 “สามารถแสดงการวัดความสว่างของจอ LED 250 cd/m^2 จาก มาตรฐานผู้ผลิตโดยการวัด 13 จุด (EBU Tech 3325,2008)



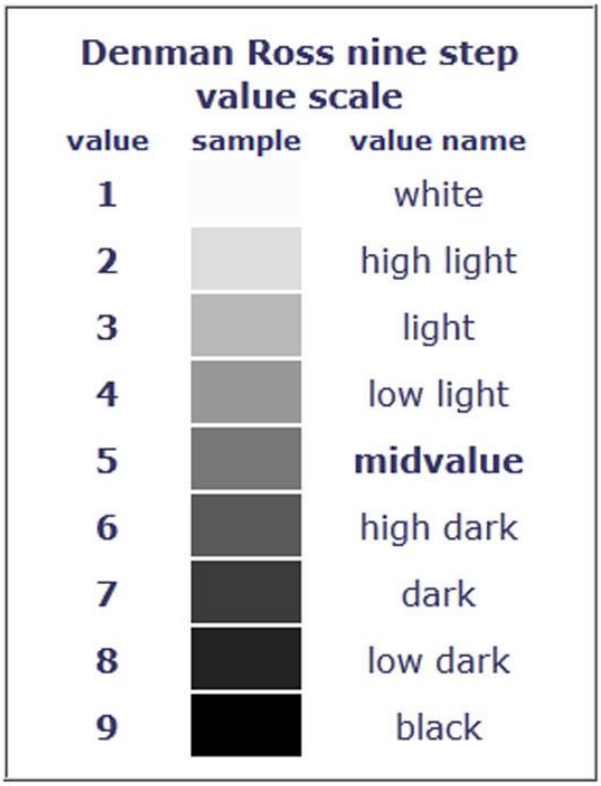
ภาพที่ 3.6 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการวัดค่าความสว่างจอ 550 cd/m^2 โดยลูมิแนนซ์มิเตอร์

จอ LED 550 cd/m^2	ค่าความสว่าง(cd/m^2)
จุดที่ 1	541
จุดที่ 2	542
จุดที่ 3	537
จุดที่ 4	546
จุดที่ 5	549
จุดที่ 6	550
จุดที่ 7	545
จุดที่ 8	549
จุดที่ 9	550
จุดที่ 10	543
จุดที่ 11	550
จุดที่ 12	548
จุดที่ 13	547
ค่าความสว่างเฉลี่ย	547

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการวัดค่าความสว่างจอ 550 cd/m^2

แหล่งกำเนิดความสว่างของพื้นหลังที่ใช้ในการทดลอง คือ Ceiling Light ซึ่งจะปรับระดับ โดยการใช้มาตรฐานของการแบ่งระหว่างสี ขาว เทา ดำ (Denman Ross,1907) และส่วนที่เป็นค่าความสว่างพื้นหลังที่มีสีจะแบ่งเป็นสีเหลือง ฟ้า เขียว และ แดง ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลเป็นกรณีศึกษา



ภาพที่ 3.7 แสดงมาตรฐานของการแบ่งระหว่างสี ขาว เทา ดำ (Denman Ross, 1907)

จากการปรับระดับความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 24 กรณีศึกษา สามารถแสดงผลจากการวัดระดับความสว่างพื้นหลังเฉลี่ย 4 จุด และ luminance ratio ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงกรณีศึกษาค่าความสว่างพื้นหลัง 8 กรณีศึกษาที่วัดโดยเฉลี่ย 4 จุดของค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 ประเภท Gray scale

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ (cd/m^2)	ความสว่างพื้นหลัง (cd/m^2)	Luminance Ratio
กรณีศึกษาที่ 1 low black	250	0.2	1250 : 1
กรณีศึกษาที่ 2 dark	250	1	250 : 1
กรณีศึกษาที่ 3 high dark	250	1.8	138 : 1
กรณีศึกษาที่ 4 mid value	250	4.2	60 : 1
กรณีศึกษาที่ 5 low light	250	6.6	38 : 1
กรณีศึกษาที่ 6 light	250	7.4	33 : 1
กรณีศึกษาที่ 7 high light	250	9.8	25 : 1
กรณีศึกษาที่ 8 white	250	12.2	20 : 1

ตารางที่ 3.3 แสดงกรณีศึกษาค่าความสว่างพื้นหลัง

ตารางที่ 3.4 แสดงกรณีศึกษาค่าความสว่างพื้นหลัง 8 กรณีศึกษาที่วัดโดยเฉลี่ย 4 จุดของค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 ประเภท ประเภท Color

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ (cd/m^2)	ความสว่างพื้นหลัง (cd/m^2)	Luminance Ratio
กรณีศึกษาที่ 9 black red	250	0.2	1250 : 1
กรณีศึกษาที่ 10 red	250	1	250 : 1
กรณีศึกษาที่ 11 black green	250	1.8	138 : 1
กรณีศึกษาที่ 12 green	250	4.2	60 : 1
กรณีศึกษาที่ 13 black blue	250	6.6	38 : 1
กรณีศึกษาที่ 14 blue	250	7.4	33 : 1
กรณีศึกษาที่ 15 black yellow	250	9.8	25 : 1
กรณีศึกษาที่ 16 yellow	250	12.2	20 : 1

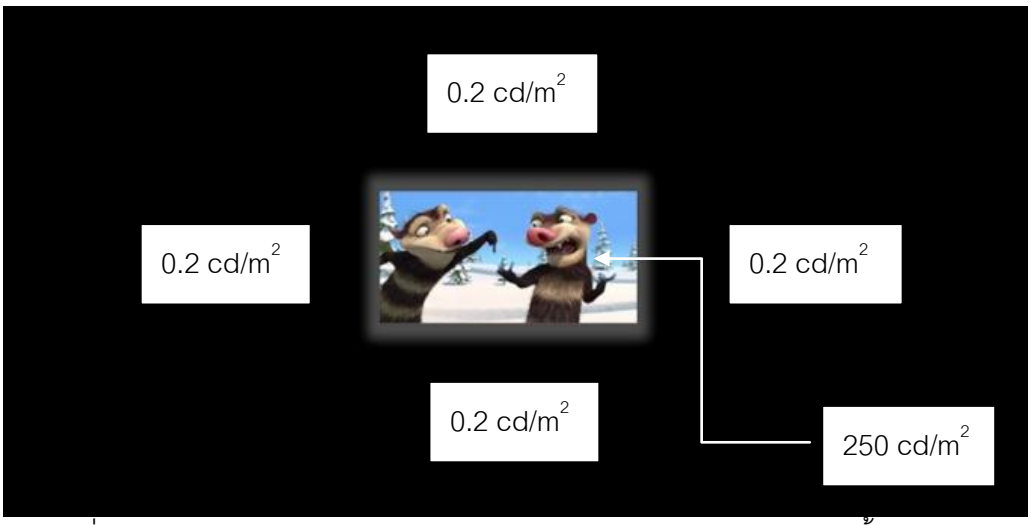
ตารางที่ 3.4 แสดงกรณีศึกษาค่าความสว่างพื้นหลัง

ตารางที่ 3.5 แสดงกรณีศึกษาค่าความสว่างพื้นหลัง 8 กรณีศึกษาที่วัดโดยเฉลี่ย 4 จุดของค่าความสว่างจอ 550 cd/m^2 ประเภท ประเภท Gray scale

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ (cd/m^2)	ความสว่างพื้นหลัง (cd/m^2)	Luminance Ratio
กรณีศึกษาที่ 17 low black	550	0.4	1375 : 1
กรณีศึกษาที่ 18 dark	550	2	275 : 1
กรณีศึกษาที่ 19 high dark	550	3.7	148 : 1
กรณีศึกษาที่ 20 mid value	550	8.5	65 : 1
กรณีศึกษาที่ 21 low light	550	13.2	42 : 1
กรณีศึกษาที่ 22 light	550	14.9	37 : 1
กรณีศึกษาที่ 23 high light	550	19.7	28 : 1
กรณีศึกษาที่ 24 white	550	24.5	22 : 1

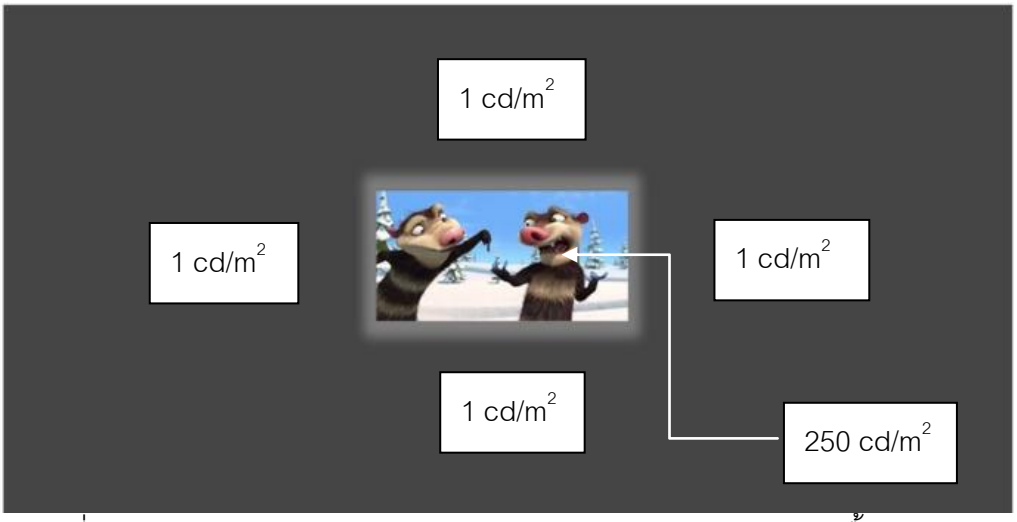
ตารางที่ 3.5 แสดงกรณีศึกษาค่าความสว่างพื้นหลัง

- กรณีศึกษาที่ 1 (low black)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 0.2 cd/m^2 (1250 :1)



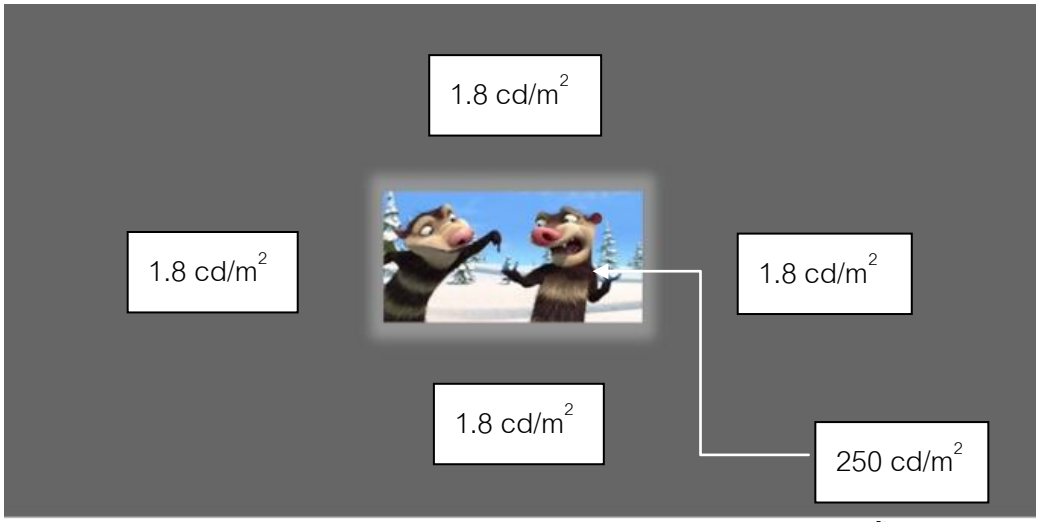
ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 2 (dark)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 1 cd/m^2 (250 : 1)



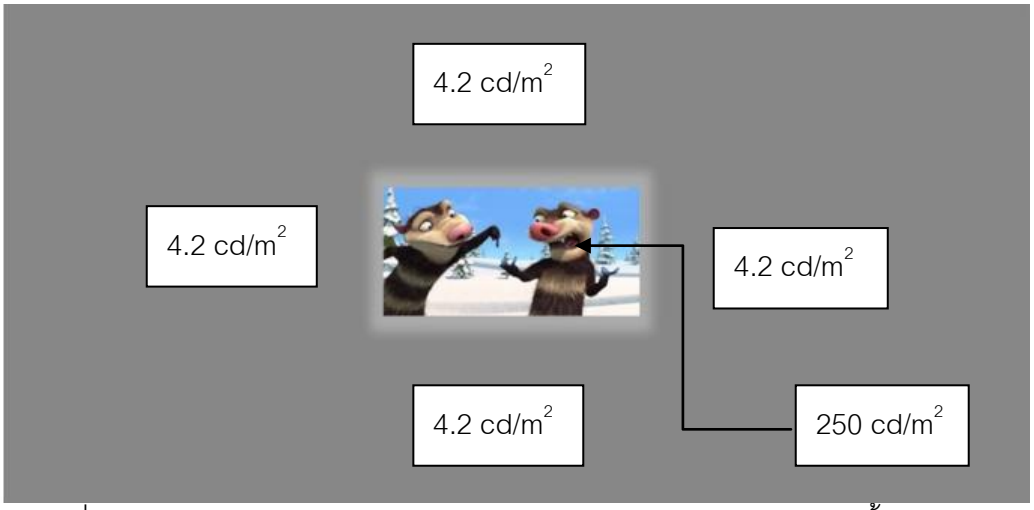
ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 3(high dark) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 1.8 cd/m^2 (138 : 1)



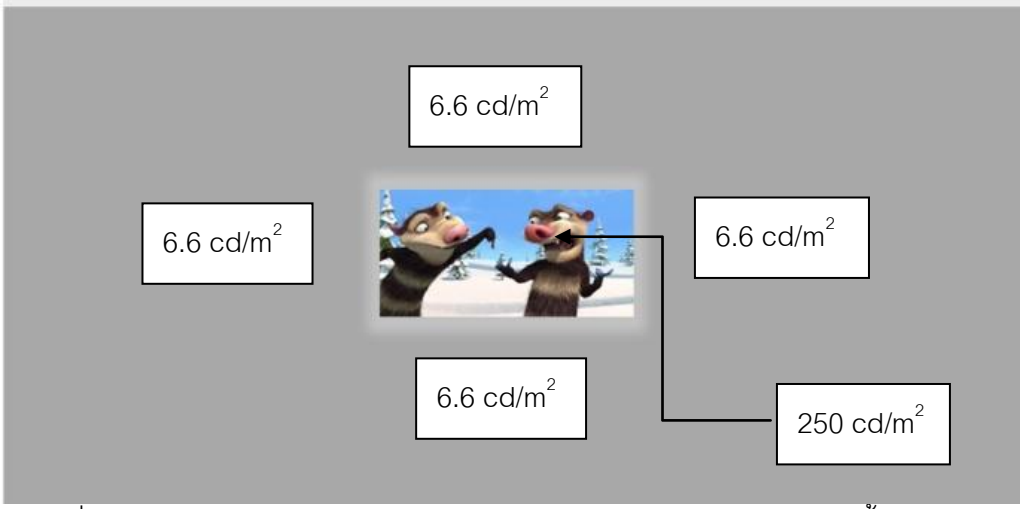
ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 4(mid value) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 4.2 cd/m^2 (60 :1)



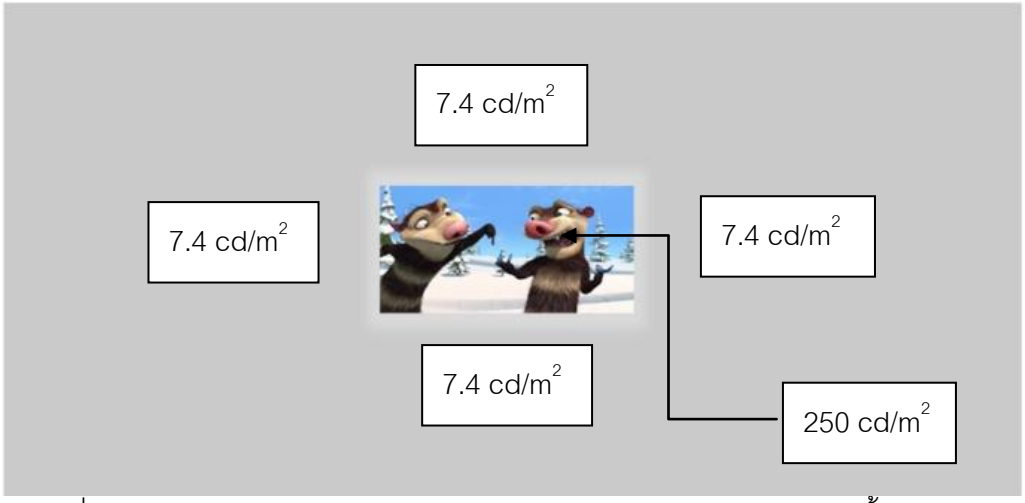
ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 5 (low light)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 6.6 cd/m^2 (38 : 1)



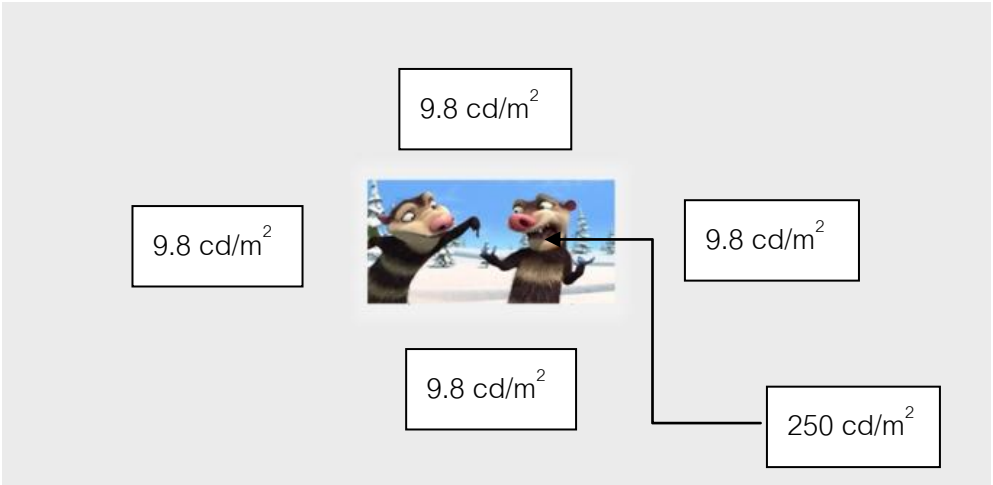
ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 6 (light) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 7.4 cd/m^2 (33 : 1)



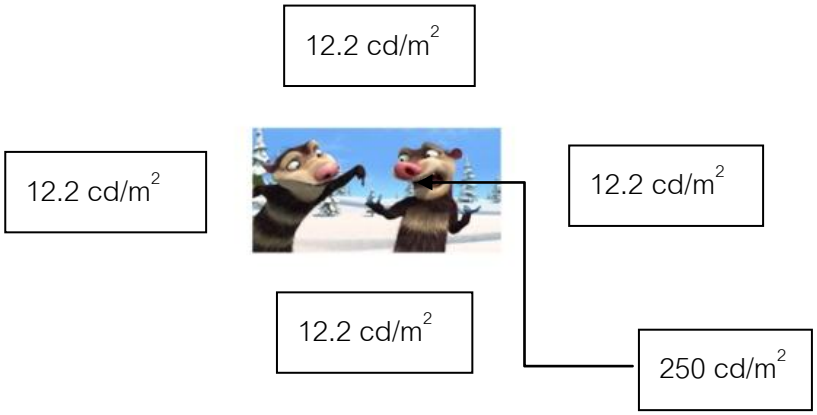
ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 7 (high light)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 9.8 cd/m^2 (25 : 1)



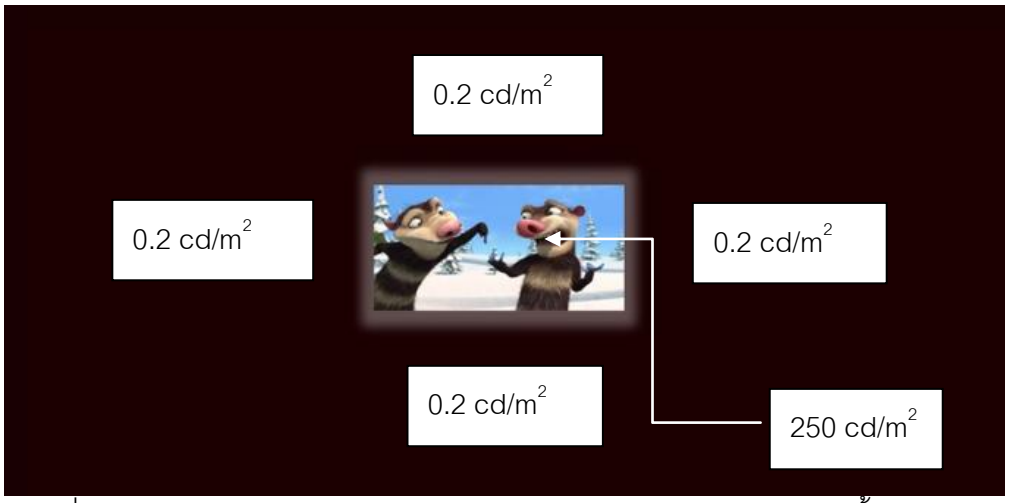
ภาพที่ 3.14 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 8 (white) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 12.2 cd/m^2 (20 : 1)



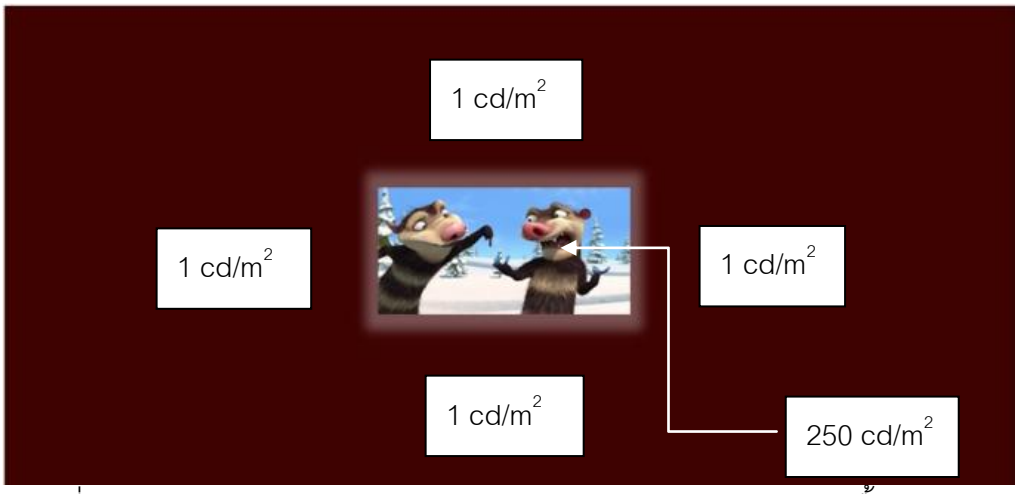
ภาพที่ 3.15 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 9 (black red) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 0.2 cd/m^2 (1250 : 1)



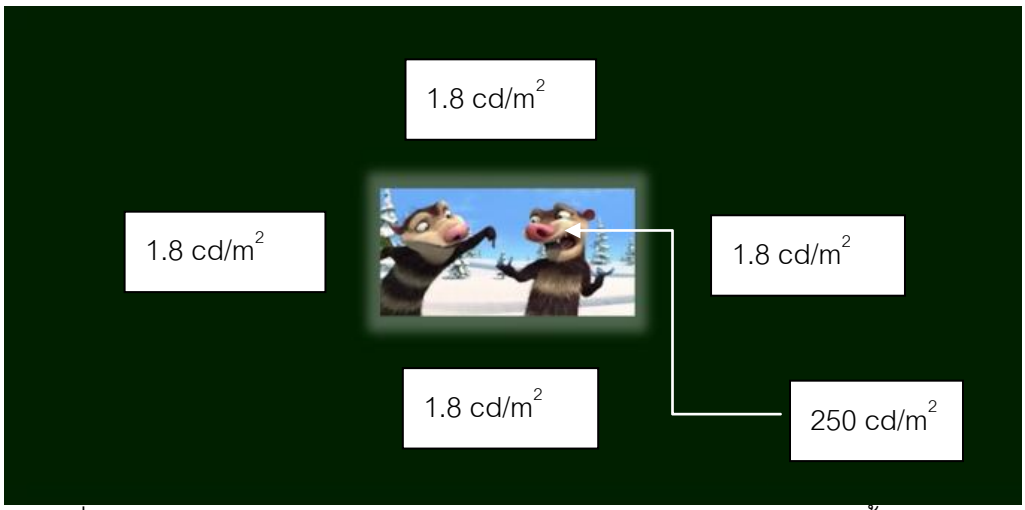
ภาพที่ 3.16 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 10 (red) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 1 cd/m^2 (250 : 1)



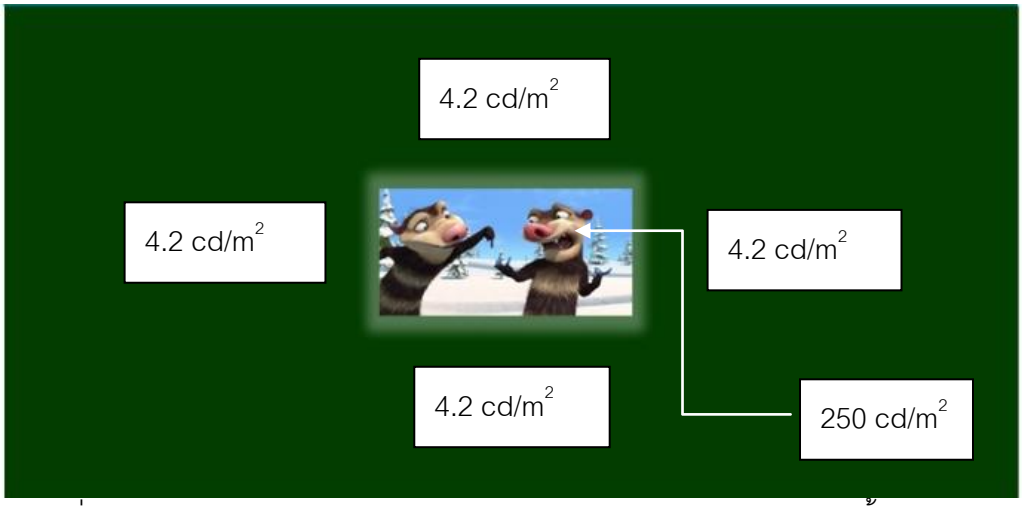
ภาพที่ 3.17 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 11 (black green) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 1.8 cd/m^2 (138 : 1)



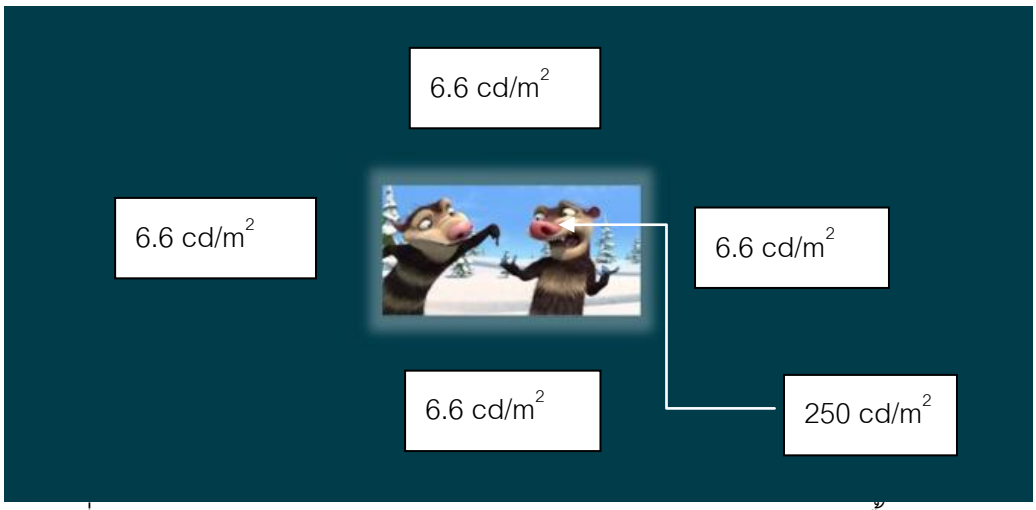
ภาพที่ 3.18 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 12 (green)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 4.2 cd/m^2 (60 : 1)



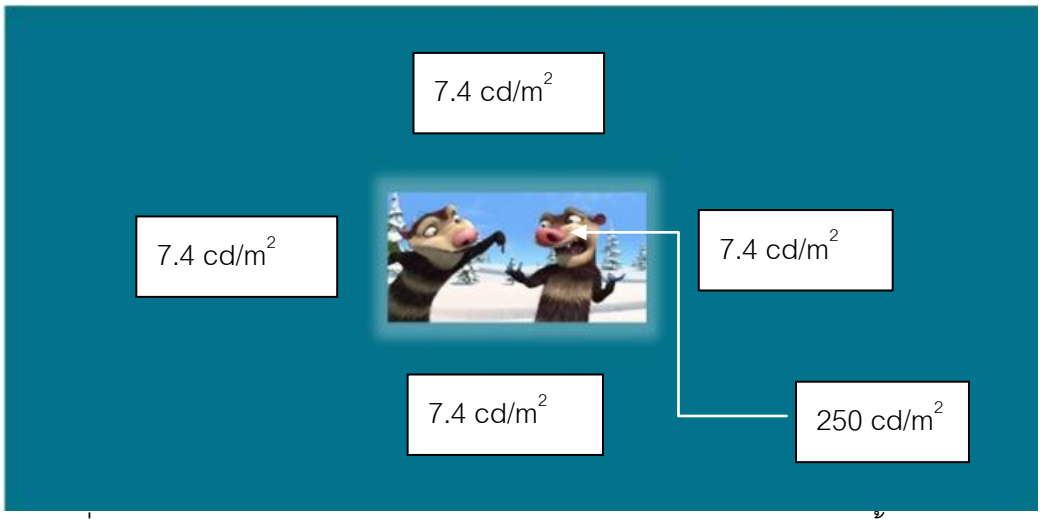
ภาพที่ 3.19 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 13 (black blue)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 6.6 cd/m^2 (38 : 1)



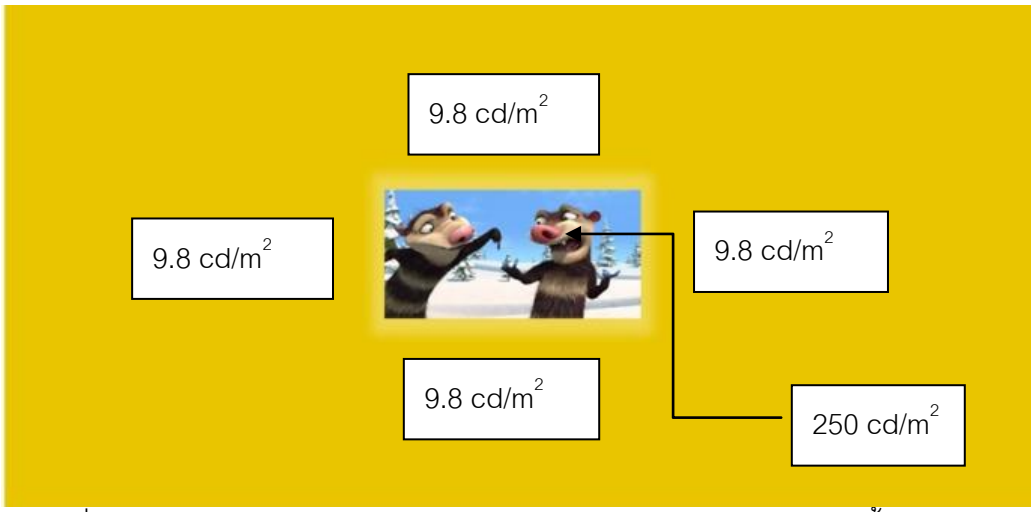
ภาพที่ 3.20 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 14 (blue) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 7.4 cd/m^2 (33 : 1)



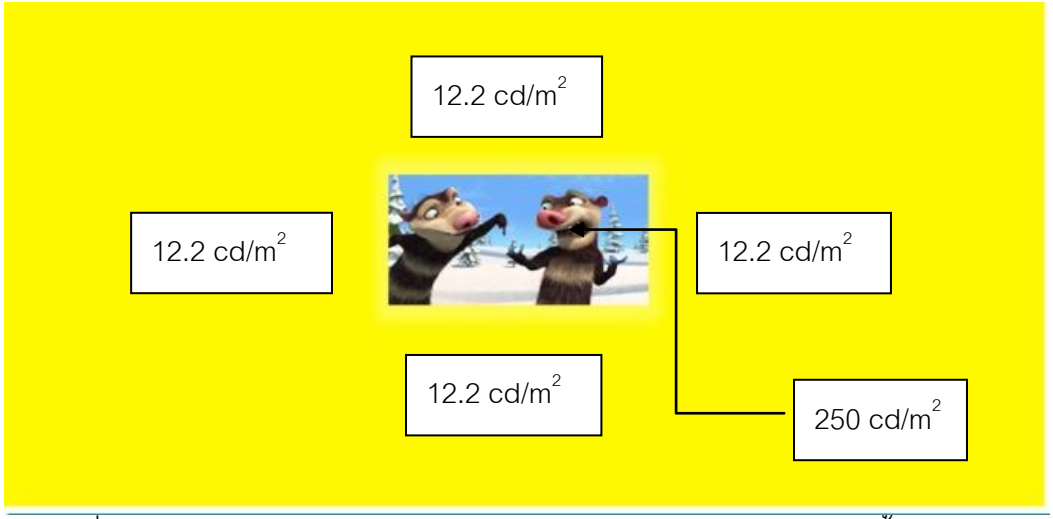
ภาพที่ 3.21 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 15 (black yellow)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 9.8 cd/m^2 (25 : 1)



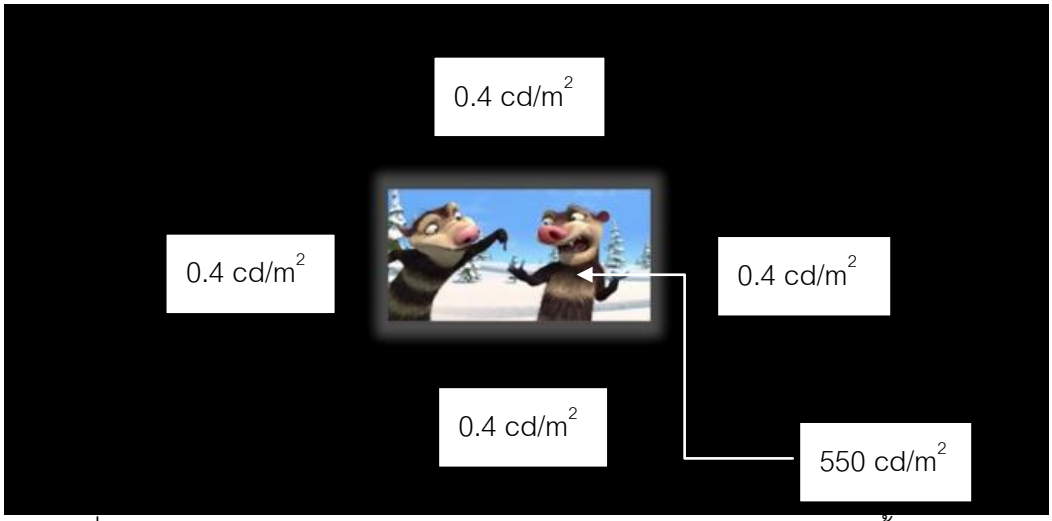
ภาพที่ 3.22 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 16 (yellow) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 12.2 cd/m^2 (20 : 1)



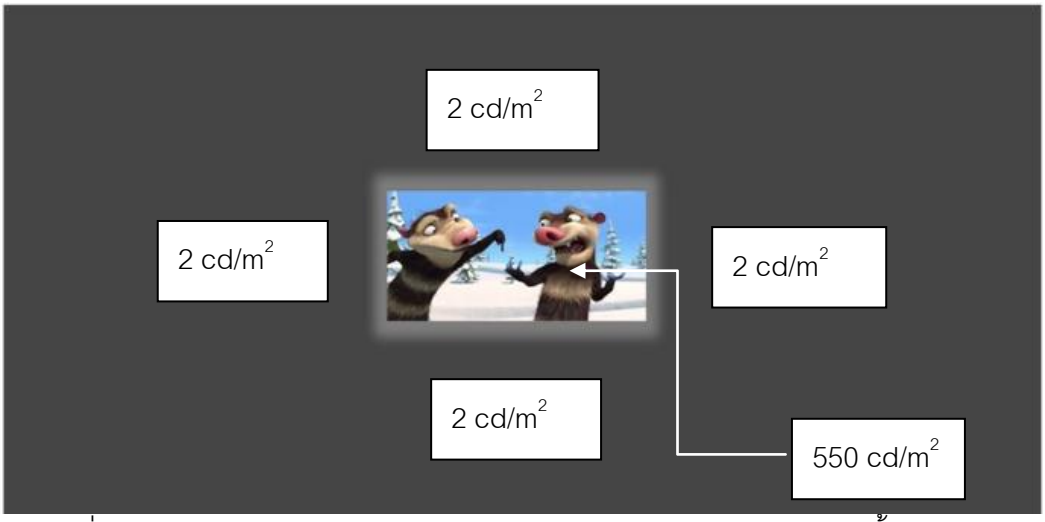
ภาพที่ 3.23 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 17 (black)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 550 cd/m^{2}กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 0.4 cd/m^2 (1375 : 1)



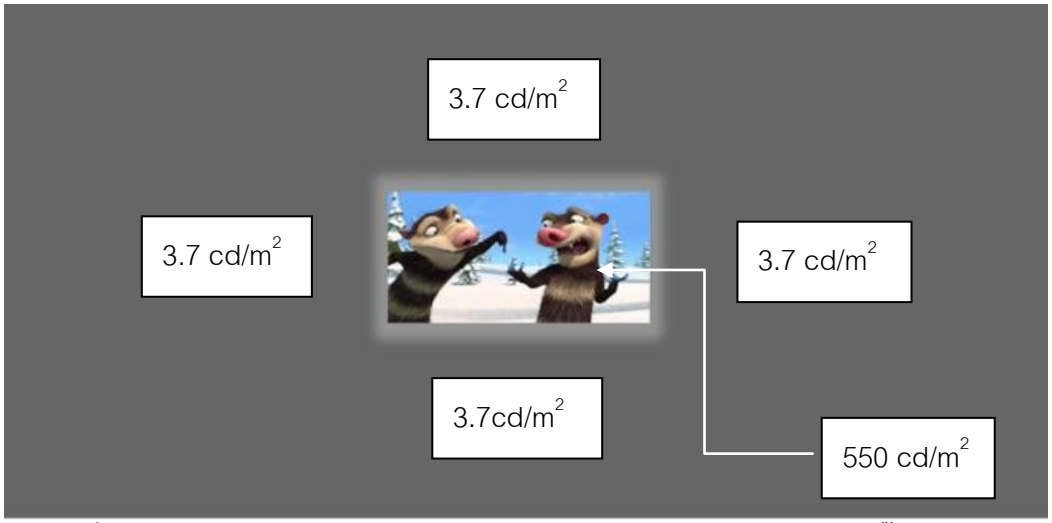
ภาพที่ 3.24 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 18 (low dark)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 550 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 2 cd/m^2 (275 : 1)



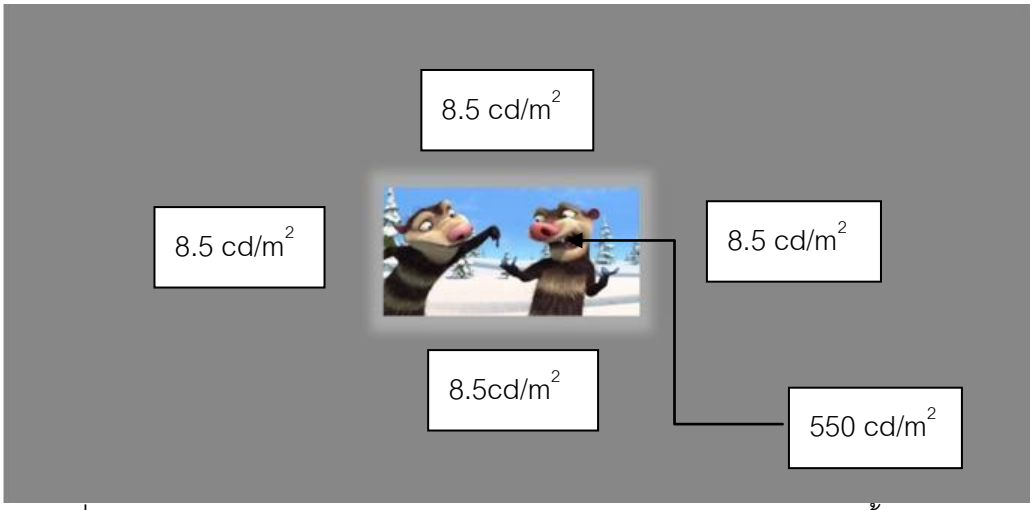
ภาพที่ 3.25 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 19 (dark) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 550 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 3.7 cd/m^2 (148 : 1)



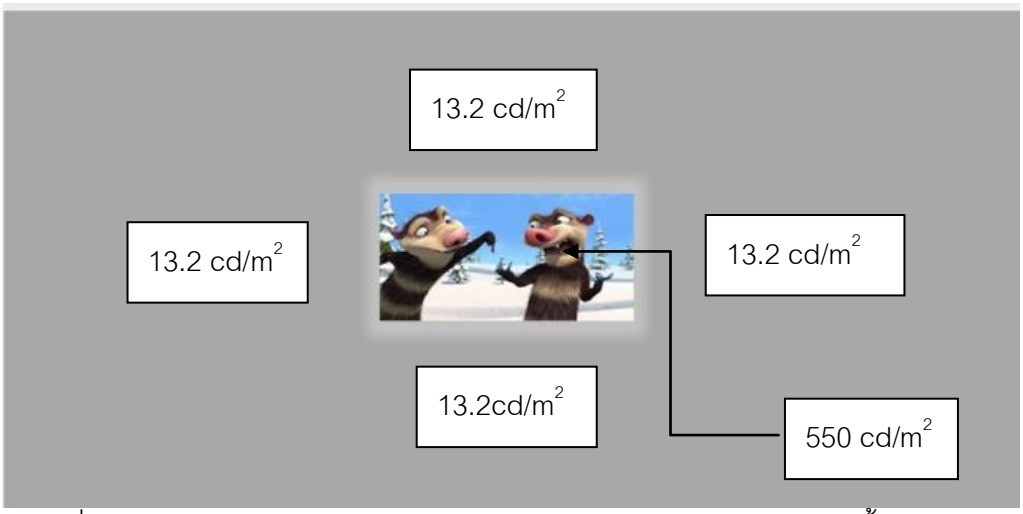
ภาพที่ 3.26 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 20(high dark) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 550 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 8.5 cd/m^2 (65 : 1)



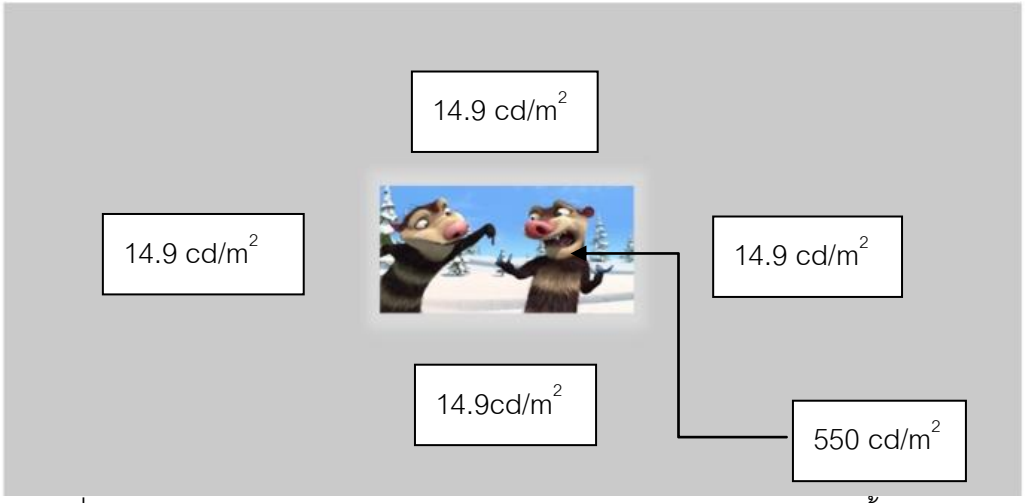
ภาพที่ 3.27 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 21 (mid value)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 550 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 13.2 cd/m^2 (42 : 1)



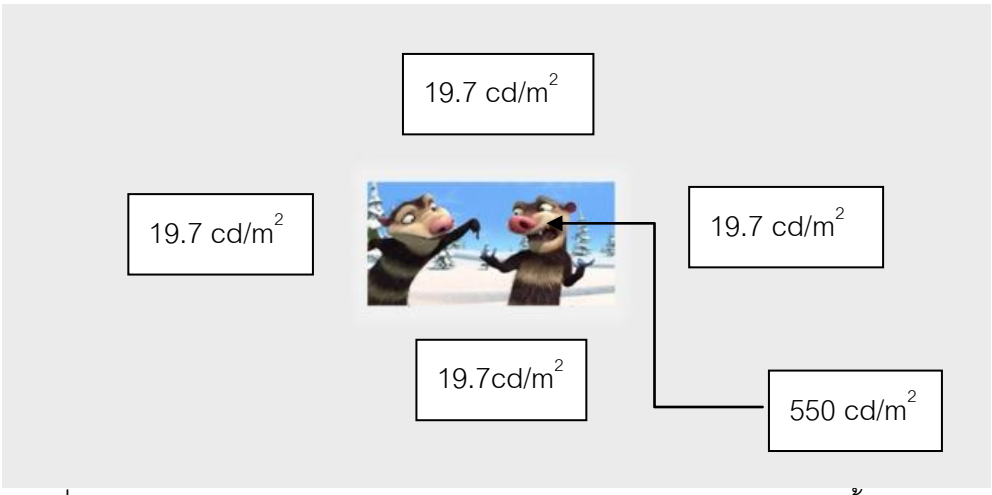
ภาพที่ 3.28 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 22 (low light) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 550 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 14.9 cd/m^2 (37 : 1)



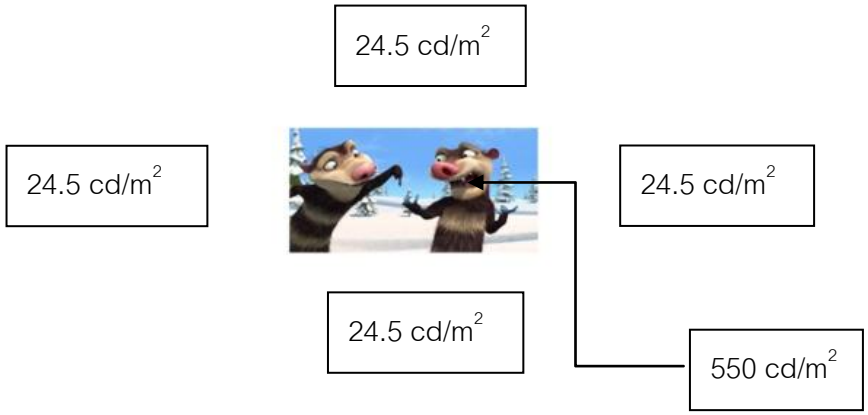
ภาพที่ 3.29 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

- กรณีศึกษาที่ 23 (light) ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 550 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 14.9 cd/m^2 (28 : 1)



ภาพที่ 3.30 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

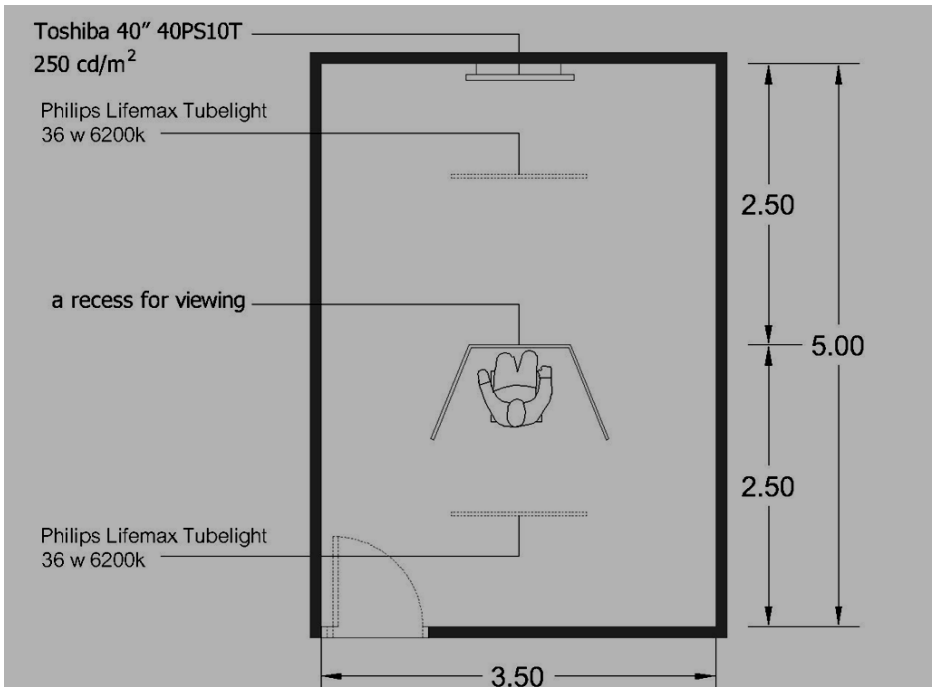
- กรณีศึกษาที่ 24 (high light)ค่าความสว่างจอ LED ที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าความสว่าง 550 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบ 24.5 cd/m^2 (22 : 1)



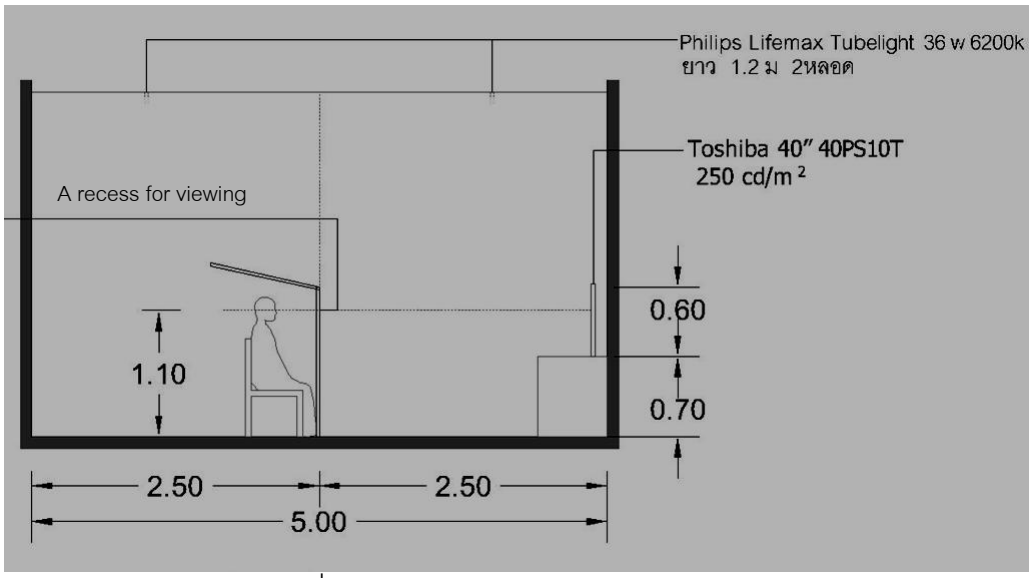
ภาพที่ 3.31 ภาพแสดงตัวอย่างจอ LED โดยการทดสอบการวัดความสว่างพื้นหลัง 4 จุด

3.3.2 ขั้นตอนการจัดทำห้องทดลอง

การจัดทำห้องทดลอง 1 โดยการจำลองห้องที่ควบคุมความสว่าง โดยควบคุมไม่ให้มีแสงสว่างจากภายนอกอาคาร และภายในห้องเป็นทาสีดำ มีขนาด กว้าง 3.50 เมตร และยาว 5.00 เมตร และสูง 2.70 เมตร มีฉากกั้นและเจาะช่องเพื่อมองจอ TV LED 40” มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 และติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ Philips Lifemax Tubelight 36 วัตต์ 6200 องศาเคลวิน เพื่อปรับแสงสว่างทั่วไปภายในห้องทดลอง



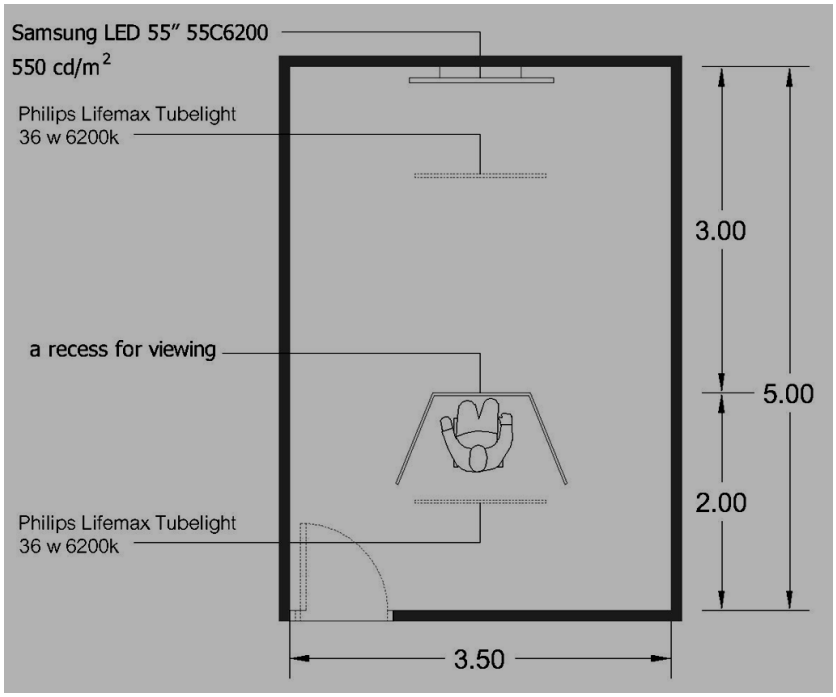
ภาพที่ 3.32 แสดงผังพื้นภายในห้องทดลอง 1



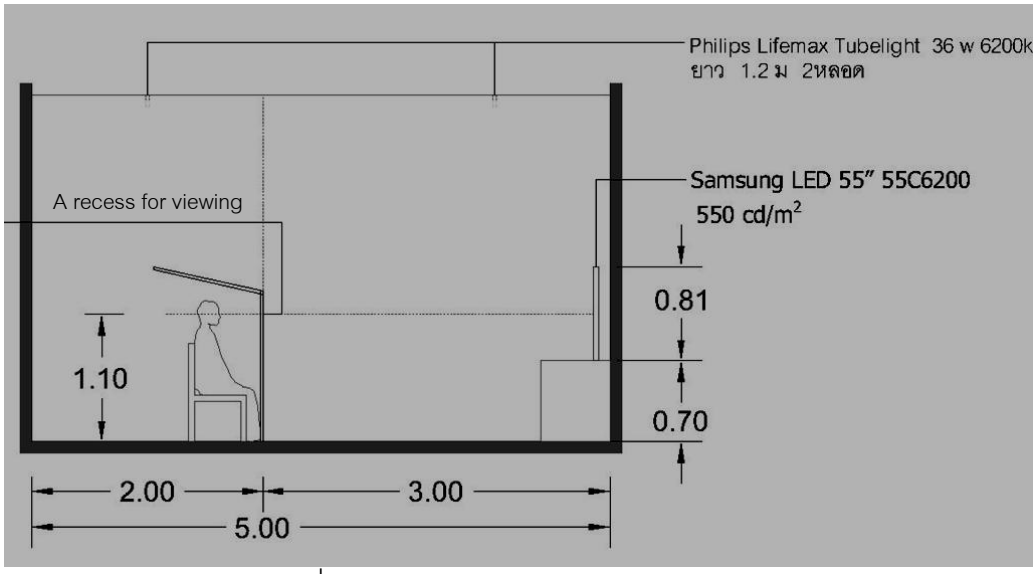
ภาพที่ 3.33 แสดงรูปด้านภายในห้องทดลอง 1

- การจัดทำห้องทดลอง 2 โดยการจำลองห้องที่ควบคุมความสว่าง โดยจะควบคุมไม่ให้มีแสงสว่างจากภายนอกอาคาร และภายในห้องเป็นสีดำ มีขนาด กว้าง 3.50 เมตร และยาว 5.00 เมตร และสูง 2.70 เมตร มีฉากกั้นและเจาะช่องเพื่อมองจอ มีฉากกั้นและเจาะช่องเพื่อมอง

จอ TV LED 55” มีค่าความสว่าง 550 cd/m^2 และ หลอดฟลูออเรสเซนต์ Philips Lifemax Tubelight 36 วัตต์ 6200 องศาเคลวิน เพื่อให้แสงสว่างทั่วไปภายในห้องทดลอง



ภาพที่ 3.34 แสดงผังพื้นภายในห้องทดลอง 2



ภาพที่ 3.35 แสดงรูปด้านภายในห้องทดลอง 2

3.3.3 วิธีการทดลอง

- สำหรับขั้นตอนในการทำแบบสอบถามชุดที่ 1 ในการทดลองความสว่างจอ 250 cd/m^2 แบบ Gray Scale จะใช้เวลาทั้งหมดโดยประมาณ 15 นาทีตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.6 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง ความสว่างจอ 250 cd/m^2

เวลา	กิจกรรม
นาทีที่ 1-5	ใน 5 นาทีแรกผู้ร่วมทดลองนั่งภายในห้องทดลองเพื่อปรับสภาพสายตาอารมณ์ และในขณะเดียวกันจะได้ฟังผู้วิจัยอธิบายถึงลำดับขั้นตอน วิธีการทดลอง วิธีการกรอกแบบสอบถาม และกรอกแบบสอบถามส่วนที่ 1 ซึ่งจะอยู่ในหน้าแรกของแบบสอบถาม โดยจะเป็นข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับอายุ เพศ และลักษณะสายตา
นาทีที่ 6-7	ผู้ร่วมทดลองคนแรก จะได้ทำแบบสอบถามชุดที่ A ผู้ร่วมทดลองคนที่ 2จะได้ทำแบบสอบถามชุด B จะทำการสลับแบบสอบถามไปจนครบ 40 คน โดยแบบสอบถามชุดที่ A จะเรียงลำดับค่าความสว่างพื้นหลังน้อยไปถึงความสว่างมาก และแบบสอบถามชุดที่ B จะเรียงค่าความสว่างพื้นหลัง จากมากไปถึงความสว่างน้อย โดยเริ่มชมคลิปวีดีโอและปรับค่าความสว่างพื้นหลังระดับที่ 1 และทำแบบสอบถามส่วนที่ 2 พักเพื่อปรับสายตา โดยผู้เข้าร่วมจะต้องหลับตา 15 วินาที ในแต่ละครั้งที่เปลี่ยนค่าความสว่าง
นาทีที่ 7-15	เริ่มชมคลิปวีดีโอและปรับค่าความสว่างพื้นหลังระดับที่ 2,3,4,5,6,7,8 และทำแบบสอบถามส่วนที่ 2 พักเพื่อปรับสายตา โดยผู้เข้าร่วมจะต้องหลับตา 15 วินาที ในแต่ละครั้งที่เปลี่ยนค่าความสว่าง จนจบการทดลอง

ตารางที่ 3.6 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง ความสว่างจอ 250 cd/m^2 แบบ Gray Scale

- สำหรับขั้นตอนในการทำแบบสอบถามชุดที่ 2 ในการทดลองความสว่างจอ 250 cd/m^2 แบบ Color จะใช้เวลาทั้งหมดโดยประมาณ 15 นาทีตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ ตารางที่ 3.7 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง ความสว่างจอ 250 cd/m^2

เวลา	กิจกรรม
นาทีที่ 1-5	ใน 5 นาทีแรกผู้ร่วมทดลองนั่งภายในห้องทดลองเพื่อปรับสภาพสายตาอารมณ์ และในขณะเดียวกันจะได้ฟังผู้วิจัยอธิบายถึงลำดับขั้นตอน วิธีการทดลอง วิธีการกรอกแบบสอบถาม และกรอกแบบสอบถามส่วนที่ 1 ซึ่งจะอยู่ในหน้าแรกของแบบสอบถาม โดยจะเป็นข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับอายุ เพศ และลักษณะสายตา
นาทีที่ 6-7	ผู้ร่วมทดลองคนแรก จะได้ทำแบบสอบถามชุดที่ A ผู้ร่วมทดลองคนที่ 2จะได้ทำแบบสอบถามชุด B จะทำการสลับแบบสอบถามไปจนครบ 40 คน โดยแบบสอบถามชุดที่ A จะเรียงลำดับค่าความสว่างพื้นหลังน้อยไปถึงความสว่างปกติ และแบบสอบถามชุดที่ B จะเรียงค่าความสว่างพื้นหลัง จากปกติ ไปถึงความสว่างน้อย โดยเริ่มชมคลิปวีดีโอและปรับค่าความสว่างพื้นหลังระดับที่ 1 และทำแบบสอบถามส่วนที่ 2 พักเพื่อปรับสายตา โดยผู้เข้าร่วมจะต้องหลับตา 15 วินาที ในแต่ละครั้งที่เปลี่ยนค่าความสว่าง
นาทีที่ 7-15	เริ่มชมคลิปวีดีโอและปรับค่าความสว่างพื้นหลังระดับที่ 2,3,4,5,6,7,8 และทำแบบสอบถามส่วนที่ 2 พักเพื่อปรับสายตา โดยผู้เข้าร่วมจะต้องหลับตา 15 วินาที ในแต่ละครั้งที่เปลี่ยนค่าความสว่าง จนจบการทดลอง

ตารางที่ 3.7 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง ความสว่างจอ 250 cd/m^2

- สำหรับขั้นตอนในการทำแบบสอบถามชุดที่ 3 ในการทดลองความสว่างจอ 550 cd/m^2 แบบ Gray Scale จะใช้เวลาทั้งหมดโดยประมาณ 15 นาทีตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

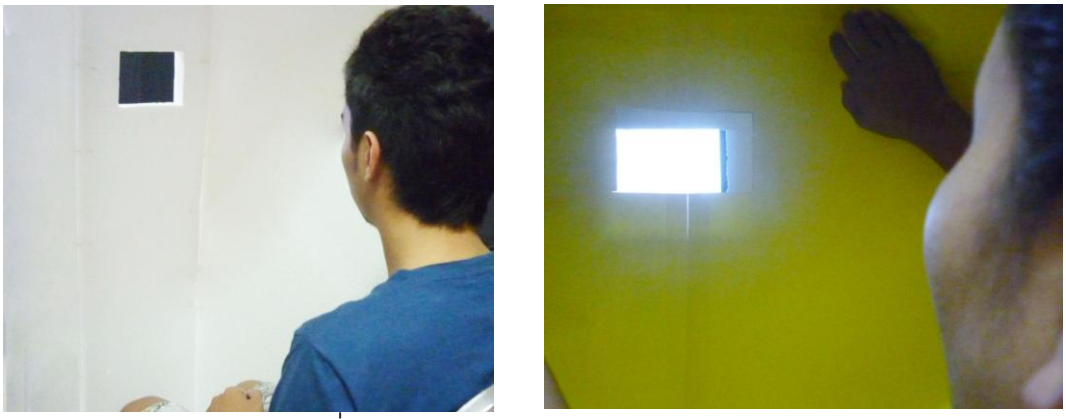
ตารางที่ 3.8 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลอง ความสว่างจอ 550 cd/m^2

เวลา	กิจกรรม
นาทีที่ 1-5	ใน 5 นาทีแรกผู้ร่วมทดลองนั่งภายในห้องทดลองเพื่อปรับสภาพสายตาอารมณ์ และในขณะเดียวกันจะได้ฟังผู้วิจัยอธิบายถึงลำดับขั้นตอน วิธีการทดลอง วิธีการกรอกแบบสอบถาม และกรอกแบบสอบถามส่วนที่ 1 ซึ่งจะอยู่ในหน้าแรกของแบบสอบถาม โดยจะเป็นข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับอายุ เพศ และลักษณะสายตา
นาทีที่ 6-7	ผู้ร่วมทดลองคนแรก จะได้ทำแบบสอบถามชุดที่ A ผู้ร่วมทดลองคนที่ 2จะได้ทำแบบสอบถามชุดB จะทำการสลับแบบสอบถามไปจนครบ 70 คน โดยแบบสอบถามชุดที่ A จะเรียงลำดับค่าความสว่างพื้นหลังน้อยไปถึงความสว่างปกติ และแบบสอบถามชุดที่ B จะเรียงค่าความสว่างพื้นหลัง จากปกติ ไปถึงความสว่างน้อย โดยเริ่มชมคลิปวีดีโอและปรับค่าความสว่างพื้นหลังระดับที่ 1 และทำแบบสอบถามส่วนที่ 2 พักเพื่อปรับสายตา โดยผู้เข้าร่วมจะต้องหลับตา 15 วินาที ในแต่ละครั้งที่เปลี่ยนค่าความสว่าง
นาทีที่ 7-15	เริ่มชมคลิปวีดีโอและปรับค่าความสว่างพื้นหลังระดับที่ 2,3,4,5,6,7,8 และทำแบบสอบถามส่วนที่ 2 พักเพื่อปรับสายตา โดยผู้เข้าร่วมจะต้องหลับตา 15 วินาที ในแต่ละครั้งที่เปลี่ยนค่าความสว่าง จนจบการทดลอง

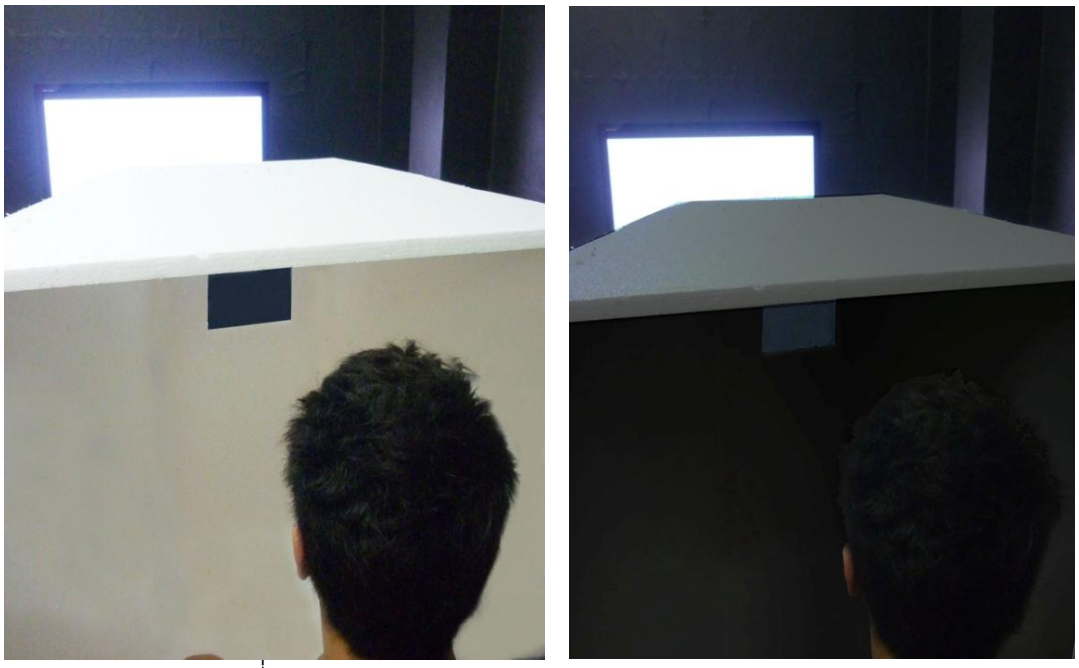
ตารางที่ 3.8 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลองความสว่างจอ 550 cd/m^2

ภาพที่ 3.36 แสดงลักษณะภายในห้องทดลอง

ภาพที่ 3.37 แสดงลักษณะภายในห้องทดลอง



ภาพที่ 3.38 แสดงลักษณะภายในห้องทดลอง



ภาพที่ 3.39 แสดงการทดลอง

ภาพที่ 3.40 แสดงการทดลอง

3.3.4 แบบสอบถาม

ประกอบด้วย 3 ชุดแบ่งเป็นชุดที่ 1 เป็นชุดค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 แบบ Gray Scale แบบสอบถามชุดที่ 2 ค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 แบบColor และแบบสอบถามชุดที่ 3 ค่าความสว่างจอ 550 cd/m^2 แบบGray Scale ในแบบสอบถามผู้ร่วมทดลองจะต้องเลือกตอบว่าสบายตาหรือไม่สบายตา ซึ่งสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ก.

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์

การวิจัยนี้ได้ศึกษาครั้งนี้สามารถแสดงการสรุปผลจากการวิเคราะห์โดยใช้ Logistic Regressionการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม(1 ตัวแปร) และตัวแปรอิสระ(x)โดยที่ตัวแปรตาม(Y) มีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม เมื่อได้แบบแผนความสัมพันธ์ (สมการพยากรณ์) แล้วสามารถนำแบบแผนดังกล่าวไปใช้ประมาณค่ากลุ่มได้ โดยอาศัยความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกประเภทBinary Logistic Regression ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า (ตัวแปรทวิ) เช่น Y=1 ถ้าสบายตา หรือ = 0 ถ้าไม่สบายตา และเพื่อสร้างสมการพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตการณ์ที่น่าสนใจ โดยใช้สมการ

$$P = \frac{e^{\alpha+\beta x}}{1+e^{\alpha+\beta x}}$$

A หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ เมื่อทำการประมานค่าจะได้

B หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมานได้จากข้อมูล

X หมายถึง ตัวแปรอิสระ

E หมายถึง ค่า natural logarithm ในทางคณิตศาสตร์มีค่าประมาณ 2.71828..

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอค่าอัตราส่วนความต่างของค่าความสว่างระหว่าง LED media display กับความสว่างพื้นหลังโดยรอบที่สบายตาจากภายในอาคาร

มีตัวแปรต้น คือ ค่าความสว่างพื้นหลัง 24 กรณีศึกษา

มีตัวแปรตาม คือ ค่าความรู้สึกสบายตา 0 -1

4.1 ผลการทดลองจากกรณีศึกษา

4.1.1 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 1-8 ในลักษณะ gray scale ค่าความสว่างจอ LED 250 cd/m^2 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.2 cd/m^2,1 cd/m^2,1.8 cd/m^2,4.2 cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2

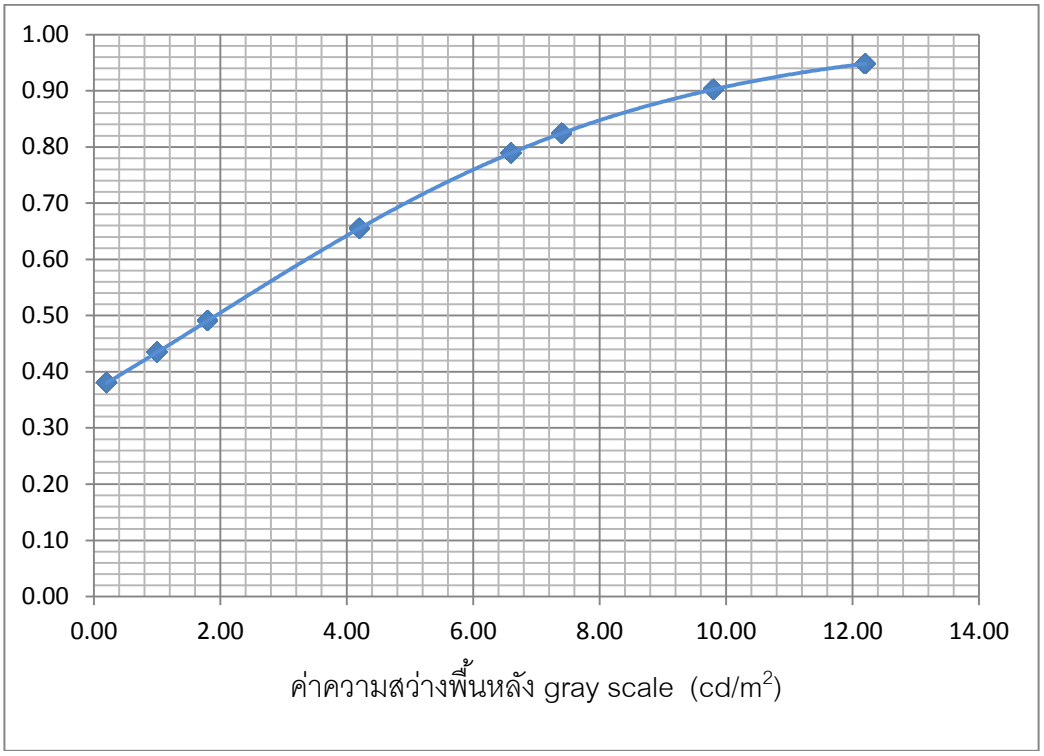
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 1-8 ในลักษณะ gray scale

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ (cd/m^2)	ค่าความสว่างพื้นหลัง (cd/m^2)	การประเมินผล 40 คน	
			สบายตา (คน)	ไม่สบายตา (คน)
กรณีศึกษาที่ 1 low black	250	0.2	13	27
กรณีศึกษาที่ 2 dark	250	1	16	24
กรณีศึกษาที่ 3 high dark	250	1.8	22	18
กรณีศึกษาที่ 4 mid value	250	4.2	30	10
กรณีศึกษาที่ 5 low light	250	6.6	31	9
กรณีศึกษาที่ 6 light	250	7.4	31	9
กรณีศึกษาที่ 7 high light	250	9.8	36	4
กรณีศึกษาที่ 8 white	250	12.2	38	2

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 1-8 ในลักษณะ gray scale

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ Logistic Regression จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลัง grayscale ของจอ LED media display 250 cd/m^2 ในลักษณะ gray scale กรณีศึกษาที่ 1-8 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.2 cd/m^2,1 cd/m^2,1.8 cd/m^2,4.2 cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2

ความเป็นไปได้ของความสบายตา



แผนภูมิที่ 4.1 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display 250 cd/m^2 ในลักษณะ gray scale

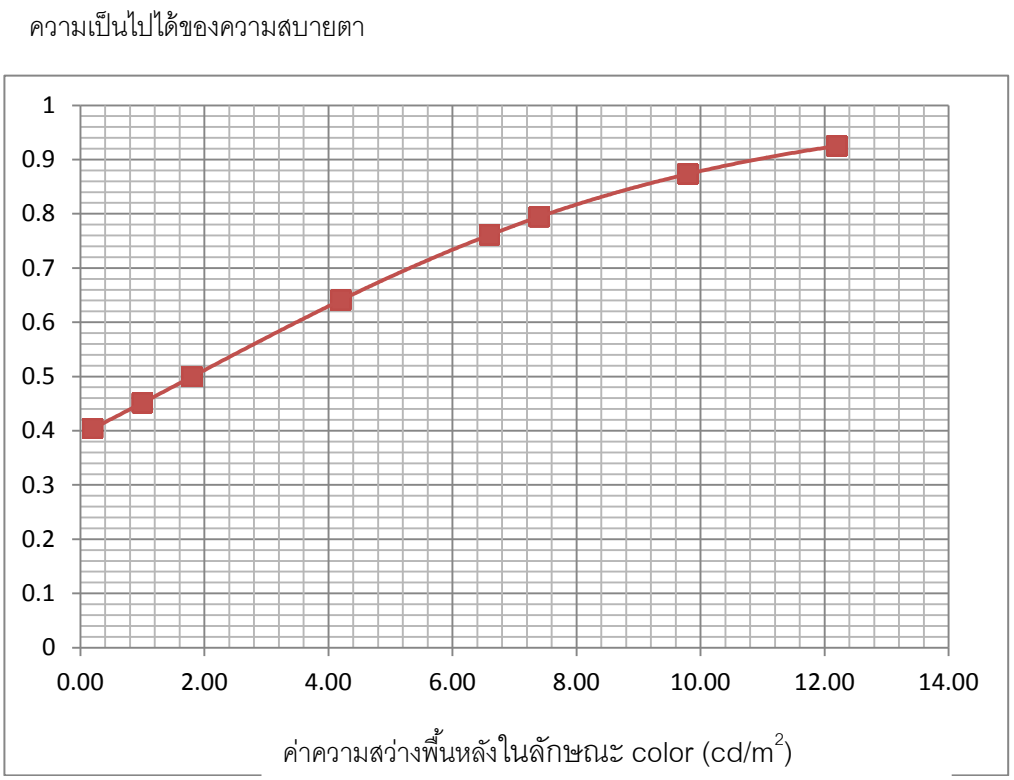
4.1.3 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 9-18 ในลักษณะ color ค่าความสว่างจอ LED 250 cd/m^2 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.2 cd/m^2, 1 cd/m^2,1.8 cd/m^2,4.2 cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 9-16 ในลักษณะ color

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ (cd/m^2)	ค่าความสว่างพื้นหลัง (cd/m^2)	การประเมินผล 40 คน	
			สบายตา (คน)	ไม่สบายตา (คน)
กรณีศึกษาที่ 9 black red	250	0.2	14	26
กรณีศึกษาที่ 10 red	250	1	18	22
กรณีศึกษาที่ 11 black green	250	1.8	24	16
กรณีศึกษาที่ 12 green	250	4.2	24	16
กรณีศึกษาที่ 13 black blue	250	6.6	31	9
กรณีศึกษาที่ 14 blue	250	7.4	29	11
กรณีศึกษาที่ 15 black yellow	250	9.8	36	4
กรณีศึกษาที่ 16 yellow	250	12.2	38	2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 9-16 ในลักษณะ color

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ Logistic Regression จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังในลักษณะcolor ของจอ LED media display 250 cd/m^2 ในลักษณะ gray scaleกรณีศึกษาที่ 9-18 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.2 cd/m^2,1 cd/m^2,1.8 cd/m^2,4.2 cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2



แผนภูมิที่ 4.2 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display 250 cd/m^2 ในลักษณะ color

4.1.5 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 17-24 ในลักษณะ gray scale ค่าความสว่างจอ LED 550 cd/m^2 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.4 cd/m^2, 2 cd/m^2, 3.7 cd/m, 8.5 cd/m^2,13.2 cd/m^2,14.9 cd/m^2,19.7 cd/m^2 และ 24.5 cd/m^2

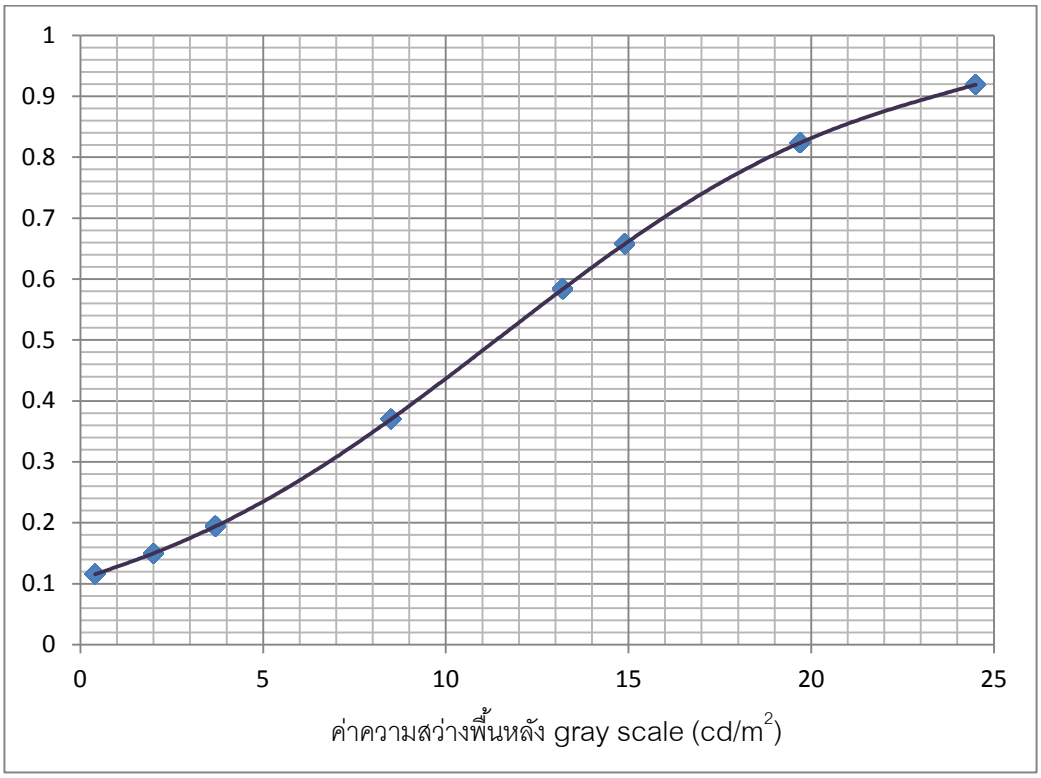
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 17-24 ในลักษณะ gray scale

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ (cd/m^2)	ค่าความสว่างพื้นหลัง (cd/m^2)	การประเมินผล 70 คน	
			สบายตา (คน)	ไม่สบายตา (คน)
กรณีศึกษาที่ 17 low black	550	0.4	8	62
กรณีศึกษาที่ 18 dark	550	2	12	58
กรณีศึกษาที่ 19 high dark	550	3.7	17	53
กรณีศึกษาที่ 20 mid value	550	8.5	23	47
กรณีศึกษาที่ 21 low light	550	13.2	35	25
กรณีศึกษาที่ 22 light	550	14.9	48	22
กรณีศึกษาที่ 23 high light	550	19.7	56	14
กรณีศึกษาที่ 24 white	550	24.5	68	2

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 17-24 ในลักษณะ gray scale

4.1.6 ผลการวิเคราะห์ Logistic Regression จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลัง grayscale ของจอ LED media display 550 cd/m^2 ในลักษณะ gray scaleกรณีศึกษาที่ 17-24 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.4 cd/m^2, 2 cd/m^2,3.7 cd/m^2 ,8.5 cd/m^2,13.2 cd/m^2,14.9 cd/m^2,19.7 cd/m^2 และ 24.5 cd/m^2

ความเป็นไปได้ของความสบายตา



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลัง gray scale ของจอ LED media display 550 cd/m^2 ในลักษณะ gray scale

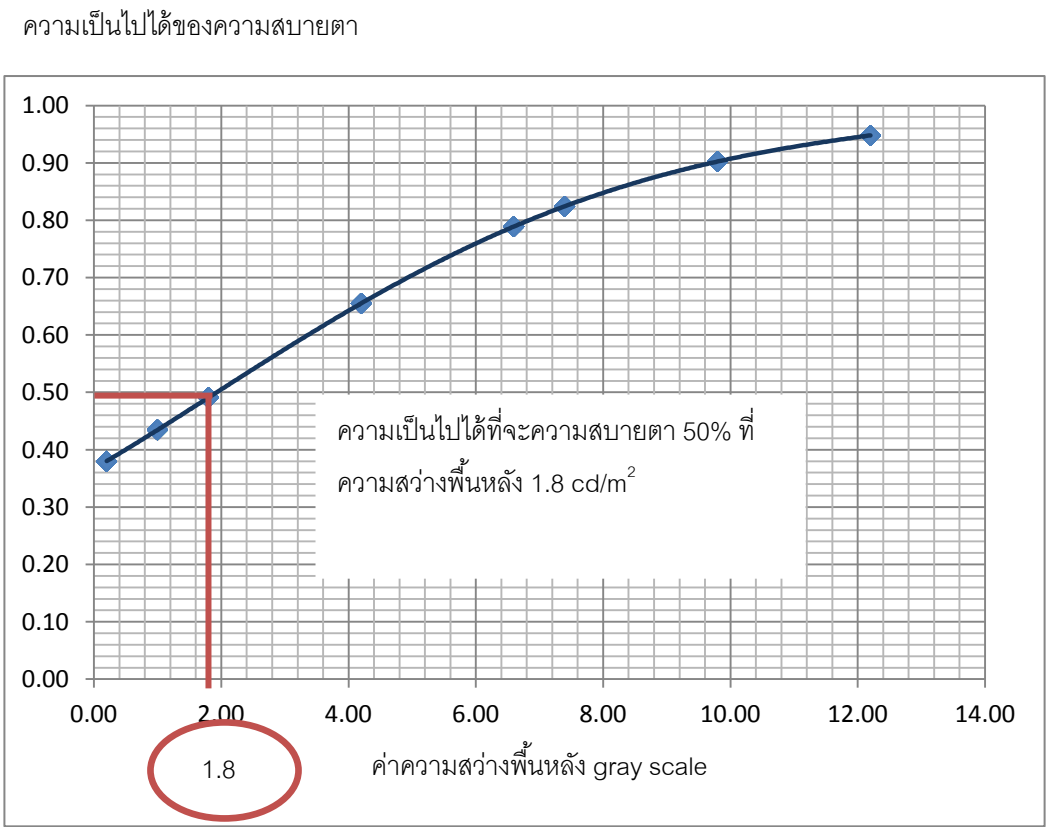
บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการวิจัย

การสรุปผลอัตราส่วนความสว่างระหว่างจอ LED media display กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบที่สบายตาจากผลการวิเคราะห์ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 แสดงผลการทดลองจากกรณีศึกษาที่ 1-8 ในลักษณะ gray scale ค่าความสว่างจอ LED 250 cd/m^2 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.2 cd/m^2,1 cd/m^2, 1.8 cd/m^2,4.2 cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2



แผนภูมิที่ 5.1 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display 250 cd/m^2 ในลักษณะ gray scale ที่ร้อยละ 50

จากภาพ (แผนภูมิที่ 5.1) แสดงกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 50 รู้สึกไม่สบายตาที่ความสว่าง LED media display 250 cd/m^2 ลักษณะ grayscale มีค่าน้อยกว่า1.8 cd/m^2 ไปจนถึง 0.2 cd/m^2 กลุ่มตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 50 รู้สึกสบายตา เมื่อพื้นหลังมีค่าเท่ากับ1.8 cd/m^2 และกลุ่มตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 50 รู้สึกสบายตา เมื่อพื้นหลังมีค่ามากกว่า1.8 cd/m^2 ไปจนถึง 12.2 cd/m^2

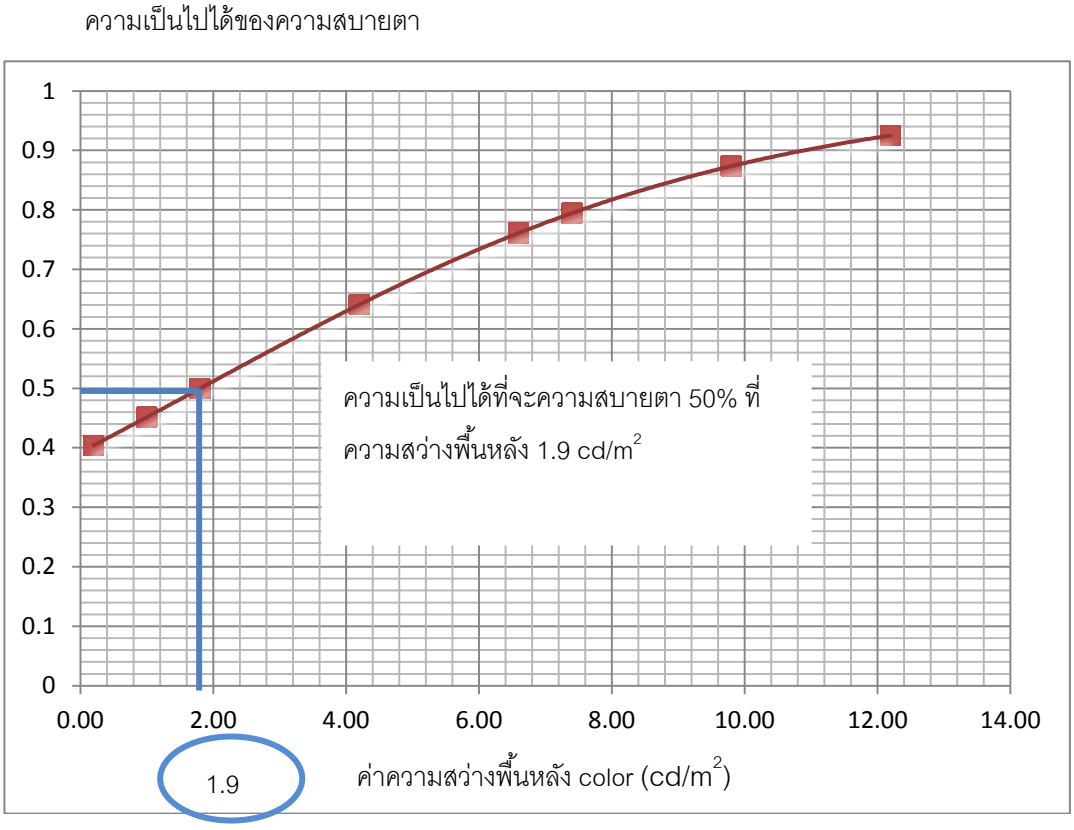
5.1.2 การสรุปผลร้อยละของอัตราส่วนความสว่างระหว่างจอ LED media display 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบที่สบายตาจาก ในลักษณะ grayscale

ตารางที่ 5.1 แสดงผลจากการทดลองเป็นร้อยละจากกรณีศึกษาที่ 1-8

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ (cd/m^2)	ค่าความสว่างพื้นหลัง (cd/m^2)	จำนวนคนที่สบายตา 40 คน	ร้อยละของคนที่สบายตาทั้งหมด 40 คน(%)
กรณีศึกษาที่ 1 low black	250	0.2	13	32
กรณีศึกษาที่ 2 dark	250	1	16	43
กรณีศึกษาที่ 3 high dark	250	1.8	22	55
กรณีศึกษาที่ 4 mid value	250	4.2	30	75
กรณีศึกษาที่ 5 low light	250	6.6	31	78
กรณีศึกษาที่ 6 light	250	7.4	31	78
กรณีศึกษาที่ 7 high light	250	9.8	36	90
กรณีศึกษาที่ 8 white	250	12.2	38	95

ตารางที่ 5.1 แสดงผลร้อยละจากกรณีศึกษาที่ 1-8

5.1.3 แสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ จากกรณีศึกษาที่ 9-18 ในลักษณะ color ค่าความสว่างจอ LED 250 cd/m^2 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.2 cd/m^2,1 cd/m^2,1.8 cd/m^2,4.2 cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2



แผนภูมิที่ 5.2 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display 250 cd/m^2 ในลักษณะ color ที่ร้อยละ 50

จากภาพ (แผนภูมิที่ 5.2) แสดงกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 50 รู้สึกไม่สบายตา ที่ความสว่าง LED media display 250 cd/m^2 ลักษณะ color มีค่าน้อยกว่า1.9 cd/m^2 ไปจนถึง 0.2 cd/m^2 กลุ่มตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 50 รู้สึกสบายตาเมื่อพื้นหลังมีค่าเท่ากับ1.9 cd/m^2 และกลุ่มตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 50 รู้สึกสบายตาเมื่อพื้นหลังมีค่ามากกว่า1.9 cd/m^2 ไปจนถึง 12.2 cd/m^2

5.1.4 การสรุปผลร้อยละของอัตราส่วนความสว่างระหว่างจอ LED media display 250 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบที่สบายตาจาก ในลักษณะ color

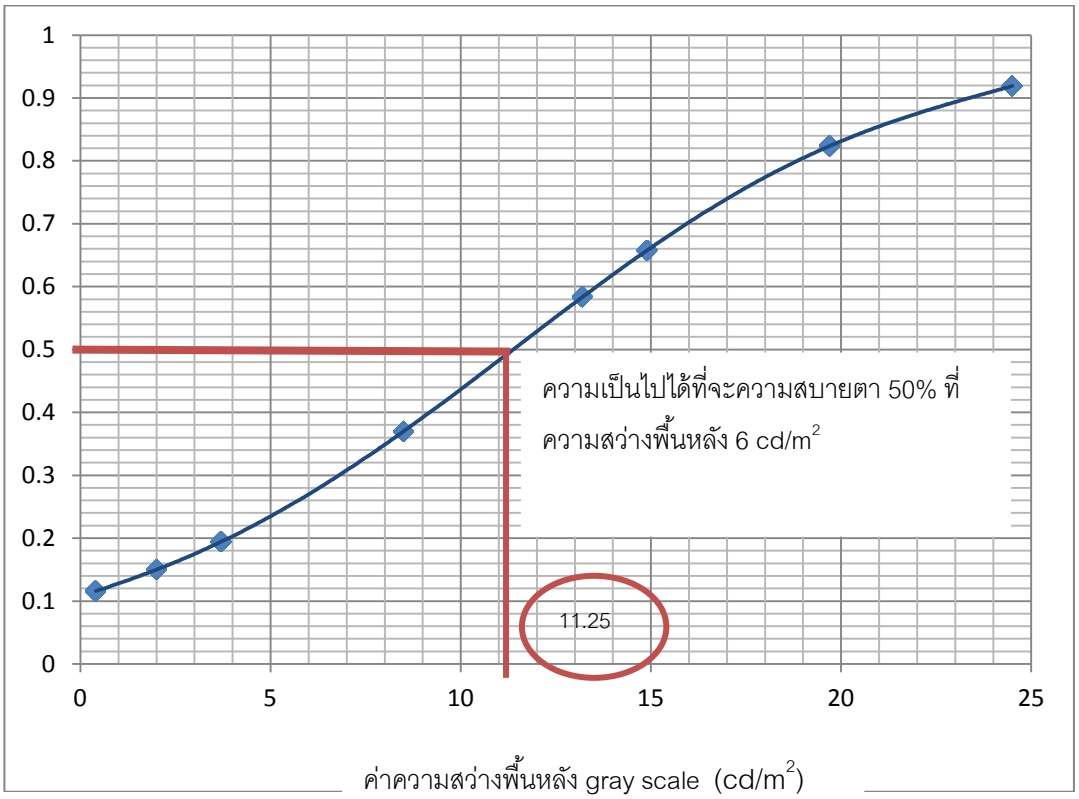
ตารางที่ 5.2 แสดงผลจากการทดลองเป็นร้อยละจากกรณีศึกษาที่ 9 - 18

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ (cd/m^2)	ค่าความสว่างพื้นหลัง (cd/m^2)	จำนวนคนที่สบายตาทั้งหมด 40 คน	ร้อยละของคนที่สบายตาทั้งหมด 40 คน (%)
กรณีศึกษาที่ 9 black red	250	0.2	14	35
กรณีศึกษาที่ 10 red	250	1	18	45
กรณีศึกษาที่ 11 black green	250	1.8	24	60
กรณีศึกษาที่ 12 green	250	4.2	24	60
กรณีศึกษาที่ 13 black blue	250	6.6	31	77
กรณีศึกษาที่ 14 blue	250	7.4	29	72
กรณีศึกษาที่ 15 black yellow	250	9.8	36	90
กรณีศึกษาที่ 16 yellow	250	12.2	38	95

ตารางที่ 5.2 แสดงผลร้อยละจากกรณีศึกษาที่ 9 - 18

5.1.5 แสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ การทดลองจากกรณีศึกษาที่ 18-24 ในลักษณะGray scale ค่าความสว่างจอ LED 550 cd/m^2 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.4 cd/m^2, 2 cd/m^2,3.7 cd/m,8.5 cd/m^2,13.2 cd/m^2,14.9 cd/m^2,19.7 cd/m^2 และ 24.5 cd/m^2

ความเป็นไปได้ของความสบายตา



แผนภูมิที่ 5.3 แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display 550 cd/m^2 ในลักษณะ color ที่ร้อยละ 50

จากภาพ (แผนภูมิที่ 5.3) แสดงกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 50 รู้สึกไม่สบายตา ที่ความสว่าง LED media display 250 cd/m^2 ลักษณะ gray scale มีค่าน้อยกว่า11.25 cd/m^2 ไปจนถึง 0.4 cd/m^2 กลุ่มตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 50 รู้สึกสบายตา เมื่อพื้นหลังมีค่าเท่ากับ11.25 cd/m^2 และกลุ่มตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 50 รู้สึกสบายตา เมื่อพื้นหลังมีค่าที่ความสว่าง LED media display 250 cd/m^2 ลักษณะ grayscale มีค่ามากกว่า11.25 cd/m^2 ไปจนถึง 24.5 cd/m^2

5.1.6 การสรุปผลร้อยละของอัตราส่วนความสว่างระหว่างจอ LED media display 550 cd/m^2 กับค่าความสว่างพื้นหลังโดยรอบที่สบายตาจาก ในลักษณะ grayscale

ตารางที่ 5.3 แสดงผลจากการทดลองเป็นร้อยละจากกรณีศึกษาที่ 18 - 24

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ (cd/m^2)	ค่าความสว่างพื้นหลัง (cd/m^2)	จำนวนคนที่สบายตาทั้งหมด 70 คน	ร้อยละของคนสบายตาทั้งหมด 70 คน(%)
กรณีศึกษาที่ 17 low black	250	0.4	8	28
กรณีศึกษาที่ 18 dark	250	2	12	35
กรณีศึกษาที่ 19 high dark	250	3.7	17	40
กรณีศึกษาที่ 20 mid value	250	8.5	23	50
กรณีศึกษาที่ 21 low light	250	13.2	35	64
กรณีศึกษาที่ 22 light	250	14.9	48	68
กรณีศึกษาที่ 23 high light	250	19.7	56	80
กรณีศึกษาที่ 24 white	250	24.5	68	90

ตารางที่ 5.3 แสดงผลร้อยละจากกรณีศึกษาที่ 18 - 24

5.2 สรุปผล

สรุปผลการทดลองโดยการวิเคราะห์จากการใช้สถิติ Logistic regression เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display

1. เมื่อทำการทดสอบความรู้สึกสบายตา ที่ค่าความสว่างของ LED media display เท่ากับ 250 cd/m^2 เมื่อพื้นหลังเป็น gray scale พบว่า กลุ่มตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 50 รู้สึกไม่สบายตา เมื่อพื้นหลังมีค่า 0.2 cd/m^2 ไปจนถึงน้อยกว่า 1.8 cd/m^2

กลุ่มตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 50 รู้สึกสบายตาเมื่อพื้นหลังมีค่าเท่ากับ 1.8 cd/m^2 และกลุ่มตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 50 รู้สึกสบายเมื่อพื้นหลังมีค่ามากกว่า 1.8 cd/m^2 ไปจนถึง 12.2 cd/m^2

2. เมื่อทำการทดสอบความรู้สึกสบายตา ที่ค่าความสว่างของ LED media display เท่ากับ 250 cd/m^2 เมื่อพื้นหลังเป็น color พบว่า กลุ่มตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 50 รู้สึกไม่สบายตา เมื่อพื้นหลังมีค่า 0.2 cd/m^2 ไปจนถึงน้อยกว่า 1.9 cd/m^2

กลุ่มตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 50 รู้สึกสบายตาเมื่อพื้นหลังมีค่าเท่ากับ 1.9 cd/m^2 และกลุ่มตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 50 รู้สึกสบายเมื่อพื้นหลังมีค่ามากกว่า 1.9 cd/m^2 ไปจนถึง 12.2 cd/m^2

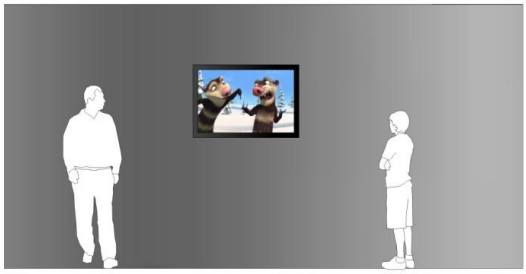
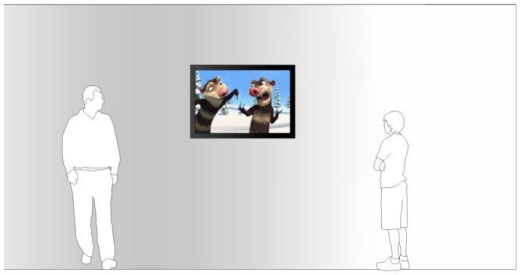
3. เมื่อทำการทดสอบความรู้สึกสบายตา ที่ค่าความสว่างของ LED media display เท่ากับ 550 cd/m^2 เมื่อพื้นหลังเป็น gray scale พบว่า กลุ่มตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 50 รู้สึกไม่สบายตา เมื่อพื้นหลังมีค่า 0.4 cd/m^2 ไปจนถึงน้อยกว่า 11.25 cd/m^2

กลุ่มตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 50 รู้สึกสบายตาเมื่อพื้นหลังมีค่าเท่ากับ 11.25 cd/m^2 และกลุ่มตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 50 รู้สึกสบายเมื่อพื้นหลังมีค่ามากกว่า 11.25 cd/m^2 ไปจนถึง 24.5 cd/m^2

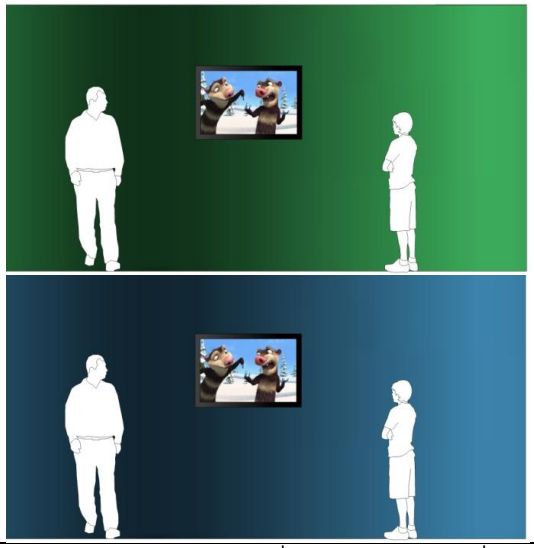
แสดงการสรุปผลการวิจัย

1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display 40” ที่มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2

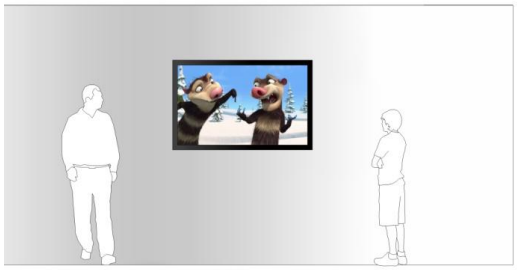
ในลักษณะ gray scale

ความเป็นไปได้ที่จะไม่สบายตา 	 ค่าความสว่างพื้นหลัง gray scale < 1.8 cd/m^2 ลงไปถึง 0.02 cd/m^2 Luminance ratio = 138 :1 → 1250 :1
ความเป็นไปได้ที่จะสบาย 50% 	 ค่าความสว่างพื้นหลัง gray scale = 1.8 cd/m^2 Luminance ratio = 138 :1
ความเป็นไปได้ที่จะสบายตามากที่สุด มากกว่า 50% 	 ค่าความสว่างพื้นหลัง gray scale > 1.8 cd/m^2 ขึ้นไปถึง 12.2 cd/m^2 Luminance ratio = 138 :1 → 20 :1

2.แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display 40” ที่มีค่าความสว่าง 250 cd/m^2 ในลักษณะ color

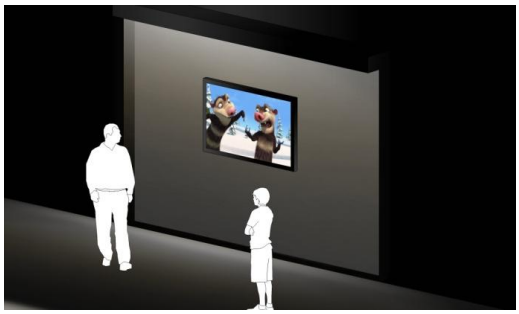
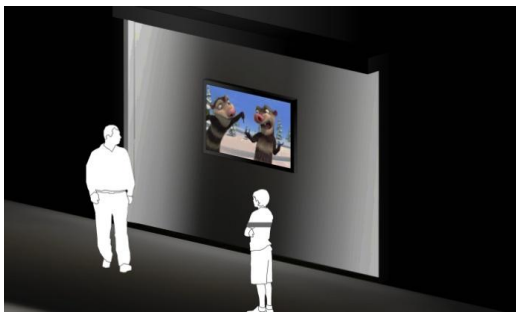
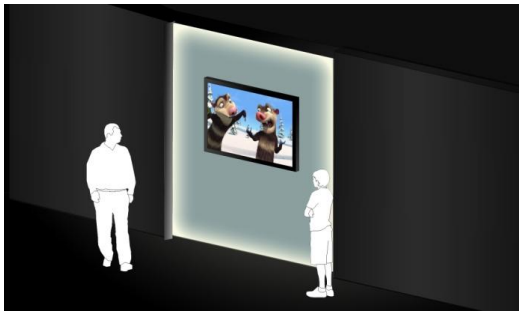
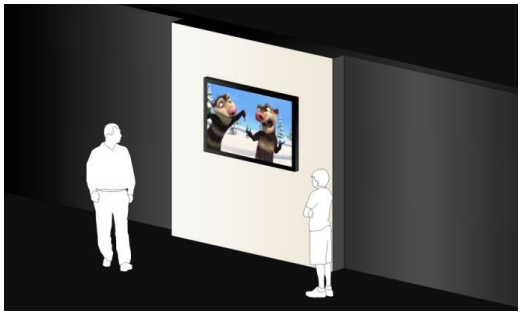
- ความเป็นไปได้ที่จะไม่สบายตา 	 ค่าความสว่างพื้นหลัง color < 1.9 cd/m^2 ลงไปถึง 0.02cd/m^2 Luminance ratio = 131 :1 → 1250 :1
- ความเป็นไปได้ที่จะสบาย 50% 	 ค่าความสว่างพื้นหลัง color = 1.9 cd/m^2 Luminance ratio = 131 :1
- ความเป็นไปได้ที่จะสบายตามากที่สุด มากกว่า 50% 	 ค่าความสว่างพื้นหลัง color > 1.9 cd/m^2 ขึ้นไปถึง 12.2 cd/m^2 Luminance ratio = 131 :1 → 20 :1

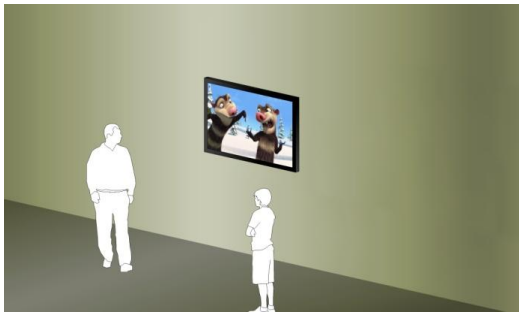
3.แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเป็นไปได้ที่จะสบายตากับค่าความสว่างพื้นหลังของจอ LED media display 55” ที่มีค่าความสว่าง 550 cd/m^2 ในลักษณะ gray scale

- ความเป็นไปได้ที่จะไม่สบายตา 	 ค่าความสว่างพื้นหลัง gray scale < 1.8 cd/m^2 ลงไปถึง 0.04 cd/m^2 Luminance ratio = 48 :1 → 1375 :1
- ความเป็นไปได้ที่จะสบาย 50% 	 ค่าความสว่างพื้นหลัง gray scale = 11.25 cd/m^2 Luminance ratio = 48 :1
- ความเป็นไปได้ที่จะสบายตามากที่สุด มากกว่า 50% 	 ค่าความสว่างพื้นหลัง gray scale > 11.25 cd/m^2 ขึ้นไปถึง 24.5cd/m^2 Luminance ratio = 48 :1 → 22 :1

สำหรับการประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความสบายตาควรมีการออกแบบเพื่อเน้นความสว่างพื้นหลัง เพื่อเพิ่มความสว่างพื้นหลังกับจอให้ไม่มีความต่างกันมากจนเกินไป และการให้ความสำคัญจากการเลือกใช้วัสดุตกแต่งที่ไม่มันวาว ซึ่งอาจทำให้เกิดแสงบาดตาได้สะท้อน และอาจทำให้เกิดแสงบาดตาได้ ดังนั้นผู้ที่มีความสนใจในเรื่องการใช้ LED media display ภายในอาคาร สามารถนำผลการวิเคราะห์และแนวทางในการประยุกต์ที่เหมาะสมที่ได้จากการวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบติดตั้ง LED media display ภายในอาคารได้อย่างเหมาะสม

อภิปรายผลการวิจัยการปรับปรุงการนำไปใช้ เพื่อเพิ่มความสบายตา

การเพิ่มแสงสว่าง Black light 	การเพิ่มแสงสว่าง Black light จากด้านบน เพื่อเพิ่มให้ความสว่างพื้นหลังมากขึ้นโดยปริมาณแสงเท่ากันสม่ำเสมอ ทำให้ค่าอัตราส่วนต่างความสว่างน้อยลง โดยไม่มีแสงรบกวน
การเพิ่มแสงสว่าง Black light 	การเพิ่มแสงสว่าง Black light จากด้านข้าง เพื่อเพิ่มให้ความสว่างพื้นหลังมากขึ้นโดยปริมาณแสงเท่ากันสม่ำเสมอ ทำให้ค่าอัตราส่วนต่างความสว่างน้อยลง โดยไม่มีแสงรบกวน
การเพิ่มแสงสว่าง Blak light 	การเพิ่มแสงสว่าง Black light โดยรอบเพื่อเพิ่มให้ความสว่างพื้นหลังมากขึ้นโดยปริมาณแสงเท่ากันสม่ำเสมอ ทำให้ค่าอัตราส่วนต่างความสว่างน้อยลง โดยไม่มีแสงรบกวน
การเพิ่มการออกแบบตกแต่งเฉพาะที่ 	การออกแบบเพื่อเน้นความสำคัญของจอเฉพาะที่อาจทำให้ ความสว่างของจอและพื้นหลังไม่ต่างกันจนทำให้ไม่สบายตา

การออกแบบวัสดุผนัง 	การเลือกวัสดุตกแต่งผนังที่ไม่มันวาว มีผิวด้าน อาจทำให้ ไม่มีแสงสะท้อนและไม่เกิดความไม่สบายตาได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงความสบายตาในการใช้ LED media display ภายในอาคาร ที่มีค่าอัตราส่วนความต่างของความสว่างของจอและพื้นหลังต่างกัน ซึ่งแต่ละสภาพแวดล้อม สำหรับคำแนะนำเพิ่มเติมในการวิจัยต่อยอดวิทยานิพน์เรื่องนี้คือ

1. ควรทดสอบค่าความสว่างของ LED media display ที่มีความสว่างมากกว่า 550 cd/m^2 ขึ้นไป และขนาดของจอที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
2. ควรศึกษาพื้นหลังของ LED media display ที่ใช้วัสดุอื่นๆ ในการออกแบบตกแต่งภายในให้มีวัสดุหลากหลาย
3. ควรศึกษาปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องในเรื่องการมองเห็น เช่น ระยะเวลาการเปลี่ยนภาพของสื่อที่ใช้ในการทดลอง

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

โกสุม สายใจ. สีและการใช้สี, กุล พริ้นติ้ง, 2536. คณะอนุกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อมด้าน - มลทัศน์. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, การประเมินผลกระทบทางสายตาจากสิ่งก่อสร้างประเภทอาคาร, 2551.

ณวรา นราราษฎร์. การประเมินสภาวะสบายตาจากค่าความส่องสว่างและอุณหภูมิสีจากโคมฟลูออเรสเซนต์ , วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

บุญรักษ์ กาญจนวรวณิชย์. ไดโอดเปล่งแสงหลอดประหยัดไฟแห่งอนาคต. ประชาคมวิจัย, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.

พรรณชลัท สุริโยธิน. พื้นฐานแสงสว่าง, เอกสารคำสอน วิชา 2501394, 2543.

พรรณชลัท สุริโยธิน. วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

พิบูลย์ ดิษฐอุดม. การออกแบบระบบแสงสว่าง, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2535.

วิศวกร ทางทอง . องค์ประกอบทางการออกแบบแสงประดิษฐ์บนยอดอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

เอกนิรทร์ อ่อนนุช. แนวทางการสร้างแบบประเมินการออกแบบระบบส่องสว่างภายในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ภาษาอังกฤษ

Chin-Fu Wu, Jeih – Jang Liou and Jiang-Long Lin. Evaluation of Visual performance using LED signboards under different ambient conditions, International workshop on information and electronics engineering (IWIEE). 2012.

CIE 112-1994.Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting Commission International, de L'Eclairage / 01-Jan-1994 / 14 pages ISBN: 783900734558, 1994.

Jerry Wachteel,CPE Predent,The Veridian Group . Safety Impacts of the Emerging Digital Display Technology for Outdoor Advertising Signs, Inc.Berkeley, California, 2009.

Kaufman, J. E., and Haynes, H. (Eds.).IES lighting handbook:Reference volume. New York: Illuminating Engineering Society of North America,1981.

N. Tuaycharoen and P. R. Tregenza. Discomfort glare from interesting images, Lighting Research & Technology, 2005.

Teppei KASAHARA Daisuke AIZAWA Takashi IRIKURA Takayoshi MORIYAMA Masahiro TODA and Masami IWAMOTO. Discomfort Glare Caused by LED Light Sources, Shibaura Institute of Technology Toshiba Lighting & Technology Corporation. 2006

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อค้นหาค่าความสว่างที่เหมาะสมต่อความสบายตาจากการใช้จอ LED media displayแบบสอบถามชุดที่ 1 ค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 แบบ Gray Scale

แบบสอบถาม A : กรุณาตอบแบบสอบถามในช่องที่กำหนดไว้ โดยเติมข้อความในช่องที่เป็นเส้นประ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. เพศ

   ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ.....ปี

3. ลักษณะสายตา ☐ ปกติ

   สายตาสั้น ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ ยาว

   สายตายาว ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ สั้น

   สายตาเอียง ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลรายละเอียดด้านความรู้สึกสบายตา การประเมินอัตราส่วนความสว่างของจอ LED media display กับความสว่างพื้นหลัง

ให้ท่านทำเครื่องหมาย **x** ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าตรงกับความรู้สึกของท่าน

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ	ค่าความสว่างพื้นหลัง	ระดับการประเมิน	
	(cd/m^2)	(cd/m^2)	สบายตา	ไม่สบายตา
1	250	0.2		
2	250	1		
3	250	1.8		
4	250	4.2		
5	250	6.6		
6	250	7.4		
7	250	9.8		
8	250	12.2		

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อค้นหาค่าความสว่างที่เหมาะสมต่อความสบายตาจากการใช้จอ LED media display แบบสอบถามชุดที่ 1 ค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 แบบ Gray Scale

แบบสอบถามชุดB: กรุณาตอบแบบสอบถามในช่องที่กำหนดไว้ โดยเติมข้อความในช่องที่เป็นเส้นประ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. เพศ

   ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ.....ปี

3. ลักษณะสายตา ☐ ปกติ

   สายตาสั้น ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ ยาว

   สายตายาว ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ สั้น

   สายตาเอียง ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลรายละเอียดด้านความรู้สึกสบายตา การประเมินอัตราส่วนความสว่างของจอ LED media display กับความสว่างพื้นหลัง ให้ท่านทำเครื่องหมาย **x** ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าตรงกับความรู้สึกของท่าน

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ	ค่าความสว่างพื้นหลัง	ระดับการประเมิน	
	(cd/m^2)	(cd/m^2)	สบายตา	ไม่สบายตา
1	250	12.2		
2	250	9.8		
3	250	7.4		
4	250	6.6		
5	250	4.2		
6	250	1.8		
7	250	1		
8	250	0.2		

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อค้นหาค่าความสว่างที่เหมาะสมต่อความสบายตาจากการใช้จอ LED media displayแบบสอบถามชุดที่ 2 ค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 แบบ Color

แบบสอบถามชุด A : กรุณาตอบแบบสอบถามในช่องที่กำหนดไว้ โดยเติมข้อความในช่องที่เป็นเส้นประ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

4. เพศ

   ☐ ชาย ☐ หญิง

5. อายุ.....ปี

6. ลักษณะสายตา ☐ ปกติ

   สายตาสั้น ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ ยาว

   สายตายาว ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ สั้น

   สายตาเอียง ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลรายละเอียดด้านความรู้สึกสบายตา การประเมินอัตราส่วนความสว่างของจอ LED media display กับความสว่างพื้นหลัง

ให้ท่านทำเครื่องหมาย **x** ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าตรงกับความรู้สึกของท่าน

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ	ค่าความสว่างพื้นหลัง	ระดับการประเมิน	
	(cd/m^2)	(cd/m^2)	สบายตา	ไม่สบายตา
1	250	0.2		
2	250	1		
3	250	1.8		
4	250	4.2		
5	250	6.6		
6	250	7.4		
7	250	9.8		
8	250	12.2		

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อค้นหาค่าความสว่างที่เหมาะสมต่อความสบายตาจากการใช้จอ LED media displayแบบสอบถามชุดที่ 2 ค่าความสว่างจอ 250 cd/m^2 แบบ Color

แบบสอบถามชุดB: กรุณาตอบแบบสอบถามในช่องที่กำหนดไว้ โดยเติมข้อความในช่องที่เป็นเส้นประ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

4. เพศ

   ☐ ชาย ☐ หญิง

5. อายุ.....ปี

6. ลักษณะสายตา ☐ ปกติ

   สายตาสั้น ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ ยาว

   สายตายาว ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ สั้น

   สายตาเอียง ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลรายละเอียดด้านความรู้สึกสบายตา การประเมินอัตราส่วนความสว่างของจอ LED media display กับความสว่างพื้นหลัง

ให้ท่านทำเครื่องหมาย **x** ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าตรงกับความรู้สึกของท่าน

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ	ค่าความสว่างพื้นหลัง	ระดับการประเมิน	
	(cd/m^2)	(cd/m^2)	สบายตา	ไม่สบายตา
1	250	12.2		
2	250	9.8		
3	250	7.4		
4	250	6.6		
5	250	4.2		
6	250	1.8		
7	250	1		
8	250	0.2		

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อค้นหาค่าความสว่างที่เหมาะสมต่อความสบายตาจากการใช้จอ LED media displayแบบสอบถามชุดที่ 3 ค่าความสว่างจอ 550 cd/m^2 แบบ Gray Scale

แบบสอบถามชุด A : กรุณาตอบแบบสอบถามในช่องที่กำหนดไว้ โดยเติมข้อความในช่องที่เป็นเส้นประ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. เพศ

   ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ.....ปี

3. ลักษณะสายตา ☐ ปกติ

   สายตาสั้น ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ ยาว

   สายตายาว ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ สั้น

   สายตาเอียง ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลรายละเอียดด้านความรู้สึกสบายตา การประเมินอัตราส่วนความสว่างของจอ LED media display กับความสว่างพื้นหลัง

ให้ท่านทำเครื่องหมาย x ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าตรงกับความรู้สึกของท่าน

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ	ค่าความสว่างพื้นหลัง	ระดับกาประเมิน	
	(cd/m^2)	(cd/m^2)	สบายตา	ไม่สบายตา
1	550	0.4		
2	550	2		
3	550	3.7		
4	550	8.5		
5	550	13.2		
6	550	14.9		
7	550	19.7		
8	550	24.5		

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อค้นหาค่าความสว่างที่เหมาะสมต่อความสบายตาจากการใช้จอ LED media displayแบบสอบถามชุดที่ 3 ค่าความสว่างจอ 550 cd/m^2 แบบ Gray Scale

แบบสอบถามชุด B: กรุณาตอบแบบสอบถามในช่องที่กำหนดไว้ โดยเติมข้อความในช่องที่เป็นเส้นประ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. เพศ

   ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ.....ปี

3. ลักษณะสายตา ☐ ปกติ

   สายตาสั้น ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ ยาว

   สายตายาว ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์ + ☐ สั้น

   สายตาเอียง ☐ไม่ใส่แว่น ☐ ใส่แว่น ☐ ใส่คอนแทคเลนส์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลรายละเอียดด้านความรู้สึกสบายตา การประเมินอัตราส่วนความสว่างของจอ LED media display กับความสว่างพื้นหลัง

ให้ท่านทำเครื่องหมาย **x** ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าตรงกับความรู้สึกของท่าน

กรณีศึกษา	ค่าความสว่างจอ	ค่าความสว่างพื้นหลัง	ระดับการประเมิน	
	(cd/m^2)	(cd/m^2)	สบายตา	ไม่สบายตา
1	550	24.5		
2	550	19.7		
3	550	14.9		
4	550	13.2		
5	550	8.5		
6	550	3.7		
7	550	2		
8	550	0.4		

ภาคผนวก ข

1. แสดงผลการวิเคราะห์ Logistic Regression จากโปรแกรม SPSS

กรณีศึกษาที่ 1-8 ในลักษณะ gray scale ค่าความสว่างจอ LED 250 cd/m^2 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.2 cd/m^2,1 cd/m^2,1.8 cd/m^2,4.2 cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2

ตารางที่ 1 แสดงการแจกแจงสมมุติฐานเบื้องต้นค่าความสว่างพื้นหลังในลักษณะ gray scale

Observed		Predicted		
		admit		Percentage Correct
		.00	1.00	
Step 1	Admit .00	69	34	67.0
	1.00	51	166	76.5
	Overall Percentage			73.4

ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบสมมุติฐานเบื้องต้นค่าความสว่างพื้นหลังมีผลต่อระดับความสบายตาที่ระดับนัยสำคัญ .05

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	66.928	1	.000
	Block	66.928	1	.000
	Model	66.928	1	.000

ตารางที่ 3 แสดงค่า Nagelkerke R^2 = .264 หมายความว่าตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการอธิบายผลระดับการยอมรับความสบายตาได้ร้อยละ 26.4

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	335.168[a]	.189	.264

ตารางที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์โลจิสติก (B)

Step 1[a]	B		S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
	bg	.283	.040	50.635	1	.000	1.327
	Constant	-.545	.201	7.355	1	.007	.580

2. แสดงผลการวิเคราะห์ Logistic Regression จากโปรแกรม SPSS

กรณีศึกษาที่ 1-8 ในลักษณะ gray scale ค่าความสว่างจอ LED 250 cd/m^2 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.2 cd/m^2,1 cd/m^2,1.8 cd/m^2,4.2 cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2

ตารางที่ 5 แสดงการแจกแจงสมมุติฐานเบื้องต้นค่าความสว่างพื้นหลังในลักษณะ color

Observed			Predicted		
			admitc		Percentage Correct
			.00	1.00	
Step 0	admitc	.00	0	106	.0
		1.00	0	214	100.0
	Overall Percentage				66.9

ตารางที่ 6 แสดงการทดสอบสมมุติฐานเบื้องต้นค่าความสว่างพื้นหลังแบบสีมีผลต่อระดับความสบายตาที่ระดับนัยสำคัญ .05

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	53.388	1	.000
	Block	53.388	1	.000
	Model	53.388	1	.000

ตารางที่ 7 แสดงค่า Nagelkerke R^2 = .21.4 หมายความว่าตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการอธิบายผลระดับการยอมรับความสบายตาได้ร้อยละ 21.4

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	353.051[a]	.154	.214

ตารางที่ 8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์โลจิสติก (B)

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	bg	.242	.037	43.045	1	.000	1.273
	Constant	-.437	.198	4.885	1	.027	.646

3. แสดงผลการวิเคราะห์ Logistic Regression จากโปรแกรม SPSS

กรณีศึกษาที่ 1-8 ในลักษณะ gray scale ค่าความสว่างจอ LED 250 cd/m^2 มีค่าความสว่างพื้นหลังทั้งหมด 8 ระดับ ดังนี้ คือ 0.2 cd/m^2,1 cd/m^2,1.8 cd/m^2,4.2 cd/m^2, 6.6 cd/m^2,7.4 cd/m^2, 9.8 cd/m^2 และ 12.2 cd/m^2

ตารางที่ 9 แสดงการแจกแจงสมมุติฐานเบื้องต้นค่าความสว่างพื้นหลังแบบสี

		Predicted		
		admit		
	Observed	.00	1.00	Percentage Correct
Step 1	admit	220	73	75.1
	.00	60	207	77.5
	1.00			
	Overall Percentage			76.3

ตารางที่ 10 แสดงการทดสอบสมมุติฐานเบื้องต้นค่าความสว่างพื้นหลังมีผลต่อระดับความสบายตาที่ระดับนัยสำคัญ .05

Step 1		Chi-square	df	Sig.
	Step	214.937	1	.000
	Block	214.937	1	.000
	Model	214.937	1	.000

ตารางที่ 11 แสดงค่า Nagelkerke R^2 = .425 หมายความว่าตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการอธิบายผลระดับการยอมรับความสบายตาได้ร้อยละ 42.5

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	560.180[a]	.319	.425

ตารางที่ 12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์โลจิสติก (B)

Step 1[a]		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
	bg	.185	.015	145.708	1	.000	1.203
	Constant	-2.106	.196	115.804	1	.000	.122

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นางสาวณัชชา เก่งการพานิช

เกิด 6 มิถุนายน พ.ศ.2529

การศึกษา

- สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยม อันดับสอง) สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ปีการศึกษา 2552
- ปัจจุบันเข้าศึกษาต่อหลักสูตร ปริญญาโทสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ด้านนวัตกรรมการออกแบบนิเวศ สถาปัตย์ (IDEA)
- คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553

ประวัติการทำงาน

- 2553 - 2554 สถาปนิก บริษัท อีริคดีไซน์ จำกัด
- 2554 - 2555 สถาปนิก บริษัท โอเพ่นสเปซดีไซน์ จำกัด