อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา

นางสาวสุรีย์ลักษณ์ ธินา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

EFFECT OF ENVIRONMENTAL COLOR ON VISUAL DISCOMFORT

Miss Sureeluk Thina

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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 2013
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา
โดย	นางสาวสุรีย์ลักษณ์ ธินา
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

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

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุรีย์ลักษณ์ ธินา : อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา. (EFFECT OF ENVIRONMENTAL COLOR ON VISUAL DISCOMFORT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์, หน้า.

ในปัจจุบันกระจกสี เริ่มได้รับความนิยมใช้ในอาคารที่ต้องการใช้แสงจากธรรมชาติ เนื่องจากคุณสมบัติด้านความสวยงาม การกรองแสง และ การป้องกันความร้อน หากแต่สถาปนิกและนักออกแบบยังขาดความเข้าใจในผลกระทบจากการใช้กระจกสีต่อผู้ใช้อาคาร โดยเฉพาะด้านความรู้สึกไม่สบายตา งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมต่อความรู้สึกไม่สบายตา โดยศึกษาเฉพาะ สภาพแวดล้อมภายในอาคารสำนักงาน ที่มีการใช้แสงธรรมชาติส่องผ่านกระจกสี

ในการวิจัยนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 105 คน มองผ่านหุ่นจำลองของอาคารสำนักงาน ที่ติดตั้งแผ่นอคริลิคสีจำนวน 12 ชิ้น (ค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสง ตั้งแต่ 0.08-0.92) ในบริเวณช่องเปิดของพื้นที่อาคารสำนักงานตัวอย่าง โดยเลือกศึกษาเฉพาะสีของกระจกที่มีการติดตั้งทั่วไปทั้งภายในและภายนอกอาคาร และให้ค่าคะแนนความรู้สึกไม่สบายตาหลังจากที่ได้มองผ่านหุ่นจำลอง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลได้มีการเปรียบเทียบค่าคะแนนความรู้สึกไม่สบายตาจากการมองกระจกสีและเปรียบเทียบค่าคะแนนกับการมองกระจกที่ไม่มีสีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสง ที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงอิทธิพลของความชอบสีส่วนบุคคลที่มีต่อการให้คะแนนความรู้สึกไม่สบายตา

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าแสงสีจากกลุ่มสีตัวอย่างจะทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายตามากกว่าแสงสีขาว (ไม่มีสี) โดยเฉพาะแสงในโทนสีร้อน เช่น สีแดง, สีส้ม, สีชมพู และ สีเหลือง จะให้ความรู้สึกไม่สบายตามากกว่าแสงในโทนสีเย็น ซึ่งให้ผลที่แตกต่างจากการวิเคราะห์ค่าความไม่สบายตาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังพบว่าความพึงพอใจเฉพาะส่วนบุคคลที่มีต่อสีส้มและชมพู สามารถส่งผลให้เกิดความรู้สึกไม่สบายตาที่มีต่อสีต่างๆ ลดลง ทั้งนี้งานวิจัยนี้สรุปว่าควรมีการศึกษาทางอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา.เพิ่มเติมโดยอาจทำการทดลองในห้องที่มีขนาดจริง ใช้จำนวนผู้ทดลองเพิ่มขึ้น และเพิ่มการศึกษาด้านอิทธิพลของความชอบสีส่วนบุคคลที่มีต่อความรู้สึกไม่สบายตา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....
ปีการศึกษา 2556

5473403025 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORDS: COLOR / DISCOMFORT GLARE / DAYLIGHT GLARE INDEX / GLARE SENSATION

SUREELUK THINA: EFFECT OF ENVIRONMENTAL COLOR ON VISUAL DISCOMFORT. ADVISOR: ASST. PROF. VORAPAT INKAROJRIT, Ph.D., pp.

Colored glass is currently widely used in buildings which require natural light because of its beauty, its ability to filter glare and the fact that it is heatproof. The architect or the designer, however, is not aware of its effects on those working or living in such buildings, particularly their visual discomfort. This research investigated only the indoor environment of an office equipped with colored glass.

Seventy-five subjects were asked to look through an office model equipped with 12 pieces of colored acrylic glass (the co-efficient index of transparency was between 0.08 and 0.92). The colored glass was set up in the open space of the model. Daylight Glare Index (DGI) was measured only when the subjects looked through the colored glass commonly used for both inside and outside the building. The results were compared with those obtained when the subjects looked through the plain glass (daylight) which had a co-efficiency index of transparency about the same as that of the colored glass. Additionally, personal preference towards color was examined to see whether it affected the scale that one rated for visual discomfort.

It was found that the light passing through the colored glass caused more visual discomfort than that passing through the plain glass. The warm colors, in particular, such as red, orange, pink and yellow created more visual discomfort than the cool colors, as a result, the discrepancy between the Daylight Glare Index of these two color groups was high. Those who preferred orange and pink agreed that these two colors did not cause much visual discomfort. It is suggested that a further study on this topic should be carried out in a real situation. More subjects should be included and a wider range of color preference should also be taken into consideration.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Architecture	Student's Signature	.....
Field of Study:	Architecture	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2013		

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้แก่ บิดา และ มารดา ผู้เป็นที่รักของลูก

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์ ความเมตตา และ ความกรุณา เป็นอย่างยิ่ง จาก ผศ. ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้ความช่วยเหลือ เคี่ยวเข็ญ และ ผลักดันให้ก้าวเดินจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณ รศ. พรรณชลัท สุริโยธิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ผศ. ดร. อรรจน์ เศรษฐบุตร, รศ. ดร. ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ และ ผศ. ดร. ธาริณี รามสูต ผู้ให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษา ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร. จญาดา บุญยเกียรติ อาจารย์ผู้ผลักดัน และเมตตาให้ลูกศิษย์คนนี้พยายามปรับปรุงตนเองอยู่เสมอ

ขอขอบคุณ สุภาวรรน์ เอาทองทิพย์, สุชญา พึ่งสุข, วรากุล ตันทนะเทวินทร์ และ เพื่อนนิสิตทุกท่านสำหรับคำแนะนำและความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ร่วมเรียนและทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ปรียาภรณ์ กันทะลา, อังศุมาลี สายชลนภา และ เจ้าหน้าที่ กองกฎหมายไทย อาคารกฤษฎีกา 2 สำหรับสถานที่และสละเวลาช่วยในการเก็บข้อมูล

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจแก่ลูกเสมอมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.4 คำถามในการวิจัย 4
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.7 คำนิยามและศัพท์เทคนิค 5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6
2.1.1 ความส่องสว่างและการมองเห็นของมนุษย์ 6
2.1.2 สีและการมองเห็นสี 9
2.1.3 แสงบาดตา และ ดัชนีการวัดสภาวะไม่สบายตา 11
2.2 ตัวอย่างงานสถาปัตยกรรมที่ใช้แสงธรรมชาติและสีจากกระจก 18
2.2.1. กลุ่มตัวอย่างอาคารที่ใช้ประโยชน์จากกระจกสี ในบริเวณทางเดิน 18
2.2.2 กลุ่มตัวอย่าง อาคารที่ใช้ประโยชน์จากกระจกสี ในพื้นที่ทำงาน 21
2.3 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 31
3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย 31
3.1.1 การทบทวนวรรณกรรม 31
3.1.2 การศึกษาทำการทดลอง 31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

3.1.3 ขั้นตอนการทดลอง 32
3.2 ขอบเขตการวิจัย 32
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย 39
3.4 สรุปผลการวิจัย 40
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล 41
4.1 อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมมีผลกับความรู้สึกไม่สบายตาGSV (Glare Sensation Vote) 47
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote)ของ N (สีใส) และกลุ่มสีเทา Base case ที่มีระดับ VT = 0.8 / 0.6 / 0.4 / 0.1 47
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.8 ได้แก่ แผ่นGY 1 (VT=0.8), Y (VT=0.81) และ BG (VT=0.92) 49
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.6 ได้แก่ แผ่นสีเทา2 VT=0.59, สีส้ม VT=0.56 50
4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.4 ได้แก่ แผ่นสีเทาGY3 VT=0.37, P VT=0.41 51
4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.1 ได้แก่ แผ่นสีเทา GY4 VT=0.1 (Base case), สีแดง R VT=0.1, สีเขียวG VT=0.08, สีม่วง V VT=0.08 และ สีน้ำเงิน B VT=0.12 52
4.2 ผลจากอิทธิพลของสีในแสงธรรมชาติที่ได้จากการคำนวนโดยวิธี Daylight Glare Index (DGI) และ Glare Response Vote (GRV) 53
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากแผ่นสีเทาGY1- GY4 (Base Case) ที่มีค่า VT = 0.8, VT=0.59, VT=0.37, VT=0.1และ N (สีใส) VT=1 60
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT ใกล้เคียง 0.8 ได้แก่ แผ่นGY 1 VT=0.8, Y VT=0.81 และ GB VT=0.92 62

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT ใกล้เคียง 0.6 ได้แก่ แผ่นสีเทา2 VT=0.59, สีส้ม VT=0.56 63

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตาDGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.4 ได้แก่ แผ่นสีเทาGY3 VT=0.37, สีชมพู P VT=0.41 64

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.1 ได้แก่ แผ่นสี GY4 VT=0.1, R VT=0.1, G VT=0.08, V VT=0.08 และ B VT=0.12 65

4.3 ผลจากอิทธิพลของสีในแสงธรรมชาติที่ได้จากการคำนวนโดยวิธี Glare Response Vote(GRV) 66

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) กับ ความรู้สึกไม่สบายตา GRV (Glare Response Vote) 70

4.4 สีกับความรู้สึกพึงพอใจมีอิทธิพลกับความรู้สึกไม่สบายตา 72

4.4.1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของสีและความพึงพอใจกับความรู้สึกไม่สบายตา ระหว่างกลุ่มคนที่ชื่นชอบสีชมพูกับคนที่ชื่นชอบสีส้ม 72

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ 74

5.1 อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมมีผลกับความรู้สึกไม่สบายตา 74

5.2 การเปรียบเทียบระหว่าง การวัดความรู้สึกไม่สบายตาด้วย ดัชนี DGI และ GRV 75

5.3 ความพึงพอใจในสีมีอิทธิพลกับความรู้สึกไม่สบายตา 75

5.4 ข้อเสนอแนะ 76

ภาคผนวก 78

ภาคผนวก ก 79

ภาคผนวก ข 83

รายการอ้างอิง 90

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตาราง 1 อิทธิพลของสี กับ ความรู้สึกทางจิตวิทยา 10
ตาราง 2 แสดงระดับการวัดค่าของเกณฑ์แสงบาดตา 16
ตาราง 3 กลุ่มสีตัวอย่าง และ ค่า Visible Light Transmittance 33
ตาราง 4 ภาพกลุ่มสีตัวอย่าง และค่า Spectral Density function 35
ตาราง 5 ขั้นตอนในการทดสอบ 39
ตาราง 6 ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GSV สีเทา Base case 42
ตาราง 7 ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GSV กลุ่มสี 43
ตาราง 8 ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าดัชนีความรู้สึกไม่สบายตา DGI สีเทา Base case 44
ตาราง 9 ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าดัชนีความรู้สึกไม่สบายตา DGI กลุ่มสี 45
ตาราง 10 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตา GSV(Glare Sensation Vote) 46
ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ของ N (สีใส) และ กลุ่มสีเทา Base case ที่มีระดับ VT = 0.8 / 0.6 / 0.4 / 0.1 47
ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.8 ได้แก่ แผ่นGY 1 (VT=0.8), Y (VT=0.81) และ BG (VT=0.92) 49
ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.6 ได้แก่ แผ่นสีเทา2 VT=0.59, สีส้ม VT=0.56 50
ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.4 ได้แก่ แผ่นสีเทาGY3 VT=0.37, P VT=0.41 51
ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.1 ได้แก่ แผ่นสีเทา GY4 VT=0.1 (Base case), สีแดง R VT=0.1, สีเขียว G VT=0.08, สีม่วง V VT=0.08 และ สีน้ำเงิน B VT = 0.12 52
ตาราง 16 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตา ดัชนี DGI (Daylight Glare Index) โดยวิธีการถ่ายภาพ HDR และคำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีN และ สีเทา GY1 (Base case)) 54
ตาราง 17 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตา ดัชนี DGI (Daylight Glare Index) โดยวิธีการถ่ายภาพ HDR และคำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีเทาGY2 และ สีเทา GY3 และ สีเทา GY4 (Base case)) 55
ตาราง 18 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI (Daylight Glare Index) จากภาพ HDR และคำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีเขียวอ่อน BG VT 0.92, สีเหลือง Y VT 0.81 และ สีส้ม O VT 0.56) 56
ตาราง 19 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตา ดัชนี DGI (Daylight Glare Index) จากภาพ HDR และ คำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีชมพู P VT 0.41, สีม่วง V VT 0.084 และ สีเขียว O VT 0.89) 57
ตาราง 20 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตา ดัชนี DGI (Daylight Glare Index) จากภาพ HDR และคำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีแดง R VT 0.41 และ สีน้ำเงิน B VT 0.08) 58

ตาราง 21 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) 59
ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากแผ่นสีเทาGY1- GY4 (Base Case) ที่มีค่า VT = 0.8, VT=0.59, VT=0.37, VT=0.1และ N (สีใส) VT=1.... 60
ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT ใกล้เคียง 0.8 ได้แก่ แผ่นGY 1 VT=0.8, Y VT=0.81 และ GB VT=0.92.... 62
ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT ใกล้เคียง 0.6 ได้แก่ แผ่นสีเทา2 VT=0.59, สีส้ม VT=0.56 63
ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตาDGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.4 ได้แก่ แผ่นสีเทาGY3 VT=0.37, สีชมพู P VT=0.41 64
ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.1 ได้แก่ แผ่นสี GY4 VT=0.1, R VT=0.1, G VT=0.08, V VT=0.08 และ B VT=0.12 65
ตาราง 27 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GRV สีเทา Base case 67
ตาราง 28 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GRV กลุ่มสี 68
ตาราง 29 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GRV..... 69
ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) กับ ความรู้สึกไม่สบายตา GRV (Glare Response Vote) (GSV*4+16= GRV)..... 70
ตาราง 31 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ อิทธิพลของสี ความพึงพอใจ และ ความรู้สึกไม่สบายตา (GSV) 72
ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (t- test) แสดงค่าเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่-สบายตา GSV ระหว่างกลุ่มทดลองที่ชื่นชอบสีชมพูและกลุ่มทดลองที่ชื่นชอบสีส้ม..... 73
ตาราง 33 ตารางแสดงลำดับอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความรู้สึกไม่สบายตา 76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

รูป 1 ตัวอย่างงานสถาปัตยกรรมที่ออกแบบให้ใช้แสงจากธรรมชาติและใช้กระจกลามิเนตสี ที่มา:..... 2
รูป 2 ตัวอย่างงานสถาปัตยกรรมที่ออกแบบให้ใช้แสงจากธรรมชาติและใช้ฟิล์มสี..... 2
รูป 3 แสดงการดูดกลืน..... 6
รูป 4 แสดงการสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา..... 7
รูป 5 แสดงการสะท้อนแสงแบบกระจายอย่างสมบูรณ์..... 7
รูป 6 แสดงการสะท้อนแสงแบบกระจัดกระจาย..... 7
รูป 7 การส่องผ่าน..... 8
รูป 8 แสดงคลื่นความถี่ของแสงสีที่มนุษย์สามารถมองเห็น..... 9
รูป 9 ลำดับการรับรู้สีของมนุษย์ 1.แหล่งแสงจากธรรมชาติ 2. วัตถุ 3.คลื่นแสงสะท้อนเข้าตามนุษย์..... 10
รูป 10 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร IMI (International Management Institute Kolkata)..... 18
รูป 11 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร The Palais des congres de Montreal (Montreal Convention Centre)..... 19
รูป 12 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร Ave Fenix Fire Station..... 20
รูป 13 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคารส่วนทางเชื่อม ระหว่างอาคารที่พักผู้โดยสารกับอาคารที่จอดรถ สนามบิน Miami International Airport..... 21
รูป 14 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร Peakham Libray and Media Centre..... 22
รูป 15 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร RATP Bus Centre in Thiais / ECDM..... 23
รูป 16 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร Bishan Public Library..... 24
รูป 17 รูปตัดขวางห้องเรียน ที่มีผนังเอียงหน้าต่างทำมุมกับระนาบแนวตั้ง 15 องศา..... 25
รูป 18 รูปจำลองภายในด้านหน้าต่างห้องเรียนที่มีการเอียงผนังกระจกทำมุมกับระนาบตั้ง 15 องศา..... 26
รูป 19 รูปจำลองภายในด้านหน้าต่างห้องเรียน หลังจากติดตั้งแผงบังแดด..... 26
รูป 20 แสดงรูปแบบหลักของอุปกรณ์บังแดด..... 27
รูป 21 แผนภูมิแสดงรูปแบบของแผงบังแดดอลูมิเนียมฉลุลายที่ใช้ในการศึกษา..... 28
รูป 22 แสดงรูปที่ใช้ในการทดลอง The Effect of Image Characteristic on Discomfort Glare..... 29
รูป 23 แสดงรูปตำแหน่งที่นั่งและห้องที่ใช้ในการทดลอง..... 29
รูป 24 แสดงรูปมาตราส่วนต่อเนื่องของ The Glare Sensation Vote ที่ใช้ในการทดลอง..... 30
รูป 25 หุ่นจำลอง..... 32
รูป 26 ภาพจำลองตำแหน่งที่นั่งในการทดลอง..... 34
รูป 27 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote).... 47
รูป 28 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote)จากแผ่นสีเทา 1 (GY1), สีเหลือง(Y) VT=0.81 และ เขียวอ่อน (BG) VT=0.92..... 49

รูป 29 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote)จากแผ่นสีGY2 VT=0.59 และ สีส้ม O VT=0.56 50
รูป 30 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากแผ่นสีเทา Base Case..... 60
รูป 31 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index)จากแผ่นสีเทา 1, สีเหลืองY VT=0.81 และ เขียวอ่อน BG VT=0.92..... 62
รูป 32 . แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) 63
รูป 33 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตาDGI(Daylight Glare Index) 64
รูป 34 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index)จากแผ่นสีเทา4 VT=0.1, สีแดง VT=0.1, สีเขียว VT=0.08, สีม่วง VT=0.08 และ สีน้ำเงิน VT=0.12..... 65
รูป 35 . แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ค่าความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) และ GRV (Glare Response Vote)..... 71
รูป 36 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นกับกลุ่มคนที่ชื่นชอบสีชมพู และกลุ่มคนที่ชื่นชอบสีส้ม 73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

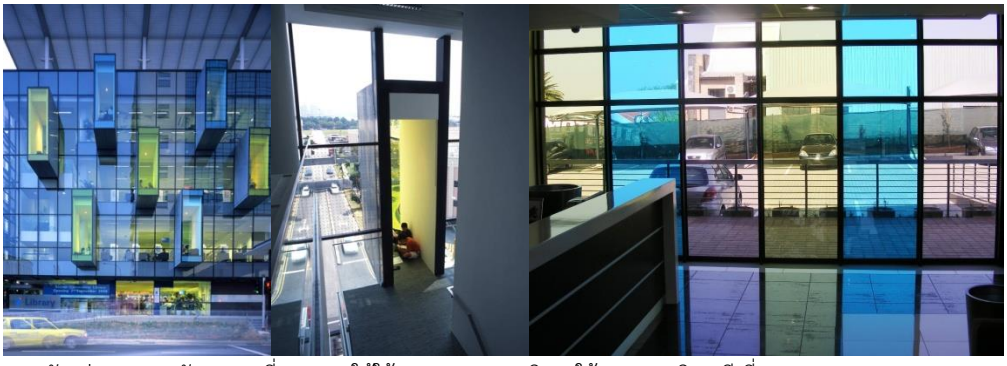
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คุณภาพของแสงและปริมาณแสงในสิ่งแวดล้อมส่งผลต่อประสิทธิภาพในการมองเห็นของมนุษย์ หากสภาวะที่คุณภาพแสงอยู่ในระดับไม่เหมาะสม ประสิทธิภาพในการมองเห็นย่อมลดลงไปด้วยเนื่องจากสายตาเกิดความเมื่อยล้า และ เกิดความรู้สึกไม่สบายตา ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง (Knave 1985)

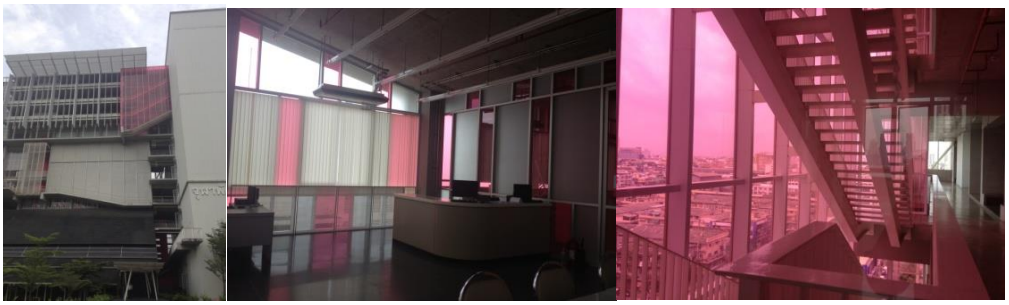
ความส่องสว่างของแสงเป็นปัจจัยหนึ่งของการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา หรือ Discomfort Glare และ เมื่อความส่องสว่างของแสงนั้นมีมากหรือน้อยเกินไป มีผลทำให้ประสิทธิภาพการมองเห็นแย่ลง (Knave 1985) เพื่อแก้ปัญหา ทางด้านความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม ทำให้นักวิจัยด้านแสงสว่างพัฒนาเกณฑ์ต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาคุณภาพแสงที่เป็นต้นเหตุของการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา อาทิ เกณฑ์สำหรับใช้ในการออกแบบแสงสว่าง ของสมาคมต่างๆที่มีบทบาทเกี่ยวข้องทางด้านแสงสว่าง ได้แก่ Illuminating Engineers Society of North America (IESNA) และ Society of Light and Lighting (SLL) เป็นต้น ซึ่งได้นำเสนอเกณฑ์ค่าระดับความส่องสว่างต่ำสุด – สูงสุด ที่เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรมและสถานที่ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์สำหรับแนะนำการออกแบบสิ่งก่อสร้าง และการปรับปรุงอาคาร เพื่อให้มีปริมาณแสงที่เหมาะสม ป้องกันการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา และในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นไปที่ การแก้ไขปัญหาคุณภาพแสงและความส่องสว่าง อาทิเช่น งานวิจัยประเภท “การปรับปรุงอาคารประเภทห้องเรียน ห้องสมุด อาคารสำนักงาน ให้มีแสงสว่างเหมาะสมกับต่อความต้องการกับผู้ใช้อาคาร (โพธิพิทักษ์ 2546) (ตั้งพูนทรัพย์ศิริ 2544) (ทองมี 2550) โดยงานวิจัยดังกล่าว ได้พิจารณาแสง ที่มาจากแหล่งกำเนิดอื่นด้วย เช่น การใช้หลอดไฟ หรือ แสงจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือ อุปกรณ์สำนักงาน ควบคู่กับเกณฑ์การออกแบบความส่องสว่างที่เหมาะสม เพื่อนำเสนอแนวทาง การปรับปรุงช่องแสง หรือ การออกแบบอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสมสำหรับการผู้ใช้งานภายในอาคาร แต่อย่างไรก็ตามยังเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะตัวแปรทางด้านความส่องสว่างเท่านั้น

นอกเหนือ จากปัจจัยทางด้านความส่องสว่างที่เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดความรู้สึกไม่สบายตาแล้วนั้น จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกไม่สบายตา ได้แก่ งานวิจัยของนวลวรรณ ทวยเจริญ จากงานวิจัยพบว่า“ความน่าสนใจ”กับความรู้สึกไม่สบายตาของบุคคล มีความเกี่ยวโยงกับ ประเภทของภูมิทัศน์ (วิว) ที่แตกต่าง อาทิ ภูมิทัศน์ธรรมชาติ และ ภูมิทัศน์ที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมทั้ง อย่างระยะใกล้-ไกลของภูมิทัศน์ นั้น ซึ่งต่อมา นวลวรรณ ใช้ทฤษฎีของ เคปแลน (Kaplan) สำหรับกำหนดเงื่อนไข ลักษณะ และประเภทของภูมิทัศน์ ที่มีผลต่อ ความรู้สึกไม่สบายตา โดย เคปแลน เสนอว่า ลักษณะของภูมิทัศน์ ที่มีองค์ประกอบ อันได้แก่ ความซับซ้อน, ความกลมกลืน, ความลึกลับ หรือ การมองเห็นได้ง่ายนั้น เหล่านี้ล้วนมีผลต่อการดึงดูดความน่าสนใจต่อผู้พบเห็น (Kaplan 1982) (Tuaycharean 2005)

แต่อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากของประเภทของภูมิทัศน์แล้วในสภาพความเป็นจริงนั้นพบว่ายังมีกรณีของสีที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมซึ่งในงานวิจัยของนวลวรรณยังไม่มีการกล่าวถึงและยังไม่พบงานวิจัยใดใดที่เกี่ยวข้อง



รูป 1 ตัวอย่างงานสถาปัตยกรรมที่ออกแบบให้ใช้แสงจากธรรมชาติและใช้กระจกลามิเนตสี ที่มา:
http://www.archdaily.com



รูป 2 ตัวอย่างงานสถาปัตยกรรมที่ออกแบบให้ใช้แสงจากธรรมชาติและใช้ฟิล์มสี
ที่มา: สุรีย์ลักษณ์ ธินา, วันที่ 18 เดือน กุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2554

ในปัจจุบันกระแสนิยมการออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงาน โดยพยายามมุ่งเน้นให้การให้แสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารให้มากที่สุด ดังตัวอย่างภาพข้างต้น จากการปรับเปลี่ยนรูปแบบของวัสดุอาคารส่วนใหญ่เป็นกระจกเพื่อความทันสมัย ซึ่ง นักออกแบบ / สถาปนิก / วิศวกร หรือ เจ้าของอาคาร เลือกการปรับเปลี่ยนสีของกระจกได้ตามความต้องการ ดังนั้นการใช้กระจกสีจึงกลายเป็นวัสดุที่ตอบสนองวัตถุประสงค์ของการออกแบบที่ต้องการแสงจากธรรมชาติและความต้องการความสวยงามจากแสงสีควบคู่กันไปด้วย ประกอบกับวัสดุประเภทกระจกมีคุณสมบัติที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การเคลือบสี, การติดฟิล์ม หรือ สารที่มีคุณสมบัติป้องกันแสงยูวี (UVบนเนื้อกระจก) ทำให้ความนิยมใช้กระจกสีในอาคารเริ่มเป็นที่แพร่หลาย ดังแสดงในรูปที่1 และ 2

นอกจากแสงธรรมชาติและสีของกระจกที่ทำให้เกิดความสวยงามหรือดึงดูดตาแก่ผู้พบเห็นแล้ว คุณภาพของแสงที่ได้จากการใช้วัสดุเหล่านี้ เป็นเรื่องที่น่าสนใจ เนื่องจากสีที่มาจากแสงธรรมชาติโดยการส่องผ่านกระจกสีทำให้สภาพแสงภายในอาคารเปลี่ยนไปแตกต่าง แสงภายในอาคารที่เกิดจากสภาพแสงธรรมชาติซึ่งเป็นอีกกรณีศึกษาที่ผู้วิจัยสันนิษฐานว่า อาจจะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานภายในอาคารทางด้านการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา จะเห็นได้จากภาพตัวอย่าง การใช้กระจกสีกับพื้นที่การใช้งานประเภทต่างๆ อาทิ โถงทางเดิน ห้องทำงาน และห้องสมุด จะเห็นได้ว่ามีการใช้กระจกสีอย่างแพร่หลายและมีการใช้งานกับพื้นที่หลากหลายประเภทสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในพื้นที่ตั้งของอาคารสำนักงานจำนวนมากและกลุ่มอาคารสูงและอาคารที่มีขนาดใหญ่ขึ้นอยู่หนาแน่น เช่น สีลม

ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยพบว่ายังมีกรณีศึกษาผลกระทบทางด้านความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากกระจกสีกับผู้ใช้งานอาคารเหล่านั้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยเรื่อง อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่-สบายตานี้ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าการออกแบบการทดลองดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบหรือการเลือกใช้วัสดุที่เกี่ยวกับการใช้ “สี” และ “แสงธรรมชาติ” กับอาคารให้เหมาะสมกับผู้ใช้อาคารต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาวิเคราะห์อิทธิพลของสีในสิ่งแวดล้อมที่มีผลกับความรู้สึกไม่น่าสบายตา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังต่อไปนี้

- เพื่อศึกษาอิทธิพลของสีในสิ่งแวดล้อมที่มีต่อความรู้สึกไม่สบายตา
- เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบดัชนีวัดความรู้สึกไม่สบายตาจากการคำนวนดัชนี DGI (Daylight Glare Index)จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Evalglare และ การวัดความรู้สึกไม่สบายตาจากการวัดด้วยแบบสอบถาม GRV (Glare Sensation Vote) กับกลุ่มตัวอย่าง
- เพื่อศึกษาอิทธิพลความพึงพอใจส่วนบุคคลต่อสีที่ตนเองมีความพึงพอใจกับสีอื่นที่มีต่อความรู้สึกไม่-สบายตา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากของสีกระจกในแสงธรรมชาติ เท่านั้น
2. กลุ่มตัวอย่าง
    2.1 เพศ ชายและหญิง
    2.2 อายุ วัยทำงานที่อายุตั้งแต่ 20 - 60 ปี
    2.3 ข้อกำหนดพิเศษคือ ไม่มีอาการตาบอดสี
3. อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง
    3.1 กล่องที่ปิดทึบทั้งสีด้าน โดยให้มีช่องให้แสงลอดเข้ามาเพียงด้านหน้าเท่านั้น
    3.2 วัดแสงจากการหันด้านไปทิศทางเดียว คือ ทิศตะวันตก
4. ช่วงเวลาการเก็บข้อมูลและสภาพท้องฟ้า
    4.1 เวลากลางวันระหว่าง 8.00 – 16.00 น.
    4.2 สภาพท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky)
    4.3 ทิศตะวันตก
5. ภาพทิวทัศน์เหมือนหรือคล้ายกันตลอดการทดลอง
6. ค่าความต่างของสี มีค่า Visual Light Transmittance โดยกำหนดจากวัสดุที่ใช้ในกระจกสี และฟิล์มสีในอาคาร จากของจากผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและพบเห็นได้ทั่วไปจากส่วนประกอบอาคาร ประกอบด้วยกลุ่มสีทั้งหมด 12 สี ดังนี้ กลุ่มสีเทา Base case ที่มีค่า VT ระดับแตกต่างกัน 4 ระดับ และ กลุ่มสีต่างๆ ได้แก่ สีเขียวอ่อน, สีเหลือง, สีส้ม, สีชมพู, สีน้ำเงิน, สีเขียว และ สีม่วง

1.4 คำถามในการวิจัย

ในงานวิจัยชิ้นนี้แบ่งคำถามในการวิจัยออกเป็น 3 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

คำถามวิจัยที่ 1: อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมมีผลกับความรู้สึกไม่สบายตาหรือไม่ อย่างไร

คำถามวิจัยที่ 2: ความรู้สึกไม่สบายตาที่จากดัชนี DGI (Daylight Glare Index) และจากแบบสอบถาม GRV (Glare Response Vote) มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร

คำถามวิจัยที่ 3: ความพึงพอใจในสีมีอิทธิพลกับความรู้สึกไม่สบายตาหรือไม่ อย่างไร

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีระเบียบวิธีดำเนินการวิจัยซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยสังเขปดังนี้

1. **ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรม**
   - ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับสีและจิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์
   - ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับแสงบาดตาหรือความรู้สึกไม่สบายตา, เกณฑ์การวัดและการคำนวน โดยเปรียบเทียบดัชนี DGI และการใช้วิธีวัดจากแบบสอบถาม GRV และ GSV

     DGI - Daylight Glare Index

     GRV - Glare Response Vote

     GSV - Glare Sensation Vote
   - ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา เพื่อกำหนดวิธีและขอบเขตการวิจัย ขั้นตอนการทดลอง และ เลือกกลุ่มตัวอย่าง
   - ศึกษานำร่อง (Pilot Study) เพื่อดูทิศทางความน่าจะเป็นของสมมุติฐานเบื้องต้นเกี่ยวความรู้สึกไม่สบายตาจากสี

2. **เก็บข้อมูล โดยการทำการทดลอง**

   การเก็บข้อมูลการทดลอง แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม GSV และ เก็บข้อมูลด้วยการวิธีการถ่ายภาพ HDR (High Dynamic Range) เพื่อใช้ในการคำนวนค่าความรู้สึกไม่สบายตา ด้วยโปรแกรม Evalglare

3. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

   วัดผลข้อมูลทางสถิติโดยวิธี paired t-test เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความ รู้สึกไม่สบายตาจากการประเมินค่าโดยดัชนี DGI และ จากแบบสอบถามGRV เพื่อตอบคำถามวิจัยตามที่กำหนด

4. **สรุปผลงานวิจัย**

   สรุปผลการศึกษาจากการทดลอง จากผลทางสถิติและ วิเคราะห์ผลเพื่อตอบคำถามวิจัยตามที่ตั้งไว้ และ จัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในอนาคต และข้อจำกัด รายละเอียดที่เกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงอิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึกไม่สบายตา
2. เพื่อทราบถึงขอบเขตในการใช้ดัชนีและหน่วยการวัดค่าความรู้สึกไม่สบายตาในการวัดค่าความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นจากสี
3. สามารถเสนอแนะแนวทางการเลือกใช้สี เพื่อลดความรู้สึกไม่สบายตาในงานออกแบบสถาปัตยกรรม

1.7 คำนิยามและศัพท์เทคนิค

ความสว่าง (Luminance : L) คือ ความเข้มการส่องสว่างจากพื้นที่ผิวในทิศทางที่กำหนดต่อพื้นที่ผิวที่ปรากฏ หรือ หมายถึงความสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ (แคนเดลล่าต่อตารางเมตร)

ความส่องสว่าง (Illuminance : E) คือ ปริมาณแสงตกกระทบลงบน 1 หน่วยพื้นที่ใดๆ จะได้ความส่องสว่างมีหน่วยเป็น ลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (ลูเมนต่อตารางเมตร : ลักซ์)

แสงบาดตา (Glare) คือ แสงที่ทำให้ผู้มองเกิดความไม่สบายในการมองหรือทำให้มองเห็นวัตถุได้ยาก หรือ ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้สิ้นเชิง

ความรู้สึกไม่สบายตา (Discomfort glare) คือ แสงบาดตาประเภทที่ยังมองเห็น วัตถุได้แต่เป็นไปด้วยความยากลำบาก ทำให้เกิดความรู้สึกรำคาญตา

ค่าการแสงส่องผ่านของแสง VT (Visible Light Transmittance) คือ ปริมาณแสงส่องที่ผ่านวัตถุใดใด มีระดับความเข้ม-ใส คือ 0-1

ค่าดัชนีแสงบาดตา (Glare Index) คือดัชนีที่ใช้ในการประเมินความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้น โดย แต่ละดัชนีมีความเหมาะสมเพื่อในใช้คำนวนแตกต่างกัน แบ่งตามชนิดของแหล่งกำเนิดแสง เป็นต้น ซึ่งในที่นี้ เลือกใช้ดัชนี DGI (Daylight Glare Index)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

เนื้อหาในงานวิจัยเรื่อง อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา มีการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อคัดกรองข้อมูลสำหรับประกอบการวิจัยและใช้เพื่อสร้างแนวทางในการวิจัย ซึ่งแบ่งหัวข้อออกเป็น 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1. ความส่องสว่างและการมองเห็นของมนุษย์

ส่วนที่ 2. สีและการมองเห็นสี

ส่วนที่ 3. แสงบาดตา และ ดัชนีการวัดสภาวะไม่สบายตา

ส่วนที่ 4. คุณสมบัติค่า VT (Visual Light Transmittance)

ส่วนที่ 5. ตัวอย่างงานสถาปัตยกรรมที่ใช้แสงสีจากธรรมชาติ

ส่วนที่ 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยข้อมูลจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดนี้จะนำไปพิจารณาเพื่อเป็นพื้นในการกำหนด, ขอบเขตตัวแปรสำคัญ การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความส่องสว่างและการมองเห็นของมนุษย์

การมองเห็นของมนุษย์ เกิดจากแสงตกกระทบลงบนวัตถุแล้วสะท้อนเข้าตาแปรผลไปสู้สมอง แสงสว่างจึงทำให้การมองเห็นของมนุษย์สมบูรณ์แบบ

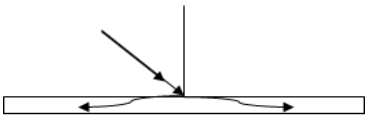
2.1.1.1 คุณสมบัติและพฤติกรรมของแสง

แสงเป็นคลื่นพลังงานในรูปแบบหนึ่ง ที่มีความถี่ระหว่าง 380-760 นาโนเมตร และประกอบด้วย spectrum หลายสี ซึ่งเกิดจากความถี่และความยาวคลื่นของการแผ่รังสีที่แตกต่างกัน และพลังงานดังกล่าวช่วยให้เกิดการมองเห็น

2.1.1.2 พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงส่องผ่านตัวกลางชนิดต่างๆ ทำให้พฤติกรรมของแสงเกิดขึ้นแตกต่างกัน เช่น เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านชั้นบรรยากาศโลก ทำให้เกิดการหักเห สะท้อน และกระจาย ทำให้เกิดความสว่างบนท้องฟ้าก่อนถึงชั้นผิวโลก จากพฤติกรรมของแสงมี 3 ลักษณะดังนี้

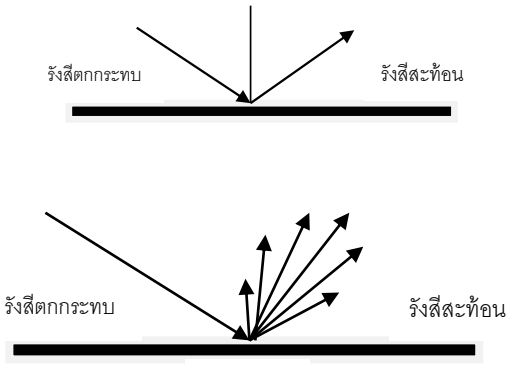
-**การดูดกลืน** (Absorption) การดูดกลืน เป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานงานคลื่นแสงเข้าไปในวัตถุใดใด จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นพลังงานความร้อน เป็นปรากฏการณ์การดูดกลืนพลังงานเข้าสู่ตัวกลางและเกิดการเปลี่ยนรูปพลังงาน



รูป 3 แสดงการดูดกลืน

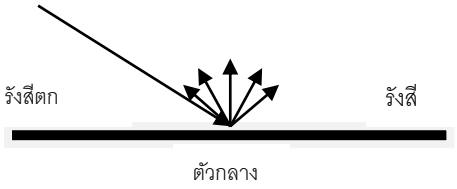
-การสะท้อน (Refection) การสะท้อนของแสงที่ตกกระทบบนตัวกลางและเกิดการสะท้อนกลับโดยที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของความถี่ของแสง จากการสะท้อนสามารถแบ่งออกเป็น3 ลักษณะดังนี้

1) **การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specula Reflection)** การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่เป็นวัตถุทึบแสง (Opaque Material) ที่มีลักษณะผิวเรียบมันวาว (Polished Surface) เมื่อเกิดการสะท้อน มุมที่สะท้อนของแสงจะมีขนาดเท่ากับมุมของแสงที่ตกกระทบ ดังรูปที่4



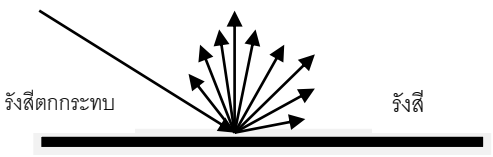
รูป 4 แสดงการสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา

2) **การสะท้อนแบบกระจายอย่างสมบูรณ์ (Diffuse Reflection)** การสะท้อนแบบกระจายสมบูรณ์เกิดขึ้นเมื่อมีแสงตกกระทบบนตัวกลางที่มีผิวหยาบอย่างสมบูรณ์ (Perfectly Diffuse Reflection) ทำให้แสงสะท้อนไปได้หลายทิศทาง และแสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นการกระจายแสงสมบูรณ์ (Perfectly Diffuse Reflection) ซึ่งปรากฏการณ์นี้ทำให้เกิดความสว่างเท่าๆกันในทุกมุมสะท้อนดังรูปที่ 6



รูป 5 แสดงการสะท้อนแสงแบบกระจายอย่างสมบูรณ์

3) **การสะท้อนแบบกระจัดกระจาย (Semi Diffuse Reflection)** การสะท้อนแบบกระจัดกระจายเกิดจากการสะท้อนแสงบนวัตถุที่มีผิวไม่เรียบอย่างสม่ำเสมอ (Semi Diffuse Surface) ทำให้แสงสะท้อนที่เกิดขึ้นมีลักษณะของการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงาและการสะท้อนแบบกระจายอย่างสมบูรณ์รวมกัน ดังรูปที่ 7

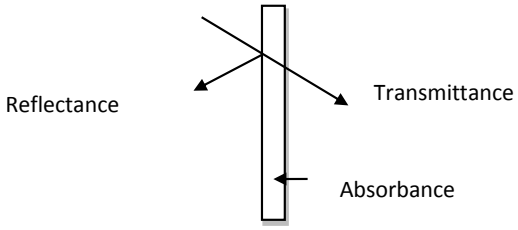


รูป 6 แสดงการสะท้อนแสงแบบกระจัดกระจาย

-การส่องผ่าน (Transmission) การส่องผ่านเกิดขึ้นเมื่อมีแสงด้านหนึ่งตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลาง และทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง หากไม่มีการพิจารณาคุณสมบัติหรือลักษณะของตัวกลางแล้วมุมของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับมุมของแสงที่ทะลุผ่าน และปริมาณของแสงที่ส่องผ่านมีปริมาณคงเดิม การส่องผ่านของแสงสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะของตัวกลางดังรูปที่ 8

1) **ตัวกลางโปร่งใส (Transparent Medium)** แสงจะเกิดการหักเหหรือเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวกลางและยังมีการทะลุผ่านของลำแสงในลักษณะเดิมตามที่ลำแสงตกกระทบ ทำให้สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้อย่างชัดเจน เช่น กระจกใส เป็นต้น

2) **ตัวกลางโปร่งแสง (Translucent Medium)** แสงจะเกิดการกระจาย (Diffuse Transmission) ผ่านตัวกลางทำให้มองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ชัดเจน เช่น กระจกฝ้า เป็นต้น



รูป 7 การส่องผ่าน

การส่องผ่านของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลางแสงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนและอีกส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับทำให้ส่วนที่เหลือทะลุผ่านตัวกลาง ปริมาณของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนและปริมาณแสงที่สะท้อนกลับรวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่านเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ สมการที่ 1

$$\text{Absorbance} + \text{Reflectance} + \text{Transmittance} = 1$$

สมการที่ 1 สูตรคำนวนการส่องผ่าน

-ความสว่าง (Luminance) คือความส่องสว่างที่สะท้อนหรือส่องผ่านมาจากวัตถุ ซึ่งทำให้มองเห็นวัตถุได้และวัตถุนั้นมีคุณสมบัติเป็นแหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม มีหน่วยเป็น แคนเดลลาต่อตารางเมตร (cd/m^2) หรือ แคนเดลลาต่อตารางฟุต

-ความจ้า (Brightness) คือปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุใดใดในพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย มีหน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ต (Foot-Lambert)

-ความเปรียบต่าง (Contrast) คือ ความแตกต่างระหว่าง ดำ-ขาว ของวัตถุต่างๆที่อยู่รอบตัว หากยิ่งมีความแตกต่างมากจะทำให้มองเห็นได้ง่าย ในขณะเดียวกันหากเกิดความเปรียบต่างมากเกินไปทำเกิดการปรับสายตามากอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอาการระคายเคืองสายตาไม่สบายตาได้ ความเปรียบต่างสามารถคำนวนได้ ดังสมการที่ 2

$$E = \frac{L_B - L_T}{L_T}$$

สมการที่ 2 สูตรคำนวนความเปรียบต่าง

เมื่อ

L_B = คือ ความสว่างของสภาพแวดล้อม

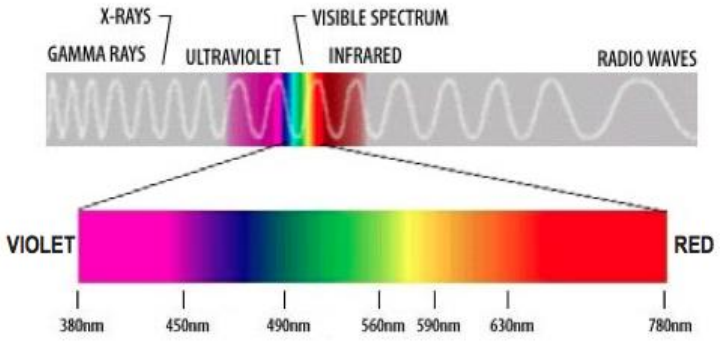
L_T = คือ ความสว่างของวัตถุ

-ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง (Uniformity) คือ ระดับความสว่างของแสงที่มีความใกล้เคียงกันเกิดการปรับสายตาน้อย หากเกิดกรณีความสว่างเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอาจเป็นสายเหตุให้เกิดตาบอดหรือมองไม่เห็นชั่วคราวได้ขึ้นอยู่กับความเข้มของความสว่างหรือการเคลื่อนที่จากที่มืดไปที่สว่าง มีผลทำให้ใช้ระยะเวลาในการปรับสายตา จากข้อกำหนดตามมาตรฐานของสมาคมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแสงสว่าง อาทิ CIE, IES และ BS ได้กำหนดอัตราความส่องสว่างแต่ละจุดให้มีความส่องสว่างต่ำสุดต่อความส่องสว่างเฉลี่ยไม่เกิน 0.8 ในพื้นที่ทำงานเพื่อให้ความส่องสว่างสม่ำเสมอ

อย่างไรก็ตามในแต่ละพื้นที่ใช้งานมีความต้องการความส่องสว่างไม่เท่ากัน ตามแต่รูปแบบของงาน เช่น ความสว่างบริเวณพื้นที่รอบจุดการทำงานควรมีความสว่างไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของความส่องสว่างพื้นที่รอบจุดการทำงาน เป็นต้น

2.1.2 สีและการมองเห็นสี

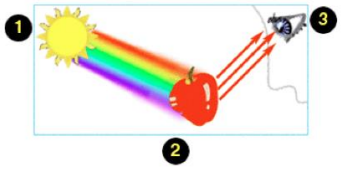
มนุษย์มองเห็นแสงธรรมชาติเป็นสีขาว(White Light) เกิดจากการรวมตัวของคลื่นสีในสเปคตัม(Spectrum) แสงสีขาวประกอบด้วยสีทั้งหมด 7 สีได้แก่ สีม่วง สีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง สีส้ม และ สีแดง ตาม -ลำดับ และมีการกระจายตัวจากความถี่มากไปหาความถี่น้อยซึ่งช่วงที่สายตาของมนุษย์สามารถตอบสนองต่อการมองเห็นในช่วงคลื่นคือ ระหว่าง 380-780 นาโนเมตร (สายใจ 2540)



ตำราอบรม “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุธโส ด้านปฏิบัติ”ด้านไฟฟ้า
(กรุงเทพมหานคร, 2552)

รูป 8 แสดงคลื่นความถี่ของแสงสีที่มนุษย์สามารถมองเห็น

เมื่อแสงส่องกระทบวัตถุใดใด วัตถุนั้นจะสะท้อนคลื่นแสงที่มีพลังงานสูงสุดออกมา เช่น เราเห็นเนื้อแตงโมเป็นสีแดง เพราะว่าเนื้อแตงโมแสงสะท้อนแสงในช่วงคลื่นที่เป็นสีแดงและดูดกลืนแสงในช่วงอื่นไว้ทั้งหมด



(science.csustan.edu.2013: online)

รูป 9 ลำดับการรับรู้สีของมนุษย์ 1.แหล่งแสงจากธรรมชาติ 2. วัตถุ 3.คลื่นแสงสะท้อนเข้าตามนุษย์

สีกับจิตวิทยา (Color Psychology)

สีมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ด้วยการมองเห็น ความรู้สึก ความชอบ และโดยเฉพาะความรู้สึกทางด้านอารมณ์ของมนุษย์ ซึ่งแตกต่างกันตามพื้นฐานประสบการณ์ เวลา สมัยนิยม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับปัจจัยของแต่ละบุคคล อาทิ รสนิยม ลักษณะนิสัย เพศ ตลอดจนความเชื่อ เชื้อชาติ ศาสนา จะเห็นได้ว่าสีมีอิทธิพลทั้งทางด้านดีและทางด้านไม่ดีก่อให้เกิดผลกระทบต่อเนื่องกับบุคคล ดังกลุ่มสีที่ก่อให้เกิดความรู้สึกทางจิตวิทยา ดังตัวอย่างในตารางที่1

ตาราง 1 อิทธิพลของสี กับ ความรู้สึกทางจิตวิทยา

สี	อิทธิพลของสี
สีแดง	ช่วยกระตุ้นให้กับผู้ซึมเศร้า เชื่องช้า และเฉื่อยเฉย ทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่าตื่นตัวตลอดเวลา แต่ในบางครั้งสีแดงอาจกระตุ้นจนมากเกินไปมีผลทำให้เกิดความกดดันหรือวิตก กังวล หรืออาจทำให้เกิดอารมณ์ฉุนเฉียว
สีเขียว	ช่วยให้ผ่อนคลาย ช่วยระงับความวิตกกังวล
สีน้ำเงิน	ช่วยส่งเสริมความรู้สึกผ่อนคลาย เป็นสีที่นำไปสู้การมีสมาธิ และทำให้สงบ มากเกินไปอาจทำให้เกิดความรู้สึกขุ่นมัวและซึมเศร้า โดดเดี่ยว
สีเทา	ช่วยทำให้สงบ ทำให้เกิดความรู้สึกวางเฉย โดดเดี่ยว หรือรู้สึกแปลก
สีดำ	ทำให้เกิดความรู้สึกวิตกกังวล และรู้สึกโดดเดี่ยว
สีขาว	ช่วยสร้างความรู้สึกกลมกลืนกับพื้นที่ สะอาด ปลอดภัย หากมากเกินไปทำให้รู้สึกอึดอัดและเกิดความเครียด เป็นต้น

ที่มา (สายน้ำใส 2553)

ด้วยเหตุนี้ สีจึงมีอิทธิพลต่อการออกแบบงานสถาปัตยกรรมตัวอย่างเช่น การออกแบบสถานพักฟื้นเพื่อคนชราจำเป็นต้องใช้สีที่เหมาะกับการฟื้นฟูสภาพร่างกายและจิตใจ ประกอบกับการออกแบบสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อผู้ป่วย (สายน้ำใส 2553) หรือการออกแบบพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ สำหรับโรงเรียน หรือ ร้านอาหาร โทนสีที่เลือกใช้การออกแบบที่แตกต่างกันไป

ดังนั้นในการออกแบบงานสถาปัตยกรรมใดใดที่มีการปฏิสัมพันธ์กับคนแล้ว การใช้สีเพื่อบ่งบอกหรือต้องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของคนด้วยผลทางด้านจิตใจที่เกิดจากสีซึ่งมีทั้งประโยชน์ทั้งทางด้านบวกและทางด้านลบจึงมีบทบาทความสำคัญมากขึ้น อาทิ การออกแบบสภาพแวดล้อมเพื่อผู้ป่วย การออกแบบสถานที่พักฟื้นเพื่อคนชรา ร้านอาหาร หรือการออกแบบพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ ในปัจจุบันมีการเลือกใช้สีและโทนสีเพื่อประโยชน์ทางด้านจิตใจกันมาขึ้น (สายน้ำใส 2553)

2.1.3 แสงบาดตา และ ดัชนีการวัดสภาวะไม่สบายตา

แสงบาดตา หรือ แสงจ้า คือ แสงที่สว่างเกินความต้องการ สามารถแบ่งได้ตามประเภทของแหล่งกำเนิดแสง และ ผลที่เกิดจากการมองได้ (ศรีสุธาพรรณ 2553) ดังนี้

ประเภทของแหล่งกำเนิดแสง

1.) แสงจ้าตรง (Direct Glare) แสงจ้าตรงเป็นแสงที่ออกจากแหล่งกำเนิดและแสงเข้าตา หรือ สนามการมอง (Field of View)โดยตรง ทำให้มองเห็นวัตถุได้ยากลำบาก หรือ มองไม่เห็นเลย สามารถเกิดได้จากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์

2.) แสงจ้าสะท้อน (Reflected Glare or Veiling Reflected) แสงจ้าสะท้อนเป็นแสงที่ส่องออกมาจากแหล่งกำเนิดและตกกระทบยังวัตถุอื่นๆ ก่อนที่จะสะท้อนเข้าสู่ดวงตา หรือ สนามการมองเห็นของผู้ใช้งาน เช่น แสงจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่สะท้อนแสงจากหลอดไฟบนฝ้าเพดาน หรือ แสงอาทิตย์ที่สะท้อนมาจากผนังกระจกของอาคารข้างเคียง เป็นต้น

ประเภทผลที่เกิดขึ้นกับผู้มอง

1.) แสงจ้าแบบที่ทำให้สมรรถภาพในการมองเห็นลดลงไม่สามารถมองเห็นได้ (Disability Glare) เป็นแสงบาดตาที่ทำให้สมรรถภาพการมองเห็นลดลง หรือ รบกวนการมองเห็นเกิดอาการชะงักชั่วขณะ เนื่องจากเจอสภาพแสงสว่างมาก ทำให้เกิดการกระจายแสงภายในดวงตาซ้อนทับภาพวัตถุที่จอประสาทตา ทำให้ความคมชัดของภาพลดลง เช่น การได้รับแสงแฟลชจากกล้องถ่ายรูป (van den Berg 1991)

2.) แสงจ้าแบบทำให้ไม่สบายตา (Discomfort Glare) เป็นแสงที่ทำให้ ระคายเคือง หรือรำคาญแต่ไม่ทำให้สมรรถภาพในการมองเห็นลดลง (van den Berg 1991) คนส่วนใหญ่ไม่ค่อยรับรู้ถึงแสงบาดตาชนิดนี้ เมื่อเทียบกับแสงบาดตาแบบที่ทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ (Disability Glare) อย่างไรก็ตามแสงบาดตาชนิดนี้สามารถประเมินได้โดยการคำนวน การวัดรายบุคคล เช่น การใช้แบบสอบถาม หรือ วัดปริมาณของแสงและมุมที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการคำนวน (Nazzal 2005) ซึ่งแสงบาดตาชนิดนี้มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นมากเนื่องจากการออกแบบอาคารที่มีการใช้แสงจากธรรมชาติและความนิยมเปิดรับแสงธรรมชาติเพื่อการประหยัดพลังงานจากแสงไฟฟ้า ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการพัฒนาสมการและเครื่องมือเพื่อประเมินความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้น

ในปัจจุบันอาคารสำนักงานส่วนใหญ่นิยมออกแบบให้ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติภายในอาคาร แต่อย่างไรก็ตามในการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารยังต้องมีการควบคุมปริมาณแสงให้มีคุณภาพที่เหมาะสมต่อผู้ใช้อาคาร ทำให้มีการพัฒนา อุปกรณ์ต่างๆขึ้น อาทิ ม่านบังแดดอัตโนมัติ หรือ อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ถูกพัฒนามาจากสมการการคำนวณค่าความรู้สึกไม่สบายตา ดังที่ต่อไปนี้

ความรู้สึกไม่สบายตา (Discomfort Glare) โดย ฮอปคินสัน พบว่าการเกิดความรู้สึกไม่สบายตาเกิดขึ้นจากตัวแปรหลัก ทั้ง 4 ตัวแปร ได้แก่ มุมของแหล่งกำเนิดแสงกับระดับสายตา, ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสงบาดตา , ค่ามุมตันของแหล่งกำเนิดแสง, ค่าความสว่างพื้นหลัง (Hopkinson 1957) (Nazzal 2001)

$$G = \sum_{i=1}^{n} \frac{L_s \, \omega_s}{L_b \, P_i}$$

สมการที่ 3 คำนวน ค่าความรู้สึกไม่สบายตา (Discomfort Glare)

เมื่อ

G (Glare Index)	= ค่าที่แสดงให้เห็นถึงความรู้สึกของแต่ละบุคคล
P_i	= Guth's Position Index เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของแสงบาดตา สัมพันธ์ระหว่างมุมอะซิมุทกับรูปด้านของแหล่งกำเนิดแสง และตำแหน่งของเส้นระดับสายตาของผู้สังเกตการณ์
L_S	= ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสงบาดตา ในกรณีที่เป็นหน้าต่างให้ใช้เป็นค่าความสว่างของท้องฟ้าที่มองเห็นผ่านหน้าต่างนั้น ๆ มีหน่วยเป็น (cd/m^2)
ω_S	= ค่ามุมตันของแหล่งกำเนิด ในกรณีที่เป็นหน้าต่าง กำหนดเป็นขนาดท้องฟ้าที่ตาผู้สังเกตการณ์สามารถมองเห็นได้(sr)
L_b	= ความสว่างทั่วไป ที่ควบคุมการปรับตาของผู้สังเกตการณ์ หรือความสว่างของฉากหลัง (Background Luminance) ในกรณีที่เป็นหน้าต่างกำหนดให้ใช้ค่าความสว่างเฉลี่ยภายในห้อง โดยไม่รวมค่าความสว่างจากท้องฟ้าที่มองเห็น(cd/m^2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการทบทวนวรรณกรรมดัชนีชี้วัดความรู้สึกไม่สบายตา (Discomfort Glare) ที่ยอมรับและนิยมใช้แพร่หลาย ได้แก่

1. BRS Glare Equation (BRS หรือ BGI)
2. Cornell Equation หรือ Daylight Glare Index (DGI)
3. CIE Glare Index (CGI)
4. Daylight Glare Probability (DGP)

BRS British Glare Equation (BRS หรือ BGI)

สมการนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นที่ประเทศอังกฤษในปี ค.ศ. 1950 โดย ปีเธอร์บริดจ์ (Petherbridge) และ ฮอฟกินสัน (Hopkinson) ซึ่งทั้งสองคำนวนจากการประเมินความสัมพันธ์ของระดับการวัดความรู้สึกที่ต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ระดับเริ่มเห็นแสงบาดตา (Just Noticeable), ระดับเริ่มรับได้ (Just Acceptable), ระดับเริ่มไม่สบายตา (Just Uncomfortable) และระดับเริ่มรับไม่ได้ (Just Intolerable) และจากผลทดลองสามารถพัฒนาสมการ ดังนี้

$$BGI = 10\log_{10} 0.478 \sum_{i=1}^{n} \frac{L_s^{1.6} \omega_s^{0.8}}{L_b P^{1.6}}$$

สมการที่ 4 BRS (British Glare Equation)

เมื่อ

P	= Guth's Position Index เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของแสงบาดตา สัมพันธ์ระหว่างมุมอะซิมุทกับรูปด้านของแหล่งกำเนิดแสง และตำแหน่งของเส้นระดับสายตาของผู้สังเกตการณ์
n	= จำนวนของแหล่งกำเนิดแสงบาดตา
L_S	= ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสงบาดตา ในกรณีที่เป็นหน้าต่างให้ใช้เป็นค่าความสว่างของท้องฟ้าที่มองเห็นผ่านหน้าต่างนั้น ๆ มีหน่วยเป็น (cd/m^2)
ω_S	= ค่ามุมตันของแหล่งกำเนิด ในกรณีที่เป็นหน้าต่าง กำหนดเป็นขนาดท้องฟ้าที่ตาผู้สังเกตการณ์สามารถมองเห็นได้(sr)
L_b	= ความสว่างทั่วไป ที่ควบคุมการปรับตัวของสายตาผู้สังเกตการณ์ หรือ ความสว่างของฉากหลัง (Background Luminance) ในกรณีที่เป็นหน้าต่างกำหนดให้ใช้ค่าความสว่างเฉลี่ยภายในห้อง โดยไม่รวมค่าความสว่างจากท้องฟ้าที่มองเห็น(cd/m^2)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่า BGI นี้มีข้อจำกัด คือ สามารถใช้ได้กับแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กที่มีมุมตันน้อยกว่ากว่า 0.027 สเตอเรเดียน แต่ในปี ค.ศ.1980 โชเวล (Chauvel) และคณะพบว่า การใช้ค่า BGI ไม่สามารถคาดคะเนแสงบาดตาที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงแบบกว้างได้ถูกต้องและไม่ได้มีการคิดคำนึงถึงเรื่องการปรับสายตาของคน ต่อมาในปี ค.ศ. 1998 อิวาตะ (Iwata) และคณะ ทดลองเปรียบเทียบค่า BGI กับ ค่า DGI และค่า CGI และพบว่าค่า BGI เป็นค่าที่มีความแม่นยำน้อยที่สุดในกรณีที่แหล่งกำเนิดแสงบาดตามีขนาดใหญ่ (Dobois 2001)

Cornell Equation หรือ Daylight Glare Index (DGI)

ฮอฟกินสัน (Hopkinson) พัฒนาสมการค่า DGI จาก BGI (British Glare Index) ด้วยการทดลองโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนส์ซ่อนอยู่หลังฉากสีขาวขุ่น ผลที่ได้คือ สมการนี้สามารถคาดคะเนแสงบาดตาที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดใหญ่ได้ เช่น หน้าต่าง (Dobois 2001)

$$DGI = 8\log_{10}0.48\sum_{i=1}^{n}\frac{L_s^{1.6}\Omega_s^{0.8}}{L_b + 0.07\omega_s^{0.5}L_s}$$

สมการที่ 5 DGI (Daylight Glare Index)

เมื่อ

Ω_s(sr) = ค่ามุมตันของแหล่งกำเนิด ซึ่งถูกปรับเปลี่ยนตามตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง เนื่องมาจากพื้นที่การมองเห็น (Field of View) และ Guth's Position Index

L_S = ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสงบาดตา ในกรณีที่เป็นหน้าต่างให้ใช้เป็นค่าความสว่างของท้องฟ้าที่มองเห็นผ่านหน้าต่างนั้น ๆ มีหน่วยเป็น (cd/m^2)

ω_S = ค่ามุมตันของแหล่งกำเนิด ในกรณีที่เป็นหน้าต่าง กำหนดเป็นขนาดท้องฟ้าที่ตาผู้สังเกตการณ์สามารถมองเห็นได้(sr)

L_b = ความสว่างทั่วไป ที่ควบคุมการปรับตาของผู้สังเกตการณ์ หรือ ความสว่างของฉากหลัง (Background Luminance) ในกรณีที่เป็นหน้าต่างกำหนดให้ใช้ค่าความสว่างเฉลี่ยภายในห้อง โดยไม่รวมค่าความสว่างจากท้องฟ้าที่มองเห็น (cd/m^2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

International Commission on Illumination Glare Index (CGI)

อินฮอร์น (Einhorn) เสนอดัชนีที่ใช้วัดแสงบาดตาของ International Commission on Illumination (CIE) ในปี ค.ศ. 1969 ดังแสดงในสมการที่ 6 (Dobois 2001)

$$CGI = 8\log_{10}2\frac{1+(E_d/500)}{E_d+E_i}\sum_{i=1}^{n}\frac{L_s^2\omega_s}{P^2}$$

สมการที่ 6 CGI (International Commission on Illumination (CIE))

เมื่อ

E_d (lux) = ค่าความส่องสว่างโดยตรง ที่ตำแหน่งสายตาวัดในระนาบตั้งอันเนื่องมาจากแหล่งกำเนินแสงทั้งหมด

E_i (lux) = ค่าความส่องสว่างโดยอ้อม ที่ตำแหน่งสายตา $E_i = \pi L_b$ เป็นการพัฒนาสมการ BRS โดยสามารถใช้ได้ในแหล่งกำเนิดแสงบาดตาที่มีแหล่งกำเนิดหลายตำแหน่ง

P = Guth's Position Index เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของแสงบาดตา สัมพันธ์ระหว่างมุมอะซิมุทกับรูปด้านของแหล่งกำเนิดแสง และตำแหน่งของเส้นระดับสายตาของผู้สังเกตการณ์

n = จำนวนของแหล่งกำเนิดแสงบาดตา

L_S = ค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดแสงบาดตา ในกรณีที่เป็นหน้าต่างให้ใช้เป็นค่าความสว่างของท้องฟ้าที่มองเห็นผ่านหน้าต่างนั้น ๆ มีหน่วยเป็น (cd/m^2)

ω_S = ค่ามุมตันของแหล่งกำเนิด ในกรณีที่เป็นหน้าต่าง กำหนดเป็นขนาดท้องฟ้าที่ตาผู้สังเกตการณ์สามารถมองเห็นได้(sr)

L_b = ความสว่างทั่วไป ที่ควบคุมการปรับตาผู้สังเกตการณ์ หรือ ความสว่างของฉากหลัง (Background Luminance) ในกรณีที่เป็นหน้าต่าง กำหนดให้ใช้ค่าความสว่างเฉลี่ยภายในห้อง โดยไม่รวมค่าความสว่างจากท้องฟ้าที่มองเห็น(cd/m^2)

Daylight Glare Probability (DGP)

แจน เวียนโนลด์ (Jan Wienold) และเจน คริสโตเฟอเซน (Jens Christoffersen) เสนอวิธีการศึกษาวัดสภาวะสบายตาแบบใหม่ โดยอ้างอิงจากความน่าจะเป็นของจำนวนคนที่ถูกแสงบาดตารบกวนแทนวิธีการอื่นที่วัดสภาวะสบายตาจากแสงบาดตาเท่านั้น ทั้งนี้ได้มีการใช้ความส่องสว่างทางระนาบตั้งที่ตำแหน่งระดับสายตา (Vertical Eye Illuminance - E_v) แทนการใช้ความสว่างทั่วไป (L_b) เนื่องจากให้ความสัมพันธ์ที่ดีกว่า เรียกดัชนีนี้ว่า ความน่าจะเป็นของแสงบาดตาจากธรรมชาติ (Daylight Glare Probability หรือ DGP) ดังแสดงในสมการที่ 7 (Wienold and Christoffersen 2006)

$$DGP = 5.87 \times 10^{-5} E_v + 9.18 \times 10^{-2} log\left(1 + \sum_i \frac{L_{s,i}^2 \omega_{s,i}}{E_v^{1.87} P_i^2}\right) + 0.16$$

สมการที่ 7 Daylight Glare Probability (DGP)

เมื่อ

E_v (lux) = ความส่องสว่างทางระนาบตั้งที่ตำแหน่งระดับสายตา

L_s (cd/m^2) = ความสว่างของแหล่งกำเนิด

ω_s (Sr) = ค่ามุมตันของแหล่งกำเนิด

P = Position Index

ตาราง 2 แสดงระดับการวัดค่าของเกณฑ์แสงบาดตา

Level	Glare Value Range		
	DGP	DGI	CGI
Imperceptible Glare	< 0.35	< 18	< 13
Perceptible Glare	0.35 - 0.40	18 - 24	13 - 22
Disturbing Glare	0.40 - 0.45	24 - 31	22 - 28
Intolerable Glare	> 0.45	> 31	> 28

ที่มา: ณัฏฐ์จิรา สมิดาสุตานันท์ (2553)

จากการศึกษาทฤษฎีและดัชนีต่างๆ พบว่าการเลือกดัชนีสำหรับประเมินแสงบาดตาที่เหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ได้แก่ ประเมินแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติหรือแสงบาดตาที่เกิดจากดวงโคม (แสงประดิษฐ์) จึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับลักษณะที่จะนำไปประยุกต์ใช้ เช่น นวลวรรณ (Tuaycharean 2005) เลือกใช้ดัชนี GSV (Glare Sensation Vote) พัฒนาโดย ไอวาตะ (Iwata and Tokura, 1998) ในการวัดระดับค่าแสงบาดตาที่ได้จากแบบทดสอบกับผู้ทดลอง โดยกำหนดเกณฑ์ การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบายตาออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 0 (Just perceptible), 1 (Just acceptable), 2 (Just uncomfortable) และ 3 (Just intolerable)

เพื่อให้ค่าความรู้สึกไม่สบายตาที่ได้สามารถเปรียบเทียบค่าความรู้สึกไม่สบายตากับการคำนวนโดยใช้ดัชนีวัดความรู้สึกไม่สบายตา DGI นั้น สามารถใช้วิธีการแปลงค่า GSV โดย GRV (Glare Response Vote) ซึ่งเป็นหน่วยที่ได้จากการแปลงระดับดับคะแนน GSV เพื่อใช้นำมาเปรียบเทียบกับ ดัชนี DGI ดังสมการที่ 8 (Tuaycharean 2007)

$$(GSV*4)+16 = GRV$$

สมการที่ 8 GRV (Glare Sensation Vote)

โดยที่

GSV = Glare Sensation Vote

GRV = Glare Response Vote

ค่าการส่องผ่านของแสง VT ที่ใช้ในการทดสอบ

- ค่าการส่องผ่านของแสง (Visible Light Transmittance: VT หรือ Tvis) เป็นคุณสมบัติในการยอมรับรังสีในช่วงที่มองเห็นผ่านเข้ามา มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ซึ่งตัวเลขที่มีค่าเข้าใกล้ 1 แสงสามารถส่องผ่านได้มาก เช่นเดียวกับค่าเข้าใกล้ 0 แสงสามารถส่องผ่านไม่ได้ ซึ่งค่า VT สามารถคำนวนได้โดยสมการที่ 9

$$\mathrm{VT} = \frac{Light\ passing\ through\ glazing}{Light\ incident\ on\ glazing}$$

สมการที่ 9 VT (Visible Light Transmittance)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 ตัวอย่างงานสถาปัตยกรรมที่ใช้แสงธรรมชาติและสีจากกระจก

การออกแบบอาคารปัจจุบันนักออกแบบเริ่มให้ความสนใจกับการใช้พลังงานงานแสงสว่างที่ได้จากธรรมชาติ ทำให้กระแสนิยมในการใช้กระจกสีเริ่มแพร่หลายในอาคารประเภทต่างๆ โดยเฉพาะในประเทศแถบตะวันตก เนื่องจากความต้องการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติและความสวยงามที่ได้จากแสงสีที่เกิดจากการส่องผ่านของแสงธรรมชาติภายในอาคาร

จากการศึกษากลุ่มอาคารเหล่านี้พบว่าการใช้กระจกสีในงานสถาปัตยกรรมแบ่งออกตามประเภทการใช้งานดังนี้

1. Transition space เช่น ทางเดิน โถง เพื่อให้แสงสว่างและความสวยงามดึงดูดความสนใจต่อผู้ใช้อาคาร

2. Working space เช่น ห้องทำงาน ห้องเรียน ห้องสมุด เพื่อใช้แสงสว่างจากธรรมชาติและสี กระตุ้นความรู้สึกต่าง ๆ ของมนุษย์ทางจิตวิทยา

2.2.1. กลุ่มตัวอย่างอาคารที่ใช้ประโยชน์จากกระจกสี ในบริเวณทางเดิน

1.) อาคาร IMI (International Management Institute Kolkata) ตั้งอยู่ที่รัฐ กัลกัตตา ประเทศอินเดีย อาคารได้ถูกออกแบบให้เป็นอาคารเพื่อการศึกษาและวิจัย ภายใน ประกอบด้วย ห้องแล็บวิจัย ห้องเรียน ห้องสมุด ออกแบบให้ใช้สีจากกระจกส่องผ่านทางเดินและโถงตอนรับภายใน

ชื่ออาคาร: IMI (International Management Institute Kolkata)

ผู้ออกแบบ: Adin design studio

สถานที่: Kolkata, West Bengal, India

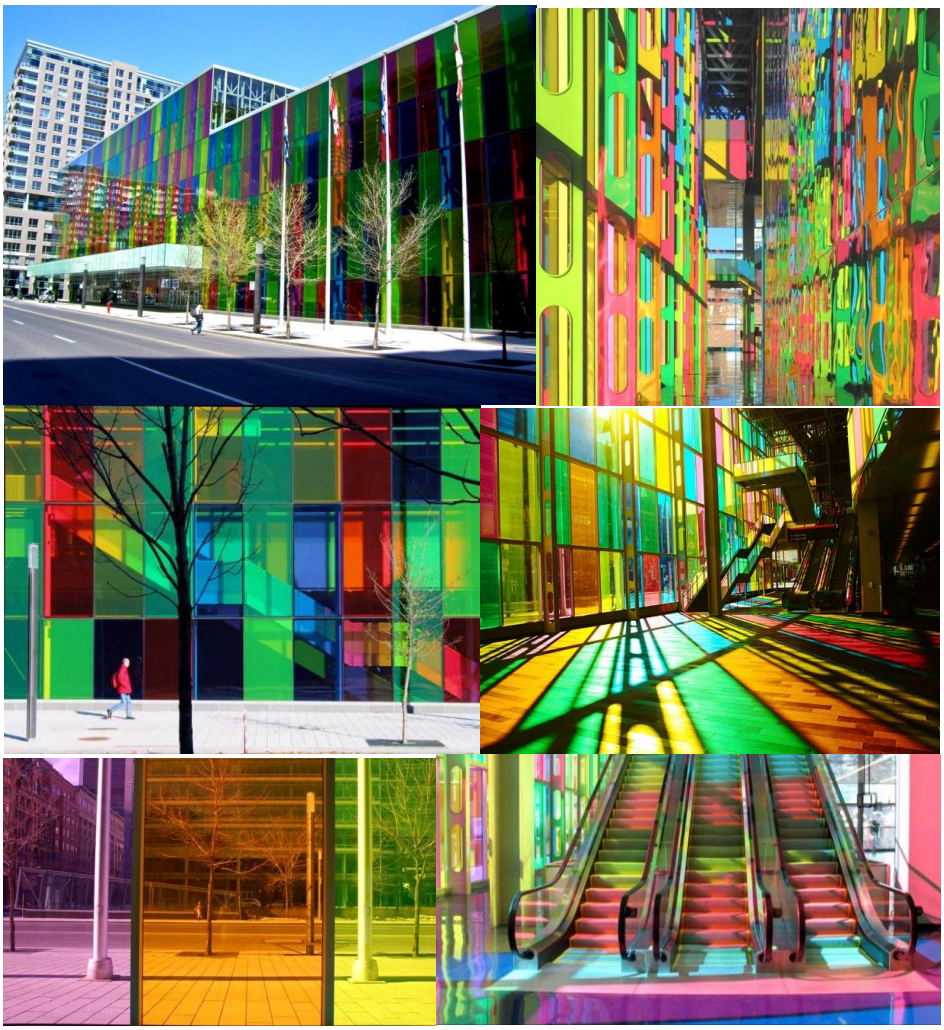
ขนาดพื้นที่การใช้งาน: 11,000 sq.m.

สร้างเสร็จ: 2010

รูป 10 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร IMI (International Management Institute Kolkata)

ที่มา: http://www.archdaily.com

2.) อาคาร The Palais des congres de Montreal (Montreal Convention Centre) ตั้งอยู่ที่เมือง มอลทรีออล ประเทศ แคนาดา ออกแบบให้เป็นอาคารสาธารณะประจำเมือง ประกอบด้วย ห้องประชุม ห้องรับรอง ห้องโถงจัดแสดง โดยออกแบบให้เปลือกอาคารด้านทางเข้าหลักเป็นกระจกสี เพื่อดึงดูดและเป็นจุดเด่นให้แก่อาคารและเผยให้เห็นโครงสร้างสถาพแวดล้อมภายนอกและภายในโถงด้านหน้าด้วยสีสรรที่แตกต่าง ทำให้อาคารดูแปลกตาสำหรับผู้พบเห็น



The Palais des congres de Montreal (Montreal Convention Centre)

Architect: Les architecture Tetrault, Dubuc, Saia et associes

Location: Place Jean-Paul-Riopelle

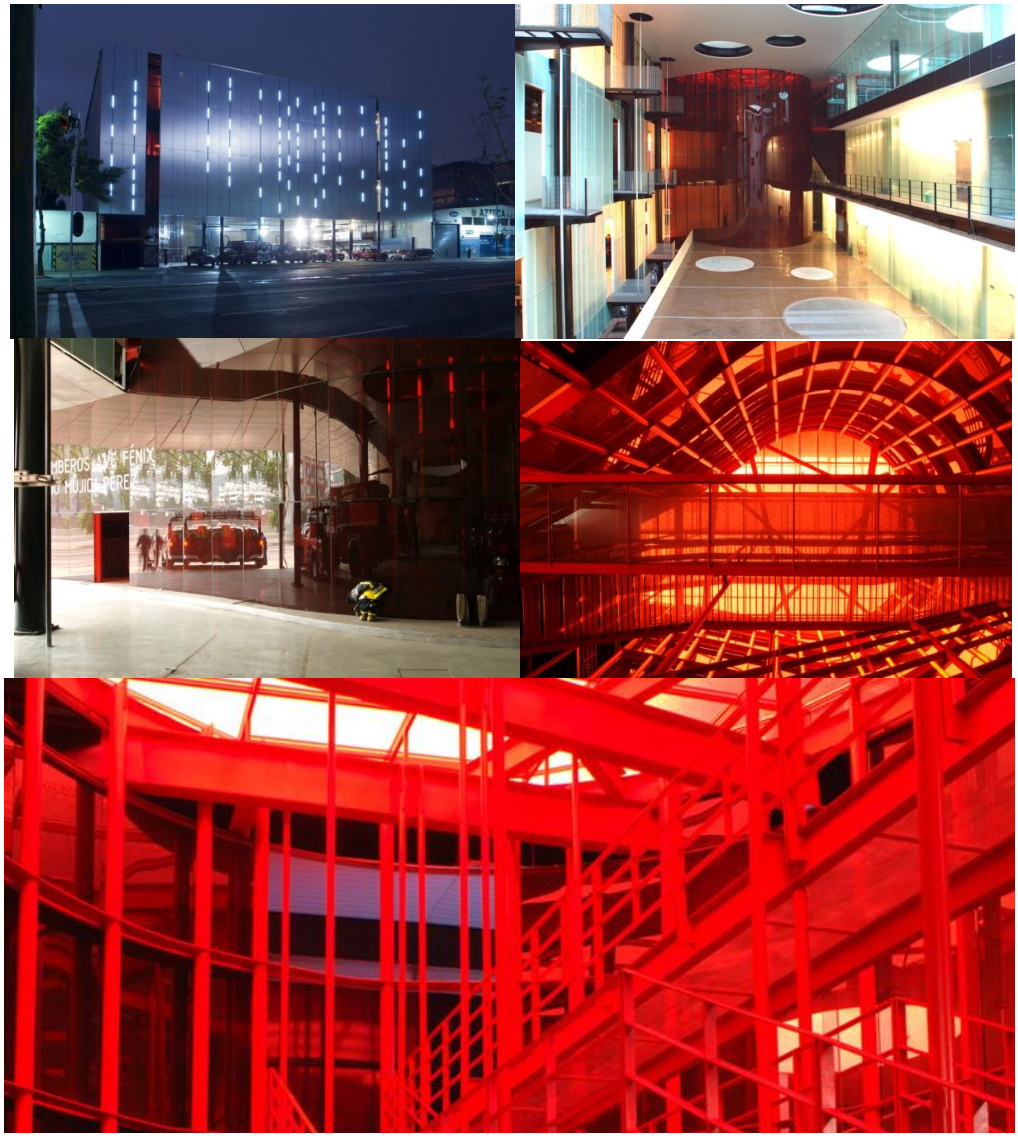
Project area:

Project year: 2003

รูป 11 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร The Palais des congres de Montreal (Montreal Convention Centre)

Source: http://www.archdaily.com

3.) อาคาร Ave Fenix Fire Station ตั้งอยู่ที่ประเทศ แม็กซิโก ออกแบบให้เป็นอาคารบรรเทาสาธารณะภัย ประจำเมือง จัวเรซ ประกอบด้วย ห้องพักพนักงานดับเพลิง ประชุม ห้องออกกำลัง พื้นที่จอดรถดับเพลิงออกแบบให้ใช้แสงสว่างภายในอาคารจาก ออกแบบท่อนำแสงขนาดใหญ่ไว้ในส่วนกลางของอาคาร ซึ่งเป็นบันไดหลัก และใช้ห่อหุ้มด้วยกระจกสี ทำให้แสงที่เกิดขึ้นภายในอาคารเป็นแสงสว่างสีแดง



Ave Fenix Fire Station

Architect: AT 103/BGP Arquitectura

Location: Colonia Juarez, Mexico, City

Project area: 2400 sq. m.

Project year: 2006

รูป 12 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร Ave Fenix Fire Station

Source: http://www.archdaily.com

4.) ทางเชื่อม Harmonic Convergence ระหว่างอาคารสนามบิน: Miami International Airport กับอาคารที่จอดรถเป็นงานออกแบบเพื่อแก้ปัญหาจุดอับของอาคารและเพิ่มความน่าสนใจให้แก่ทางเดินภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติและกระจกสี เพื่อให้พื้นที่บริเวณนี้มีความน่าสนใจสำหรับผู้ใช้อาคารและลดการเกิดความรู้สึกไม่ปลอดภัยในขณะเดินผ่าน

Harmonic Convergence

Designer: Christopher Janney

Location: Miami International Airport

Project year: 2011

รูป 13 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคารส่วนทางเชื่อม ระหว่างอาคารที่พักผู้โดยสารกับอาคารที่จอดรถ สนามบิน Miami International Airport

Source: http://architectsandartisans.com

2.2.2 กลุ่มตัวอย่าง อาคารที่ใช้ประโยชน์จากกระจกสี ในพื้นที่ทำงาน

1.) อาคาร Peakham Libray and Media Centre ตั้งอยู่ที่ลอนดอนประเทศอังกฤษออกแบบให้เป็นอาคารห้องสมุด ประกอบด้วย ห้องจัดกิจกรรม ห้องประชุม สำนักงาน พื้นที่สำหรับอ่านหนังสือ ประเภทต่างๆ โดยออกแบบให้ บริเวณที่อ่านหนังสือ และ ห้องกิจกรรม มีเพดานสูงเพื่อที่จะใช้แสงจากธรรมชาติได้สูงสุด

Pea kham Libray and Media Centre

Architect: Alsop Architecture

Location: 122 Peckham Hill Street, London, England, UK

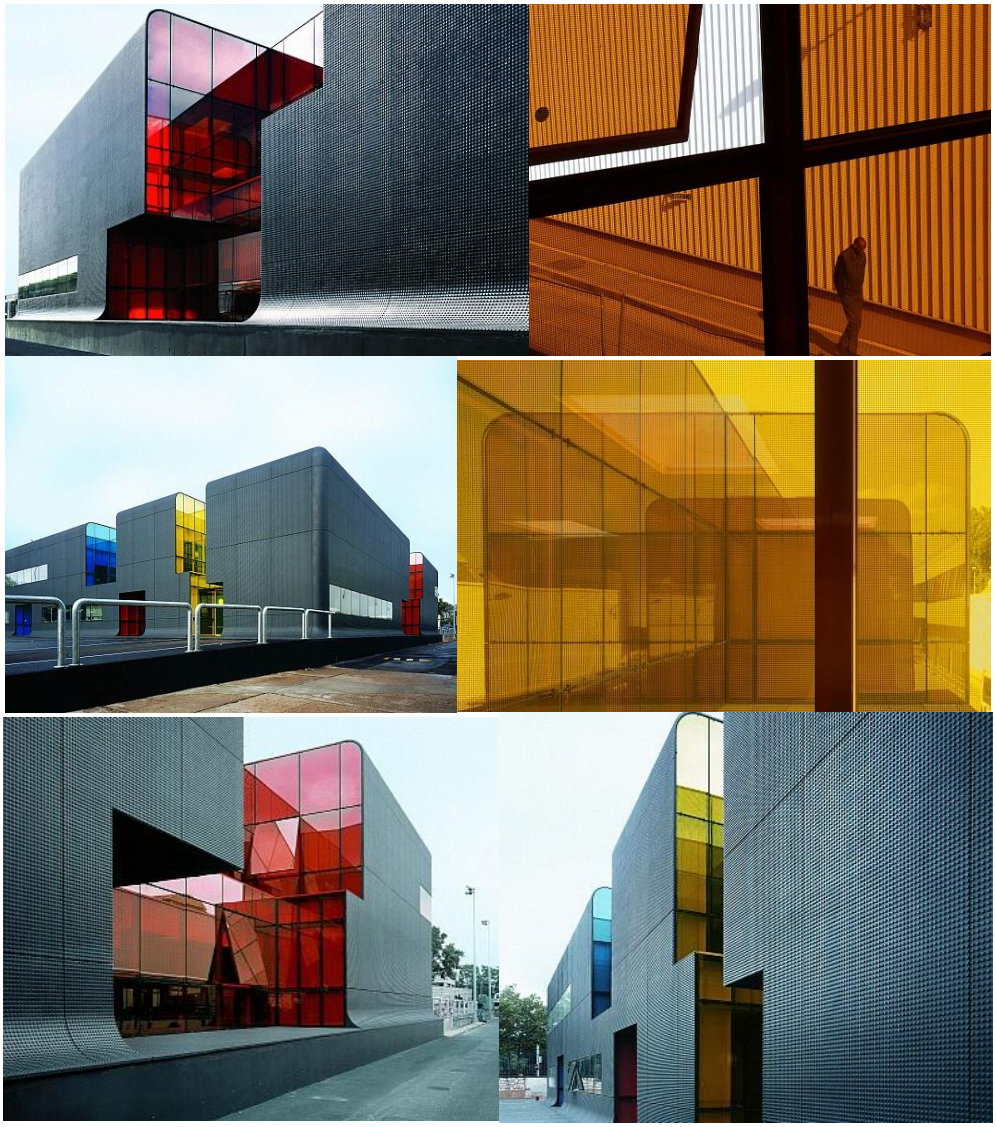
Project area:

Project year: 1999

รูป 14 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร Peakham Libray and Media Centre

Source: http://www.worldarchitecturemap.org

2.) อาคาร RATP Bus Centre in Thiais / ECDM ตั้งอยู่ที่ประเทศฝรั่งเศส ออกแบบให้เป็นอาคารสำนักงานของบริษัทเดินรถขนส่ง ประกอบด้วย พื้นที่สำนักงาน ห้องประชุม โรงอาหาร โดยออกแบบให้กระจกสีเป็นผนังระหว่างอาคารเพื่อแก้ปัญหาจุดอับระหว่างอาคารและนำแสงจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร



RATP Bus Centre in Thiais / ECDM

Architect: Emmanuel Combarel Dominique Manec Architectes

Location: Thiais-SIT/France

Project area: 2450 sq.m.

Project year: 2007

รูป 15 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร RATP Bus Centre in Thiais / ECDM

Source: http://www.architecturenewsplus.com/project-images/29247

3.) อาคาร Bishan Public Library ตั้งอยู่ที่เขต ไบชาน ประเทศสิงคโปร์ ออกแบบให้เป็นอาคารห้องสมุดสาธารณะ จุดเด่นของอาคารนี้คือ ช่องกระจกสีขนาดใหญ่ สำหรับอ่านหนังสือ สลับกับผนังอาคารโปรงใส ให้มองเห็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นข้างใน

Bishan Public Library

Architect: LOOK Architects

Location: Singapore Bishan, Place

Project area: 1400 sq.m.

Project year: 2006

รูป 16 รูปแสดงทัศนียภาพภายนอกและภายในของอาคาร Bishan Public Library

Source: http://www.archdaily.com

2.3 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

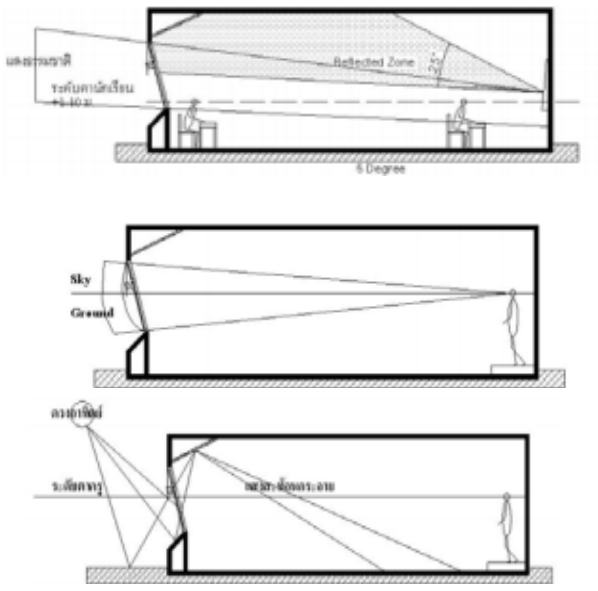
ความรู้สึกไม่สบายตาเกิดจากการอยู่ในบริเวณ หรือ พื้นที่ ที่มีสภาพแสงไม่เหมาะสม อันเป็นสาเหตุของการเกิดอาการเจ็บป่วยทางสายตาและยังมีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ในการปรับปรุงอาคารที่ใช้แสงธรรมชาติจึงต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย อาทิ ระดับความส่องสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ค่าแสงบาดตา และ ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกิดจากความน่าสนใจ ความพึงพอใจในสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยเกี่ยวกับสภาวะแสงบาดตา ยังคงอ้างอิงจาก ระดับความส่องสว่าง และ ค่าแสงบาดตา ทั้งจากวิธีการประเมินจากกลุ่มตัวอย่าง และ ใช้วิธีการวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในสภาพแสงปกติในขณะความก้าวหน้าทางวิทยาการของกระจกสี หรือ ฟิล์มป้องกันแสงแดดที่มีสีมีผลต่อนักออกแบบ สถาปนิก หรือเจ้าของอาคารต่อการเลือกใช้วัสดุใหม่ ทางเลือกใหม่สำหรับช่องรับแสงหรือการปรับและตกแต่งภายในอาคาร อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยที่เกี่ยวกับการแก้ไขคุณภาพเพื่อไม่ให้เกิดแสงบาดตานั้นยังไม่ครอบคลุมถึงการเกิดความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อม ดังนั้นงานวิจัยจึงต้องการชี้ให้เห็นความสำคัญของปัจจัยด้านสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตาและเพื่อเพิ่มเติมแนวทางสำหรับรายละเอียดการประเมินความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อม

การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว มีงานวิจัยที่สำคัญดังนี้

1. งานวิจัยเรื่อง แนวทางการปรับปรุงคุณภาพของแสงในห้องเรียนเพื่อความสบายตา และ เป็นแนวทางการออกแบบห้องเรียนในชนบท โดย ทิพวัลย์ ตั้งพูนทรัพย์ (2544)

งานวิจัยของทิพวัลย์ ตั้งพูนทรัพย์นำเสนอการออกแบบห้องเรียนโดยการออกแบบช่องเปิดแสงแบบไม่มีแผงบังแดด เพื่อให้ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติอย่างเต็มที่และลดการเกิดแสงบาดตา ทิพวัลย์เสนอว่าหากทำผนังกระจกหน้าต่างให้ทำมุมเอียง 15 องศา ซึ่งจะทำให้มุมมองที่มองเห็นท้องฟ้าลดลงและสามารถลดความสว่างภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ตายอมรับได้



รูป 17 รูปตัดขวางห้องเรียน ที่มีผนังเอียงหน้าต่างทำมุมกับระนาบแนวตั้ง 15 องศา

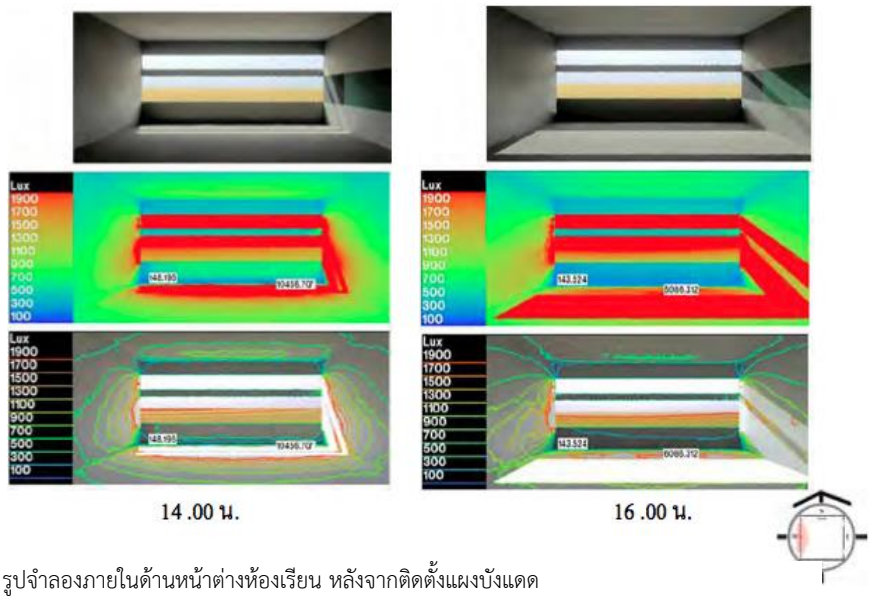
ที่มา (ตั้งพูนทรัพย์ศิริ 2544)

รูป 18 รูปจำลองภายในด้านหน้าต่างห้องเรียนที่มีการเอียงผนังกระจกทำมุมกับระนาบตั้ง 15 องศา

ที่มา (ตั้งพูนทรัพย์ศิริ 2544)

2. งานวิจัยเรื่อง การศึกษารูปแบบของอุปกรณ์บังแดดและช่องแสงทางด้านข้าง เพื่อช่วยประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ โดย ฉันทมน โพธิพิทักษ์ (2546)

ฉันทมน โพธิพิทักษ์ ศึกษารูปแบบแผงบังแดดที่เหมาะสมกับทิศต่างๆ และเลือกใช้ชนิดที่เหมาะสมกับห้องเรียนโดยเปรียบเทียบจากการวัดจริงจากตุ๊กตาหุ่นจำลองห้องเรียนกับการสร้างหุ่นจำลองในคอมพิวเตอร์โปรแกรม Desktop Radiance 0.9 ฉันทมน พบว่าค่าแสงส่องสว่างที่ได้มีความใกล้เคียงกัน การวัดความสว่างภายในหุ่นจำลองในคอมพิวเตอร์จึงมีความน่าเชื่อถือ จากการคำนวนค่าแสง-บาดตาด้วยดัชนี VCP (Visual Comfort Probability) จากคอมพิวเตอร์กับห้องเรียนที่มีการวางแผงบังแดดแบบแนวนอน และวางแผงบังแดดแบบแนวตั้ง พบว่าแผงบังแดดแนวนอนเหมาะการบังแดดในทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันตก และแผงบังแดดแนวตั้งเหมาะสมการใช้บังแดดในทิศตะวันตก



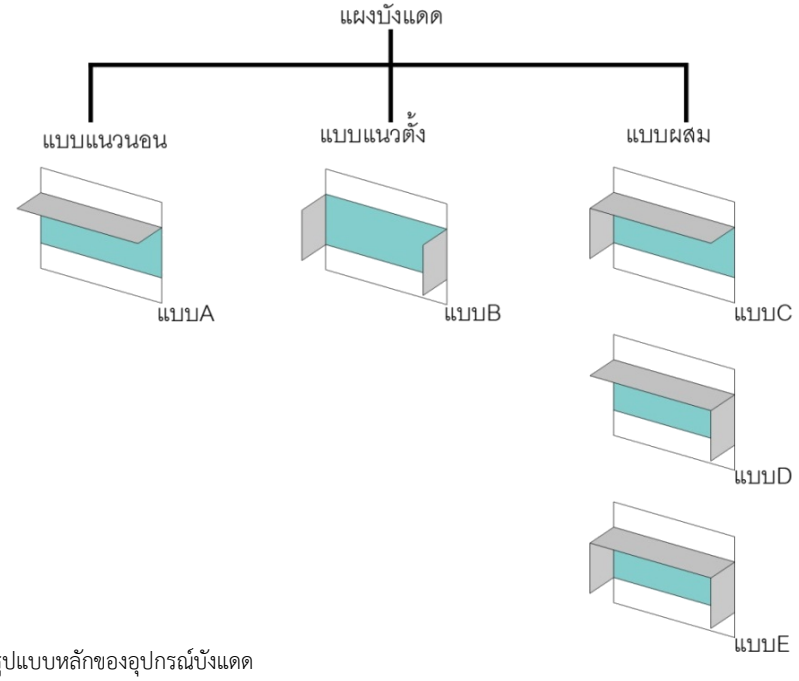
รูป 19 รูปจำลองภายในด้านหน้าต่างห้องเรียน หลังจากติดตั้งแผงบังแดด

ที่มา (โพธิพิทักษ์ 2546)

3. งานวิจัยเรื่อง การประเมินแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติของสำนักงานที่มีการติดตั้งแผงบังแดดภายนอก โดย ณัฏฐ์จิรา สมิดาสุตานันท์ (2553)

ณัฏฐ์จิรา สมิดาสุตานันท์ ศึกษารูปแบบของแผงบังแดดในลักษณะต่าง ๆ เพื่อหาขนาดของอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงาน จากการจำลองตุ๊กตาหุ่นทดสอบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Radiance) ประเมินแสงบาดตาด้วยโปรแกรม Evalglare และกำหนดสร้างความสว่างภายในตุ๊กตาหุ่นทดลองด้วยโปรแกรม DIALux ทำการจำลองห้องทำงานขนาดมาตรฐาน (3.65 x 4.60 x 3.00) ที่มีการปรับเปลี่ยนแผงบังแดดรูปแบบต่างๆ จำนวนทั้งสิ้น 9 ประเมินค่าแสงบาดตาด้วยดัชนี DGP (Daylight Glare Probability) ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ ในระยะเวลา 1 ปี ณัฏฐ์จิรา พบว่า

1. การใช้แผงบังแดดแบบE ที่มีระยะยื่น 1 เมตรสามารถลดค่าแสงบาดตาที่เกิดขึ้นได้ทุกทิศทาง
2. การใช้แผงกันแดดแนวนอนที่มีมุม Vertical Shadow Angle (VSA) ต่ำกว่า 40 องศา (ระยะยื่นมาก) จะไม่เกิดแสงบาดตา
3. การใช้ระแนงที่มีความทึบ 75% ทางด้านทิศตะวันตก จะไม่เกิดแสงบาดตา

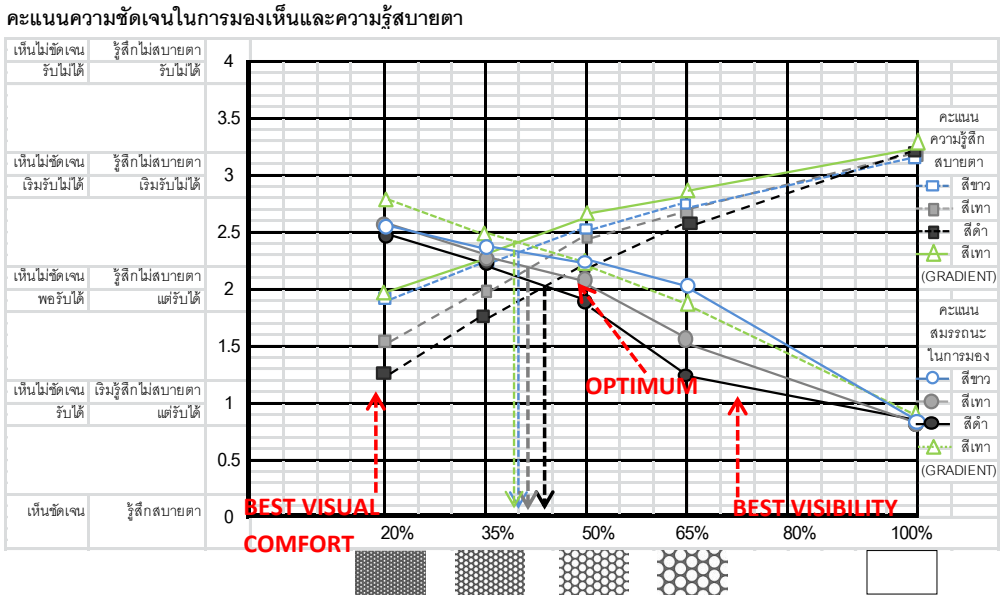


รูป 20 แสดงรูปแบบหลักของอุปกรณ์บังแดด

ที่มา (สมิดาสุตานันท์ 2553)

4. งานวิจัยเรื่อง การประเมินความสบายตาและความชัดเจนในการมองเห็นของแผงบังแดดฉลุลาย โดย อรรถรส ทองงามขำ (2555)

อรรถรส ทองงามขำ ศึกษาถึงลักษณะของแผงบังแดดฉลุลายที่มีผลต่อความสบายตาและความชัดเจนในขณะที่มองผ่านแผงบังแดดฉลุลาย โดยการประเมินความสบายตา GSV (Glare Sensation Vote) และความชัดเจนในการมองเห็นจากแผงบังแดดฉลุลายสีดำ-สีขาว ที่มีความพรุน 20% 35% 50% และ 65%



รูป 21 แผนภูมิแสดงรูปแบบของแผงบังแดดอลูมิเนียมฉลุลายที่ใช้ในการศึกษา

ที่มา (ทองงามขำ 2555)

จากการวิจัยพบว่าแผงบังแดดสีดำที่มีความโปร่ง 40% - 45% มีคะแนนความสบายตาและคะแนนความชัดเจนในการมองเห็นดีที่สุด และในช่วงที่มีความโปร่ง 20% ทุกสี ผลคะแนนความชัดเจนในการมองในระดับไม่ชัดเจน และระดับความชัดเจนในการมองแปรผันตรงกับความรู้สึกสบายตา กล่าวคือ เมื่อมองผ่านแผ่นฉลุลายทีมีความโปร่งมากความรู้สึกสบายกลับมีมากกว่า เมื่อมองผ่านแผ่นที่มีความโปร่งน้อย

จากตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า เป็นงานวิจัยในเชิงการแก้ไขปัญหาคุณภาพแสง และ การป้องกันการเกิดแสงบาดตาแก่ผู้ใช้ภายในอาคารสาธารณะ อาทิ อาคารเรียนและ อาคารสำนักงาน โดยแบ่งประเภทของงานวิจัยเป็น 2 กลุ่ม คือ การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับอาคารจริง และการออกแบบอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร นอกจากนี้ ยังพบว่ามีงานวิจัยที่หาปัจจัยอื่นที่มีผลกับความรู้สึกไม่สบายตา ได้แก่ นวลวรรณ วิจัยเรื่อง ความรู้สึกไม่สบายตาลดลงจากหน้าต่างโดยวิวที่น่าสนใจ พบว่า ผลกระทบขององค์ประกอบของทัศนียภาพภายนอกหน้าต่างมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกไม่สบายตา (Tuaycharean 2007) จากงานวิจัยชิ้นนี้พบว่า ความน่าสนใจของกลุ่มตัวอย่างมีผลกับการรับรู้ความรู้สึกไม่สบายตา

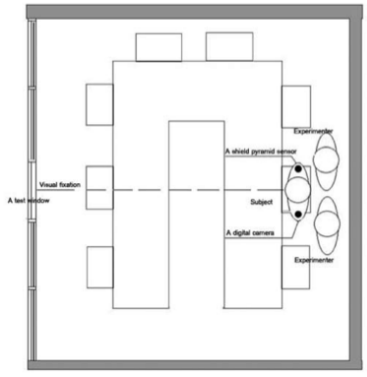
5. งานวิจัยเรื่อง วิวทัศนีย์ภาพนอกหน้าต่าง กับ ความรู้สึกไม่สบายตา โดย นวลวรรณ ทวยเจริญ

ในงานวิจัยได้อธิบายว่าการแก้ปัญหาความบาดตา หรือ ความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นไม่เพียงแต่จะทำให้เกิดความสบายตาเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมแล้วยังทำให้ผู้อยู่อาศัยสามารถลดการใช้พลังงานจากแสงประดิษฐ์ อย่างไรก็ตาม การใช้แสงจากธรรมชาติยังเป็นสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่นเดียวกับมุมมองทัศนีย์ภาพภายนอกหน้าต่าง เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถลดความรู้สึกไม่สบายตา หรือ ทำให้เกิดความรู้สึกสบายตาได้ (Tuaycharoen 2011)

รูป 22 แสดงรูปที่ใช้ในการทดลอง The Effect of Image Characteristic on Discomfort Glare

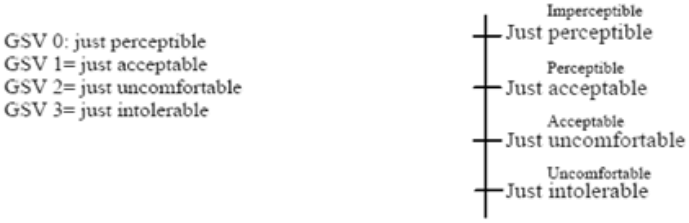
ที่มา: (Tuaycharoen 2011)

ในการทดลองนี้ นวลวรรณ ได้ทำการทดลองภายในห้องปิด โดยกำหนดให้เป็นห้องเปล่าไม่การตกแต่ง หรือ ไม่มีเฟอร์นิเจอร์เพื่อไม่มีการดึงดูดทางสายตาในขณะทดสอบและจัดให้ผู้ทดสอบนั่งตรงช่องหน้าต่าง โดยที่นั่งโดยที่ตำแหน่งของผู้ทดสอบถูกกำหนดตำแหน่งของสายตาไปจุดศูนย์กลางของหน้าต่างที่เป็นแหล่งกำเนิด-แสง การเก็บข้อมูลใช้รูปแบบของ The Glare Sensation Vote (GSV) (Iwata and Tokura 1998)



รูป 23 แสดงรูปตำแหน่งที่นั่งและห้องที่ใช้ในการทดลอง

ที่มา : (Tuaycharoen 2011)



รูป 24 แสดงรูปมาตราส่วนต่อเนื่องของ The Glare Sensation Vote ที่ใช้ในการทดลอง

ที่มา : (Tuaycharoen 2011)

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า การใช้โปรแกรม Radiance จำลองขนาดห้องสำนักงานและแผงบังแดดภายนอกอาคาร และประเมินค่าแสงบาดตาที่เกิดขึ้นจากโปรแกรม Evalglare โดย ณัฏฐ์จิรา (2553) สามารถจำลองสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารได้เพียงสภาวะที่เป็นแสงปกติเท่านั้นและไม่ความความแม่นยำเมื่ออยู่สภาพที่มีแสงเป็นลักษณะอื่นๆ ในขณะที่ อรรถรส (2555)ได้ทำการวิจัยแผงบังแดดฉลุลายโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างความโปร่งกับความสบายตาและความชัดเจน โดยการประเมินความรู้สึกไม่สบายตาจากความรู้สึกของมนุษย์เป็นหลัก รวมทั้งประเมินการรับรู้ทางกายภาพจากการมองเห็นความชัดเจน ทำให้ได้ผลวิจัยที่ได้มีความใกล้เคียงกับความพอใจของมนุษย์กับสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งไม่สามารถวัดได้จากคอมพิวเตอร์ และงานวิจัยของ นวลวรรณ (2005) พบว่าปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมภาพนอกหน้าต่างและความน่าสนใจของวิวภายนอกหน้าต่างและเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถลดความรู้สึกไม่สบายตาได้เช่นกัน อีกทั้งยังพบว่าอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในแบบต่างๆ อาทิ ภาพธรรมชาติ และ ภาพเมืองอาคาร ความซับซ้อนของทิวทัศน์ ล้วนก็มีผลกับความรู้สึกไม่สบายตาทั้งสิ้น

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยที่พบยังไม่ครอบคลุมถึงความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อม ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังไม่สามารถประเมินค่าความรู้สึกไม่สบายตาจากสภาพแวดล้อมที่เกิดจากสีได้ เนื่องจากการรับรู้สีเชื่อมโยงกับความรู้สึกของมนุษย์และความเจริญทางด้านเทคโนโลยีทำให้นักออกแบบได้เพิ่มแสงสีให้กับแสงธรรมชาติภายในอาคาร ทำให้เกิดกระแสความนิยมแสงสีจากกระจกหรือฟิล์มเพื่อเพิ่มความสวยงามภายใน อนึ่งนอกเหนือจากการออกแบบให้เกิดแสงสีภายในอาคารเนื่องจากแผ่นสีเหล่านี้แล้ว ยังไม่พบงานวิจัยที่กล่าวถือความรู้สึกไม่สบายตาของผู้ใช้อาคารเป็นระยะเวลานานกับแผ่นสีเหล่านั้น และในงานวิจัยทางด้านสีและจิตวิทยายังไม่มีวิจัยใดที่พูดถึงความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากสีหรือแสงสีเช่นกัน

งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา โดยประเมินจากความรู้สึกไม่สบายตา และ ความพึงพอใจในสภาพแวดล้อมของสี เนื่องจากการศึกษาในเชิงคุณภาพแสงยังเป็นการประเมินคุณภาพแสงทางด้านความส่องสว่างกับความรู้สึกไม่สบายตาเนื่องจากการคำนวณส่วนใหญ่ ไม่สามารถประเมินความรู้สึกไม่สบายตาร่วมกับตัวแปรทางด้านความรู้สึกพึงพอใจหรือความรู้สึกทางจิตวิทยาได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่อง อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา ใช้วิธีวิจัยสองแบบ คือ การวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) คือ สร้างหุ่นจำลองที่มีขนาด กว้าง 0.3 เมตร สูง 0.45 เมตร วางบนฐานสูง 0.10 เมตร และเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามและนำมาวิเคราะห์สถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกไม่สบายตากับความพึงพอใจที่มีต่อสีและสีตัวอย่างขณะทดลอง ท้ายที่สุดผลการทดลองนี้จะเป็นตัวอย่างหนึ่งของการประเมินความรู้สึกไม่สบายตาและเป็นแนวทางประกอบการออกแบบ หรือปรับปรุงในงานสถาปัตยกรรมโดยสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 การทบทวนวรรณกรรม

ศึกษาและทบทวน ทฤษฎี, หนังสือและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้สึกไม่สบายตา (Discomfort Glare), อิทธิพลของสีโดยเฉพาะ สีกับจิตวิทยาและความพึงพอใจของมนุษย์กับสีในกิจกรรมต่างๆ ซึ่งแบ่งวรรณกรรมออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยชิ้นนี้ คือ
    1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างและการมองเห็นของมนุษย์
    1.2 ทฤษฎีสี การรับรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับสีและจิตวิทยา
    1.3 แสงบาดตา ดัชนีการวัดแสงบาดตา
2. ตัวอย่างกลุ่มงานสถาปัตยกรรม
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 การศึกษาทำการทดลอง

การศึกษานำร่องเกี่ยวกับของอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา ผู้วิจัยทดลองวิจัยทั้งหมด 2 ครั้ง ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 ผู้วิจัยทดลองใช้อุปกรณ์ใช้ในการทดลอง คือ กล่องกระดาษปิดทึบ และกระจกสีชนิดของกลุ่มสีตัวอย่าง จำนวน 13. สี ได้แก่ สีN สภาพแสงปกติ, สีเทาBaseที่มีค่า VT 4 ระดับ,สีส้ม,สีเหลือง,สีเขียวอ่อน,สีเขียว, สีชมพู, สีน้ำเงิน, สีแดง, สีม่วง ผลที่ได้คือข้อมูลค่าความรู้สึกไม่สบายตาที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในวัยเรียน ที่มีอายุระหว่าง 14-18 ปี มีความแปรปรวนสูง เนื่องจากระยะเวลาไม่เป็นไปตามการทดลอง และยังไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทำแบบตอบสอบถาม และความแตกต่างทางด้านสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งที่ 2 ผู้วิจัยปรับปรุงอุปกรณ์และวิธีทดสอบ รวมทั้งการปรับปรุงแบบสอบถาม โดยการทดลองครั้งที่ 2 นี้จำกัดกลุ่มทดลองไว้เฉพาะผู้ทำงานในสำนักงานหนึ่ง ซึ่งเป็นวัยทำงาน อายุ 20-60 ปี เท่านั้น โดยอ้างอิงช่วงอายุ จากความพึงพอใจที่มีต่อแสงและกิจกรรม (เอาทองทิพย์ 2555)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.3 ขั้นตอนการทดลอง

1.) จัดเตรียมอุปกรณ์ คือ กล่องกระดาษปิดทึบหันไปทางทิศตะวันตก วางอุปกรณ์บนโต๊ะ และจัดเก้าอี้นั่งให้ผู้ทดลองนั่ง

2.) วิธีทดสอบ

1.1 ทำแบบสอบถามก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นแบบสอบถามข้อมูลทางด้านความชอบ และความรู้สึกพึงพอใจที่มีต่อสี

1.2 ทำแบบสอบถามระหว่างการทดลอง คือ ทำแบบสอบถามข้อมูลทางด้านความรู้สึกไม่สบายตา และ สอบถามความรู้สึกพึงพอใจ การยอมรับได้ที่มีต่อกลุ่มสีตัวอย่าง ขณะเมื่อมองผ่านสีในกล่องทดลอง

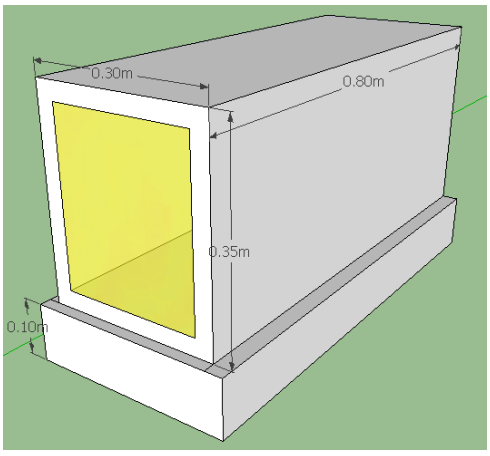
3.) วิเคราะห์ข้อมูล วัดผลโดยการใช้มาตรประมาณค่า 8 อันดับ และทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธีการ t-test

4.) สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

3.2 ขอบเขตการวิจัย

1.) กล่องทดลอง

งานวิจัยได้ทำการทดลองในหุ่นจำลอง ขนาด กว้าง 0.3 เมตร สูง 0.45 เมตร วางบนฐานสูง 0.10 เมตร ด้านในบุด้วยกระดาษสีขาว เพื่อการควบคุมแสงสีภายในและความสว่าง ปลายกล่องทดลองตัดกรอบ ให้มองภาพเข้ามาจากระยะขอบด้านกว้างเข้ามาด้านละ 0.05 เมตร อ้างอิงใช้รูปแบบและขนาดหุ่นจำลองจาก (ทองงามขำ 2555) ดังรูปที่ 30



รูป 25 หุ่นจำลอง

2.) กลุ่มตัวอย่าง เลือกกลุ่มตัวอย่าง 105 คน

2.1) กลุ่มคนทำงานในอาคารสำนักงาน

2.2) เพศชาย-หญิง

2.3) อายุ ระหว่าง 20-60 ปี

2.4) เงื่อนไขพิเศษ คือ ตาไม่บอดสี

3.) รายละเอียดในการทดลอง

ในการทดลอง และเก็บข้อมูลนี้ คือ ช่วงเวลา 10.30 – 15.30 น. เลือกใช้ภูมิทัศน์ทางทิศตะวันตกของสถานที่ประกอบด้วย ท้องฟ้า ต้นไม้ หรือ พื้นที่สีเขียว แหล่งน้ำ กิจกรรม ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ ทดลองบนดาดฟ้าของอาคารสำนักงาน ซึ่งกระทำในวันที่มีสภาพท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky) เพื่อเก็บในช่วงแสงสว่างที่ตรงกับเวลาช่วงเวลาใช้งานจากกลุ่มตัวอย่างจริง รวมทั้งในการการทดลองแต่ละครั้งจะถ่ายภาพเก็บข้อมูลความสว่างภายในหุ่นจำลอง ก่อนและหลังกลุ่มตัวอย่างทดสอบทุกครั้ง/1 สีตัวอย่าง การทดลองนี้ใช้สีตัวอย่าง ทั้งหมด 12 สี สีตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ เลือกใช้แผ่นอะคริลิก โดยเลือกสีที่มีค่าแสงส่องผ่าน VT (Visible Light Transmittance) ดังตารางที่ 3

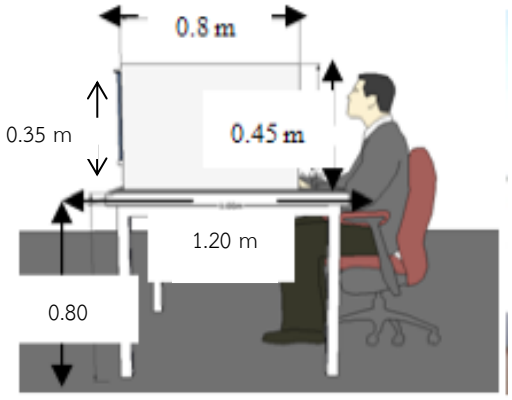
ตาราง 3 กลุ่มสีตัวอย่าง และ ค่า Visible Light Transmittance

VT Base case		ค่า Visible Light Transmittance (VT) สี			
1	N VT=1				
0.8	GY1 VT=0.8	Y VT=0.81	GB VT=0.92		
0.6	GY2 VT=0.59	O VT=0.56			
0.4	GY3 VT=0.37	P VT=0.41			
0.1	GY4 VT=0.1	V VT=0.084	G VT=0.089	R VT=0.1	B VT=0.12

* กำหนดให้ N = ใส , GY1= เทา1, GY2=เทา2, GY3=เทา3, GY4 = เทา4,

Y=เหลือง, GB = เขียวอ่อน, O= ส้ม, P= ชมพู, V= ม่วง, G= เขียว, R= แดง, B= น้ำเงิน

4.) ขณะทำการทดลอง ระยะห่างระหว่างผู้ทดลองกับแผ่นอะคิลิคสี กำหนดให้ระยะห่างไว้ 1 เมตร ซึ่งเป็นระยะอ้างอิงในกรณีผู้ใช้อาคารนั่งทำงานใกล้หน้าต่าง 1.20 เมตร อ้างอิงระยะทดสอบ (ทองงามขำ 2555)

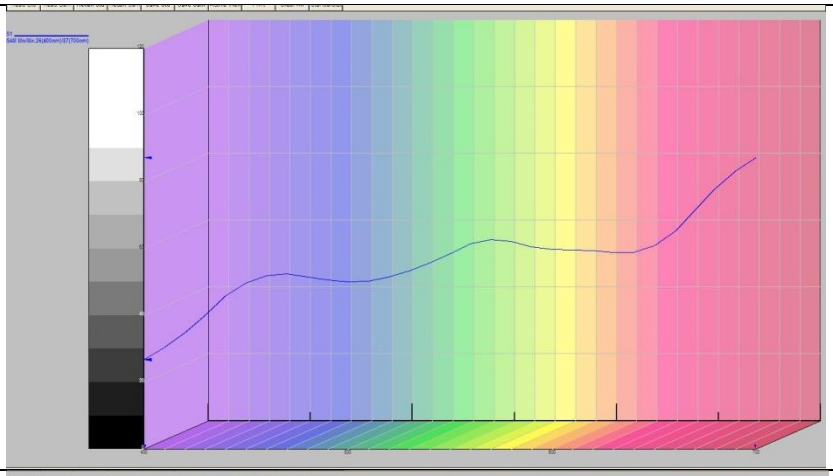
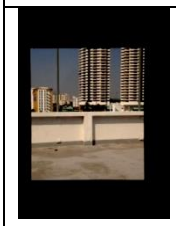
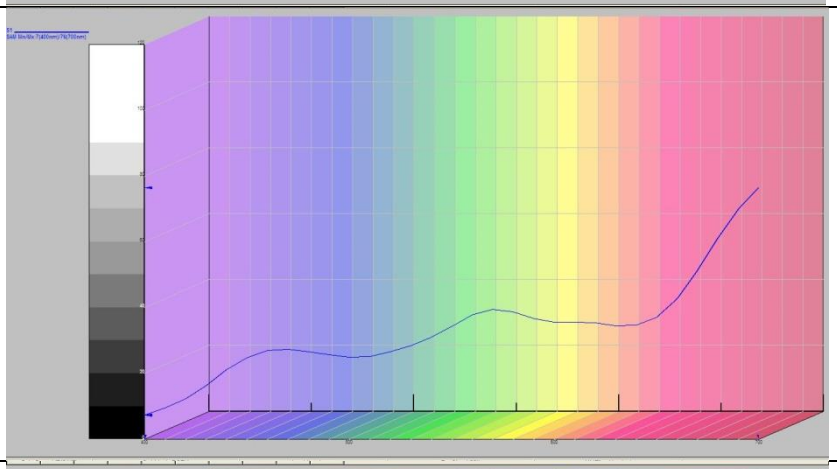
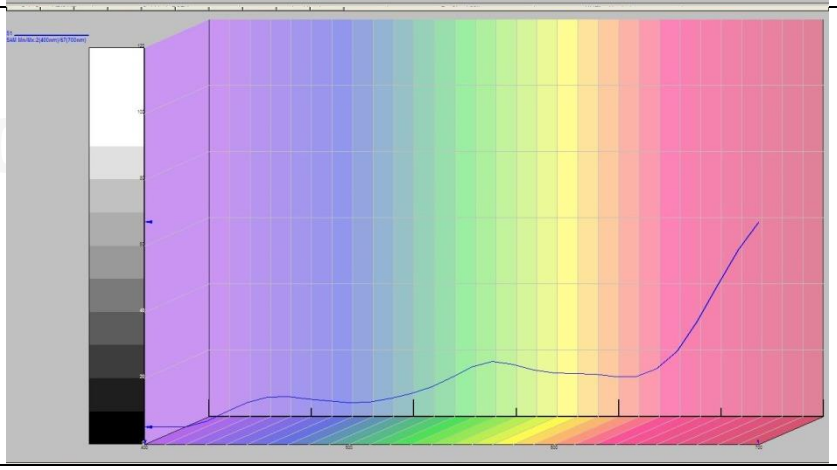


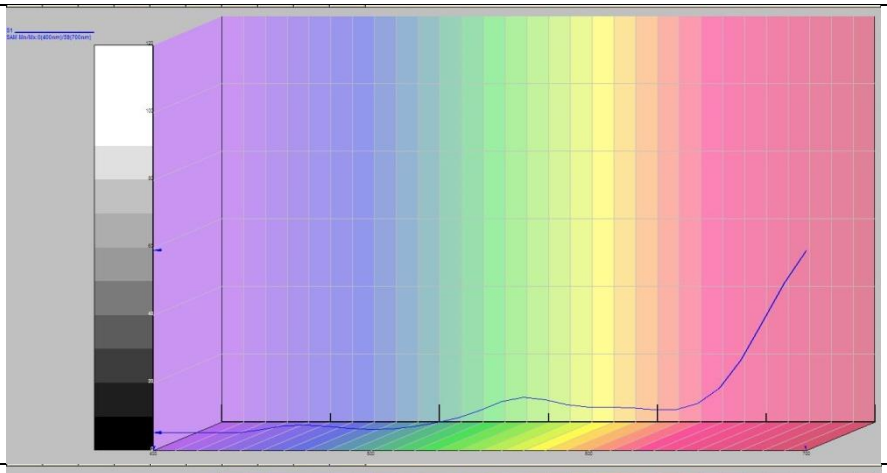
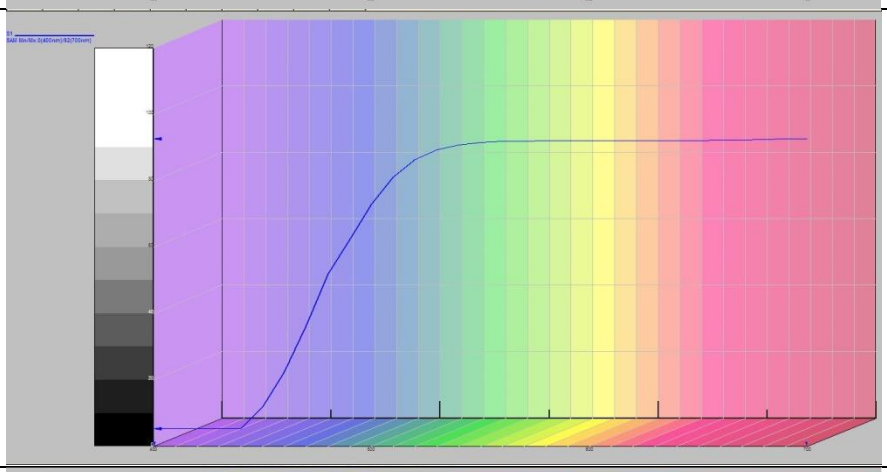
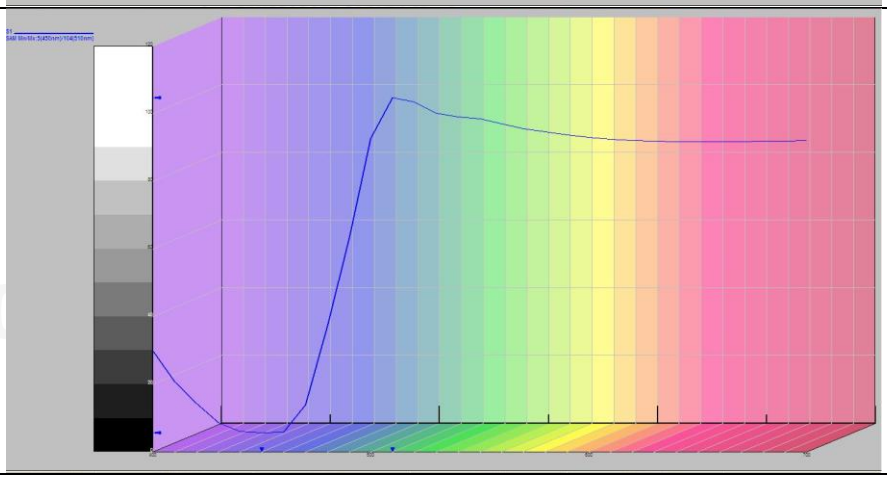
รูป 26 ภาพจำลองตำแหน่งที่นั่งในการทดลอง

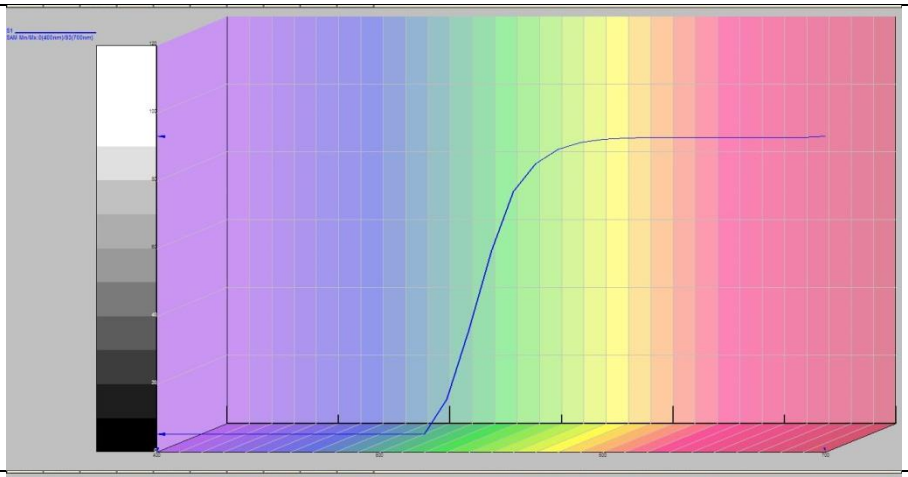
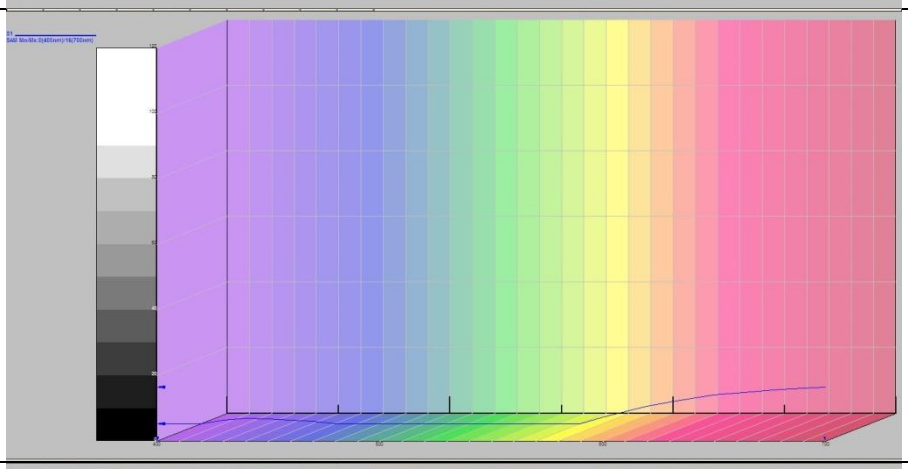
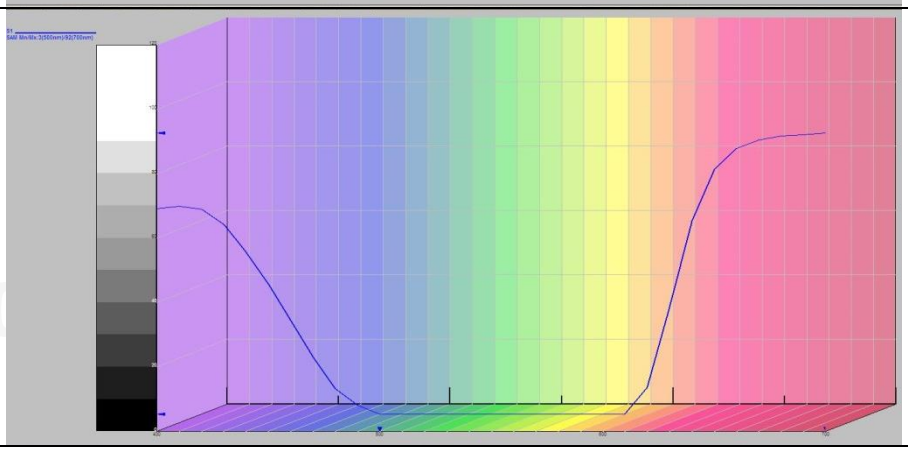
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

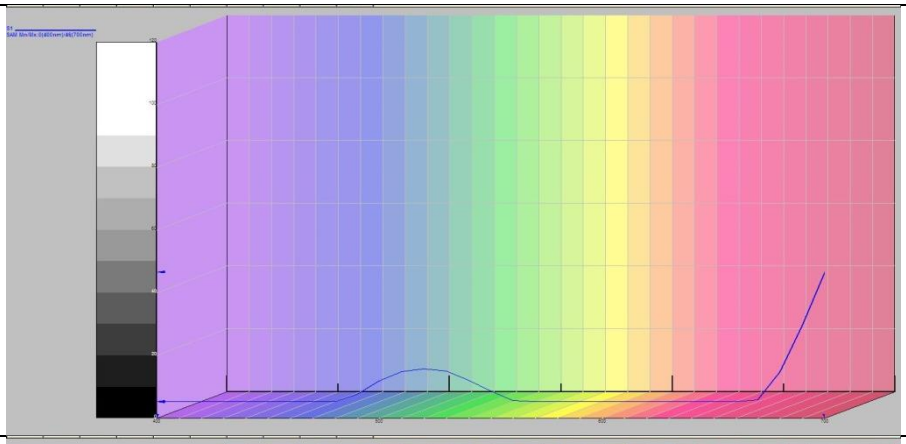
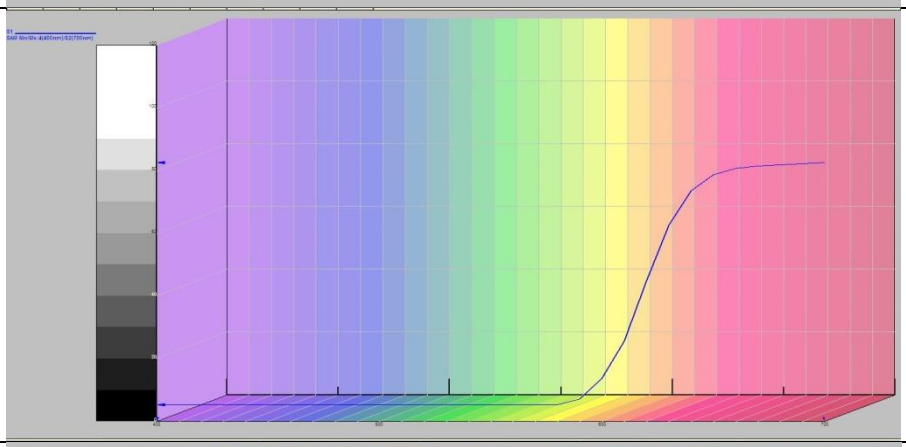
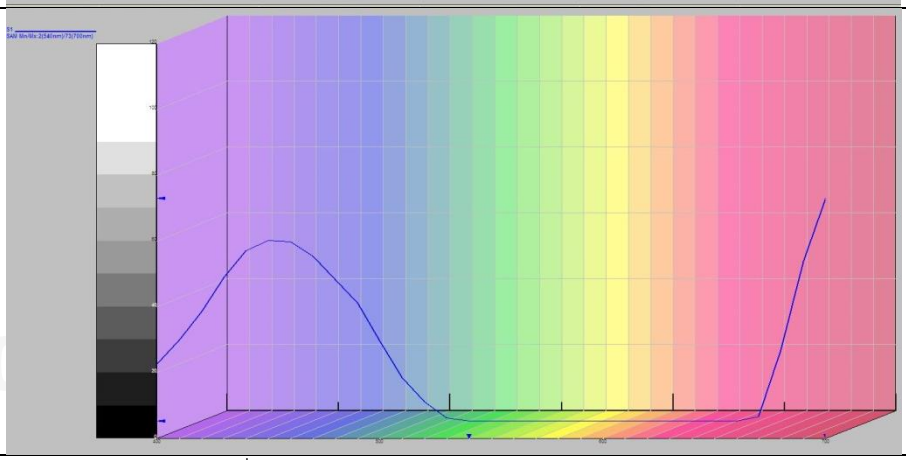
ตาราง 4 ภาพกลุ่มสีตัวอย่าง และค่า Spectral Density function

จากการทดสอบแผ่นสีตัวอย่าง ด้วยวิธีการปล่อยแสงส่องผ่าน โดยเครื่อง COLORIMETER รุ่น ColorQuest XE (HunterLab)

สีเทา Base case	Spectrum
 GY1 VT=0.8	
 GY2 VT=0.59	
 GY3 VT=0.37	

สีเทา Base case	Spectrum
 GY4 VT=0.1	
 Y VT=0.81	
 GB VT=0.92	

สีเทา Base case	Spectrum
 O VT=0.56	
 P VT=0.41	
 V VT=0.084	

สีเทา Base case	Spectrum
 G VT=0.089	
 R VT=0.1	
 B VT=0.12	

จากตารางที่ 5 Spectrum Graph จากเครื่อง Colorimeter รุ่น ColorQuest XE (HunterLab) ในการทดสอบแผ่นอะคลิลิก 12 ตัวอย่างเพื่อให้ได้ Spectrum Graph ผู้วิจัยตั้งค่าทดสอบเลือกใช้การทดสอบด้วยวิธี transparence โดยกำหนด Illuminant ที่ D65 ระบบสีที่ใช้ทดสอบ คือ CIELAB และทำการทดสอบ 5 จุด/ 1 แผ่นสีตัวอย่าง

แบบสอบถามและการเก็บข้อมูลในการวิจัย

แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการสอบถามข้อมูลส่วนตัว

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อสี

ส่วนที่ 3 เป็นการสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึกไม่สบายตา เมื่อมองทัศนียภาพแผ่นอะคิลิกสีใส งานวิจัยส่วนนี้เลือกการให้คะแนนจาก The Glare Sensation Vote (GSV) (Iwata and Tokura, 1998) มาประยุกต์ใช้ และอ้างอิงนิยามความหมายจาก (ทองงามขำ 2555) ตัวอย่างแบบสอบถาม(ภาคผนวก) การทำแบบสอบต้องเริ่มจากขั้นตอนที่ 1 ต่อเนื่องไปจนถึงขั้นตอนที่ 5 ตามลำดับขั้นตอนในการทดสอบโดยกระบวนการทั้งหมดใช้ระยะเวลาประมาณ 18 นาที/ 1คน ซึ่งอธิบายรูปแบบการทดลองดังตารางที่ 6

ตาราง 5 ขั้นตอนในการทดสอบ

ขั้นตอน	ระยะเวลา	ขั้นตอนในการทดลอง
1.	2 นาที	ผู้ทดลองอ่านทำความเข้าใจกับความหมายของความรู้สึกไม่สบายสายตาในระดับต่าง ๆ และระดับความรู้สึกชื่นชอบที่มีต่อสี ทำการปรับสายตาก่อนทำการทดลองและกรอกข้อมูลทั่วไปในแบบสอบถาม
2.	1 นาที	ผู้ทดลองมองแผ่นอะคลิลิกสีตัวอย่างในสภาวะปกติและตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความชื่นชอบที่มีต่อสีตัวอย่าง จำนวน 2 สีตัวอย่าง
3.	1 นาที	ผู้ทดลองพักสายตาและกรอกข้อมูลเบื้องต้นก่อนทำการทดสอบ
4.	30 วินาที	ให้ผู้ทดลองมองทัศนียภาพภายนอกอาคารผ่านแผ่นอะคลิลิกสีที่ติดตั้งในกล่องทดลอง
5.	1นาที	ปิดปลายกล่องทดลอง โดยกระดาษขาวชนิดเดียวกับกล่องทดลอง ให้ผู้ทดลองทำแบบสอบถามในส่วนประเมินความรู้สึกไม่สบายตาและความรู้สึกพึงพอใจ / ความรู้สึกยอมรับได้ในขณะมองทัศนีภาพภายนอกอาคารจากการมองผ่านแผ่นอะคลิลิกสี จำนวน 13 สีตัวอย่าง แบบสุ่มสลับภาพ (Random)
รวมเวลาในการทดสอบทั้งหมด 18 นาที		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย

ข้อมูลวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยกำหนดให้มาตรวัดแบบสอบถามทั้งหมดเป็น 8 ระดับ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แบบ t-test และนำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทั้งหมด จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลดังนี้

1.) เปรียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาจากแบบสอบถาม GRV กับ ค่าความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI เพื่อวิเคราะห์ดูความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้จากวิธีการวัดความรู้สึกไม่สบายตาทั้งสองวิธี

2.) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาจากแผ่นสี กับ แผ่นสีเทา Base case ที่มีค่า VT เท่ากัน เพื่อวิเคราะห์ดูอิทธิพลของสีที่เกิดขึ้นกับค่าความรู้สึกไม่สบายตาจาก สีเทา Base case ที่มีค่า ตั้งแต่ 1, 0.8, 0.6, 0.4, 0.1 กับ กลุ่มสีที่มีค่า VT 0.8, 0.6, 0.4, 0.1

3.) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นระหว่างสีกับความพึงพอใจที่มีต่อสีทดสอบในขณะทดสอบ จากการเลือกตัวอย่างที่มีความชื่นชอบสี กับกลุ่มคนปกติที่ไม่มีความชื่นชอบและอคติกับสี โดยเลือกสีทดสอบ 2 สี ได้แก่ สีส้ม O และ สีชมพู P ที่มีค่า VT 0.6 และ 0.4

3.4 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีทางสถิติ เพื่อตอบคำถามในการวิจัยในเรื่องของอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา รวมทั้งอภิปรายประเด็นที่น่าสนใจสำหรับผู้สนใจเพื่อการวิจัยต่อยอดในอนาคตและนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ ให้ง่ายต่อการใช้งานสำหรับนักออกแบบ สถาปนิก หรือ เจ้าของอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษา อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากกระจกสีและแสงธรรมชาติเป็นแหล่งกำเนิดแสง รวมทั้งศึกษาวิธีการประเมินค่าความรู้สึกไม่สบายตาจากดัชนี DGI (Daylight Glare Index) โดยเทคนิคHDR และโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับการประเมินความรู้สึกไม่สบายตาจากกลุ่มตัวอย่างจาก GRV (Glare Response Vote) โดยการคำนวนแปลงค่า GSV (Glare Sensation Vote) จากสมการ GRV= (GSV*4) +16 รวมทั้งศึกษาทางด้านความพึงพอใจที่มีต่อสีของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความรู้สึกไม่สบายตา ซึ่งทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง ชาย – หญิง วัยทำงานที่มีช่วงอายุ ระหว่าง 20-60 ปี ในตอนที่1 และตอนที่ 2 จำนวน 30 คน และ ตอนที่ 3 จำนวน 75 คน รวมทั้งหมด 105 คน ไม่เป็นตาบอดสี ทำการทดลองในหุ่นจำลองที่มีขนาดกว้าง 0.3 เมตร สูง 0.45 เมตร ยาว 0.8 เมตร ปลายด้านหนึ่งปิดด้วยแผ่นสีตัวอย่างโดยแบ่งระดับค่า VT (Visible light Transmittance) ออกเป็น 5 ระดับได้แก่ 1, 0.8, 0.6, 0.4 และ 0.1 และจัดกลุ่มสีตามระดับค่า VT ดังนี้ สีเทา Base case ได้แก่ GY1 (VT= 0.8) GY2 (VT= 0.59) GY3 (VT=0.37) GY4 (VT = 0.1) และ N (VT=1)ไม่มีแผ่นสี ตัวอย่างแผ่นสี กลุ่มสี ได้แก่ สีเขียวอ่อน (BG) VT 0.92, สีเหลือง (Y) VT 0.81, สีส้ม (O) VT 0.56, สีชมพู (P) VT 0.41, สีน้ำเงิน (B) VT 0.12, สีแดง (R) VT 0.1, สีเขียว (G) VT 0.089 และ สีม่วง (V) VT 0.084

ผลการศึกษา

การทดลองนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อม ในตอนที่1 จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยแบบสอบถาม GSV ดังการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ความรู้สึกไม่สบายตา GSV ดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8 และ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมจากดัชนี DGI (ประเมินค่าความรู้สึกไม่สบายตาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์) ดังตารางที่ 6, 7,8, 9 และ ตารางที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 6 ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GSV สีเทา Base case

number	สี				
	N	GY1	GY2	GY3	GY4
	Visible Light Transmittance				
	VT 1	VT 0.8	VT 0.59	VT 0.37	VT 0.1
1	3.5	3	1	0.5	0
2	1.5	1.5	1.5	1	0.5
3	2.5	0	0	0	0
4	1.5	0.5	0	0	0
5	2	2	0	0	1.5
6	3	2	1.5	1	0.5
7	0	0.5	0	0	0
8	0.5	1	0	0	0
9	0.5	0	0	0	0
10	0	0.5	0	0.5	0
11	0	3	1	0.5	0
12	0.5	0.5	0.5	0	0
13	0	0.5	0	0.5	0
14	2.5	1.5	0.5	0	0
15	2.5	1.5	0.5	0	0
16	2	0	0	0	0
17	2	1.5	1	0	0
18	1.5	0	0.5	0	0
19	2.5	2.5	0.5	0	0
20	2.5	3	0.5	2	1.5
21	2.5	0	0	0	0
22	1.5	0	0	0	0
23	1.5	0.5	1	0.5	0
24	0.5	0.5	1.5	1	0
25	0	0	0	0	0
26	0.5	0	0	0.5	0
27	1.5	1.5	1.5	1	0
28	0	0	0	0	0
29	2.5	0	0	0	0
30	0	1.5	0	0	0
mean	1.38	0.97	0.43	0.3	0.13
min	0	0	0	0	0
max	3.5	3	1.5	2	1.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 7 ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GSV กลุ่มสี

	สี							
	BG	Y	O	P	V	G	R	B
	Visible Light Transmittance							
number	VT=0.92	VT=0.81	VT=0.56	VT=0.41	VT=0.084	VT=0.089	VT=0.1	VT=0.12
1	0.5	1.5	1.5	1.5	0	0.5	1.5	0.5
2	2	1.5	2.5	2.5	1.5	1.5	2.5	2
3	1.5	2	1.5	0	0	0.5	1	0.5
4	0.5	0.5	1	1	0	0	0	0
5	1.5	2.5	1.5	2.5	2	0	1.5	0.5
6	0.5	2	2	2.5	1.5	1.5	1	1
7	0.5	0.5	2.5	0.5	1.5	0	1.5	0.5
8	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5
9	2.5	0.5	1	0.5	1	0.5	1	1.5
10	1	0.5	1.5	2	2	1.5	1.5	2
11	2.5	2	2	2.5	2	1.5	2.5	2.5
12	2.5	1.5	3.5	3.5	3.5	2.5	3.5	0
13	1	2.5	2.5	0.5	0.5	0	1.4	1.5
14	2	2.5	2.5	2	1	1.5	3	1.5
15	2	2.5	2.5	2	1	1.5	3	1.5
16	2	1.5	2.5	2.5	2.5	1.5	2.5	1.5
17	1.5	2	2	1.5	0.5	1	0.5	1.5
18	2.5	0.5	2.5	2.5	0	0	1.5	0
19	2.5	2.5	2.5	2.5	0	0.5	1.5	1.5
20	1.5	2	1	1	1	1.5	0	3
21	0.5	2.5	1.5	0.5	0	1.5	1.5	0.5
22	2.5	0.5	0	2.5	1	1	0.5	2.5
23	2.5	3.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.5	2.5
24	0.5	0.5	2	1	0	0	1.5	0.5
25	1.5	2.5	0	0.5	1.5	2.5	3.5	1.5
26	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	2	1.5
27	2	1.5	2.5	2.5	1.5	1.5	2.5	2
28	0.5	0.5	1.5	1.5	0.5	0	1.5	1
29	2	0.5	2	0.5	0	1	1	1
30	2.5	0	1.5	3.5	2.5	0	1.5	1.5
mean	1.57	1.52	1.82	1.7	1.1	0.97	1.66	1.27
min	0.5	0	0	0	0	0	0	0
max	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5	2.5	3.5	3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 8 ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าดัชนีความรู้สึกไม่สบายตา DGI สีเทา Base case

	สี				
	N	GY1	GY2	GY3	GY4
	Visible Light Transmittance				
number	VT 1	VT 0.8	VT 0.59	VT 0.37	VT 0.1
1	22.45	24.31	23.75	19.54	16.41
2	19.58	24.14	23.56	19.48	16.21
3	21.75	24.24	17.56	19.52	16.24
4	21.08	23.68	22.92	21.5	19.42
5	19.44	23.44	22.78	19.78	17.45
6	20.27	22.98	21.98	22.94	13.78
7	21.14	22.78	21.78	20.12	13.56
8	17.93	17.03	16.56	15.88	10.15
9	17.87	17.05	16.47	15.97	10.04
10	17.66	17.05	16.52	15.74	10.14
11	19.78	17.85	21.39	14.27	9.87
12	19.47	16.63	17.53	15.57	11.39
13	21.73	17.11	21.51	22.87	13.27
14	22.24	22.31	16.41	23.75	13.47
15	22.79	22.31	16.41	18.73	19.58
16	22.27	22.47	21.24	22.74	13.25
17	21.37	21.87	20	22.3	15.44
18	23.27	21.75	20.14	19.87	16.84
19	22.18	22.1	20.31	19.67	16.14
20	22.99	20.92	20.28	19.16	16.12
21	23.75	21.25	20.06	18.43	13.65
22	21.14	19.86	19.75	17.62	16.48
23	21.79	18.63	18.5	15.98	12.07
24	22.72	17.03	16.53	15.12	10.15
25	24.68	16.47	11.21	20.48	14.24
26	24.69	16.47	11.21	20.48	14.24
27	21.78	16.86	20.45	18.04	13.87
28	19.49	17.48	20.34	14.24	10.22
29	21.45	16.72	17.52	15.57	11.37
30	19.12	17.68	18.24	16.48	12.34
mean	21.2623	20.0157	19.097	18.728	13.9133
min	17.66	16.47	11.21	14.24	9.87
max	22.72	24.31	23.75	23.75	19.58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 9 ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าดัชนีความรู้สึกไม่สบายตา DGI กลุ่มสี

	สี							
	BG	Y	O	P	V	G	R	B
	Visible Light Transmittance							
number	VT=0.92	VT=0.81	VT=0.56	VT=0.41	VT=0.084	VT=0.089	VT=0.1	VT=0.12
1	21.45	21.69	19.99	17.75	14.61	13.44	12.89	15.54
2	21.12	21.66	19.54	18.42	14.61	13.44	13.1	15.17
3	21.04	21.55	19.58	18.54	14.78	13.44	13.45	15.84
4	21.54	21.96	19.78	17.09	14.61	13.74	12.56	15.29
5	21.64	22	17.49	18.89	14.87	13.2	12.64	14.22
6	20.89	19.86	19.92	18.68	14.58	13.47	18.45	14.79
7	20.97	19.45	19.87	18.78	14.68	14.11	17.78	14.67
8	17.72	17.91	16.54	18.8	12.63	12.85	12.5	11.88
9	17.56	18	17.96	17.59	13.87	12.84	11.98	11.74
10	17.87	18.12	18.84	17.48	13.84	12.97	12.34	11.65
11	17.94	17.91	18.78	19.24	11.21	13.62	12.57	12.91
12	17.44	19.32	16.08	16.89	12.28	14.54	12.23	12.35
13	21.34	21.68	23.7	17.29	14.61	13.69	12.45	15.34
14	19.5	20.35	19.99	17.78	14.87	13.88	12.98	15.57
15	19.5	20.35	19.99	17.78	14.87	14.23	12.98	15.57
16	20.54	19.78	19.87	18.46	14.38	14.22	12.48	14.89
17	20.12	20.15	19.37	17.83	12.56	13.36	14.21	14.48
18	20.21	20.23	19.45	19.9	12.65	14.21	14.55	14.52
19	20.51	20.95	19.79	19.61	13.85	13.96	14.24	14.58
20	20.51	20.82	19.55	18.9	13.51	13.86	17.82	14.48
21	20.2	20.55	19.35	18.96	13.53	13.44	13.85	14.62
22	19.45	19.45	19.56	17.85	12.85	14.22	13.45	14.8
23	18.34	18.97	17.33	18.27	11.13	13.22	12.5	12.31
24	17.71	17.92	18.65	18.59	10.63	12.84	13.21	11.89
25	17.94	17.93	17.89	19.68	11.21	13.62	12.57	9.89
26	17.94	17.93	17.89	18.49	11.21	13.62	12.57	9.89
27	17.87	17.45	17.48	18.77	11.04	13.56	12.33	10.45
28	17.85	17.89	17.85	18.97	11.46	13.75	12.64	13.21
29	17.44	19.32	16.08	17.89	12.28	14.54	12.23	12.36
30	18.45	20.1	19.45	19.67	13.86	13.54	13.11	13.42
mean	19.42	19.71	18.92	18.428	13.24	13.65	13.42	13.61
min	17.44	17.45	16.08	15.19	10.63	12.84	11.98	9.89
max	21.64	22	23.7	19.68	14.87	14.54	18.45	15.84

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติพบว่า ตารางที่ 11 การกระจายข้อมูลเป็นการแจกแจงไม่ปกติ แต่เนื่องจาก กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนเกิน 30 ขึ้นไป จึงถือว่าเป็นการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบปกติ (ไกยวรรณ์. 2553) และทำการทดสอบด้วยวิธี t-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) จากกลุ่มสีตัวอย่าง ดังนี้

ตาราง 10 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตา GSV(Glare Sensation Vote)

VT	COLOR									
	N (VT=1)									
	MEAN	SD								
1	1.38	1.08								
	GY1 (VT=0.8)		BG (VT 0.32)		Y (VT=0.8)					
	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD				
0.8	0.97	0.81	1.57	0.78	1.51	0.90				
	GY2 (VT=0.59)		O (VT=0.5)							
	MEAN	SD	MEAN	SD						
0.6	0.43	0.55	1.82	0.80						
	GY3 (VT=0.37)		P (VT=0.4)							
	MEAN	SD	MEAN	SD						
0.4	0.30	0.48	1.70	0.98						
	GY4 (VT=0.1)		B (VT=0.12)		R (VT=0.1)		G (VT=0.089)		V (VT=0.084)	
	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD
0.1	0.37	0.48	1.27	0.80	1.66	1.00	0.97	0.81	1.10	0.95

ซึ่งการทดลองนี้ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา GSV(Glare Sensation Vote) จากสีเทา Base case เพื่อดูความแตกต่างของระดับความรู้สึกไม่สบายตาที่มีระดับค่า VT 5 ระดับและวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบดูความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตากลุ่มสี กับ สีเทา Base case ที่มีค่า VT ระดับใกล้เคียงกันและสีที่ส่งผลต่อระดับความรู้สึกไม่สบายตาแตกต่างจาก สีเทา Base case

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

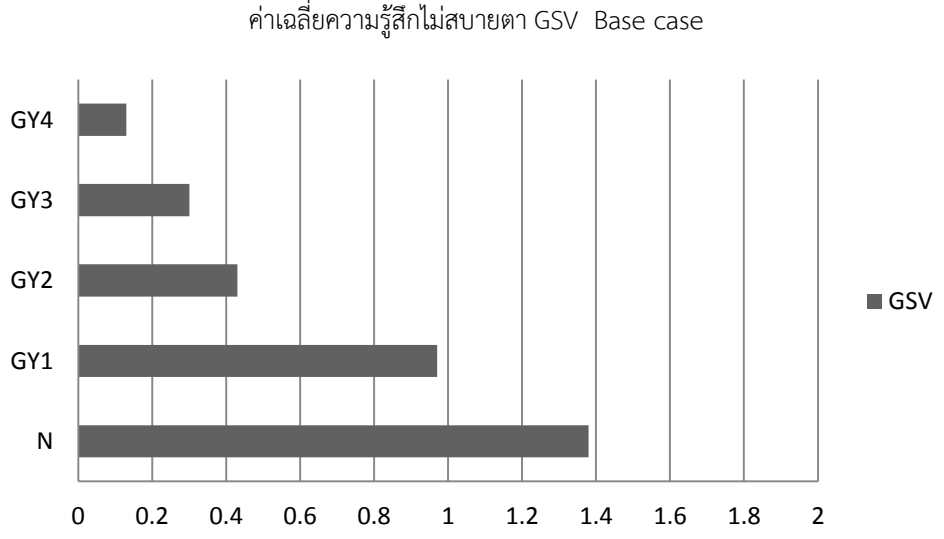
4.1 อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมมีผลกับความรู้สึกไม่สบายตาGSV (Glare Sensation Vote)

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote)ของ N (สีใส) และกลุ่มสีเทา Base case ที่มีระดับ VT = 0.8 / 0.6 / 0.4 / 0.1

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ของ N (สีใส) และ กลุ่มสีเทา Base case ที่มีระดับ VT = 0.8 / 0.6 / 0.4 / 0.1

สี		T	Sig.
N VT=1	GY1 VT=0.8	1.93	0.05*
	GY2 VT=0.59	4.83	0.000*
	GY3 VT=0.37	5.22	0.000*
	GY4 VT=0.1	6.53	0.000*
GY1 VT=0.8	GY2 VT=0.59	3.36	0.002*
	GY3 VT=0.37	4.08	0.000*
	GY4 VT=0.1	5.11	0.000*
GY2 VT=0.59	GY3 VT=0.37	1.55	0.133
	GY4 VT=0.1	2.52	0.017*
GY3 VT=0.37	GY4 VT=0.1	2.07	0.048*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูป 27 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) จากแผ่นสีเทา Base Case

จากตารางที่11 พบว่า ระดับ VT ที่แตกต่างกันของสีเทา Base case ส่งผลกับค่าความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญ ที่ 0.00 (Sig < 0.05) กล่าวคือ ที่ระดับ VT แตกต่างกันกลุ่มตัวอย่างจะเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกันและจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาของ GY2 GY3 GY4 กับ N พบว่าแค่ล่ะคู่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยสำคัญตามระดับค่า VT ที่แตกต่างกัน ซึ่งวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกันเมื่อมองผ่านแผ่นสีเทา Base case ที่มีระดับ VT ต่างๆ เปรียบเทียบกับการมองแผ่นN (ช่องมองปกติไม่มีแผ่นสี) กลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาแตกต่างกันเมื่อมองผ่านแผ่นสีเทา Base case ที่มีระดับ VT แตกต่างกันกับสภาพปกติที่ไม่มีสีเกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มสีเทา Base case ที่มีระดับ VT แตกต่างกัน จากตารางที่ 12 พบว่าที่ระดับ VT แตกต่างกันมีผลค่าความรู้สึกไม่สบายตา ซึ่งเกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ จากการเปรียบเทียบแผ่นสีดังนี้ ที่คู่สี GY1 (VT 0.8) กับ GY2 (VT 0.59) ที่ 0.02 (Sig < 0.05) คู่ที่สอง GY1(VT 0.8) กับ GY3 (VT 0.37)ที่ 0.00 (Sig < 0.05) และ GY1 (VT 0.8) กับ GY4 (VT 0.1) ที่ 0.00 (Sig < 0.05) กล่าวคือ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมองแผ่นสี GY1(VT 0.8) จะรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกันกับทุกแผ่นสีเทา Base case ที่มีระดับ VT แตกต่างกัน ได้แก่ VT 0.59, VT 0.37 และ VT 0.01

การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่าง สีเทา GY2 (VT 0.59) กับสีเทา GY3 (VT 0.37) และ GY4 (VT 0.1) พบว่าค่าความรู้สึกไม่สบายตาของ GY2 (VT 0.59)กับ GY4 (VT 0.1)แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.017 (Sig < 0.05) กล่าวคือเมื่อกลุ่มตัวอย่างมองแผ่นสี GY2 (VT 0.59) เกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกัน กับ เมื่อมองแผ่นสี GY4 (VT 0.1)เช่นเดียวกับคู่สีเทา GY 3 (VT 0.37) กับสีเทา GY 4 (VT 0.1) พบว่าค่าความรู้สึกไม่สบายตาของ GY3 กับ GY 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.048 (Sig < 0.05) กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่ไม่แตกต่างกันเมื่อมอง GY3 (VT 0.59) กับ GY2 (VT 0.37)

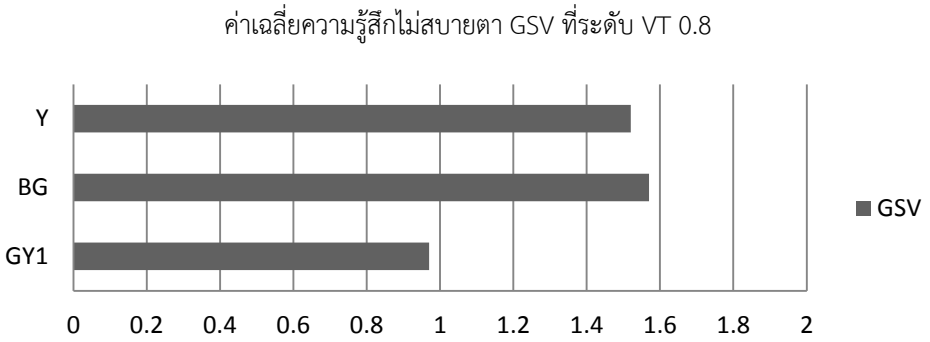
จากรูปที่ 34 และ ตารางที่ 11 พบว่าจากการทดสอบ ค่าเฉลี่ยของรู้สึกไม่สบายตาจากกลุ่มตัวอย่าง กับสีเทา Base case ที่มีค่า VT ในระดับต่างๆ มีผลกับระดับค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้น กล่าวคือ ในความสว่างที่มีระดับต่างๆมีผลกับการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา ยกเว้น สีเทา GY3 (VT 0.59) กับ GY2 (VT 0.37) ที่กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่ไม่แตกต่างกัน

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.8 ได้แก่ แผ่นGY 1 (VT=0.8), Y (VT=0.81) และ BG (VT=0.92)

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.8 ได้แก่ แผ่นGY 1 (VT=0.8), Y (VT=0.81) และ BG (VT=0.92)

สี				T	Sig.
GY1	VT=0.8	Y	VT=0.81	-2.7	0.012*
		BG	VT=0.92	-2.6	0.013*
Y	VT=0.81	BG	VT=0.92	-0.24	0.76

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูป 28 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote)จากแผ่นสีเทา1 (GY1), สีเหลือง(Y) VT=0.81 และ เขียวอ่อน (BG) VT=0.92

จากตารางที่ 12 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกไม่สบายตาของสีBG (VT 0.92) และ Y (VT 0.81) กับสีเทา GY1 ที่ระดับ VT 0.8 พบว่ากลุ่มตัวอย่างเกิดรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยที่ค่าความรู้สึกไม่สบายตา BG (VT 0.92) กับ GY1 (VT 0.8) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.012 (sig< 0.05) และ GY1 (VT 0.8) กับ Y (VT 0.81) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 0.013 (sig < 0.05) กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกันเมื่อมองแผ่นสีทั้งสองเปรียบกับสีเทา GY1(VT 0.8)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้สึกไม่สบายตาระหว่างสีเขียวอ่อน BG (VT 0.92) และสีเหลือง Y (VT 0.81) พบว่า ค่าความรู้สึกไม่สบายตาระหว่างสี Y และ BG ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ในสีที่แตกต่างกันกลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่ไม่แตกต่างกันหรือใกล้เคียงกัน

จากผลการเปรียบเทียบคู่สีระหว่างสีเขียวอ่อน BG (VT 0.92) และ สีเหลือง Y (VT 0.81) กับสีเทา GY1(VT 0.8) พบว่า กลุ่มตัวอย่างเกิดรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้น กับสีเทา Base case ที่มีค่า VT 0.8 กล่าวคือ ที่ระดับ VT 0.8 สีทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับสีเทา GY1(VT 0.8) Base case

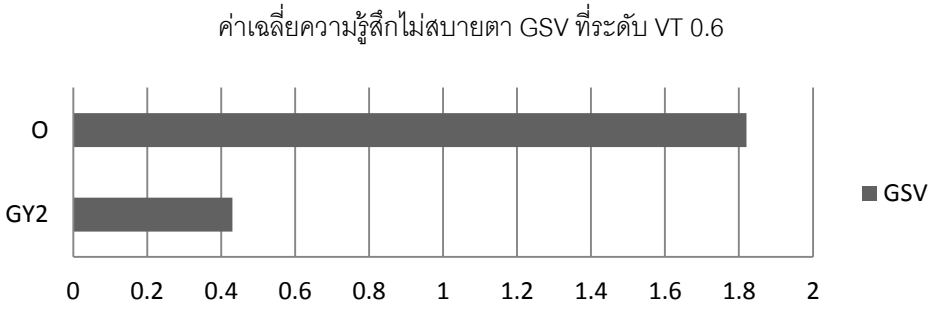
นอกจากนี้พบว่าจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาระหว่าง คู่สี BG(VT 0.92) กับ Y(VT 0.81) กลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่ไม่แตกต่างกันกล่าวคือ สีเขียวอ่อน BG (VT 0.92) และ สีเหลือง Y (VT 0.81) สีทั้งสองมีผลทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่ใกล้เคียงกัน

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.6 ได้แก่ แผ่นสีเทา2 VT=0.59, สีส้ม VT=0.56

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.6 ได้แก่ แผ่นสีเทา2 VT=0.59, สีส้ม VT=0.56

สี				T	Sig.
GY2	VT=0.59	O	VT=0.56	-9.8	0.000*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูป 29 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote)จากแผ่นสีGY2 VT=0.59 และ สีส้ม O VT=0.56

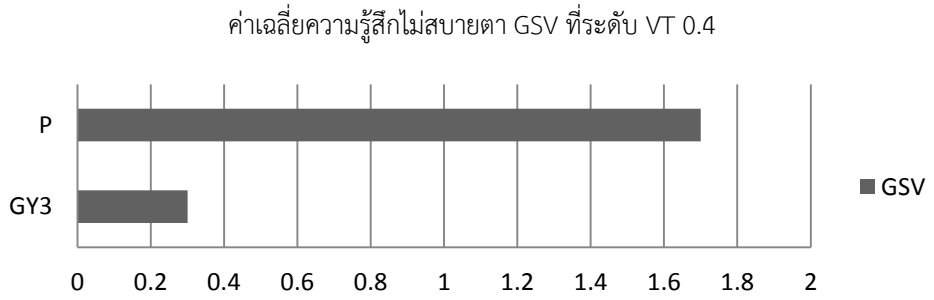
ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.00 (sig < 0.05) คือ ที่ระดับ VT ใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกไม่สบายตาระหว่างสีเทา GY2(VT 0.59) กับ สีส้มO(VT 0.56) กลุ่มตัวอย่างจะเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกันกล่าวคือ สีส้ม O(VT 0.56) มีผลทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาเมื่อเปรียบเทียบกับสีเทา GY2(VT 0.59) Base case

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.4 ได้แก่ แผ่นสีเทาGY3 VT=0.37, P VT=0.41

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.4 ได้แก่ แผ่นสีเทาGY3 VT=0.37, P VT=0.41

สี	**T**	**Sig.**
GY3 VT0.37 P VT0.41	-7.17	0.000*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูปที่ 30. แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote)จากแผ่นสีเทา GY3 VT=0.37 Basecase และแผ่นสีชมพู P VT=0.41

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.00 (sig < 0.05) ที่ระดับ VT ใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกไม่สบายตาระหว่างสีเทา GY3 (VT 0.37)กับสีชมพู P (VT 0.41) กลุ่มตัวอย่างจะเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกัน กล่าวคือ สีชมพู P(VT 0.41) มีผลทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาเมื่อเปรียบเทียบกับสีเทา GY3(VT 0.37) Base case

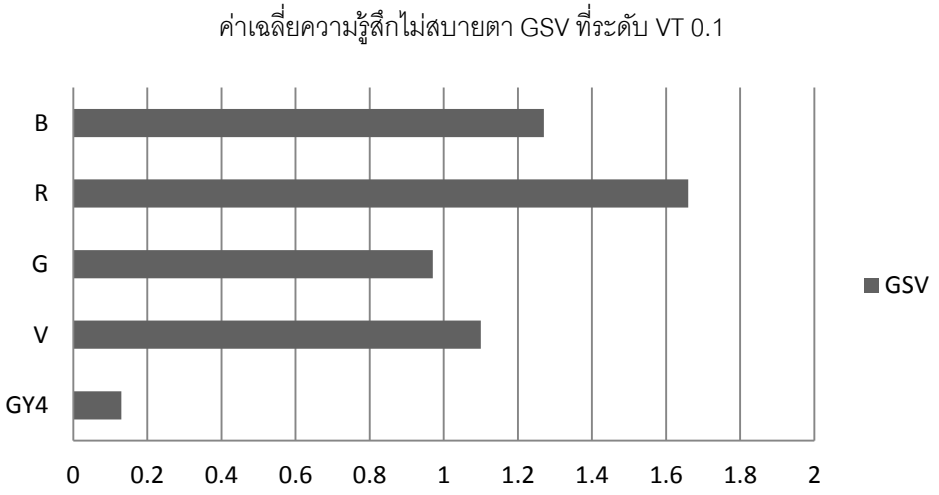
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.1 ได้แก่ แผ่นสีเทา GY4 VT=0.1 (Base case), สีแดง R VT=0.1, สีเขียวG VT=0.08, สีม่วง V VT=0.08 และ สีน้ำเงิน B VT=0.12

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.1 ได้แก่ แผ่นสีเทา GY4 VT=0.1 (Base case), สีแดง R VT=0.1, สีเขียวG VT=0.08, สีม่วง V VT=0.08 และ สีน้ำเงิน B VT = 0.12

สี				T	Sig.
GY4	VT=0.1	R	VT=0.1	-7.19	0.000*
		G	VT=0.08	-5	0.000*
		V	VT=0.08	-5.44	0.000*
		B	VT=0.12	-7.5	0.000*
R	VT=0.1	G	VT=0.08	4.83	0.000*
		V	VT=0.08	3.39	0.002*
		B	VT=0.12	1.83	0.076
G	VT=0.08	V	VT=0.08	-0.85	0.40
		B	VT=0.12	-1.94	0.62
V	VT=0.08	B	VT=0.12	-0.88	0.37

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูปที่ 31. แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote)จากแผ่นสีเทา GY4 VT=0.1Base case , สีแดงR VT=0.1, สีเขียวG VT=0.08, สีม่วงV VT=0.08และ สีน้ำเงินB VT=0.12

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 15 พบว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากสี GY4 กับกลุ่มสีที่มีค่า VT ใกล้เคียงกันให้ผลดังนี้

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาของระหว่างสีเทา GY4 กับกลุ่มสี ได้แก่ สีน้ำเงิน B (VT 0.12), สีม่วง V (VT 0.08), สีเขียว G (VT 0.08), สีแดง R (VT 0.1) พบว่าแต่ละคู่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยสำคัญโดยที่ทุกคู่สีที่ 0.00 (sig < 0.05) พบว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา ระหว่างแผ่นสีกับแผ่นสีGY4 (Base case) กล่าวคือ กล่าวคือ สีน้ำเงิน B (VT 0.12), สีม่วง V (VT 0.08), สีเขียว G (VT 0.08), สีแดง R (VT 0.1) สัมพันธ์กับความรู้สึกไม่สบายตาทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตา เมื่อเปรียบเทียบกับสีเทา GY3(VT 0.1) Base case

การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาระหว่าง กลุ่มสีที่มี ค่า VT ใกล้เคียงกัน พบว่าคู่สี แดง R (VT 0.1) กับสีเขียว G (VT 0.08) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.000 (sig<0.05) คือ กลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกัน เมื่อมองผ่านแผ่นสีแดงR (VT 0.1) และ สีเขียว G(VT 0.08) เช่นเดียวกับเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาระหว่างคู่สีแดง R (VT 0.1) กับคู่สีม่วง V(VT 0.08) มีความแตกต่างอย่างมีนัยยสำคัญที่ 0.02 (sig < 0.05) กล่าวคือ กลุ่มสีตัวอย่างที่ระดับ VT 0.1 สัมพันธ์กับความรู้สึกไม่สบายตาทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตา โดยค่าเฉลี่ยค่าความรู้สึกไม่สบายตาของแต่ละสีเกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างในระดับที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาระหว่างคู่สี G(VT 0.08) กับ V (VT 0.08) และคู่สี เขียวG(VT 0.08) กับสีน้ำเงิน B (VT 0.12), ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ เมื่อมองกลุ่มสีเหล่านี้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่ไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกันกับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาระหว่าง คู่สี B(VT 0.12) กับ V (VT 0.08) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยสำคัญกล่าวคือ เมื่อมองกลุ่มสีเหล่านี้ กลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่ไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์พบว่าที่ระดับ VT 0.1 กลุ่มสี สีน้ำเงิน B (VT 0.12), สีม่วง V (VT 0.08), สีเขียว G (VT 0.08), สีแดง R (VT 0.1) ทุกสีมีผลกับการเกิดความรู้สึกไม่สบายกับกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ผลจากอิทธิพลของสีในแสงธรรมชาติที่ได้จากการคำนวนโดยวิธี Daylight Glare Index (DGI) และ Glare Response Vote (GRV)

ผลการศึกษา

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลทางสถิติโดยวิธีการถ่ายรูป ด้วยเทคนิค HDR เพื่อใช้ในการคำนวนหาค่า DGI (Daylight Glare Index) จากโปรแกรม Evaglare ในการเก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพนี้ ทำการถ่ายภาพก่อนและหลังทดสอบ ประเมินความรู้สึกไม่สบายตาจากแบบสอบถามทุกข้อ และ ทุกสี เพื่อให้ได้ค่า DGI ที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับขณะที่ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ในแต่ละคน (ภาคผนวก ค)

ตาราง 16 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตา ดัชนี DGI (Daylight Glare Index) โดยวิธีการถ่ายภาพ HDR และคำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีN และ สีเทา GY1 (Base case))

	สี					
	N			GY1		
	Average	Pre	Post	Average	Pre	Post
number	VT 1			VT 0.8		
1	22.45	22.78	22.13	24.31	24.29	24.32
2	19.58	19.67	19.49	24.14	24.15	24.13
3	21.75	21.68	21.82	24.24	24.24	24.24
4	21.08	21.08	21.07	23.68	23.69	23.67
5	19.44	19.40	19.48	23.44	23.47	23.41
6	20.27	20.29	20.24	22.98	22.95	23.01
7	21.14	21.1	21.18	22.78	22.79	22.77
8	17.93	17.97	17.89	17.03	17.00	17.05
9	17.87	17.81	17.92	17.05	17.02	17.07
10	17.66	17.63	17.69	17.05	17.01	17.08
11	19.78	19.80	19.76	17.85	17.87	17.82
12	19.47	19.36	19.57	16.63	16.78	16.48
13	21.73	21.76	21.70	17.11	17.30	16.91
14	22.24	22.22	22.25	22.31	22.26	22.35
15	22.79	22.70	22.87	22.31	22.35	22.27
16	22.27	22.21	22.32	22.47	22.51	22.42
17	21.37	21.43	21.31	21.87	21.78	21.96
18	23.27	23.25	23.29	21.75	21.72	21.78
19	22.18	22.19	22.17	22.10	22.29	21.98
20	22.99	22.97	23.01	20.92	19.91	21.92
21	23.75	23.75	23.75	21.25	21.22	21.27
22	21.14	21.16	21.12	19.86	19.97	19.74
23	21.79	21.81	21.76	18.63	18.63	18.63
24	22.72	22.74	22.7	17.03	17.05	17.01
25	24.68	24.69	24.67	16.47	16.53	16.41
26	24.69	24.70	24.68	16.47	16.22	16.71
27	21.78	21.78	21.78	16.86	16.82	16.89
28	19.49	19.55	19.43	17.48	17.47	17.49
29	21.45	21.47	21.42	16.72	16.73	16.7
30	19.12	19.11	19.13	17.68	17.69	17.67
mean	21.26	21.27	21.25	20.02	19.99	20.04

ตาราง 17 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตา ดัชนี DGI (Daylight Glare Index) โดยวิธีการถ่ายภาพ HDR และคำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีเทาGY2 และ สีเทา GY3 และ สีเทา GY4 (Base case))

	สี								
	GY2			GY3			GY4		
	Average	Pre	Post	Average	Pre	Post	Average	Pre	Post
number	VT 0.59			VT 0.37			VT 0.1		
1	23.75	23.83	23.67	19.54	19.47	19.61	16.41	16.31	16.51
2	23.56	23.66	23.46	19.48	19.39	19.57	16.21	16.09	16.33
3	17.56	17.59	17.53	19.52	19.58	19.46	16.24	16.05	16.43
4	22.92	22.95	22.89	21.50	21.53	21.47	19.42	19.43	19.41
5	22.78	22.80	22.76	19.78	19.78	19.78	17.45	17.52	17.38
6	21.98	22.02	21.94	22.94	23.04	22.84	13.78	13.78	13.78
7	21.78	21.89	21.67	20.12	20.11	20.13	13.56	13.55	13.57
8	16.56	16.65	16.47	15.88	15.78	15.98	10.15	10.29	10.01
9	16.47	16.59	16.35	15.97	16.37	15.57	10.04	9.96	10.12
10	16.52	16.53	16.51	15.74	15.61	15.87	10.14	10.15	10.13
11	21.39	21.43	21.34	14.27	14.07	14.47	9.87	9.73	10.01
12	17.53	17.42	17.63	15.57	15.47	15.67	11.39	11.41	11.37
13	21.51	21.48	21.53	22.87	22.76	22.98	13.27	13.29	13.25
14	16.41	16.49	16.32	23.75	23.65	23.85	13.47	13.51	13.43
15	16.41	16.37	16.45	18.73	18.67	18.79	19.58	19.60	19.56
16	21.24	21.16	21.32	22.74	22.75	22.73	13.25	13.39	13.11
17	20.00	19.80	20.11	22.30	22.39	22.21	15.44	15.65	15.23
18	20.14	20.15	20.12	19.87	19.84	19.90	16.84	16.79	16.89
19	20.31	20.32	20.29	19.67	19.61	19.73	16.14	16.11	16.17
20	20.28	20.35	20.21	19.16	19.09	19.23	16.12	16.11	16.13
21	20.06	19.98	20.13	18.43	18.34	18.52	13.65	13.85	13.45
22	19.75	19.70	19.79	17.62	17.75	17.49	16.48	16.61	16.35
23	18.50	18.24	18.67	15.98	16.09	15.87	12.07	12.06	12.08
24	16.53	16.53	16.52	15.12	14.88	15.36	10.15	10.12	10.18
25	11.21	11.17	11.25	20.48	20.47	20.49	14.24	14.13	14.35
26	11.21	11.20	11.21	20.48	21.53	19.43	14.24	14.20	14.28
27	20.45	20.42	20.48	18.04	17.81	18.27	13.87	13.76	13.98
28	20.34	20.29	20.38	14.24	13.96	14.52	10.22	10.17	10.27
29	17.52	17.48	17.56	15.57	15.72	15.42	11.37	11.36	11.38
30	18.24	18.17	18.30	16.48	16.58	16.38	12.34	12.30	12.38
mean	19.10	19.09	19.10	18.73	18.74	18.72	13.91	13.91	13.92

ตาราง 18 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI (Daylight Glare Index) จากภาพ HDR และคำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีเขียวอ่อน BG VT 0.92, สีเหลือง Y VT 0.81 และ สีส้ม O VT 0.56)

	สี								
	BG			Y			O		
	Average	Pre	Post	Average	Pre	Post	Average	Pre	Post
number	VT=0.92			VT=0.81			VT=0.56		
1	21.45	21.55	21.35	21.69	21.74	21.64	19.99	19.97	20.01
2	21.12	21.12	21.12	21.66	21.65	21.67	19.54	19.51	19.57
3	21.04	21.11	20.97	21.55	21.57	21.53	19.58	19.59	19.57
4	21.54	21.61	21.47	21.96	21.94	21.98	19.78	19.88	19.68
5	21.64	21.59	21.69	22.00	22.02	21.98	17.49	17.47	17.51
6	20.89	20.88	20.90	19.86	19.75	19.97	19.92	19.97	19.87
7	20.97	21.15	20.79	19.45	19.52	19.38	19.87	19.89	19.85
8	17.72	17.70	17.74	17.91	17.93	17.89	16.54	16.41	16.67
9	17.56	17.49	17.63	18.00	17.96	18.04	17.96	17.95	17.97
10	17.87	17.96	17.78	18.12	18.10	18.14	18.84	18.85	18.83
11	17.94	18.00	17.88	17.91	17.96	17.86	18.78	18.77	18.79
12	17.44	17.45	17.43	19.32	18.90	19.74	16.08	16.07	16.09
13	21.34	21.36	21.32	21.68	21.49	21.87	23.70	23.67	23.73
14	19.50	19.52	19.48	20.35	20.34	20.36	19.99	19.95	20.03
15	19.50	19.54	19.46	20.35	20.33	20.37	19.99	19.91	20.07
16	20.54	30.55	10.53	19.78	19.74	19.82	19.87	19.70	20.04
17	20.12	20.09	20.15	20.15	20.13	20.17	19.37	19.31	19.43
18	20.21	20.18	20.24	20.23	20.27	20.19	19.45	19.44	19.46
19	20.51	20.49	20.53	20.95	20.91	20.99	19.79	19.77	19.81
20	20.51	20.48	20.54	20.82	20.83	20.81	19.55	19.54	19.56
21	20.20	19.80	20.60	20.55	20.43	20.67	19.35	19.33	19.37
22	19.45	19.37	19.53	19.45	19.39	19.51	19.56	19.55	19.57
23	18.34	18.46	18.22	18.97	18.95	18.99	17.33	17.30	17.36
24	17.71	17.64	17.78	17.92	17.88	17.96	18.65	18.63	18.67
25	17.94	17.93	17.95	17.93	17.89	17.97	17.89	17.86	17.92
26	17.94	17.95	17.93	17.93	17.91	17.95	17.89	17.88	17.90
27	17.87	17.95	17.79	17.45	17.33	17.57	17.48	17.45	17.51
28	17.85	17.93	17.77	17.89	17.87	17.91	17.85	17.88	17.82
29	17.44	17.45	17.43	19.32	19.28	19.36	16.08	16.07	16.09
30	18.45	18.52	18.38	20.10	20.08	20.12	19.45	19.43	19.47
mean	19.42	19.76	19.08	19.71	19.67	19.75	18.92	18.90	18.94

ตาราง 19 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตา ดัชนี DGI (Daylight Glare Index) จากภาพ HDR และคำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีชมพู P VT 0.41, สีม่วง V VT 0.084 และ สีเขียว O VT 0.89)

	สี								
	P			V			G		
	Average	Pre	Post	Average	Pre	Post	Average	Pre	Post
number	VT=0.41			VT=0.084			VT=0.089		
1	17.75	17.74	17.76	14.61	14.56	14.66	13.44	13.46	13.42
2	18.42	18.39	18.45	14.61	14.59	14.63	13.44	13.44	13.44
3	18.54	18.53	18.55	14.78	14.77	14.79	13.44	13.45	13.43
4	17.09	17.08	17.10	14.61	14.55	14.67	13.74	13.73	13.75
5	18.89	18.88	18.90	14.87	14.88	14.86	13.20	13.21	13.19
6	18.68	18.67	18.69	14.58	14.54	14.62	13.47	13.52	13.42
7	18.78	18.77	18.79	14.68	14.72	14.64	14.11	14.10	14.12
8	18.80	18.69	18.91	12.63	12.80	12.46	12.85	12.86	12.84
9	17.59	17.56	17.62	13.87	13.90	13.84	12.84	12.85	12.83
10	17.48	17.49	17.47	13.84	13.85	13.83	12.97	12.99	12.95
11	19.24	19.22	19.26	11.21	11.22	11.20	13.62	13.61	13.63
12	16.89	17.07	16.71	12.28	12.29	12.27	14.54	14.52	14.56
13	17.29	17.27	17.31	14.61	14.60	14.62	13.69	13.68	13.70
14	17.78	17.77	17.79	14.87	14.84	14.90	13.88	13.87	13.89
15	17.78	17.77	17.79	14.87	14.85	14.89	14.23	14.22	14.24
16	18.46	18.45	18.47	14.38	14.39	14.37	14.22	14.23	14.21
17	17.83	17.84	17.82	12.56	12.51	12.61	13.36	13.37	13.35
18	19.90	19.93	19.87	12.65	12.63	12.67	14.21	14.19	14.23
19	19.61	19.54	19.68	13.85	13.83	13.87	13.96	13.95	13.97
20	18.90	18.86	18.94	13.51	13.50	13.52	13.86	13.83	13.89
21	18.96	18.82	19.10	13.53	13.52	13.54	13.44	13.47	13.41
22	17.85	17.81	17.89	12.85	12.84	12.86	14.22	14.21	14.23
23	18.27	18.28	18.26	11.13	11.12	11.14	13.22	13.23	13.21
24	18.59	18.57	18.61	10.63	10.65	10.61	12.84	12.85	12.83
25	19.68	19.71	19.65	11.21	11.23	11.19	13.62	13.60	13.64
26	18.49	18.49	18.49	11.21	11.19	11.23	13.62	13.60	13.64
27	18.77	18.83	18.71	11.04	11.07	11.01	13.56	13.55	13.57
28	18.97	19.00	18.94	11.46	11.41	11.51	13.75	13.74	13.76
29	17.89	17.88	17.90	12.28	12.32	12.24	14.54	14.52	14.56
30	19.67	19.66	19.68	13.86	13.85	13.87	13.54	13.52	13.56
mean	18.43	18.42	18.44	13.24	13.23	13.24	13.65	13.65	13.65

ตาราง 20 ข้อมูลจากการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตา ดัชนี DGI (Daylight Glare Index) จากภาพ HDR และคำนวนด้วยโปรแกรม Evaglare (สีแดง R VT 0.41 และ สีน้ำเงิน B VT 0.08)

	สี					
	R			B		
	Average	Pre	Post	Average	Pre	Post
number	VT=0.1			VT=0.12		
1	12.89	12.91	12.87	15.54	15.55	15.53
2	13.10	13.15	13.05	15.17	15.18	15.16
3	13.45	13.47	13.43	15.84	15.82	15.86
4	12.56	12.55	12.57	15.29	15.34	15.24
5	12.64	12.63	12.65	14.22	14.21	14.23
6	18.45	18.47	18.43	14.79	14.83	14.75
7	17.78	17.80	17.76	14.67	14.71	14.63
8	12.50	12.57	12.43	11.88	11.92	11.84
9	11.98	12.09	11.87	11.74	11.73	11.75
10	12.34	12.32	12.36	11.65	11.67	11.63
11	12.57	12.60	12.54	12.91	12.84	12.98
12	12.23	12.25	12.21	12.35	12.36	12.34
13	12.45	12.44	12.46	15.34	15.36	15.32
14	12.98	12.99	12.97	15.57	15.58	15.56
15	12.98	12.99	12.97	15.57	15.58	15.56
16	12.48	12.49	12.47	14.89	14.91	14.87
17	14.21	14.18	14.24	14.48	14.54	14.42
18	14.55	14.53	14.57	14.52	14.53	14.51
19	14.24	14.23	14.25	14.58	14.53	14.63
20	17.82	17.81	17.83	14.48	14.47	14.49
21	13.85	13.86	13.84	14.62	14.60	14.64
22	13.45	13.45	13.45	14.80	14.73	14.87
23	12.50	12.65	12.35	12.31	12.25	12.37
24	13.21	13.18	13.24	11.89	11.86	11.92
25	12.57	12.52	12.62	9.89	9.74	10.04
26	12.57	12.53	12.61	9.89	9.77	10.01
27	12.33	12.35	12.31	10.45	10.56	10.34
28	12.64	12.65	12.63	13.21	13.18	13.24
29	12.23	12.22	12.24	12.36	12.35	12.37
30	13.11	13.10	13.12	13.42	13.43	13.41
mean	13.42	13.43	13.41	13.61	13.60	13.62

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ความรู้สึกไม่สบายตา โดยใช้ดัชนี DGI ในระดับที่ VT ที่ใกล้เคียงกันและแตกต่างกัน พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลเป็นการแจกแจงแบบไม่ปกติ แต่เนื่องจากกลุ่มข้อมูลที่มีจำนวนมาก(เกิน 30 ตัวอย่าง) จึงถือว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ (ไกยวรรณ์. 2553) ดังตารางที่ 21

ตาราง 21 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index)

VT	COLOR									
	N (VT=1)									
	MEAN	SD								
1	21.26	1.78								
	GY1 (VT=0.8)		BG (VT 0.32)		Y (VT=0.8)					
	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD				
0.8	20.02	1.78	17.94	1.50	19.11	1.45				
	GY2 (VT=0.59)		O (VT=0.5)							
	MEAN	SD	MEAN	SD						
0.6	19.10	3.13	13.24	2.90						
	GY3 (VT=0.37)		P (VT=0.4)							
	MEAN	SD	MEAN	SD						
0.4	18.73	2.76	18.43	0.59						
	GY4 (VT=0.1)		B (VT=0.12)		R (VT=0.1)		G (VT=0.089)		V (VT=0.084)	
	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD
0.1	13.91	2.97	13.92	1.00	19.42	1.68	18.91	1.10	13.61	1.43

การทดลองนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อดูความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา DGI ที่เกิดขึ้นในขณะที่กลุ่มตัวอย่างกำลังทำการทดสอบ และโดยมุ่งเน้นที่ ผลของระดับความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของสี เมื่อใช้ดัชนี DGI ด้วยวิธีคำนวนด้วยการถ่ายภาพและคำนวนจากโปรแกรม Evaglare

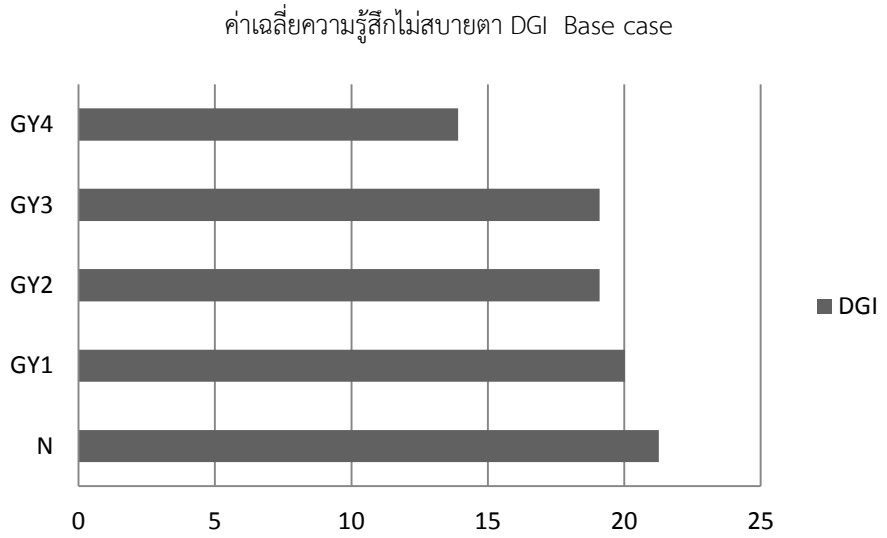
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากแผ่นสีเทาGY1- GY4 (Base Case) ที่มีค่า VT = 0.8, VT=0.59, VT=0.37, VT=0.1และ N (สีใส) VT=1

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากแผ่นสีเทาGY1- GY4 (Base Case) ที่มีค่า VT = 0.8, VT=0.59, VT=0.37, VT=0.1 และ N (สีใส) VT=1

สี		**T**	**Sig.**
N VT=1	GY1 VT=0.8	2.14	0.041*
	GY2 VT=0.59	2.95	0.006*
	GY3 VT=0.37	5.41	0.000*
	GY4 VT=0.1	15.45	0.000*
GY1 VT=0.8	GY2 VT=0.59	1.84	0.760
	GY3 VT=0.37	2.74	0.100
	GY4 VT=0.1	15.86	0.000*
GY2 VT=0.59	GY3 VT=0.37	0.536	0.590
	GY4 VT=0.1	8.06	0.000*
GY3 VT=0.37	GY4 VT=0.1	10.42	0.000*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูป 30 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากแผ่นสีเทา Base Case

จากตารางที่22 พบว่า ระดับ VT ที่แตกต่างกันของสีเทา Base case กับค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตากลุ่มสีเทาBase case ที่ VT ระดับต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสี N (สภาพแวดล้อมปกติ ไม่มีสีในสภาพแวดล้อม) ได้ผลดังนี้

ค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายดัชนี DGI ของ สี N และ สีเทา GY1(VT 0.8) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Sig < 0.05) ค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายดัชนี DGI ของ สี N และ สีเทา GY2(VT 0.59) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Sig < 0.05) ค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายดัชนี DGI ของ สี N และ สีเทา GY3 (VT 0.37) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 0.000 (Sig < 0.05) และ ค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายดัชนี DGI ของ สี N และ สีเทา GY4 (VT 0.1) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 0.000 (Sig < 0.05) พบว่าโปรแกรม Evalglare และ วิธีการถ่ายภาพ HDR สามารถใช้ในการประเมินได้ในกรณีของกลุ่มสีเทา Base case และสี N แต่อย่างไรก็ตามค่า DGI ที่ได้ยังไม่มีความละเอียดมากนัก

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI ของกลุ่มสีเทา Base case GY1 (VT 0.8) กับ สีเทา GR2 (VT 0.59), GY3 (VT 0.37) และ GY4 (VT 0.1) พบว่าค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายดัชนี DGI ของสีเทา GY1 (0.8) และ สีเทา GY4(VT 0.1) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.000 (Sig < 0.05)

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI ระหว่างสีเทา GY2 (VT 0.59) กับ สีเทา GY4 (VT 0.1) พบว่าค่าความรู้สึกไม่สบายตาDGIที่ได้จากการคำนวนด้วยคอมพิวเตอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.000 (Sig < 0.05) และ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคู่สีเทา GY2 (VT 0.59)กับ สีเทา GY3(VT0.37)

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI ระหว่าง สีเทา GY3 (VT 0.37) กับ สีเทา GY4 (VT 0.1) พบว่าค่าความรู้สึกไม่สบายตาDGI ที่ได้จากการคำนวนด้วยคอมพิวเตอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.000 (Sig < 0.05) และ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง สีเทา GY2 (VT 0.59) กับ สีเทา GY3 (VT 0.37)

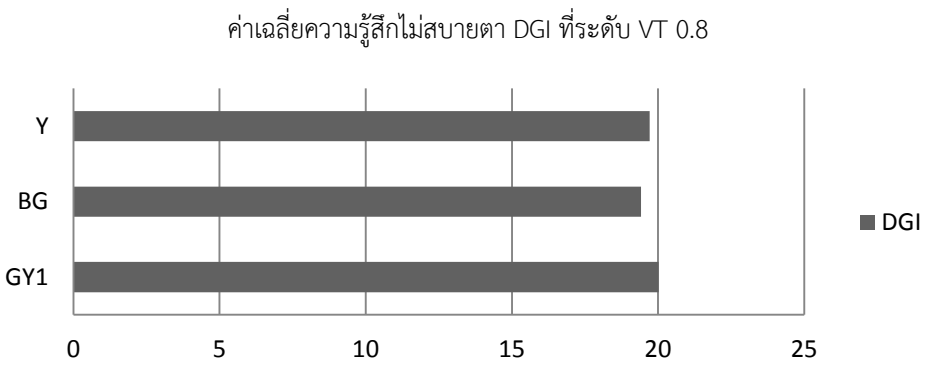
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT ใกล้เคียง 0.8 ได้แก่ แผ่นGY 1 VT=0.8, Y VT=0.81 และ GB VT=0.92

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT ใกล้เคียง 0.8 ได้แก่ แผ่นGY 1 VT=0.8, Y VT=0.81 และ GB VT=0.92

สี				T	Sig.
GY1	VT=0.8	Y	VT=0.81	0.846	0.404
		BG	VT=0.92	1.87	0.07
Y	VT=0.81	BG	VT=0.92	2.19	0.36

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูป 31 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index)จากแผ่นสีเทา1, สีเหลืองY VT=0.81 และ เขียวอ่อน BG VT=0.92

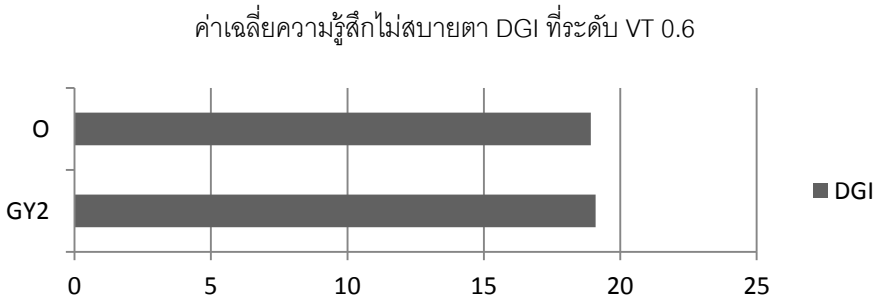
จากตารางที่ 23 แสดงให้เห็นว่า ที่ระดับ VT 0.8 จากการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกไม่สบายตา DGI พบว่า ที่ระดับ VT ที่ 0.8 ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา DGI ของสีเหลือง (Y VT0.81)และสีเขียวอ่อน (BG VT0.92)กับสีเทา GY1 (VT 0.8)ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยสำคัญ กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาที่ได้จากการคำนวนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของกลุ่มสีตัวอย่างกับสีเทา Base case ไม่มีความแตกต่างกัน

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT ใกล้เคียง 0.6 ได้แก่ แผ่นสีเทา2 VT=0.59, สีส้ม VT=0.56

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) จากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT ใกล้เคียง 0.6 ได้แก่ แผ่นสีเทา2 VT=0.59, สีส้ม VT=0.56

สี				T	Sig.
GY2	VT=0.59	O	VT=0.56	0.33	0.74

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูป 32 . แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index)

จากตารางที่ 24 แสดงให้เห็นว่า ที่ระดับ VT 0.6 จากการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI พบว่า ที่ระดับ VT ที่ 0.6 ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา DGI ของสีส้ม (O VT0.56)และสีเทา (GY2 VT0.59) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยสำคัญ กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาที่ได้จากการคำนวนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของสีส้ม (O VT0.56) กับสีเทา Base case ไม่มีความแตกต่างกัน

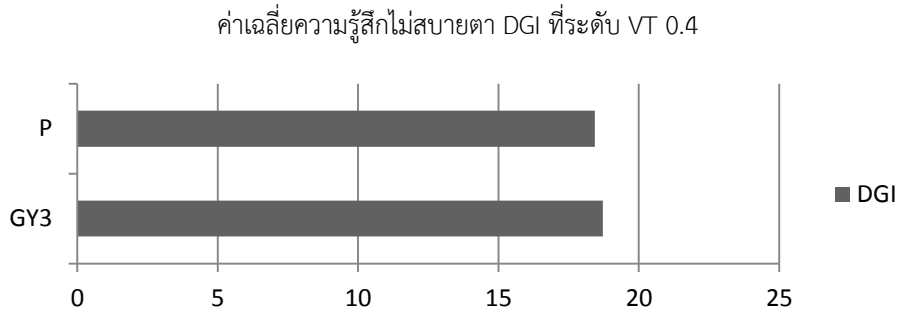
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตาDGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.4 ได้แก่ แผ่นสีเทาGY3 VT=0.37, สีชมพู P VT=0.41

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตาDGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.4 ได้แก่ แผ่นสีเทาGY3 VT=0.37, สีชมพู P VT=0.41

สี			T	Sig.
GY3 VT0.37	P VT0.41	-	1.12	0.27

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูป 33 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตาDGI(Daylight Glare Index)

จากตารางที่ 25 แสดงให้เห็นว่า ที่ระดับ VT 0.6 จากการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI พบว่า ที่ระดับ VT ที่ 0.4 ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา DGI ของสีชมพู (P VT0.41)และสีเทา (GY3 VT0.37) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยสำคัญ กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาที่ได้จากการคำนวนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของสีชมพู (P VT0.41)และสีเทา (GY3 VT0.37) Base case ไม่มีความแตกต่างกัน

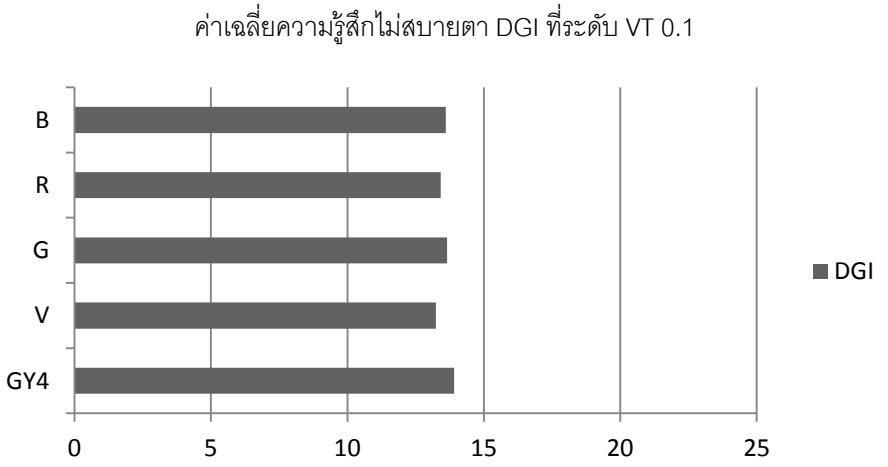
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.1 ได้แก่ แผ่นสี GY4 VT=0.1, R VT=0.1, G VT=0.08, V VT=0.08 และ B VT=0.12

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) ที่เกิดจากกลุ่มแผ่นสี ที่มีค่า VT 0.1 ได้แก่ แผ่นสี GY4 VT=0.1, R VT=0.1, G VT=0.08, V VT=0.08 และ B VT=0.12

สี				T	Sig.
GY4	VT=0.1	R	VT=0.1	0.92	0.360
		G	VT=0.08	-0.24	0.981
		V	VT=0.08	1.52	0.140
		B	VT=0.12	0.72	0.470
R	VT=0.1	G	VT=0.08	-1.45	0.158
		V	VT=0.08	0.539	0.590
		B	VT=0.12	0.528	0.602
G	VT=0.08	V	VT=0.08	-1.44	0.158
		B	VT=0.12	1.015	0.319
V	VT=0.08	B	VT=0.12	1.81	0.8

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูป 34 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index)จากแผ่นสีเทา4 VT=0.1, สีแดง VT=0.1, สีเขียว VT=0.08, สีม่วง VT=0.08 และ สีน้ำเงิน VT=0.12

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 26 พบว่า ค่าความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI ของกลุ่มสี และ สีเทาBase Case ที่ VT 0.1 จากการเปรียบเทียบค่าDGI ระหว่างสีเทา GY4 (VT 0.1) กับกลุ่มสี ได้แก่ สีแดง R (VT 0.1) , สีเขียว G (VT 0.008), สีม่วง V (VT 0.08) และสีน้ำเงิน B (VT 0.08) ได้ผลดังนี้

ผลจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาของระหว่างสีเทาGY4 (VT 0.1) Base case กับกลุ่มสีแต่ละคู่ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยยสำคัญกล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI โดยการประเมินจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทุกสีมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันกับ สีเทา GY4 (VT 0.1) Base case

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา ดัชนี DGI ระหว่างกลุ่มสีได้แก่ สีแดง R (VT 0.1) , สีเขียว G (VT 0.008), สีม่วง V (VT 0.08) และสีน้ำเงิน B (VT 0.08) พบว่าค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาDGI ระหว่าง กลุ่มสีทั้งหมดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยสำคัญกล่าวคือ ค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI ของแต่ละสี จากการคำนวนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

จากการใช้โปรแกรม Evalglare ประเมินค่าความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI พบว่าผลจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับค่า VT Base case กับค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาของแต่ละสีมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันทั้งจากกรณีการเปรียบเทียบกลุ่มสีกับสีเทาBase case และในกรณีการเปรียบเทียบกลุ่มสีด้วยกันเองการประเมินความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI ที่เกิดขึ้น ซึ่งค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นมีระดับค่าความรู้สึกไม่สบายตาใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากกรณีที่เกิดขึ้นจึงนำไปสู่การเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI กับ GRV (Glare Response Vote) ในการวิเคราะห์ผลต่อขั้นตอนต่อไป

4.3 ผลจากอิทธิพลของสีในแสงธรรมชาติที่ได้จากการคำนวนโดยวิธี Glare Response Vote(GRV)

ในการทดลองนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลค่าความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) และแปลงข้อมูลจากค่าความรู้สึกไม่สบายตา GSV เป็น ค่าความรู้สึกไม่สบายตา GRV (Glare Response Vote) ด้วยสมการ (GSV*4)+16 = GRV เพื่อใช้เปรียบเทียบกับ ค่าความรู้สึกไม่สบายตาดัชนี DGI (Daylight Glare Index) ดังตารางที่ 27และ28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 27 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GRV สีเทา Base case

	สี				
	N	GY1	GY2	GY3	GY4
	Visible Light Transmittance				
number	VT 1	VT 0.8	VT 0.59	VT 0.37	VT 0.1
1	30	28	20	18	16
2	22	22	22	20	18
3	26	28	16	16	16
4	22	24	16	16	16
5	24	18	16	16	22
6	25	24	22	20	18
7	16	24	16	16	16
8	18	20	16	16	16
9	18	18	16	16	16
10	16	20	16	20	16
11	16	28	20	18	16
12	18	18	18	16	16
13	16	22	16	16	16
14	21	24	18	16	16
15	23	22	18	16	16
16	22	18	16	16	16
17	23	22	20	16	16
18	22	18	16	16	16
19	24	26	18	16	16
20	22	22	16	24	22
21	26	22	16	16	16
22	20	18	16	16	16
23	21	18	22	18	16
24	18	16	24	22	16
25	16	20	16	16	16
26	18	20	16	18	16
27	19	18	22	20	16
28	16	20	16	16	16
29	22	18	16	16	16
30	16	22	16	16	16
mean	21.53	21.27	17.73	17.27	16.53
min	16	16	16	16	16
max	30	28	24	24	22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 28 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GRV กลุ่มสี

	สี							
	BG	Y	O	P	V	G	R	B
	Visible Light Transmittance							
number	VT=0.92	VT=0.81	VT=0.56	VT=0.41	VT=0.084	VT=0.089	VT=0.1	VT=0.12
1	18	22	22	22	16	18	22	18
2	24	22	26	26	22	22	26	24
3	22	24	22	16	16	18	20	18
4	18	18	20	20	16	16	16	16
5	22	26	22	26	24	16	22	18
6	18	24	24	26	22	22	20	20
7	18	26	26	18	22	16	22	18
8	18	20	18	18	18	16	16	18
9	26	18	20	18	20	18	20	22
10	20	18	22	24	24	22	22	24
11	26	24	24	26	24	22	26	26
12	26	22	30	30	30	26	30	16
13	20	26	26	18	18	16	21.6	22
14	24	26	26	24	20	22	28	22
15	24	26	26	24	20	22	28	22
16	24	22	26	26	26	22	26	22
17	22	24	24	22	18	20	18	22
18	26	18	26	26	16	16	22	16
19	26	26	26	26	16	18	22	22
20	22	24	20	20	20	22	16	28
21	18	26	22	18	16	22	22	18
22	26	16	16	26	20	20	18	26
23	26	30	26	26	26	26	30	26
24	18	18	24	20	16	16	22	18
25	22	26	16	18	22	26	30	22
26	22	22	24	24	22	22	24	22
27	24	22	26	26	22	22	26	24
28	18	18	22	22	36	16	22	20
29	24	18	24	18	16	20	20	20
30	26	16	22	30	26	16	22	22
mean	22.27	22.27	23.27	22.80	21.00	19.87	22.65	21.07
min	18	16	16	16	16	16	16	16
max	26	30	30	30	36	26	30	28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติพบว่า ตารางที่ 30 เนื่องจาก ข้อมูลแสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GRV เป็น ข้อมูลชุดข้อมูลเดียวกับ GSV (Glare Sensation Vote) ทำให้มีการกระจายข้อมูลเป็นการแจกแจงไม่ปกติเดียวกัน แต่เนื่องจาก กลุ่มตัวอย่างมี 30 ตัวอย่างขึ้นไป จึงถือว่าเป็นการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบปกติ (ไกยวรรณ์. 2553) ดังตารางที่ 29

ตาราง 29 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าความรู้สึกไม่สบายตา GRV

VT	COLOR									
	N (VT=1)									
	MEAN	SD								
1	21.53	4.35								
	GY1 (VT=0.8)		BG (VT 0.32)		Y (VT=0.8)					
	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD				
0.8	23.27	3.22	22.26	3.13	22.27	3.70				
	GY2 (VT=0.59)		O (VT=0.5)							
	MEAN	SD	MEAN	SD						
0.6	17.73	2.5	21.24	3.34						
	GY3 (VT=0.37)		P (VT=0.4)							
	MEAN	SD	MEAN	SD						
0.4	17.36	2.13	22.80	3.91						
	GY4 (VT=0.1)		B (VT=0.12)		R (VT=0.1)		G (VT=0.089)		V (VT=0.084)	
	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD	MEAN	SD
0.1	16.53	1.57	21.06	3.22	22.66	4.04	19.87	3.27	21.00	4.72

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) กับ ความรู้สึกไม่สบายตา GRV (Glare Response Vote)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา GRV (Glare Response Vote) จากการแปลงข้อมูลค่าความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) กับ ค่าความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง วิธีการวัดความรู้สึกไม่สบายตา ดังตารางที่ 30

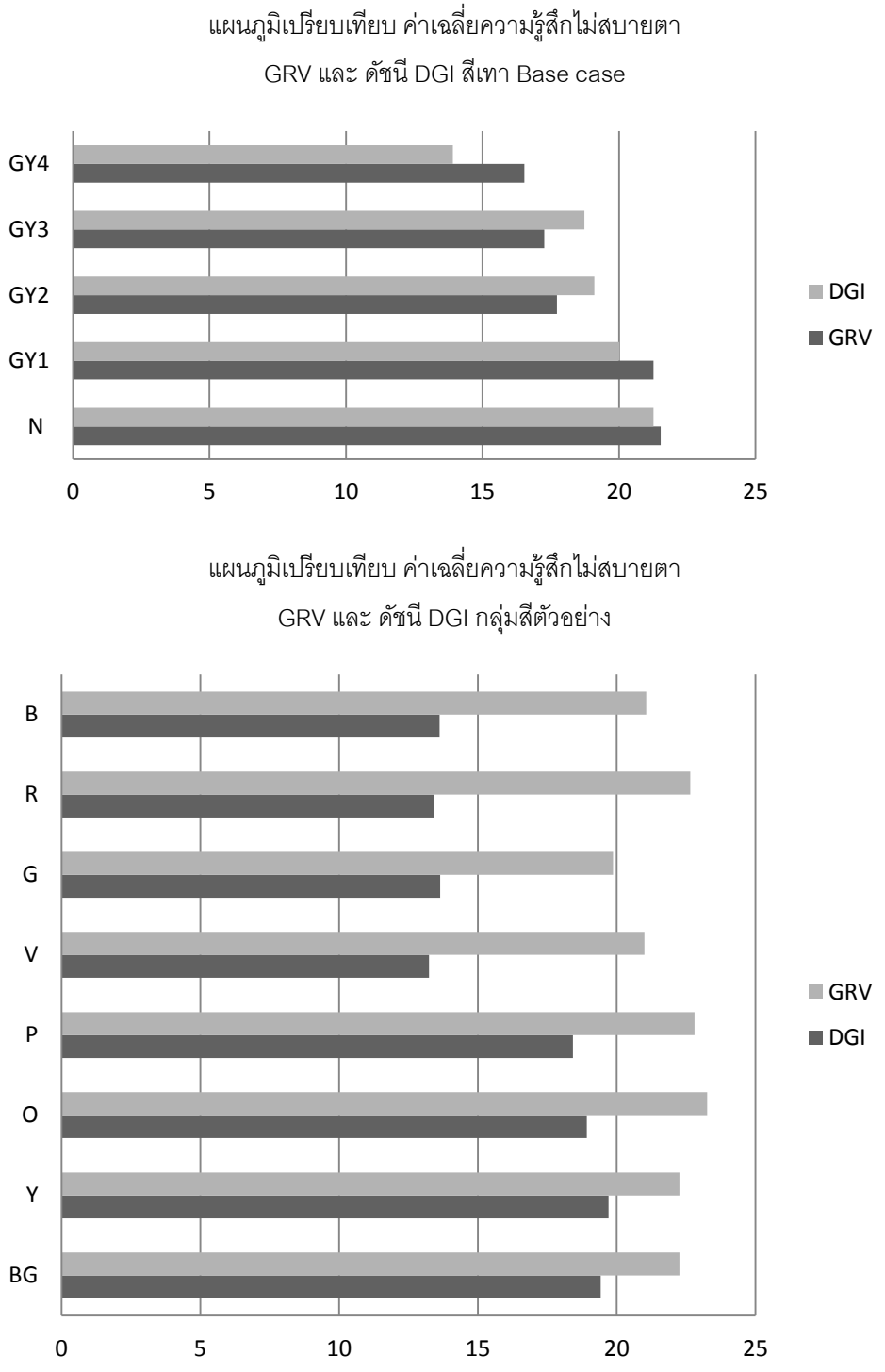
ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงค่าเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) กับ ความรู้สึกไม่สบายตา GRV (Glare Response Vote) (GSV*4+16= GRV)

สีเทา		**T**	**Sig.(2-tailed)**
GRV	DGI		
N VT=1	N VT=1	1.707	.098
GY1 VT=0.8	GY1 VT=0.8	6.968	.000*
GY2 VT=0.59	GY2 VT=0.59	-2.090	.045*
GY3 VT=0.37	GY3 VT=0.37	-2.159	.039*
GY4 VT=0.1	GY4 VT=0.1	5.201	.000*
สี		**T**	**Sig.(2-tailed)**
GRV	DGI		
Y VT=0.81	Y VT=0.81	3.885	.001*
R VT=0.1	R VT=0.1	10.354	.000*
G VT=0.089	G VT=0.089	10.572	.000*
BG VT=0.92	BG VT=0.92	4.084	.000*
V VT=0.084	V VT=0.084	8.092	.000*
P VT=0.41	P VT=0.41	10.430	.000*
B VT=0.12	B VT=0.12	6.466	.000*
O VT=0.5	O VT=0.5	2.219	.034*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 30 แสดงการวิเคราะห์ สถิติค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างค่าความรู้สึกไม่สบายตา GRV กับค่าความรู้สึกไม่สบายตา DGI พบว่าระหว่างค่าเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ค่า Sig. (2-tailed) < 0.05 ในทุกกรณี ยกเว้น ค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาระหว่างDGI กับ GRV ของสี N (สภาพแสงปกติ ไม่มีแผ่นสี) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญ กล่าวคือ ค่าความรู้สึกไม่สบายตาที่ได้จากการวัดทั้ง 2 ดัชนี ทุกสีมีระดับความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกัน ยกเว้น สีN (สภาพแสงปกติ) ที่ ระดับค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาไม่มีความแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่า ค่าความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากการคำนวนและ การวัดจากกลุ่มตัวอย่าง มีความแตกต่างกัน ดังรูปที่ 37

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูป 35 . แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ค่าความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) และ GRV (Glare Response Vote)

ผลจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตา DGI (Daylight Glare Index) และ GRV (Glare Response Vote) พบว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินความรู้สึกไม่สบายตา GRV จากกลุ่มตัวอย่างและค่าความรู้สึกไม่สบายตา DGI จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวน(Evalglare) ค่าเฉลี่ยที่ได้จากทุกกรณีไม่มีความใกล้เคียงกัน ยกเว้นกรณีค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาของสี N ที่ค่าเฉลี่ยระหว่าง DGI และ GRV ใกล้เคียงกันสามารถเชื่อถือได้ ดังนั้นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวนค่าความรู้สึกไม่สบายตาสามารถใช้ได้เฉพาะในกรณีที่ไม่มีอิทธิพลของสี

4.4 สีกับความรู้สึกพึงพอใจมีอิทธิพลกับความรู้สึกไม่สบายตา

การทดลองนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความรู้สึกพึงพอใจที่มีต่อสีกับความรู้สึกไม่สบายตา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของทัศนคติเชิงบวกที่มีต่อสีกับความรู้สึกไม่สบายตา ในการทดลองนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ สีชมพู P(VT 0.41) และ สีส้ม O(VT 0.56) เนื่องจากเป็นกลุ่มสีที่กลุ่มตัวอย่างให้คะแนนความพึงพอใจสูงที่สุดและในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 จำนวน 30 คน พบว่าข้อมูลที่ได้ยังไม่เพียงพอต่อการนำไปวิเคราะห์ จึงต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเป็นจำนวน75 คน โดยคัดเลือกเฉพาะกลุ่มคนที่มีความพึงพอใจต่อสีตามทีกำหนดในตัวแบบสอบถามจึงคัดกรองเฉพาะกลุ่มตัวอย่างได้แก่ สีชมพู (P) สีส้ม (O) และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ชอบทั้ง 2 สี เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่ตรงกับความต้องการและทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างมองแผ่นสีที่ตนชอบและแผ่นสีคู่เปรียบเทียบกำหนดให้เป็นการเลือกแผ่นสีแบบสุ่ม

4.4.1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของสีและความพึงพอใจกับความรู้สึกไม่สบายตา ระหว่างกลุ่มคนที่ชื่นชอบสีชมพูกับคนที่ชื่นชอบสีส้ม

ผลการศึกษาจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของสีและความพึงพอใจกับความรู้สึกไม่สบายตาระหว่างกลุ่มคนที่ชื่นชอบสีชมพูกับคนที่ชื่นชอบสีส้ม เมื่อทำการแจกแจงข้อมูลทางสถิติแล้วพบว่าการกระจายตัวของข้อมูลเป็นการแจกแจงแบบปกติ ดังตารางที่ 31

ตาราง 31 ตารางแจกแจงข้อมูลทางสถิติ อิทธิพลของสี ความพึงพอใจ และ ความรู้สึกไม่สบายตา (GSV)

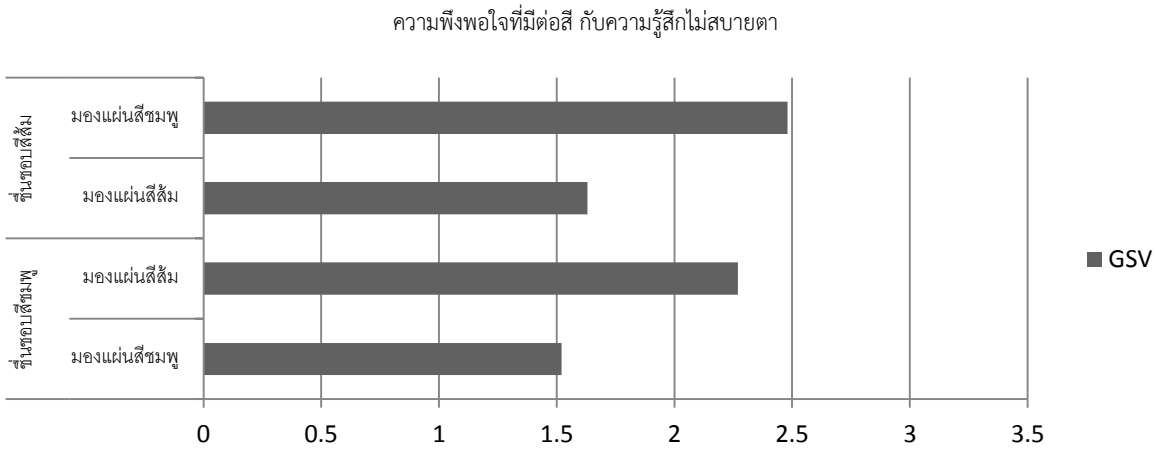
COLOR	ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา GSV			
	GSV แผ่นสีชมพู P (VT 0.92)		GSV แผ่นสีส้ม O (VT 0.8)	
กลุ่มคนที่ชื่นชอบ P (สีชมพู)	MEAN	SD	MEAN	SD
	1.52	0.91	2.27	0.57
กลุ่มคนที่ชื่นชอบ O (สีส้ม)	MEAN	SD	MEAN	SD
	1.63	0.67	2.48	0.7

จากตารางที่ 31 แสดงค่าเฉลี่ย(Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard. Deviation) โดยแบ่งช่วงข้อมูล ดังนี้ กลุ่มคนที่ชื่นชอบสีชมพูP (VT 0.41) กลุ่มคนที่ชื่นชอบสีส้ม O (VT 0.5) และเลือกใช้ข้อมูลเฉพาะค่าความรู้สึกไม่สบายตา GSV ของสีชมพู และ สีส้ม จากกลุ่มคนปกติทั่วไปและจากกลุ่มคนที่มีความชื่นชอบสีชมพู และสีส้ม เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาและความพึงพอใจจากอิทธิพลของสี

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (t- test) แสดงค่าเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่-สบายตา GSV ระหว่างกลุ่มทดลองที่ชื่นชอบสีชมพูและกลุ่มทดลองที่ชื่นชอบสีส้ม

สี	**กลุ่มตัวอย่าง**	**T**	**Sig.(2-tailed)**
แผ่นสี P	กลุ่มคนที่ชอบสี P * กลุ่มคนที่ชอบสี O	-3.77	0.001*
แผ่นสี O	กลุ่มคนที่ชอบสี O* กลุ่มคนที่ชอบสี P	-5.209	0.000*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



รูป 36 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นกับกลุ่มคนที่ชื่นชอบสีชมพู และ กลุ่มคนที่ชื่นชอบสีส้ม

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 32 พบว่าค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตา GSV ที่เกิดขึ้นระหว่าง กลุ่มผู้ที่มีความชื่นชอบสีชมพู กับ กลุ่มตัวที่ชื่นชอบสีส้ม เมื่อมองผ่านแผ่นสีชมพู พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 0.001 (Sig< 0.05) กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างที่มีความชื่นชอบสีชมพู กับ กลุ่มตัวที่ชื่นชอบสีส้ม เกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกัน โดยที่กลุ่มตัวอย่างที่มีความชอบสีชมพู เกิดความรู้สึกไม่สบายตาต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ชื่นชอบสีส้ม เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา GSV ที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ชื่นชอบสีส้ม กับกลุ่มตัวอย่างที่ชื่นชอบสีชมพู ปกติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.000 (Sig< 0.05) กล่าวคือกลุ่มตัวอย่างที่มีความชื่นชอบสีส้มกับกลุ่มตัวอย่างที่ชื่นชอบสีชมพู เกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่แตกต่างกัน โดยที่กลุ่มตัวอย่างที่มีความชอบสีเกิดความรู้สึกไม่สบายตาต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ชื่นชอบสีชมพู กล่าวคือความพึงพอใจที่มีต่อสีมีผลกับความรู้สึกไม่สบายตา

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับความรู้สึกไม่สบายตา (Discomfort Glare) จากแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคารประเภทอาคารสำนักงาน และ ห้องเรียนนั้น ในงานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาทางด้านความส่องสว่างและคุณภาพของแสงระดับความมืดและความสว่างภายในห้อง แต่อย่างไรก็ตามการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา (Discomfort Glare) ของมนุษย์นั้นนั้นยังมีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ปัจจัยทางด้านความพึงพอใจของมนุษย์ที่มีต่อระดับแสงสว่าง (Veitch and Newsham 2007) หรือความรู้สึกน่าสนใจที่เกิดจากภูมิทัศน์ภายนอกหน้าต่างที่สามารถช่วยลดการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา (Tuaycharean 2005, Tuaycharean 2007, Tuaycharoen 2011) และเห็นได้ว่าปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นองค์ประกอบทางด้านสิ่งแวดล้อมของมนุษย์และยังมีผลกับความรู้สึกไม่สบายตาเช่นเดียวกับความรู้สึกไม่สบายตาที่มีที่มาจากของแสงสีซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่น่าศึกษา

ในงานวิจัยชิ้นจึงมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมกับความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากกระจกสีและแสงธรรมชาติรวมทั้งศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อสีกับความรู้สึกไม่สบายตาเสนอแนะแนวทางสำหรับผู้สนใจเพื่อการทำวิจัยต่อไปในอนาคต ซึ่งจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาจากกลุ่มตัวอย่างกับกลุ่มสีตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 อิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมมีผลกับความรู้สึกไม่สบายตา

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสีเทา Base case ที่มีระดับ VT 5 ระดับได้แก่ สี N (VT 1) , สีเทา GY2 (VT 0.59), GY3 (VT 0.37) และ GY4 (VT 0.1) จากการทดลอง กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตา เมื่อค่า VT =1 (สีN) กลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาแต่พอรับได้เมื่อค่า VT =0.8 (สีเทา GY1) , VT= 0.59 (สีเทาGY2) และกลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกไม่สบายตาเมื่อ VT เท่ากับหรือน้อยกว่า 0.37 (สีเทา GY3และ สีเทา GY4) และจากค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นพบว่าความสว่างในระดับต่างๆ มีผลกับระดับการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา

นอกเหนือจากระดับความสว่างจะมีอิทธิพลต่อการเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับต่างๆแล้วพบว่า สีมีผลกับการความรู้สึกไม่สบายตาเช่นกัน โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสีกับสีเทา Base case ที่มีระดับค่า VT 0.8 , 0.59, 0.37 และ 0.1 ได้ผลดังนี้

จากการวิเคราะห์ กลุ่มสี กับ สีเทา GY1 Base case ที่มีค่า VT 0.8 พบว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่พอรับได้และเมื่อมองแผ่นสีเขียวอ่อน BG(VT 0.92), แผ่นสีเหลือง Y (VT 0.81) ซึ่งทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่สูงกว่าในขณะที่มองแผ่นสีเทา GY1 (VT 0.8) ในขณะที่เมื่อกลุ่มตัวมองแผ่นสีเทากลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกไม่สบายตาเท่านั้น

จากการวิเคราะห์ สีส้ม กับ สีเทา GY2 Base case ที่มีค่า VT 0.59 พบว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่พอรับได้เมื่อมองแผ่นสีส้ม O (VT 0.56) แตกต่างจาก แผ่นสีเทา GY3 (VT 0.59) ที่กลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกไม่สบายตา เช่นเดียวกับ สีชมพู P (VT 0.4) และ สีเทา GY3 Base case ที่มีค่า VT 0.37 เมื่อมองแผ่นสีชมพูกลุ่มตัวอย่างรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่พอรับได้ต่างจาก สีเทา GY3 ที่กลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกไม่สบายตา

จากการวิเคราะห์ กลุ่มสี กับ สีเทา Base case ที่มีค่า VT 0.1 ได้แก่ สีแดง R (VT 0.089), สีม่วง V (VT 0.084),สีเขียว G (VT 0.1), และ สีน้ำเงิน B (VT 0.12) พบว่าทุกสีทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาสูงกว่าแผ่นสีเทา GY4 (VT 0.1) ซึ่งเมื่อกลุ่มตัวอย่างมองกลุ่มตัวอย่างรู้สึกสบายตา

นอกเหนือจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายตาแต่ละกลุ่มสีพบว่าค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาจากกลุ่มสีตัวอย่างนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับระดับค่า VT แต่อย่างใด ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มสีเทา Base case ที่ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาแปรผันตรงกับ ระดับค่า VT กล่าวคือความสว่างมีผลกับความรู้สึกสบายตายกเว้นกรณีที่มีของแสงสีในสภาพแวดล้อม

5.2 การเปรียบเทียบระหว่าง การวัดความรู้สึกไม่สบายตาด้วย ดัชนี DGI และ GRV

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการวัดโดยวิธีการคำนวนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดัชนี DGI และวิธีการวัดค่าความรู้สึกไม่สบายตาจากกลุ่มตัวอย่างโดยการตอบแบบสอบถาม GSV (Glare Sensation Vote) ซึ่งสามารถใช้ หน่วย GSVเปรียบเทียบกับดัชนี DGI ได้เมื่อแปลงค่าจากสมการ GRV=GSV*4 +16 (Tuaycharean, 2005)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาที่ได้จาก DGI และ GRV จากการเปรียบเทียบ สี N DGI กับ สี N GRV (สี N=แสงจากสภาพแวดล้อมปกติ ไม่มีสี) พบว่าวิธีการคำนวนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีแม่นยำและความใกล้เคียงกับการวัดค่าด้วยแบบสอบถาม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกลุ่มสีเทาBase case ซึ่งเลือกพิจารณาเฉพาะความระดับความสว่าง พบว่าค่าความรู้สึกไม่สบายตาที่ได้จากวิธีการคำนวนด้วยคอมพิวเตอร์มีความละเอียดน้อยกว่าการวัดค่าด้วยแบบสอบถาม และเมื่อเปรียบเทียบกลุ่มสีทั้งหมดพบว่าค่าที่ได้จากการวัดด้วยคอมพิวเตอร์ มีความแตกต่างจากค่าจากการวัดความรู้สึกไม่สบายตาจากแบบสอบถาม รวมทั้งเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง กลุ่มสี และ สีเทา Base case ที่ระดับ VT ต่างๆนั้น พบว่าค่าความรู้สึกไม่สบายตาที่ได้จากคอมพิวเตอร์ ไม่มีความแตกต่างระหว่าง กลุ่มสี และ สีเทา Base case ดังนั้นการวัดค่าความรู้สึกไม่สบายตาจากคอมพิวเตอร์จึงไม่มีความแม่นยำและไม่สามารถใช้ได้กรณีที่มีสภาพแวดล้อมที่มีแสงสี

5.3 ความพึงพอใจในสีมีอิทธิพลกับความรู้สึกไม่สบายตา

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตา GSV (Glare Sensation Vote) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ 1 กลุ่มได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่มีความชื่นชอบสีชมพูกลุ่มตัวอย่างที่มีความชื่นชอบสีส้ม จากการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายตาของกลุ่มคนที่ชื่นชอบสีชมพู P(VT 0.4) เมื่อมองแผ่นสีชมพู และ มองผ่านแผ่นสีส้ม พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีความชื่นชอบสีชมพูเกิดความรู้สึกไม่สบายตาจากสีชมพูต่ำกว่า เมื่อมองแผ่นสีส้ม เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่มีความชื่นชอบสีส้ม เกิดความรู้สึกไม่สบายตาจากสีส้มต่ำกว่าเมื่อมองผ่านแผ่นสีชมพู ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับ (Tuaycharean 2005) ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างจะรู้สึกไม่สบายตาลดลงเมื่อมองภูมิทัศน์ที่ตนเองชอบ ดังนั้นความพึงพอใจหรือความชอบที่มีต่อสีมีอิทธิผลกับความรู้สึกไม่สบายตา

5.4 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อแนะนำในการออกแบบนั้น สำหรับการเลือกใช้กระจกสีหรือฟิล์มสีโดยทั่วไป ผู้ออกแบบ หรือผู้ใช้งานอาคารโดยส่วนใหญ่ จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างพบว่าโดยทั่วไปการเลือกใช้กระจกสีมักจะเลือกสีจากความเคยชิน หรือ เลือกจากสีที่พบเห็นบ่อย เช่นกลุ่มสีเทา สีชา และเลือกสีจากความสวยงาม จากความชอบส่วนบุคคล หรือ เลือกสีเพื่อใช้เป็นสัญลักษณ์เพื่อใช้แสดงเชิงความหมายสำหรับอาคารราชการ หรือ กลุ่มองค์กร

แม้ว่าการเลือกใช้กระจกสี หรือ ฟิล์มสี จะมีค่าVT (Visible Light Transmittance) เป็นระดับบอกค่าการส่งผ่านของแสงแต่ก็ยังไม่เพียงพอสำหรับการเลือกใช้กระจกสี และ ฟิล์มสี เนื่องจากมนุษย์มีการตอบสนองมีการตอบสนองต่อสีกับความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นกับแต่ละสี ในระดับที่แตกต่างกัน จากงานวิจัยกลุ่มสีตัวอย่าง พบว่าสีต่างๆ มีอิทธิพลต่อความรู้สึกไม่สบายตา ดังตารางที่ 33

ตาราง 33 ตารางแสดงลำดับอิทธิพลของสีในสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความรู้สึกไม่สบายตา

	สีเทา	สี
กลุ่มสีที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาเพิ่มขึ้น		O(VT 0.5)
		P(VT 0.37)
		R(VT 0.1)
		GB(VT 0.92)
		Y(VT 0.8)
กลุ่มสีที่ไม่มีผลกับการเกิดลดหรือเพิ่มความรู้สึกไม่สบาย	N (VT 1)	B(VT 0.12)
กลุ่มสีที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างลดการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา		V(VT 0.084)
	GY1 (VT 0.8)	G(VT 0.089)
	GY2 (VT 0.59)	
	GY3 (VT 0.37)	
	GY4(VT 0.1)	

จากตารางที่ 33 เป็นผลจากการศึกษาอิทธิพลของสีกับการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา พบว่าสีที่มีลักษณะเป็น high saturation ทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายตามากกว่าสีที่มีลักษณะเป็น low saturation ซึ่งผลจากงานวิจัยนี้สามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสีที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาเพิ่มขึ้น, กลุ่มสีที่ไม่มีผลกับการเกิดลดหรือเพิ่มความรู้สึกไม่สบาย และ กลุ่มสีที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างลดการเกิดความรู้สึกไม่สบายตา

จากงานวิจัยของ แนนซี่ (Stone 2001) พบว่าสีมีอิทธิพลกับประสิทธิภาพของกลุ่มตัวอย่างเมื่อทำกิจกรรมอ่านหนังสือและทำงานแตกต่างกัน ซึ่งนอกเหนือจากสีมีอิทธิพลต่อความรู้สึกไม่สบายตาแล้ว จะเห็นได้ว่าสีส่งผลต่อประสิทธิภาพของการทำงานด้วย ดังนั้นในการเลือกใช้กระจกสีสามารถพิจารณาร่วมกับประเภทของกิจกรรมที่ทำ หรือ ประเภทของพื้นที่ อาทิ กลุ่มสีที่ทำให้เกิดความไม่สบายตาเพิ่มขึ้นไม่เหมาะสมกับพื้นที่ ที่มี

การใช้งานเป็นระยะเวลานาน เช่น ห้องทำงาน ห้องเรียน หรือ ห้องสมุด ซึ่งในการเลือกควรจะพิจารณาใช้กลุ่มสีที่ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สบายตา หรือ กลุ่มสีที่ช่วยลดการเกิดความรู้สึกไม่สบาย และหากต้องการเลือกสีกระจกสำหรับพื้นที่โถงทางเดิน เช่น โถงทางเดิน ชานบันได การพิจารณาเลือกใช้สีใดใดนั้นต้องคำนึงถึงลักษณะกาพภายภาพของแสงธรรมชาติบริเวณนั้นๆด้วย เช่นการเลือก กลุ่มสีที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้สึกไม่สบายตาเพิ่มขึ้น อาจจะทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดความรู้สึกไม่สบายตาเช่นกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการต่อยอดงานวิจัยต่อไปในอนาคต

งานวิจัยนี้เลือกใช้กรณีศึกษาจากสีตามท้องตลาดที่พบเห็นได้ทั่วไปในกลุ่มกระจกสี และ ฟิล์มติดกระจก ทำการเลือกเก็บตัวอย่างจากกลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ โดยเลือกศึกษาจากกรณีของอาคารสำนักงานเป็นตัวอย่าง

ในงานวิจัยทางด้านอิทธิพลของสีกับความรู้สึกไม่สบายตาจะสมบูรณ์ และก่อเกิดประโยชน์สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้มากขึ้น ผู้วิจัยแนะนำให้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในแต่ละเฉดสี เพื่อหาความสัมพันธ์และระดับการเกิดความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้นในแต่ละเฉดสีและทุกระดับค่า VT ซึ่งการกำหนดตัวแปรให้มีแสงสว่างที่เพิ่มขึ้นและลดลง อย่างเป็นลำดับให้สอดคล้องกัน อาทิ การทดลองโดยใช้สีเดียวแต่ลดระดับ VT ไปเรื่อยๆ ซึ่งอาจจะสามารถหาสมการเพื่อทำนายความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากอิทธิพลของสีแต่ละสี อีกทั้งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกทำการเก็บข้อมูลในช่วง Winter Solstice (เหมายัน) ข้อมูลที่ได้จึงเป็นช่วงเวลาเดียวในรอบปีจึงยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาสมการคำนวนความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากสีในสภาพแวดล้อม ดังนั้นเพื่อให้ได้ช่วงของข้อมูลสำหรับการพัฒนาเพื่อให้เกิด สมการ หรือ กฎเกณฑ์ ในการคำนวน ผู้วิจัยแนะนำให้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงระยะเวลาหนึ่งปีโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเดิม หรือ กลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมากกว่างานวิจัยนี้ และในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้ความหมายของความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากสี คือ ความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากแสงที่มีสี และ ความสว่างกับสี เท่านั้น ดังนั้น ความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากแสงที่ไม่มีสี และ เป็นความสว่างเพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจจะเป็นคนละความหมายในการตีความหมายจากผู้เข้าร่วมทดลองและบุคคลทั่วไป อาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม

ทางด้านการศึกษาเพิ่มเติมทางด้านปัจจัยของมนุษย์ จากงานวิจัยยังไม่ครอบคลุมถึงทัศนะในเชิงลบกับความรู้สึกไม่สบายตา ความหลากหลายของช่วงวัย กับความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดจากอิทธิพลของสี และความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการทำงานในแสงสีต่างๆ (กรณีกระจกสีและแสงธรรมชาติ) กับความรู้สึกไม่สบายตาที่เกิดขึ้น

จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยหวังว่า จะเป็นประโยชน์ให้แก่นักออกแบบ ผู้ใช้งาน และ นักวิจัย เพื่อที่จะนำไปใช้งานและทำการวิจัยต่อไปในอนาคต

Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแบบสอบถาม

เครื่องมือในการทดลองนี้ คือ แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึกไม่สบายตา งานวิจัยนี้จึงเลือกการให้คะแนนในการตอบคำถามความสบายตา และนิยามความหมายของอันดับคะแนนโดยอ้างอิงจาก The Glare Sensation Vote (GSV) (ไอวาตะและโทคุระ,2551) และแปลความหมายนิยามเป็นภาษาไทยโดย (อรรถรส ทองงามขำ, 2555)

ข้อมูลขั้นต้น

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นการสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล และส่วนที่ 2 เป็นการสอบถามด้านความรู้สึก

<u>ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว</u> กรุณาตอบแบบสอบถามในช่องที่กำหนดไว้ โดยเติมเครื่องหมายในช่อง ✓

เพศ อายุ

ระดับความผิดปกติทางสายตา oปกติ oสั้น oยาว oเอียง

<u>ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อสี</u>

แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจ ที่มีต่อสีตัวอย่าง

ส้ม	ชมพู	เฉยๆ	ไม่ชอบทั้ง 2 สี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกไม่สบายตา</u>

แบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกไม่สบายตา

1

	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

2

	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

3

	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

4

	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

5

	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

7

	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

8

รู้สึกสบายตา	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

9

รู้สึกสบายตา	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

10

รู้สึกสบายตา	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

11

รู้สึกสบายตา	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

12

รู้สึกสบายตา	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

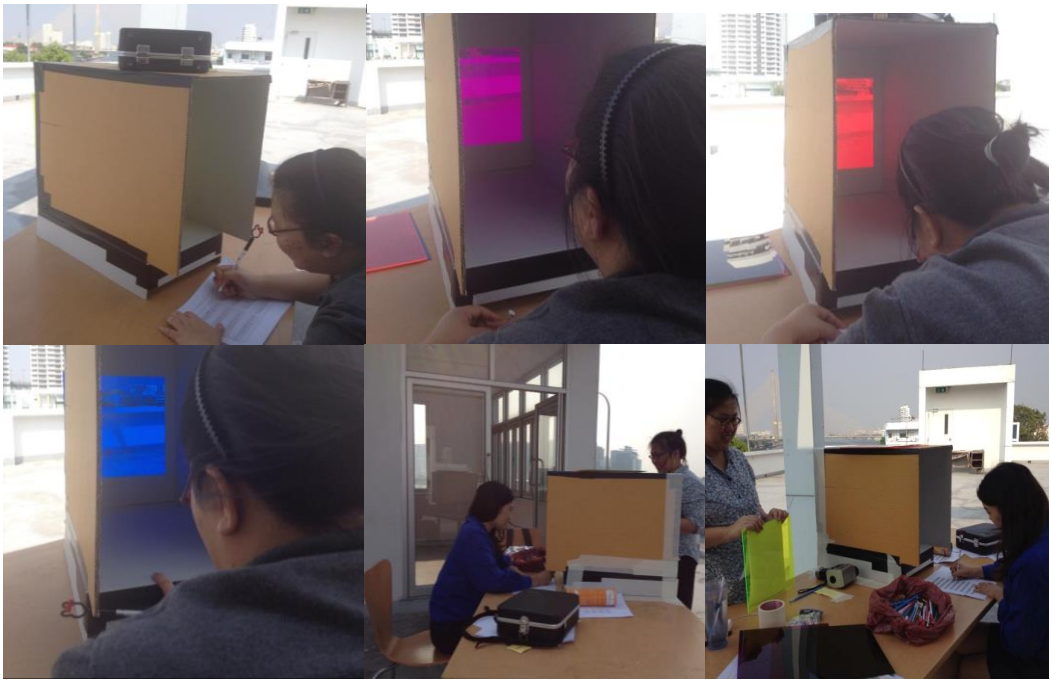
13

รู้สึกสบายตา	เริ่มรู้สึกไม่สบายตา		รู้สึกไม่สบายตาแต่รับได้		รู้สึกไม่สบายตาเริ่มรับไม่ได้		รู้สึกไม่สบายตารับไม่ได้
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

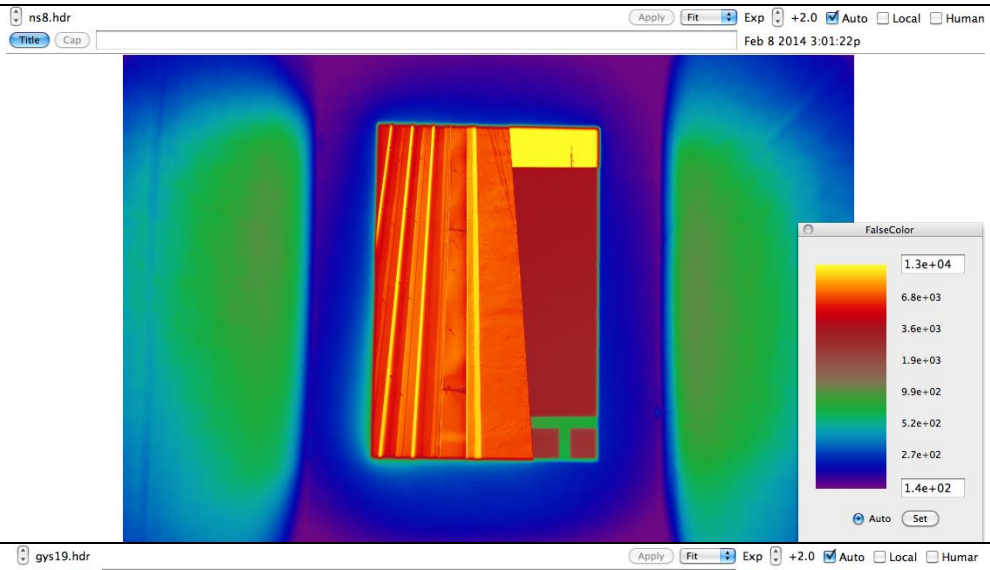
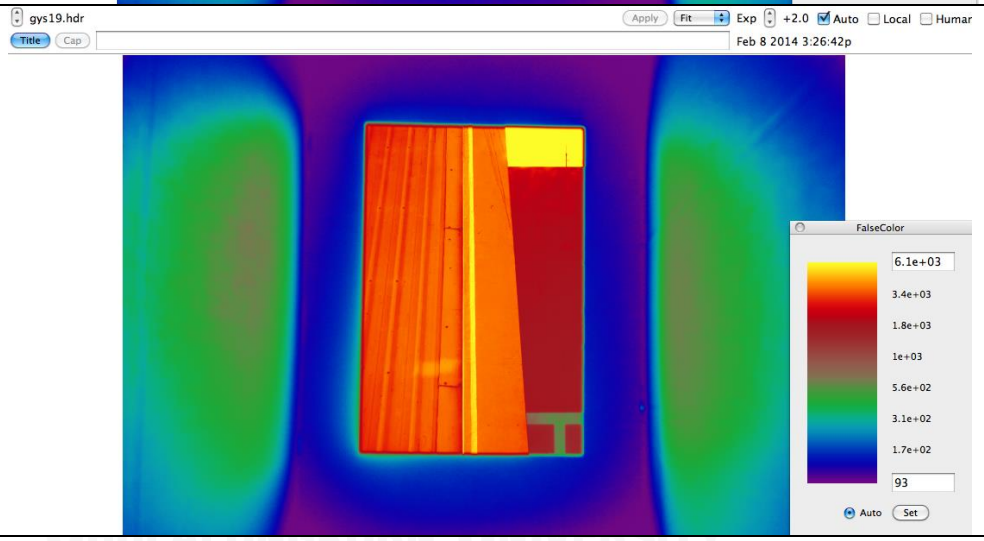
ภาคผนวก ข

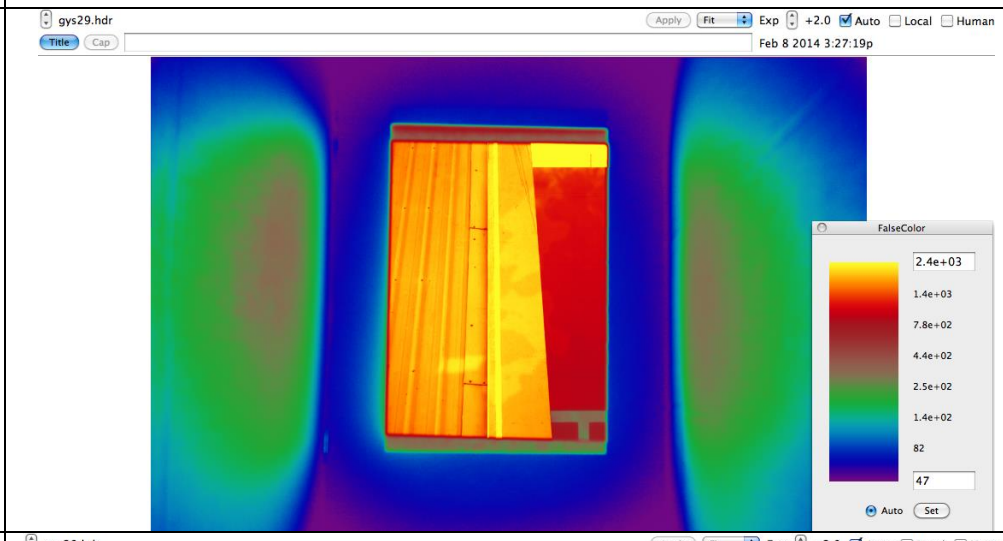
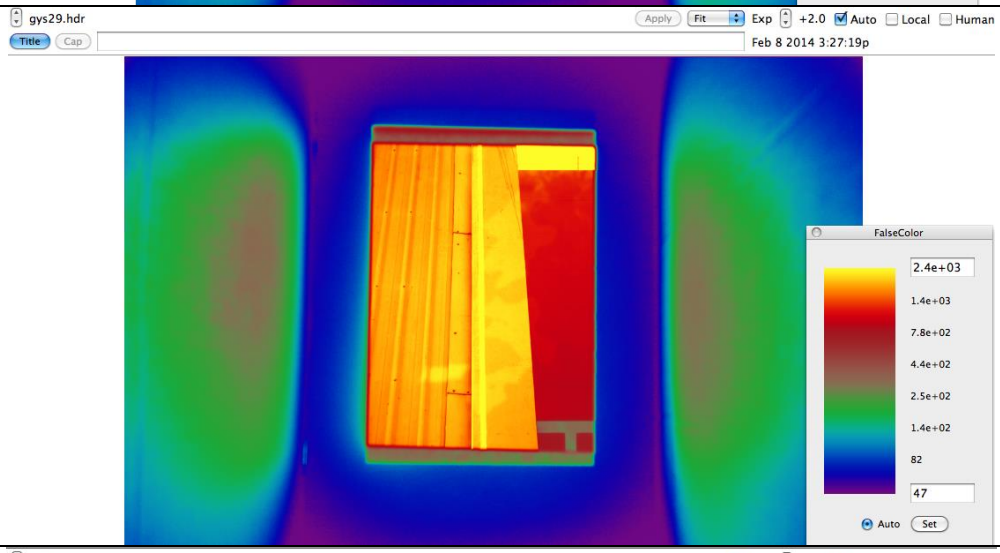
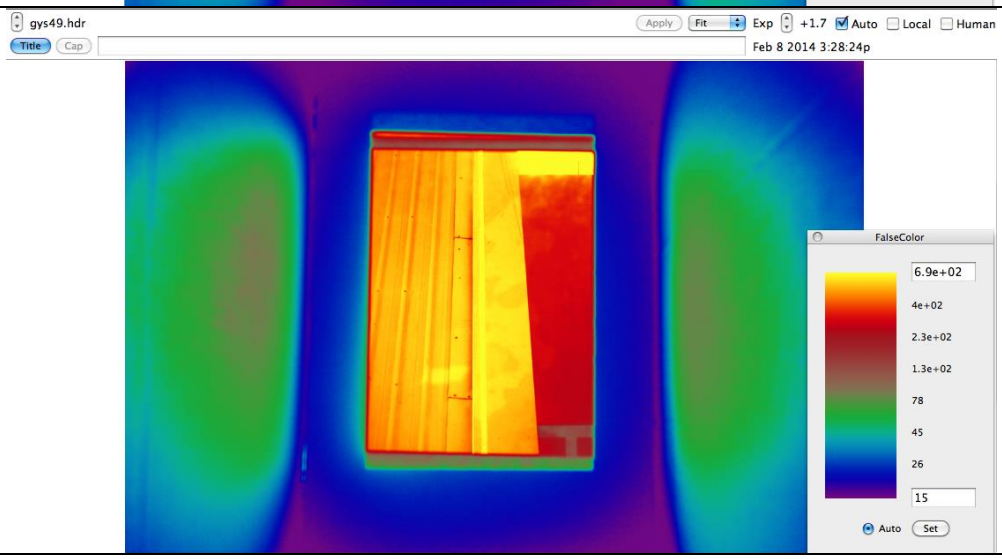
รูปขณะทำการทดลอง

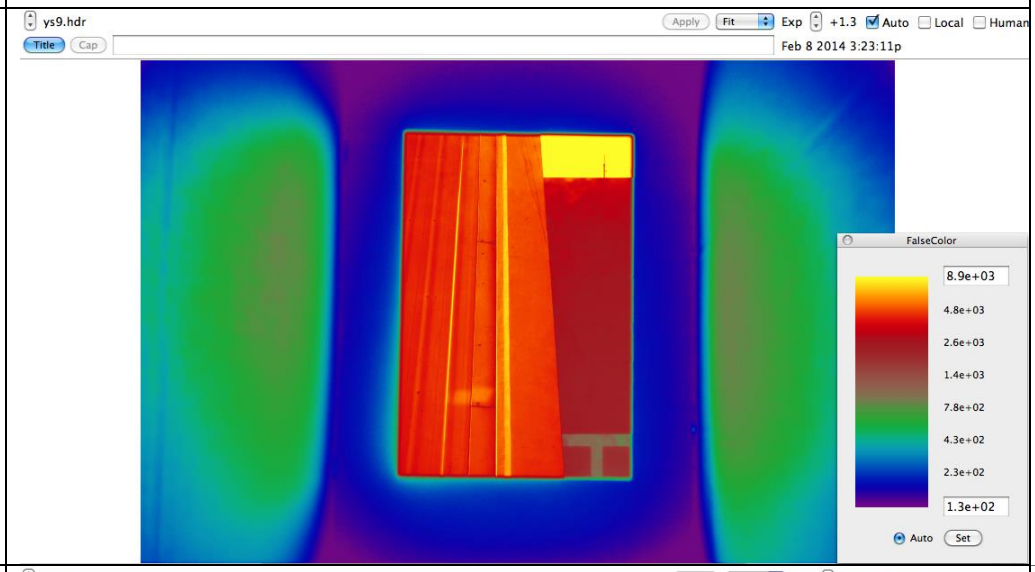
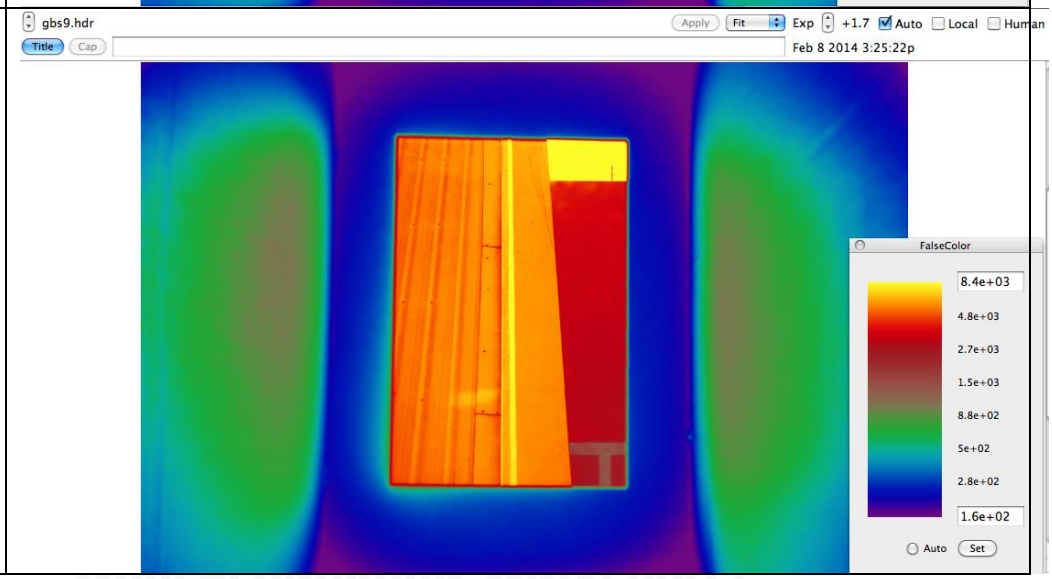


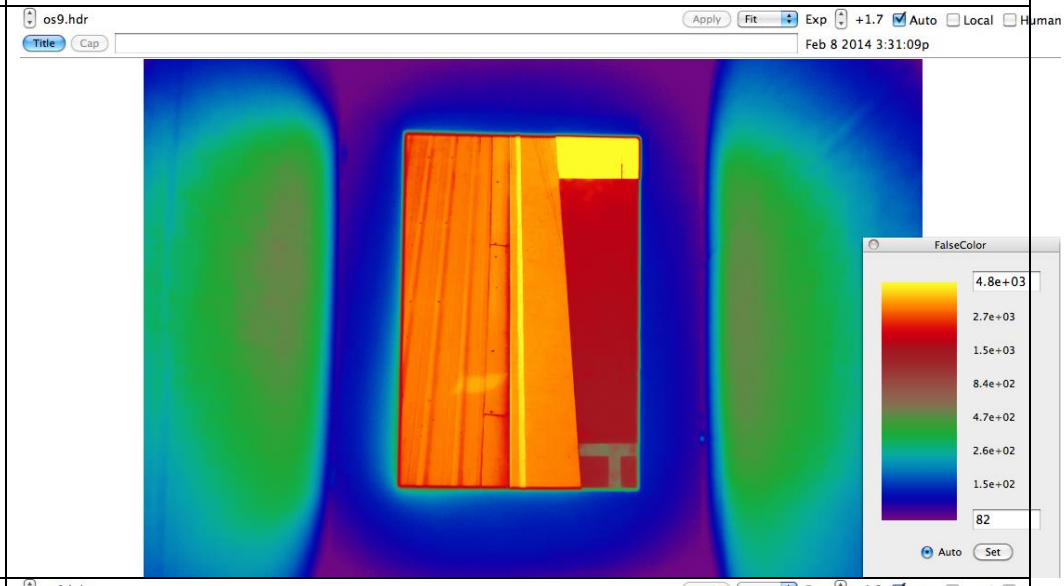
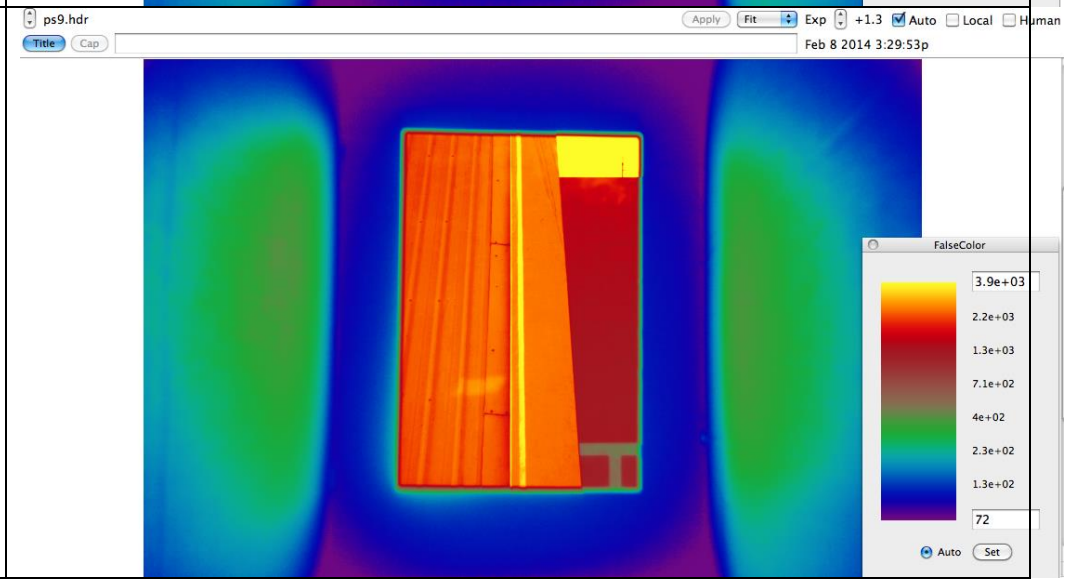
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

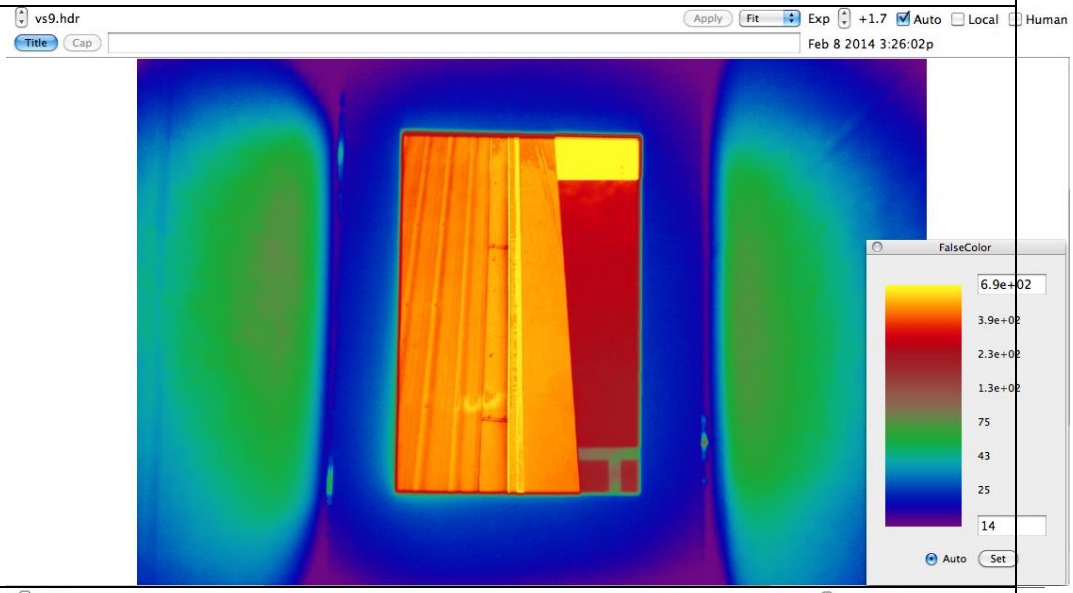
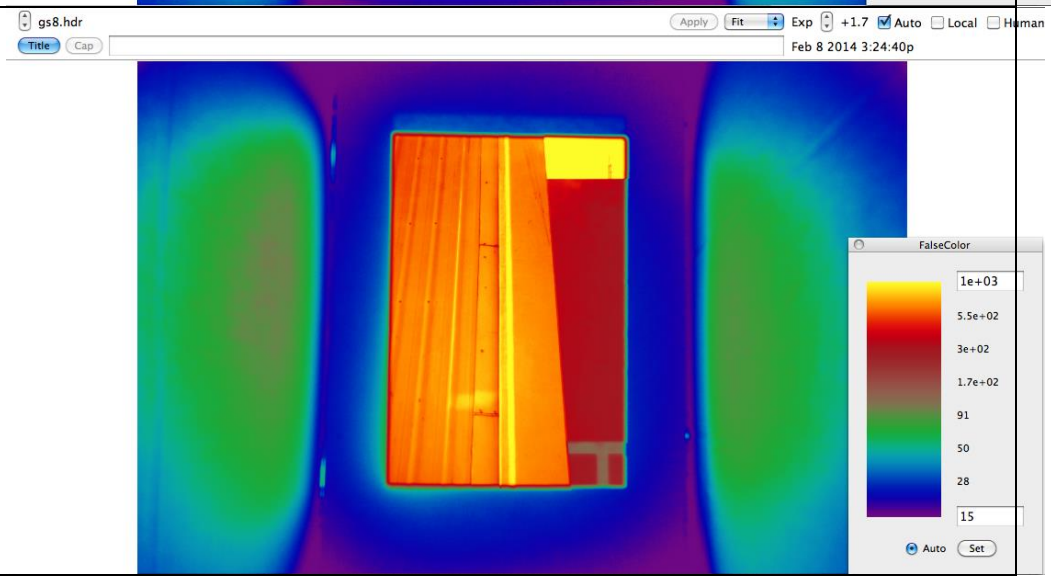
รูปตัวแผ่นสีอย่าง ใช้วิธีการ HDR (High Dinamic Range)

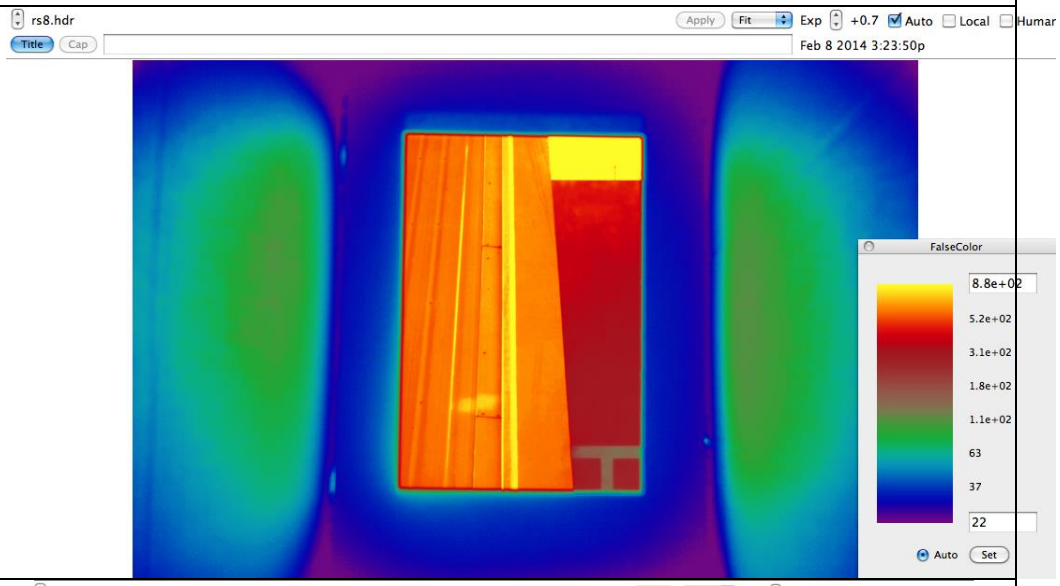
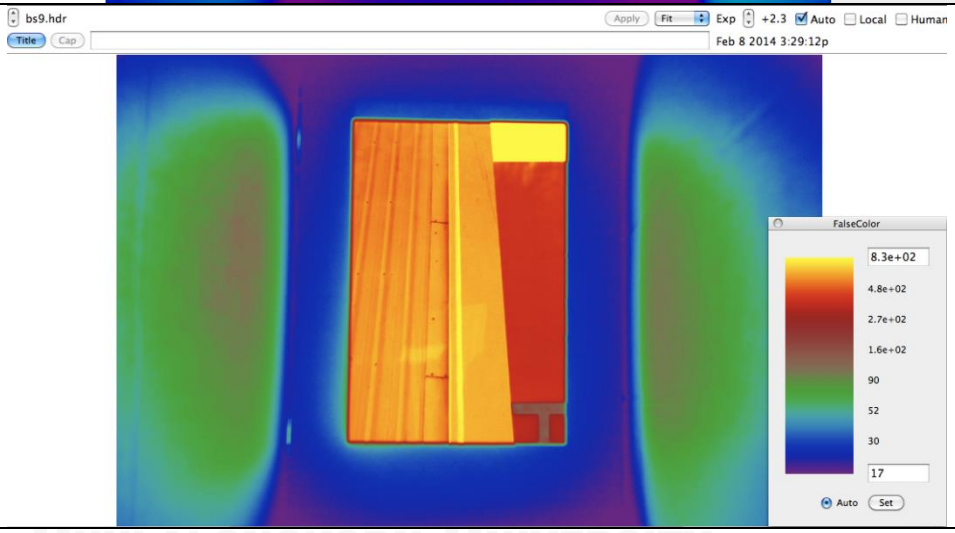
สีเทา Base case	Spectrum
N VT=1	
GY1 VT=0.8	

สีเทา Base case	Spectrum
GY2 VT=0.59	
GY3 VT=0.37	
GY4 VT=0.1	

สีเทา Base case	Spectrum
Y VT=0.81	
GB VT=0.92	

สีเทา Base case	Spectrum
O VT=0.56	
P VT=0.41	

สีเทา Base case	Spectrum
V VT=0.084	
G VT=0.089	

สีเทา Base case	Spectrum
R VT=0.1	
B VT=0.12	

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการอ้างอิง

Dobois, M. C. (2001). Impact of Shading Devices on Daylight Quality in Offices. KFS AB, Lund**:** 37-45.

Hopkinson, R. G. (1957). "Evaluation of Glare." Illuminating Engineering **June** 1957: 305-316.

Kaplan, R. (1982). "Development of Visual Preference for Natural Environments." Environment and Behavior **January**(14): 5-28.

Knave, B. G. (1985). "Work with video display terminals among office employees. I. Subjective symptoms and discomfort." Scand J Work Environ Health 11(6): 457-466.

Nazzal, A. A. (2001). "A new daylight glare evaluation method - Introduction of the monitoring protocol and calculation method." Energy and Buildings 33(3): 257-265.

Nazzal, A. A. (2005). "A new evaluation method for daylight discomfort glare." International Journal of Industrial Ergonomics 35(4): 295-306.

Stone, N. (2001). "Designing effective and study environment." Journal of environmental Psychology 21(2): 179-190.

Tuaycharean, N. a. T., P.R (2005). "Discomfort glare from interesting image." Lighting Research and Technology 37: 329-410.

Tuaycharean, N. a. T., P.R (2007). "View and discomfort glare from windows." Lighting Research and Technology 39(2): 185-200.

Tuaycharoen, N. (2011). "Windows are less glaring when there is a preferred view." Built Environment-Sri Lanka 09-10 01-02.

van den Berg, T. J. a. I., J.K (1991). "Straylight meter. in: Technical Digest on Noninvasive Assessment of the Visual System." Optical Society of America: 256–259.

Wienold, J. and J. Christoffersen (2006). "Evaluation methods and development of a new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras." Energy and Buildings 38(7): 743-757.

เอาทองทิพย์, ส. (2555). อิทธิพลของอายุและเพศที่มีต่อความพึงพอใจ ในระดับความส่องสว่างและอุณหภูมิสีของแสง สำหรับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โพธิพิทักษ์, ฉ. (2546). การศึกษารูปแบบของอุปกรณ์บังแดดและช่องแสงทางด้านข้างเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในห้องเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากรณ์. .

ไกยวรรณ์., ย. (2553). หลักสถิติวิจัยและใช้โปรแกรม SPSS. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ตั้งพูนทรัพย์ศิริ, ท. (2544). แนวทางการปรับปรุงคุณภาพของแสงภายในห้องเรียนเพื่อความสบายตาและเป็นแนวทางการออกแบบห้องเรียนในชนบท. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองงามขำ, อ. (2555). การประเมินความสบายตาและชัดเจนในการมองเห็นของแผงบังแดดฉลุลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองมี, ส. (2550). การใช้แสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างภายในอาคารห้องสมุด : กรณีศึกษาอาคารห้องสมุดประชาชน "เฉลิมราชกุมารี". มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร

ศรีสุธาพรรณ, อ. (2553). แสงธรรมชาติในงานสถาปัตยกรรม กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สมิดาสุตานันท์, ณ. (2553). การประเมินแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติของสำนักงานที่มีการติดตั้งแผงกันแดดภายนอก. วิทยานิพนท์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สายใจ, ก. (2540). สีและการใช้สี. กรุงเทพฯ, พิมพลักษณ์.

สายน้ำใส, ท. (2553). แนวทางการนาหลักการจิตวิทยามาใช้ในการออกแบบภูมิทัศน์เพื่อผู้สูงอายุ, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุรีย์ลักษณ์ ธินา

เกิดวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2526
การศึกษา สถ.บ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปีการศึกษา 2553

ปัจจุบัน ผู้ช่วยนักวิจัย ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านการจัดการคุณภาพอาหาศและพลังงานภายในอาคาร (IAQE)

สถานที่ติดต่อ ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านการจัดการคุณภาพอาหาศและพลังงาน ภายในอาคาร (IAQE) ชั้น 7 อาคารสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพ 10140
e-mail sureeluk.thina@gmail.com

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University