การออกแบบการส่องแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า
กรณีศึกษา สถานีรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ สถานีลาดกระบัง

นายศุภสิทธิ์ กีรติถาวร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University
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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIGHTING DESIGN APPROACHES FOR SKYTRAIN PLATFORM
A CASE STUDY OF AIRPORT RAIL LINK, LADKRABANG STATION

Mr. Supasit Keeratitaworn

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 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบการส่องแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้ากรณีศึกษา สถานีรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ สถานีลาดกระบัง
โดย	นายศุภสิทธิ์ กีรติถาวร
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรจน์ เศรษฐบุตร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธาริณี รามสูต)

ศุภสิทธิ์ กีรติถาวร : การออกแบบการส่องแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า กรณีศึกษา สถานีรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ สถานีลาดกระบัง (LIGHTING DESIGN APPROACHES FOR SKYTRAIN PLATFORMA CASE STUDY OF AIRPORT RAIL LINK, LADKRABANG STATION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. พรรณชลัท สุริโยธิน, 118 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบการส่องสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าและวิเคราะห์อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่มีผลต่อความรู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เริ่มจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบ สำรวจสภาพจริงของสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร และทำแบบสอบถามขั้นต้น โดยให้ดูภาพถ่ายจากสถานที่จริง 5 รูปแบบสถานี และสอบถามการรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อ ความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี ผลคือ รูปแบบของแอร์พอร์ตลิ้งค์ สถานีลาดกระบัง มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุด จึงได้เลือกรูปแบบสถานีดังกล่าวมาเป็นกรณีศึกษา แล้วทำการออกแบบรูปแบบแสงสว่างโดยการจำลองภาพเสมือนจริง แล้วกำหนดให้กรณีสถานการณ์ปกติมีระดับความส่องสว่างและความสม่ำเสมอของแสงที่พื้นตามมาตรฐานสากล แล้วเพิ่มการส่องสว่างโดยพิจารณาความสม่ำเสมอของแสงที่ผนังและฝ้าเพดาน ทั้งหมด 8 รูปแบบ จากนั้นทำแบบสอบถามการรับรู้ถึงความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 190 คน ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจน้อยกว่ารูปแบบอื่น ส่วนการให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดานเพียงอย่างเดียวหรือการให้แสงสว่างที่ผนังกับฝ้าเพดานพร้อมกัน ไม่ว่าจะเป็นแสงสม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอก็ตาม ต่างส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจมากกว่ารูปแบบการให้แสงสว่างที่ผนังเพียงอย่างเดียว โดยมีข้อสังเกตว่า รูปแบบการให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังกับแสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจในทุกคำถามน้อยกว่ารูปแบบการให้แสงที่ผนังกับฝ้าเพดานพร้อมกันในกรณีอื่น ซึ่งมีสาเหตุมาจากความเปรียบต่างที่เกิดจากผนังที่สว่างมากกว่าฝ้าเพดาน ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจน้อยลง ดังนั้นในการออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้าที่มีรูปแบบสถาปัตยกรรมใกล้เคียงกับกรณีศึกษา จึงควรพิจารณาความสม่ำเสมอของแสงประกอบด้วย

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5673558925 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORDS: PLATFORM / LIGHTING UNIFORMITY / LIGHTING SURFACE / SAFETY / SATISFACTION

SUPASIT KEERATITAWORN: LIGHTING DESIGN APPROACHES FOR SKYTRAIN PLATFORMA CASE STUDY OF AIRPORT RAIL LINK, LADKRABANG STATION. ADVISOR: ASSOC. PROF. PHANCHALATH SURIYOTHIN, 118 pp.

This research aimed to study the effect of lighting uniformity on the wall and ceiling surfaces in the sky train station on passengers' satisfaction. The empirical research was used by interviewing and surveying the existing metro train stations in Bangkok. The semantic differential scale was used to measure the passengers' satisfaction from five actual photos of the selected platforms. The five senses of perception; brightness, uniformity, glare, safety and satisfaction were asked. The result showed that Airport rail link, Ladkrabang station had the lowest values of satisfaction. This station was then selected to be the case study. The illuminance and uniformity on the floor of the platform was set to the commended values and this lighting pattern on the floor was defined as the base case. Then, eight more different lighting design patterns were proposed employing computer simulation. A sample of 190 people was asked to investigate their satisfaction via questionnaires. The result analyzed by using statistical method showed that wall lighting uniformity affected on the sense of safety and satisfaction less than other patterns. Ceiling lighting alone or wall and ceiling lighting together affected on the senses of safety and satisfaction more than wall lighting even it was uniform or non-uniform. However, uniform wall lighting and non-uniform ceiling lighting together had lower values of satisfaction than other wall and ceiling lighting patterns. This was because brightness contrast occurred by wall that brighter than ceiling. It decreased the sense of safety and satisfaction. In conclusion, this result can be applied on lighting design approaches of similar platform or architectural space. Moreover, the uniformity of lighting surfaces particularly walls and ceilings should be considered.

Department: Architecture Student's Signature .....
Field of Study: Architecture Advisor's Signature .....
Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่สั่งสอนให้ความรู้ และคอยชี้แนะตลอดหลักสูตรการศึกษา เพื่อเพิ่มพูนความรู้สำหรับการทำวิจัยและการนำเสนอผลงานวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำและช่วยเหลือจากบุคคลต่างๆมากมาย โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.พรรณชลัท สุริโยธิน ที่มอบความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณผศ.ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร และผศ.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ สำหรับความรู้และคำแนะนำสำหรับการศึกษาตลอดหลักสูตร

ขอขอบคุณนายช่างเอกสิทธิ์ กฤษณะสมิต สถาปนิกโครงการสถานีรถไฟฟ้าที่ให้ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า และพี่ๆและเพื่อน บริษัทอิตาเลียนไทย ดีเวล๊อปเมนต์ จำกัด (มหาชน) ที่คอยให้ความช่วยเหลือรวมทั้งร่วมทำแบบสอบถาม

ขอขอบคุณภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมถึงเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่คอยแนะนำทุกขั้นตอนสำหรับตลอดการศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยเหลือในการร่วมทำแบบสอบถาม

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่น้อง IDEA ที่ร่วมเรียนและคอยช่วยเหลือกันมาโดยตลอด รวมทั้งผู้ร่วมทำแบบสอบถามทุกคนที่ช่วยให้งานวิจัยนี้ลุล่วงผ่านมา

สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวและญาติพี่น้องที่ได้ให้ความสนับสนุนการศึกษาครั้งนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฑ

สารบัญแผนภูมิ ..... ต

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.5 ระเบียบวิธีการศึกษา 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 การศึกษาเกี่ยวกับอาคารสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร 6

2.2 การศึกษาทฤษฎีของแสง และเทคนิคการออกแบบแสงสว่าง 8

2.2.1 แสงสว่างที่มีคุณภาพ 9

2.2.2 ความสม่ำเสมอของแสง 10

2.2.3 แหล่งกำเนิดแสง 11

2.2.4 วิธีการส่องสว่าง 14

2.2.5 การแบ่งส่วนโพรงห้อง 18

2.2.6 อิทธิพลของความสว่างต่อพื้นที่ส่องสว่าง 19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.2.7 ความสามารถในการปรับสายตา 19
2.3 มาตรฐานการออกแบบแสงสว่างสำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้า 20
2.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 25
2.5 การศึกษาอาคารตัวอย่างจากต่างประเทศ 31
2.6 การศึกษาโปรแกรมในการออกแบบแสงสว่าง 32
2.7 สรุปการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 35
3.1 สัมภาษณ์จากผู้ออกแบบ 35
3.2 สำรวจสถานที่จริง 36
3.2.1 องค์ประกอบภายนอก 36
3.2.2 องค์ประกอบด้านสถาปัตยกรรม 37
3.2.3 รูปแบบการให้แสงสว่าง 38
3.3 ทำแบบสอบถามขั้นต้น 40
3.4 วิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติขั้นต้น 43
3.5 กำหนดแนวทางการวิจัย ขั้นสอง 50
3.6 วิเคราะห์และประมวลผลรูปแบบแสงสว่างที่ได้ค่าตามมาตรฐาน 54
3.7 ทำการจำลองภาพเสมือนจริง 58
3.7.1 การออกแบบและคำนวณแสงสว่างในระนาบตั้งบริเวณผนังชานชาลา 58
3.7.2 การออกแบบและคำนวณแสงสว่างในระนาบนอนบริเวณฝ้าเพดานชานชาลา 61
3.7.3 การออกแบบรูปแบบแสงสว่างสำหรับทำแบบสอบถามขั้นสอง 63
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 67
4.1 ประมวลผลค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง 68
4.2 ประมวลผลข้อมูลตามหัวข้อคำถามที่ศึกษา 79

หน้า

4.2.1 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง 79
4.2.2 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง 80
4.2.3 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความจ้าของแสง 81
4.2.4 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความรู้สึกปลอดภัย 82
4.2.5 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี 83
4.3 ประมวลผลข้อมูลตามรูปแบบการให้แสงสว่าง 84
4.3.1 รูปแบบการให้แสงสว่างที่ผนัง 84
4.3.2 รูปแบบการให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดาน 86
4.3.3 รูปแบบการให้แสงสว่างที่ผนังและฝ้าเพดาน 88
4.4 ข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่าง 90
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 91
5.1 รูปแบบการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า 91
5.1.1 รูปแบบเพื่อเน้นการใช้งาน 91
5.1.2 รูปแบบเพื่อเน้นความสวยงามและสร้างบรรยากาศ 93
5.2 การรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง 95
5.2.1 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง 95
5.2.2 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง 95
5.2.3 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความจ้าของแสง 95
5.2.4 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความรู้สึกปลอดภัย 95
5.2.5 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี 96
5.3 อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องผนัง 96
5.4 อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องฝ้าเพดาน 97
5.5 อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องผนังกับฝ้าเพดานพร้อมกัน 98

หน้า

5.6 ข้อเสนอแนะในการออกแบบ 100
5.7 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อยอด 101
ภาคผนวก 102
ภาคผนวก ก 103
ภาคผนวก ข 106
ภาคผนวก ค 109
รายการอ้างอิง 114
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 118

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ตารางประมาณจำนวนผู้โดยสารที่ใช้ระบบขนส่งสาธารณะอีก 30 ปีข้างหน้า..... 2
ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างของพื้นที่ใช้สอยในสถานีรถไฟฟ้า (1/2)..... 21
ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างของพื้นที่ใช้สอยในสถานีรถไฟฟ้า (2/2)..... 22
ตารางที่ 4 ตารางประเภทของสถานีรถไฟฟ้าแบ่งตามขนาดและความสำคัญของสถานี 23
ตารางที่ 5 ตารางชนิดหลอดไฟสำหรับไฟสาดอาคารแบ่งตามลักษณะวัสดุผนังภายนอกอาคาร..... 24
ตารางที่ 6 แสดงลักษณะการให้แสงสว่างของชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าการณีศึกษาต่างประเทศ..... 32
ตารางที่ 7 สรุปความเกี่ยวเนื่องการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย (1/2) 33
ตารางที่ 8 สรุปความเกี่ยวเนื่องการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย (2/2) 34
ตารางที่ 9 แบบสอบถาม Semantic differential scale 7 ระดับ 43
ตารางที่ 10 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามขั้นต้น แยกตามเพศ..... 43
ตารางที่ 11 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามขั้นต้น แยกตามอายุ..... 44
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีลาดกระบัง 44
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีหัวหมาก..... 45
ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีพญาไท..... 46
ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีสะพานตากสิน..... 47
ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีบางซื่อ..... 48
ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจที่มีต่อสถานีรถไฟฟ้าทุกสถานี..... 49
ตารางที่ 18 แสดงตัวแปรที่ทำการศึกษาในงานวิจัย..... 50
ตารางที่ 19 แบบสอบถาม Semantic differential scale 5 ระดับ 52
ตารางที่ 20 ตารางรูปแบบการให้แสงสว่างที่ทำการจำลองเสมือนจริง..... 54
ตารางที่ 21 แสดงค่าแสงสว่างตามมาตรฐานสำหรับการจำลองเสมือนจริง..... 55
ตารางที่ 22 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสม่ำเสมอที่พื้นชานชาลาสถานี..... 56
ตารางที่ 23 แสดงค่าระดับความส่องสว่างในระนาบตั้งที่ขอบชานชาลาสถานี 57

ตารางที่ 24 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสว่างไม่สม่ำเสมอที่ผนังชานชาลาสถานี 59
ตารางที่ 25 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสว่างสม่ำเสมอที่ผนังชานชาลาสถานี 60
ตารางที่ 26 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสว่างไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานชานชาลาสถานี 62
ตารางที่ 27 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสว่างสม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานชานชาลาสถานี 62
ตารางที่ 28 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม แยกตามเพศ 67
ตารางที่ 29 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม แยกตามอายุ 68
ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว 69
ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 2 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง 70
ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 3 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง 71
ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 4 ให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน 72
ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 5 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน 73
ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 6 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน 74
ตารางที่ 36 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 7 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน 75
ตารางที่ 37 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 8 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน 76
ตารางที่ 38 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 9 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน 77
ตารางที่ 39 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง 78
ตารางที่ 40 สรุปอันดับแรกและอันดับท้ายของค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง 84
ตารางที่ 41 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้แสงที่ผนังกับการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง 86
ตารางที่ 42 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้แสงที่ฝ้าเพดานกับการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง 87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 43 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนพหุคูณ การรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง : กรณี รูปแบบการให้แสงสว่าง 3 วิธี : พื้น ผนังและฝ้าเพดาน..... 89

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งระบบขนส่งทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง 1
ภาพที่ 2 รถไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา 6
ภาพที่ 3 รถไฟฟ้ามหานคร 7
ภาพที่ 4 รถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 8
ภาพที่ 5 แสดงรูปแบบการกระจายแสงลงสู่พื้นของหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง 11
ภาพที่ 6 หลอดฟลูออเรสเซนต์ 12
ภาพที่ 7 หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ 12
ภาพที่ 8 หลอดเมทัลฮาไลด์ 13
ภาพที่ 9 หลอดไดโอดเปล่งแสง 14
ภาพที่ 10 ความแตกต่างของภาพที่เกิดขึ้นจากการส่องสว่างทิศทางต่างกัน 15
ภาพที่ 11 Flood lighting 16
ภาพที่ 12 Spotlighting 16
ภาพที่ 13 Wall washing 16
ภาพที่ 14 Down lighting 17
ภาพที่ 15 Up lighting 17
ภาพที่ 16 การแบ่งสัดส่วนโพรงห้อง 18
ภาพที่ 17 ผลของความส่องสว่างต่อขนาดห้องที่มองเห็น 19
ภาพที่ 18 แสดงปริมาณความเข้มแสงที่มีผลต่อระยะเวลาในการปรับสายตาในที่มืด 20
ภาพที่ 19 กรอบแนวความคิดในการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า 26
ภาพที่ 20 รูปแบบการทดลองแสงสว่างที่ทางเดิน 27
ภาพที่ 21 รูปแบบแสงสว่างที่ปรากฏที่พื้น : การทดลองแรก 27
ภาพที่ 22 รูปแบบการทดลองแสงสว่างเป็นช่วงๆที่ทางเดิน 28
ภาพที่ 23 รูปแบบแสงสว่างที่ปรากฏที่พื้น : การทดลองสอง 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 24 ผลการทดลองการรับรู้ความปลอดภัยต่อแสงสว่างที่ทางเดิน 29
ภาพที่ 25 รูปแบบการให้แสงสว่างของสถานีรถไฟฟ้าในประเทศฮ่องกง 29
ภาพที่ 26 ผลการทดลองการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการจัดวางแสงสว่างบริเวณทางเดิน สถานีรถไฟฟ้า 30
ภาพที่ 27 ภาพจำลองการหนีไฟของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน กรณี Centre platform 31
ภาพที่ 28 หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม DIALux 33
ภาพที่ 29 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร 36
ภาพที่ 30 สภาพอาคารข้างเคียง ซ้าย : สถานีรถไฟฟ้า BTS, ขวา : สถานีรถไฟฟ้า MRT 37
ภาพที่ 31 รูปแบบชานชาลาของสถานีรถไฟฟ้า 37
ภาพที่ 32 ระบบรถไฟฟ้า BTS 38
ภาพที่ 33 รูปแบบการติดตั้งดวงโคมของสถานีรถไฟฟ้า BTS 39
ภาพที่ 34 ระบบรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT 39
ภาพที่ 35 รูปแบบการติดตั้งดวงโคมของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT 39
ภาพที่ 36 ระบบรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ 40
ภาพที่ 37 รูปแบบการติดตั้งดวงโคมของสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ 40
ภาพที่ 38 ภาพตัวอย่างที่ 1 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ สถานีลาดกระบัง 41
ภาพที่ 39 ภาพตัวอย่างที่ 2 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ สถานีหัวหมาก 41
ภาพที่ 40 ภาพตัวอย่างที่ 3 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีพญาไท 41
ภาพที่ 41 ภาพตัวอย่างที่ 4 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีสะพานตากสิน 42
ภาพที่ 42 ภาพตัวอย่างที่ 5 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT สถานีบางซื่อ 42
ภาพที่ 43 ภาพตัวอย่างที่ 1 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า Airport rail link สถานีลาดกระบัง 44
ภาพที่ 44 ภาพตัวอย่างที่ 2 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า Airport rail link สถานีหัวหมาก 45
ภาพที่ 45 ภาพตัวอย่างที่ 3 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีพญาไท 46
ภาพที่ 46 ภาพตัวอย่างที่ 4 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีสะพานตากสิน 47

ภาพที่ 47 ภาพตัวอย่างที่ 5 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT สถานีบางซื่อ 48
ภาพที่ 48 รูปแบบสถานีที่ทำการจำลองเสมือนจริง 51
ภาพที่ 49 พื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่าง : พื้นชานชาลา 55
ภาพที่ 50 ดวงโคม Quintessence Downlight และเส้นการกระจายความเข้มการส่องสว่าง 55
ภาพที่ 51 การคำนวณแสงสว่างที่ส่องพื้นชานชาลา 56
ภาพที่ 52 พื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่างในระนาบตั้ง : ขอบชานชาลา 57
ภาพที่ 53 ภาพรูปแบบจำลองสถานการณ์ปกติ 58
ภาพที่ 54 พื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่างในระนาบตั้ง : ผนังชานชาลา 59
ภาพที่ 55 ดวงโคม Tesis In-ground luminaire และเส้นการกระจายความเข้มการส่องสว่าง 59
ภาพที่ 56 การคำนวณแสงสว่างที่ไม่สม่ำเสมอส่องผนังชานชาลา 60
ภาพที่ 57 การคำนวณแสงสว่างที่สม่ำเสมอส่องผนังชานชาลา 60
ภาพที่ 58 พื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่างในระนาบนอน : ฝ้าเพดานชานชาลา 61
ภาพที่ 59 ดวงโคม Hi-trac Luminaire 1xT16 และเส้นการกระจายความเข้มการส่องสว่าง 61
ภาพที่ 60 การคำนวณแสงสว่างที่ไม่สม่ำเสมอส่องฝ้าเพดานชานชาลา 62
ภาพที่ 61 การคำนวณแสงสว่างที่สม่ำเสมอส่องฝ้าเพดานชานชาลา 63
ภาพที่ 62 รูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว 63
ภาพที่ 63 รูปแบบที่ 2 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง 64
ภาพที่ 64 รูปแบบที่ 3 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง 64
ภาพที่ 65 รูปแบบที่ 4 ให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน 64
ภาพที่ 66 รูปแบบที่ 5 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน 65
ภาพที่ 67 รูปแบบที่ 6 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน 65
ภาพที่ 68 รูปแบบที่ 7 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน 65
ภาพที่ 69 รูปแบบที่ 8 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน 66
ภาพที่ 70 รูปแบบที่ 9 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน 66

ภาพที่ 71 รูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว 69
ภาพที่ 72 รูปแบบที่ 2 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง 70
ภาพที่ 73 รูปแบบที่ 3 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง 71
ภาพที่ 74 รูปแบบที่ 4 ให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน 72
ภาพที่ 75 รูปแบบที่ 5 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน 73
ภาพที่ 76 รูปแบบที่ 6 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน 74
ภาพที่ 77 รูปแบบที่ 7 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน 75
ภาพที่ 78 รูปแบบที่ 8 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน 76
ภาพที่ 79 รูปแบบที่ 9 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน 77
ภาพที่ 80 ภาพรูปแบบให้แสงสว่างที่พื้น เพื่อเน้นการใช้งาน 92
ภาพที่ 81 ภาพแสดงความเปรียบต่างระหว่างผนังมีแสงสว่างและฝ้าเพดานไม่มีแสงสว่าง 97
ภาพที่ 82 ภาพแสดงความเปรียบต่างระหว่างผนังไม่มีแสงสว่างและฝ้าเพดานมีแสงสว่าง 98
ภาพที่ 83 ภาพแสดงความเปรียบต่างระหว่างผนังมีแสงสว่างและฝ้าเพดานมีแสงสว่าง 99
ภาพที่ 84 ภาพแสดงความเปรียบต่างระหว่างผนังมีแสงสว่างและฝ้าเพดานมีแสงสว่าง 100
ภาพที่ 85 ภาพเสนอแนะแนวทางการนำวิจัยไปใช้งาน 101

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 1 แผนผังแสดงกระบวนการดำเนินการวิจัย 5
แผนภูมิที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจของแต่ละสถานี 49
แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง 78
แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความสว่าง 79
แผนภูมิที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความสม่ำเสมอของแสง 80
แผนภูมิที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความจ้าของแสง 81
แผนภูมิที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความรู้สึกปลอดภัย 82
แผนภูมิที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความพึงพอใจภาพรวมสถานี 83
แผนภูมิที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ระหว่างผนังที่มีแสงสม่ำเสมอกับไม่สม่ำเสมอ ... 85
แผนภูมิที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ระหว่างเพดานที่มีแสงสม่ำเสมอกับไม่สม่ำเสมอ 87
แผนภูมิที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ของรูปแบบการให้แสงสว่างที่ผนังและเพดาน 88
แผนภูมิที่ 12 รูปแบบการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันการคมนาคมขนส่งถือเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เศรษฐกิจของประเทศเคลื่อนไหว ยิ่งโดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากเป็นเมืองที่มีปัจจัยเอื้ออำนวยต่อการให้บริการด้วยระบบขนส่งมวลชนมากที่สุด ในปี พ.ศ. 2541 คณะรัฐมนตรีได้มอบหมายให้สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำแผนแม่บทการขนส่งมวลชนระบบรางในเขตกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง (Urban Rail Transportation Master Plan in Bangkok and Surrounding Areas : URMAP) โดยแผนแม่บทฯนี้ได้มีการวางโครงค่ายรถไฟฟ้าในเมืองให้มีพื้นที่บริการครอบคลุมเขตกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง ทำให้ในอนาคตคาดว่าจะมีโครงการสถานีรถไฟฟ้าเกิดขึ้นอีกมากมาย (เกริกฤทธิ์ ศรีรุ่งวิกรัย, 2554) ตามภาพที่ 1 โครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง เริ่มเปิดให้บริการเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2542 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีรถไฟฟ้าที่เปิดให้บริการแล้วทั้งหมด 3 ระบบ ได้แก่ ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (รถไฟฟ้า BTS) ซึ่งเป็นรถไฟฟ้าลอยฟ้าสายแรกของประเทศไทย ที่ดำเนินการโดยบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ระบบรถไฟฟ้ามหานคร (Metropolitan Rapid Transit, MRT) ซึ่งเป็นระบบขนส่งมวลชนใต้ดิน ดำเนินการโดย บริษัทรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ซึ่งได้รับสัมปทานจากการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) และระบบรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Airport Rail Link) เป็นระบบขนส่งมวลชนเพื่อเชื่อมโยงท่าอากาศยานนานาชาติกับศูนย์กลางของเมืองโดยตรง ซึ่งดำเนินการโดยการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.)

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งระบบขนส่งทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง

ที่มา : แผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล, สนข., 2553

ระบบขนส่งมวลชนในประเทศไทยกำลังเข้าสู่การเปลี่ยนกระบวนทัศน์ที่สำคัญเข้าสู่การให้ความสำคัญกับระบบขนส่งมวลชนทางรางหรือรถไฟฟ้าในสถานะการเป็นเส้นทางสายหลักของเมือง และลดบทบาทของระบบขนส่งมวลชนทางถนนให้เป็นระบบสนับสนุน โดยคาดหวังว่าจะสามารถแก้ไขปัญหาการจราจรในเมืองขนาดใหญ่และลดการพึ่งพาพลังงานฟอสซิล เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนในที่สุด (พนิต ภู่จินดา, 2556) สำหรับแนวโน้มของการใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะ สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ได้ประมาณการไว้ ตามตารางที่ 1 ทำให้คาดว่าในอนาคตอีกประมาณ 30 ปีข้างหน้า การใช้บริการระบบขนส่งรถไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบขนส่งสาธารณะประเภทอื่น

ตารางที่ 1 ตารางประมาณจำนวนผู้โดยสารที่ใช้ระบบขนส่งสาธารณะอีก 30 ปีข้างหน้า
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

ปี	2552	2553	2554	2560	2565	2570	2575	2580
ระบบรถไฟฟ้า (คน)	414	636	683	2,798	5,611	7,065	10,309	10,898
รถโดยสารประจำทาง (คน)	7,165	10,407	10,451	10,902	11,167	11,975	12,520	12,857
เรือโดยสาร (คน)	161	280	298	300	318	383	487	526
อื่นๆ (คน)	259	292	315	598	750	876	991	892
รวม (คน)	7,999	11,615	11,747	14,598	17,846	20,299	24,307	25,173

หมายเหตุ : จุดต้นทางถึงปลายทางคิดเป็น 1 เที่ยวการเดินทาง (รวมการเดินทางเชื่อมต่อ)

จากข้อมูลข้างต้นที่คาดว่าการใช้บริการระบบขนส่งมวลชนรถไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างมากนั้น สถานีรถไฟฟ้าซึ่งเป็นอาคารที่ใช้เป็นจุดจอดและเปลี่ยนขบวนสำหรับการเดินรถไฟฟ้าก็ต้องเพิ่มขึ้นตาม เพื่อรองรับการใช้งานของผู้โดยสาร สำหรับระบบขนส่งประเภทรางแล้วการให้บริการผู้โดยสารถือเป็นเรื่องสำคัญ นอกจากการขนส่งผู้โดยสารให้ถึงที่หมายอย่างรวดเร็วและปลอดภัยแล้ว ยังต้องให้ผู้โดยสารรู้สึกพึงพอใจมากที่สุดด้วย กล่าวคือ การที่จะทำให้ผู้โดยสารรู้สึกพึงพอใจมากที่สุดต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายประการ เช่น ความสะดวกในการเข้าถึงสถานี ความสะอาด การรับรู้ของผู้โดยสาร ความปลอดภัย ความสว่าง การควบคุมอุณหภูมิ การบริการประชาสัมพันธ์ และความสวยงามของสถานี (Cascetta & Carteni, 2014) จากการที่ผู้วิจัยได้สำรวจสภาพจริงของสถานีรถไฟฟ้าทุกสถานีของทั้ง 3 ระบบขนส่งรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร ทำให้พบว่าภายในสถานีรถไฟฟ้าบางแห่ง บริเวณชานชาลา (Platform) ซึ่งเป็นจุดพักคอยของผู้โดยสาร ในเวลากลางคืนมีสภาพแสงที่ค่อนข้างมืดและไม่สม่ำเสมอ ซึ่งสำหรับพื้นที่สาธารณะหรือทางเดิน ความสว่างถือเป็นสิ่งสำคัญที่มาคู่กับความปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้โดยสาร สำหรับการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า ผู้ออกแบบ

ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย โอกาสเกิดอาชญากรรม การช่วยเหลือเมื่อเกิดอุบัติเหตุได้อย่างครอบคลุมทั่วพื้นที่สถานีและทางหนีภัยด้วย (Haans & de Kort, 2012)

การออกแบบแสงสว่างที่มีคุณภาพต้องคำนึงถึงระดับความสว่าง ความเปรียบต่าง การกระจายแสงสว่าง และดัชนีความถูกต้องของสี ที่เหมาะสมต่อพื้นที่การใช้งานและกิจกรรมนั้นๆ ไม่เพียงแค่นั้นยังต้องคำนึงถึงบรรยากาศและอารมณ์ของที่ว่าง (Philips, 2008) การออกแบบต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการให้แสงสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินเพื่อความปลอดภัยและป้องกันอาชญากรรม ต้องคำนึงถึงระดับความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง สีของแสงสว่าง ดัชนีความถูกต้องของสี มลภาวะทางแสง และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (ACPO secured by design, 2011) และต้องไม่ส่งผลให้ผู้ใช้เกิดภาวะไม่สบายตา (Visual discomfort) (Boyce, 2003) สำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟ พื้นที่สำหรับซื้อขายตั๋วโดยสารและชานชาลาถือเป็นพื้นที่ที่มีความวุ่นวายของผู้โดยสารที่สัญจรผ่านไปมา แสงสว่างที่ดีจะสามารถช่วยให้รู้สึกปลอดภัยและช่วยให้การเคลื่อนที่ของผู้โดยสารมีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น แสงสว่างจำเป็นต้องทำให้ผู้โดยสารมองเห็นพื้นที่โดยรอบอย่างชัดเจน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ (CIBSE, 2009)

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาด้านแสงสว่างที่เกิดขึ้นกับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้า ซึ่งอาจเกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้โดยสาร ปัญหาอาชญากรรม เป็นต้น จากความสำคัญข้างต้นจึงเป็นที่มาของการศึกษารูปแบบการออกแบบแสงสว่างบริเวณชานชาลาของสถานีรถไฟฟ้าที่ส่งผลต่อความรู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้โดยสาร โดยได้เลือกพิจารณาปัจจัยด้านความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องภายในสถานีรถไฟฟ้า ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบสถานีรถไฟฟ้าต่อไปในอนาคต

Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลในการออกแบบแสงสว่างสำหรับอาคารสถานีรถไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงสว่างภายในบริเวณชานชาลาที่มีผลต่อความรู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้โดยสาร

1.2.3 เพื่อเสนอแนะแนวทางการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงแนวทางการออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้า โดยการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสำรวจสถานที่จริง การจำลองเสมือนจริง และทำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ เพื่อวิเคราะห์ถึงปัญหาทางด้านความสม่ำเสมอของแสงและระดับความสว่าง ซึ่งเป็นปัจจัยที่

มีอิทธิพลต่อความสว่าง โดยศึกษาเฉพาะบริเวณชานชาลาของสถานีในช่วงเวลากลางคืนที่ไม่มีแสงธรรมชาติเท่านั้น

สำหรับการวิจัยนี้มีข้อจำกัดของการวิจัยคือ การทำแบบสอบถามด้วยภาพที่ได้จากการจำลองเสมือนจริง อาจไม่ทำให้กลุ่มตัวอย่างรับรู้ถึงแสงสว่างและพื้นที่ชานชาลาได้ไม่ดีเท่าการจำลองสถานที่จริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบแสงสว่างภายในสถานีรถไฟฟ้าที่ส่งผลกระทบทางด้านความพึงพอใจของผู้โดยสาร

1.4.2 เพื่อสามารถสรุปผลและนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบแสงสว่างภายในบริเวณชานชาลาของสถานีรถไฟฟ้า หรือสามารถกำหนดลงในเอกสารกำหนดรายละเอียดการก่อสร้าง (TOR : Terms of reference) สำหรับการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าต่อไปในอนาคต

1.5 ระเบียบวิธีการศึกษา

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเรื่องแสงสว่างและระบบขนส่งประเภทราง ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางและรูปแบบการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

1 สัมภาษณ์จากผู้ออกแบบสถานีรถไฟฟ้า เพื่อทราบตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณา

2 สำรวจสถานที่จริง เพื่อทราบถึงรูปแบบอาคาร การติดตั้งดวงโคม

3 ทำแบบสอบถามขั้นต้น เพื่อทราบถึงความพึงพอใจของผู้คนที่มีต่อแสงสว่างภายในสถานีรถไฟฟ้า

4 วิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติ

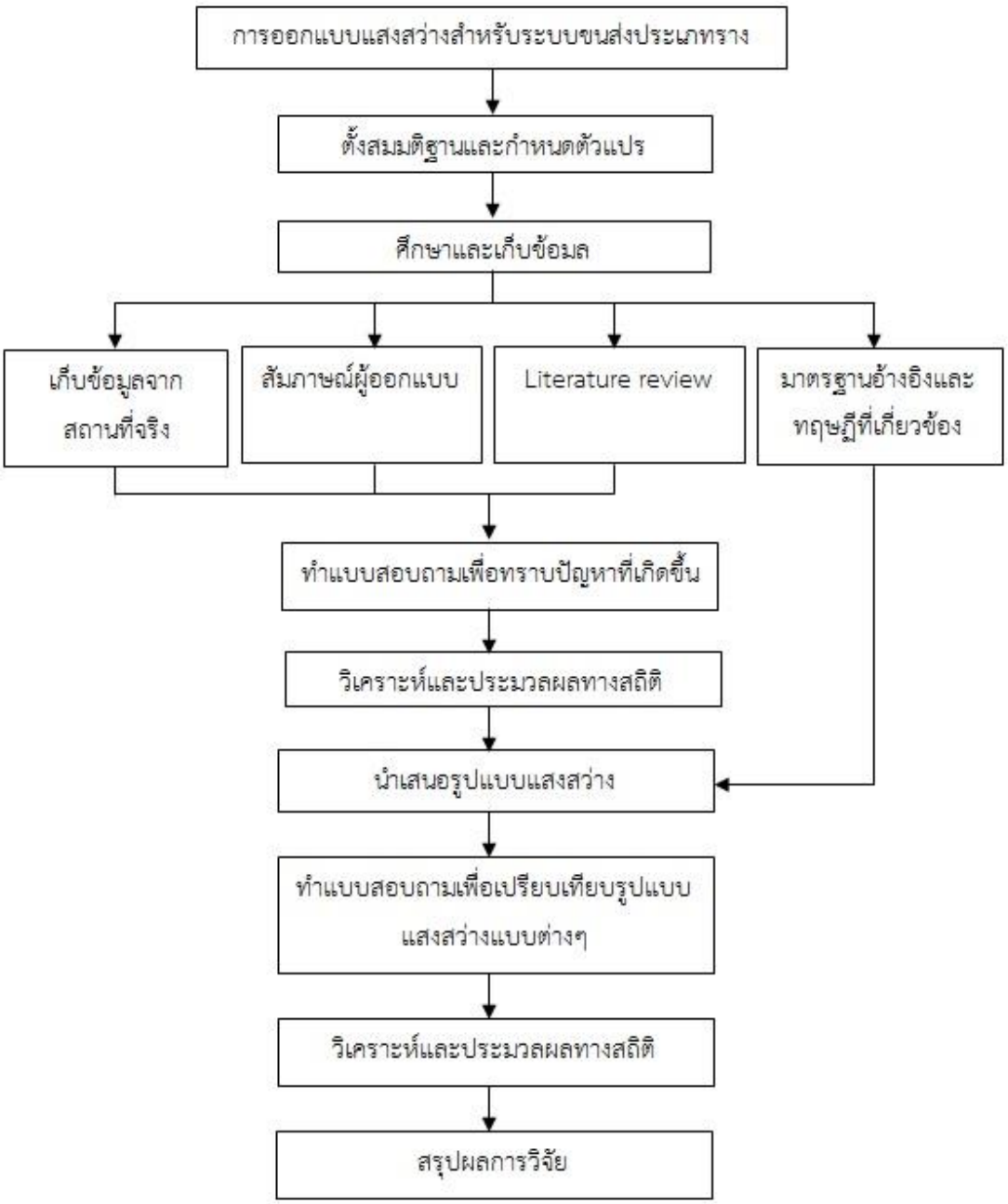
5 กำหนดแนวทางการวิจัย ขั้นสอง

6 วิเคราะห์และประมวลผลรูปแบบแสงสว่างที่ได้ค่าตามมาตรฐาน

7 ทำแบบสอบถามด้านความพึงพอใจ เพื่อทราบถึงความพึงพอใจของผู้คนที่มีต่อแนวทางการออกแบบที่เสนอใหม่

8 วิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติ

CHULALONGKORN UNIVERSITY



แผนภูมิที่ 1 แผนผังแสดงกระบวนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องแนวทางการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งสามารถแบ่งเป็นหัวข้อหลักๆ ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษาเกี่ยวกับอาคารสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร

ส่วนที่ 2 การศึกษาทฤษฎีของแสง และเทคนิคการออกแบบแสงสว่าง

ส่วนที่ 3 การศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานการออกแบบแสงสว่างสำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้า

ส่วนที่ 4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 5 การศึกษาอาคารตัวอย่างจากต่างประเทศ

ส่วนที่ 6 การศึกษาโปรแกรมในการออกแบบแสงสว่าง

2.1 การศึกษาเกี่ยวกับอาคารสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร

ระบบขนส่งรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เริ่มเปิดให้บริการเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2542 โดยในปัจจุบันมีรถไฟฟ้าที่เปิดให้บริการแล้วมีทั้งหมด 3 ระบบ ได้แก่ ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (รถไฟฟ้า BTS), ระบบรถไฟฟ้ามหานคร (Metropolitan Rapid Transit, MRT) และระบบรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Airport rail link) (พนิต ภู่จินดา, 2556)

ภาพที่ 2 รถไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา

ที่มา : นายช่างเอกสิทธิ์ กฤษณะสมิต

ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (รถไฟฟ้า BTS) เป็นระบบรถไฟฟ้าลอยฟ้าสายแรกของประเทศไทยที่ดำเนินการโดยบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นโครงการที่ลงทุนโดยเอกชนทั้งหมด เปิดให้บริการครั้งแรกเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2542 ใน 2 เส้นทาง คือ

สายสุขุมวิท ระยะทาง 17 กิโลเมตร ได้รับชื่อพระราชทานว่า “รถไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา สายที่ 1” และเมื่อวันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2554 ได้เปิดให้บริการส่วนต่อขยายสายสุขุมวิทอย่างเป็นทางการ ระยะทาง 5.25 กิโลเมตร จากสถานีอ่อนนุชถึงสถานีแบริ่ง และสายสีลม ระยะทาง 6.5 กิโลเมตร ซึ่งได้รับชื่อพระราชทานว่า “รถไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา สาย 2” และเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2552 ได้เปิดให้บริการส่วนต่อขยายสายสีลมอย่างเป็นทางการ ระยะทาง 2.2 กิโลเมตร จากสถานีสะพานตากสินถึงสถานีวงเวียนใหญ่ ซึ่งทำให้ในปัจจุบันมีระยะทางในการให้บริการรวมระยะทาง 30.95 กิโลเมตร รวม 30 สถานี

ภาพที่ 3 รถไฟฟ้ามหานคร

ที่มา : การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.)

ระบบรถไฟฟ้ามหานคร (Metropolitan Rapid Transit, MRT) เป็นระบบขนส่งมวลชนใต้ดินแห่งแรกของประเทศไทย ดำเนินการโดย บริษัทรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ซึ่งได้รับสัมปทานจากการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) เริ่มก่อสร้างใน พ.ศ. 2542 และได้เปิดใช้งานอย่างเป็นทางการใน พ.ศ. 2547 ปัจจุบันเปิดให้บริการ 18 สถานี จากสถานีหัวลำโพงถึงสถานีบางซื่อ ระยะทางรวม 21 กิโลเมตร สามารถเชื่อมต่อกับสถานีรถไฟฟ้า BTS ได้ 3 จุด ที่สถานีสีลม เชื่อมต่อสถานีศาลาแดง, สถานีสุขุมวิท เชื่อมต่อสถานีอโศก, สถานีจตุจักร เชื่อมต่อสถานีหมอชิต และเชื่อมต่อกับระบบรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ที่สถานีเพชรบุรีเชื่อมต่อสถานีมักกะสัน ปัจจุบันได้มีการก่อสร้างส่วนต่อขยายทั้งเส้นทางใต้ดินและยกระดับ จากปลายทางด้านทิศเหนือ (สถานีบางซื่อ) ไปยังถนนจรัญสนิทวงศ์และแยกท่าพระ และจากปลายทางด้านทิศใต้ (สถานีหัวลำโพง) ไปยังท่าพระและบางแค ซึ่งทั้งสองเส้นทางจะเชื่อมต่อกันที่สถานีท่าพระ บรรจบกันเป็นเส้นทางรถไฟฟ้าวงแหวนในอนาคต

ภาพที่ 4 รถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ระบบรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Airport Rail Link) เป็นระบบขนส่งมวลชนเพื่อเชื่อมโยงท่าอากาศยานนานาชาติกับศูนย์กลางของเมืองโดยตรง ซึ่งดำเนินการโดยการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) อำนวยความสะดวกให้กับผู้โดยสาร นักท่องเที่ยว และพนักงานที่ทำงานกับท่าอากาศยาน โดยให้บริการด้วยความเร็วสูงสุด 160 กิโลเมตรต่อชั่วโมง วิ่งบนทางยกระดับเลียบทางรถไฟสายตะวันออก ระยะทางประมาณ 28 กิโลเมตร ผ่าน 8 สถานี โดยมีการให้บริการ 2 ระบบ ได้แก่ รถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (SA Express Line) จอดเพียง 2 สถานีที่จุดต้นสายและปลายสาย และรถไฟฟ้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (SA City Line) ที่จอดทั้ง 8 สถานี

2.2 การศึกษาทฤษฎีของแสง และเทคนิคการออกแบบแสงสว่าง

การใช้พลังงานแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ต้องให้มีระดับการส่องสว่างที่เพียงพอเหมาะสมต่อการใช้งาน และให้ได้คุณภาพแสงสว่างที่ดี ซึ่งคุณภาพแสงสว่างที่ดีประกอบไปด้วย การมีระดับความส่องสว่างที่เพียงพอ การมีความสม่ำเสมอของแสงสว่าง การมีสีของแสงที่ให้ความถูกต้องของสีในการมองเห็น การควบคุมแสงบาดตา และการควบคุมทิศทางของแสง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2547)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2547) ได้ระบุในคู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน ถึงหลักการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับสถาปัตยกรรมว่ามีจุดมุ่งหมายหลักอยู่ 3 ประการ คือ

1. เพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น แสงสว่างที่โต๊ะทำงาน แสงสว่างสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น
2. เพื่อความปลอดภัย เช่น แสงสว่างที่ถนน แสงสว่างที่ลานจอดรถ เป็นต้น
3. เพื่อความสวยงามและสร้างบรรยากาศที่เหมาะสม เช่น แสงสว่างส่องประดับอาคาร แสงสว่างที่ร้านอาหาร เป็นต้น

การออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้ามีจุดมุ่งหมายตามที่กล่าวข้างต้น โดยมุ่งเน้นเพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อความปลอดภัย เนื่องด้วยเป็นอาคารที่ต้องรองรับการสัญจรของผู้โดยสารเป็นจำนวนมาก ต้องให้ผู้โดยสารสามารถมองเห็นพื้นที่ทางเดิน สิ่งกีดขวาง และรถไฟฟ้าที่เข้าเทียบชานชาลาได้อย่างชัดเจน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ สำหรับการใช้งานในพื้นที่ต่างๆในสภาวะแสงที่เหมาะสมนอกจากจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วยังทำให้เกิดความพึงพอใจในการใช้งานมากขึ้น เพราะระบบแสงสว่างมีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งาน

2.2.1 แสงสว่างที่มีคุณภาพ

การออกแบบแสงสว่างที่มีคุณภาพ ได้มีการตีความหมายออกหลากหลายทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับ ผู้ใช้งาน กิจกรรม พื้นที่ที่พิจารณา และจุดมุ่งหมาย เป็นต้น จากการศึกษาสิ่งที่ต้องคำนึงในการออกแบบแสงสว่างที่มีคุณภาพที่ดี พบว่า

การออกแบบแสงสว่างต้องตอบสนองกิจกรรมการใช้งานและความแตกต่างของกลุ่มผู้ใช้ ในงานสถาปัตยกรรมหลากหลายประเภทต่างก็มีรายละเอียดและความซับซ้อนต่างกัน เพราะพื้นที่แต่ละประเภทมีขนาดความกว้างยาวสูงของที่ว่าง รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมภายใน ความต้องการทางกายภาพ จิตใจ อารมณ์ ที่แตกต่างกัน ย่อมต้องการระบบแสงสว่างที่แตกต่างกัน ซึ่งแสงสว่างถือเป็นสื่อที่สำคัญในการสรรค์สร้างสถาปัตยกรรม เพราะศักยภาพของแสงมีผลต่อการรับรู้และอารมณ์ของมนุษย์ การออกแบบแสงสว่างที่เน้นเฉพาะการเลือกใช้ดวงโคมหรือหลอดไฟที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน หรือแค่สามารถให้ค่าระดับความสว่างบนระนาบพื้นที่ใช้งานในแนวระนาบนอนตามมาตรฐานทางวิศวกรรม อาจไม่สามารถตอบสนองความต้องการและการสร้างบรรยากาศ (วรรณภา พิมพ์วิริยะกุล, 2549)

สำหรับสำนักงาน แสงสว่างที่มีคุณภาพจะสามารถช่วยเพิ่มความพึงพอใจของลูกจ้าง ประสิทธิภาพการทำงาน ความรู้สึกสบาย และความปลอดภัย สำหรับร้านค้า ห้องแสดงภาพและพื้นที่สาธารณะ แสงสว่างจะช่วยเพิ่มบรรยากาศและช่วยเน้นองค์ประกอบสถาปัตยกรรม และสำหรับบ้านพักอาศัย แสงสว่างจะช่วยให้บ้านมีบรรยากาศดูสบายและน่าต้อนรับแขก ทำให้บ้านดูมีชีวิตชีวา การจะสร้างแสงสว่างที่มีคุณภาพต้องคำนึงถึงระดับความสว่าง ความเปรียบต่าง การกระจายแสงสว่าง และดัชนีความถูกต้องของสี ที่เหมาะสมต่อพื้นที่การใช้งานและกิจกรรมนั้นๆ ไม่เพียงแค่นั้นยังต้องคำนึงถึงบรรยากาศและอารมณ์ของที่ว่าง (Philips, 2008)

แสงสว่างที่มีคุณภาพสำหรับทางเดินเพื่อความปลอดภัยและป้องกันอาชญากรรม ต้องคำนึงถึงระดับความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง สีของแสงสว่าง ดัชนีความถูกต้องของสี มลภาวะทางแสง และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (ACPO secured by design, 2011)

แสงสว่างที่มีคุณภาพต้องไม่ส่งผลให้ผู้ใช้เกิดภาวะไม่สบายตา (Visual discomfort) ซึ่งต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย ประกอบไปด้วย ความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) แสงจ้า (Glare) การสะท้อนบดบัง (Veiling reflection) เงา (Shadows) และการสั่นกระเพื่อมของแสง (Flicker) (Boyce, 2003)

จากที่กล่าวมา การออกแบบแสงสว่างที่มีคุณภาพนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการให้แสงสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งาน สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวทางการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า ซึ่งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้โดยสาร ผู้วิจัยได้เลือกพิจารณาปัจจัยด้านความสม่ำเสมอของแสงสว่าง

2.2.2 ความสม่ำเสมอของแสง

ความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) คือ ลักษณะของแสงที่มีระดับความสว่างใกล้เคียงกัน โดยระดับความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity ratio) จะมีค่าตั้งแต่ 0-1 ซึ่งค่ามากจะหมายถึงการมีระดับความสม่ำเสมอของแสงที่ดี โดยระดับความสม่ำเสมอของแสงสามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$\text{Uniformity ratio} = E_{min} / E_{ave}$$

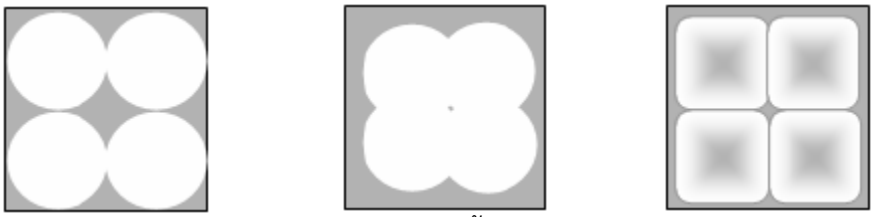
เมื่อ E_{min} คือ ค่าระดับความสว่างต่ำสุด

E_{ave} คือ ค่าระดับความสว่างโดยเฉลี่ย

ความสม่ำเสมอของแสงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การจัดวางตำแหน่งดวงโคม ระยะห่างระหว่างดวงโคม ระยะห่างระหว่างพื้นที่ใช้งานถึงดวงโคม และการกระจายแสงของดวงโคม ความสม่ำเสมอของแสงมีความสำคัญอย่างยิ่งในขณะที่มีการเคลื่อนที่จากจุดที่มีระดับความสว่างต่ำไปหาจุดที่มีระดับความสว่างสูงกว่า หรือพื้นที่ที่มีกิจกรรมการเดินกลับไปมา ความสม่ำเสมอของแสงจะช่วยลดการเกิดภาวะไม่สบายตา แต่ความสม่ำเสมอของแสงที่มากเกินไปซึ่งทำให้ระดับความสว่างสูงขึ้น ก็อาจไม่เหมาะสมต่อการใช้งานได้ เช่นกรณีที่พื้นที่ใช้งานมีการใช้งานกระจัดกระจายทั่วพื้นที่ หรือมีกลุ่มผู้ใช้งานที่หลากลาย เป็นต้น สำหรับการออกแบบที่ต้องการเน้นบรรยากาศ ความไม่สม่ำเสมอของแสง (Non uniformity) จะช่วยให้พื้นที่ว่างดูน่าสนใจมากยิ่งขึ้น (Boyce, 2003)

สำหรับโคมแบบกระจายแสงสว่างเป็นวงกลมเหมาะสำหรับใช้ในพื้นที่ที่ไม่กว้างมาก หรือพื้นที่ที่ไม่พิถีพิถันกับความสม่ำเสมอของแสง ส่วนโคมแบบกระจายแสงสี่เหลี่ยมเหมาะสำหรับพื้นที่ที่กว้างและต้องการความสม่ำเสมอของแสงทั่วพื้นที่ ซึ่งจะทำให้สามารถประหยัด

โคมไฟและจำนวนหลอดได้ดีกว่าการเลือกโคมแบบกระจายแสงแบบวงกลม ซึ่งแสดงตามภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงรูปแบบการกระจายแสงลงสู่พื้นของหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง ซ้าย : แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ, กลาง : แสงสว่างสม่ำเสมอ, ขวา : แสงสว่างสม่ำเสมอมาก ที่มา : http://www.dede.go.th, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

2.2.3 แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงสว่างมีอยู่ 2 แหล่ง คือ แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ (Daylight) และแสงประดิษฐ์ (Artificial lighting) สำหรับการวิจัยนี้ศึกษาในเรื่องของการออกแบบการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น ซึ่งแสงประดิษฐ์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความสว่างแก่อาคารเมื่อแสงธรรมชาติไม่เพียงพอ หรือเพื่อให้ความสว่างแก่พื้นที่ทำงานที่ต้องการระดับความสว่างมากเป็นพิเศษ และเพื่อทำให้เกิดความปลอดภัยรวมถึงการตื่นตัว (ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล, 2555) โดยหลอดไฟสามารถแบ่งเป็นประเภทได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2548)ดังนี้

1 หลอดที่ใช้หลักการเปล่งแสงแบบอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent) เป็นการกำเนิดแสงด้วยวิธีการเผาไส้หลอดให้ร้อน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ตามลักษณะโครงสร้างของหลอด ได้แก่ กลุ่มหลอดไส้ (Tungsten lamps) กลุ่มหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten halogen lamps)

2 หลอดที่ใช้หลักการเปล่งแสงจากการปล่อยประจุในหลอดดิสชาร์จ (Discharge lamps) ให้แสงออกมาโดยการกระตุ้นก๊าซที่อยู่ภายในหลอด หลอดดิสชาร์จสามารถแบ่งออกได้เป็นแบบความดันต่ำและความดันสูง

- หลอดดิสชาร์จความดันต่ำ ประกอบด้วย หลอดปรอทความดันต่ำ (Low Pressure Mercury lamp) หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์และคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ (Tubular and Compact fluorescent lamp) และอีกประเภท ได้แก่ หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low pressure sodium lamp)
- หลอดดิสชาร์จความดันสูง ประกอบด้วย หลอดปรอทความดันสูง (High Pressure Mercury lamp) หลอดเมทัลฮาไลด์ (High pressure metal halide) และหลอดโซเดียมความดันสูง (High pressure sodium lamp)

3 หลอดไดโอดเปล่งแสง หรือ หลอด LED (Light emitting diode)

สำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้า มาตรฐานการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า Railway group standard ได้ระบุไว้ว่าสถานีรถไฟฟ้าควรมีการติดตั้ง หลอด Metal halide และหลอด Low pressure sodium lamps ซึ่งจะกล่าวต่อไป ส่วนสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 3 ระบบในกรุงเทพมหานครล้วนมีการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ สำหรับรายละเอียดของประเภทหลอด ผู้วิจัยได้หยิบยกมาเฉพาะประเภทที่มีการนำมาใช้งานเท่านั้น

ภาพที่ 6 หลอดฟลูออเรสเซนต์

ที่มา : http://www.dede.go.th, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent lamp) มีลักษณะเป็นหลอดแก้วบรรจุไอปรอทและก๊าซเฉื่อย ภายในหลอดฉาบด้วยสารเรืองแสง (ฟอสเฟอร์) โดยมีขั้วหลอดอยู่ที่ปลายทั้งสองข้าง เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านจะเกิดการปล่อยประจุ (อิเล็กตรอน) จากปลายด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง กระตุ้นไอปรอทให้ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะให้พลังงานในช่วงรังสีอัลตราไวโอเลตไปกระทบกับสารเรืองแสงที่เคลือบผิวหลอด ทำให้เกิดแสงสว่าง สีของแสงขึ้นกับชนิดของสารเรืองแสงโดยให้แสงสีขาวที่ต่างกัน เช่น ขาวอมเหลือง (warm white) ขาวนวล (cool white) และขาวอมฟ้า/เขียว (daylight) เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วมีอายุการใช้งานประมาณ 8,000-16,000 ชั่วโมง มีประสิทธิผล 50-90 ลูเมนต่อวัตต์ การเรียกชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์จะทำให้ทราบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลอดด้วย โดยเรียกย่อๆว่า “T” ซึ่งหมายถึง Tuular ส่วนตัวเลขที่ตามหลัง หมายถึงเส้นผ่านศูนย์กลางหลอดมีหน่วยเป็นหุนหรือหน่วยมิลลิเมตรสำหรับบางประเทศ การที่หลอดมีลักษณะผอมยาว ให้แสงกระจายรอบตัว จึงไม่สามารถใช้เป็นไฟส่องเน้นได้ แต่อาจใช้ในลักษณะของไฟส่องขึ้นเพื่อแสดงขอบเขต หรือใช้เป็นไฟเฉพาะที่ (task light) เมื่อต้องการแสงที่มีความสม่ำเสมอ (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2548)

ภาพที่ 7 หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

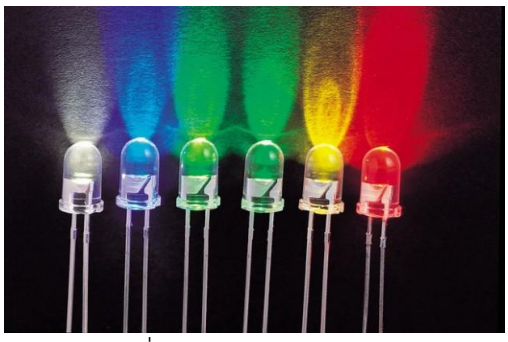
ที่มา : http://www.dede.go.th, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ (Low pressure sodium lamps) เป็นหลอดก๊าซดิสชาร์จในไอโซเดียม ตัวหลอดจะมีหลอดแก้วครอบอีกชั้นหนึ่ง ที่ผิวของหลอดชั้นนอกเคลือบด้วยสารสะท้อนแสงอินฟราเรด เนื่องจากเป็นหลอดความดันไอต่ำ หลอดแก้วดิสชาร์จจึงยาวมาก ต้องทำให้หลอดโค้งเป็นรูปตัวยูหรือขดไปมา เพื่อให้หลอดมีขนาดสั้นลง ที่ตัวหลอดจะมีช่อง (dimple) สำหรับบรรจุสารโซเดียม โดยหลอดใช้ก๊าซนีออนและอาร์กอนเพื่อช่วยในการจุดหลอด ขณะที่เริ่มจุดหลอด ก๊าซนีออนจะแตกตัวและให้แสงสีแดง การดิสชาร์จนี้จะทำให้ผิวหลอดแก้วร้อนขึ้น ส่งผลให้โซเดียมกลายเป็นไอและให้แสงออกมา เวลาที่ใช้ในการจุดหลอดจนได้แสงเต็มที่ประมาณ 10-12 นาที แสงที่ได้จากหลอดเกือบทั้งหมดเป็นสีเหลืองจัด ที่มีความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่ตามีความไวต่อแสงสูงสุด จึงมีประสิทธิผลสูงมากเมื่อเทียบกับหลอดดิสชาร์จชนิดอื่น คือมีประสิทธิผลประมาณ 100-180 ลูเมนต่อวัตต์ เนื่องจากแสงที่ได้จากหลอดมีสีเหลืองเพียงสีเดียว จึงมีความถูกต้องของสีต่ำมาก จึงไม่นิยมใช้กับงานภายในอาคาร แต่นิยมใช้กับทางด่วน ถนน หรือใช้ส่องภายนอกอาคารที่ไม่จำเป็นต้องมีความถูกต้องของสี เช่น ไฟส่องเพื่อการรักษาความปลอดภัย เป็นต้น (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2548)

ภาพที่ 8 หลอดเมทัลฮาไลด์

ที่มา : http://www.dede.go.th, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal halide lamps) เป็นหลอดที่พัฒนามาจากหลอดแสงจันทร์ โดยเติมสารพวกไอโอไดด์ของโลหะ เช่น โซเดียมไอโอไดด์เข้าไปเพื่อให้ได้สีของแสงครบสเปกตรัมและมีประสิทธิผลดีขึ้น คือประมาณ 60-120 ลูเมนต่อวัตต์ หลอดชนิดนี้ต้องใช้อิกไนเตอร์ (igniter) ช่วยจุดไส้หลอด และใช้บัลลาสต์ควบคุมกระแส หลอดชนิดนี้ใช้เวลาในการจุดติดประมาณ 3-5 นาที เมื่อสว่างเต็มที่จะได้แสงขาวที่มีค่าความถูกต้องของสีสูง (CRI) ประมาณ 60-90 เหมาะกับการใช้เป็นไฟส่องเน้นหรือให้แสงสว่างในพื้นที่ทั่วไป ใช้เป็นไฟถนน ไฟในโรงงานอุตสาหกรรม และใช้เป็นไฟสาดด้วย สำหรับการใช้งานภายในอาคารทั่วไปด้วยคุณสมบัติเด่นในความเป็นประกายสดใส จึงเหมาะกับการส่องวัตถุที่เป็นโลหะให้เป็นประกายได้ดี ให้เงาที่คมชัด มีความถูกต้องของสีสูง แต่แสงค่อนข้างจ้าตา จึงควรใช้ในห้องที่มีเพดานสูง (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2548)



ภาพที่ 9 หลอดไดโอดเปล่งแสง

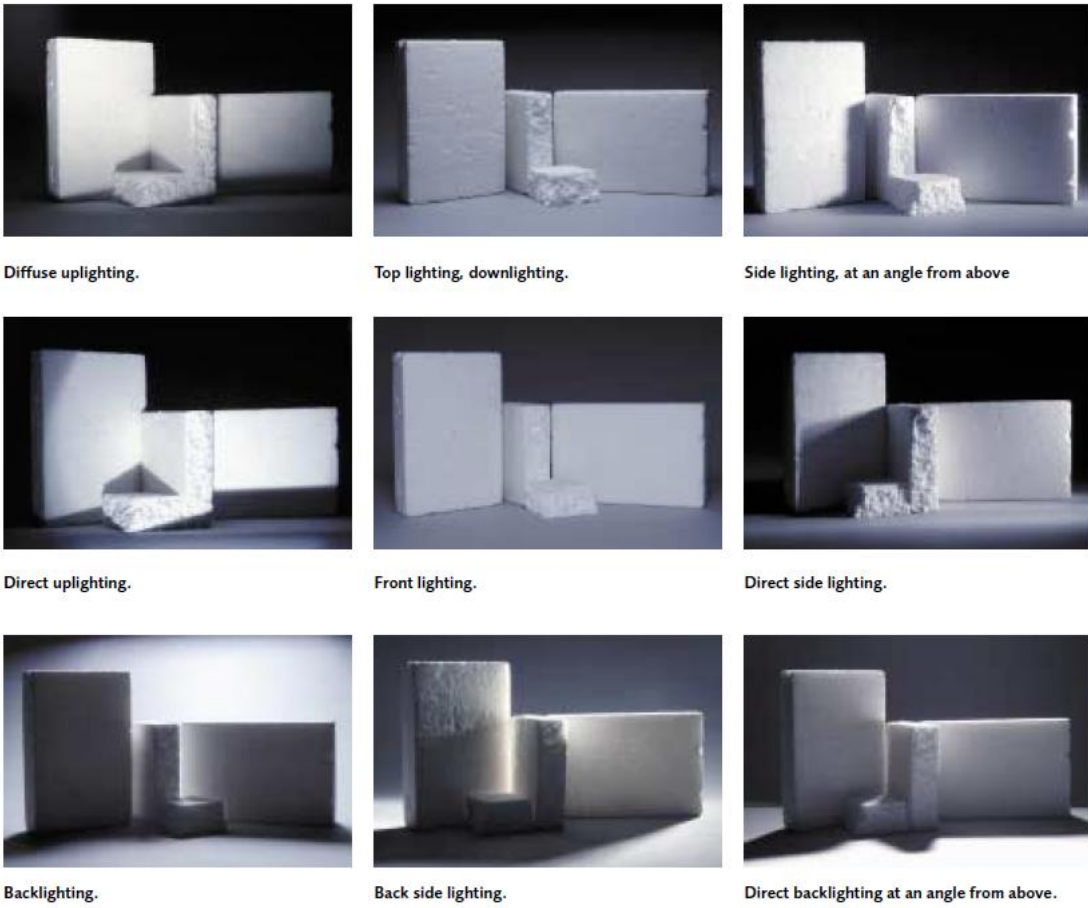
ที่มา : http://www.glowtechindia.com/led.html

หลอดไดโอดเปล่งแสง หรือ หลอด LED (Light emitting diode) คือไดโอดที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเปล่งแสงออกมาได้โดยตรง แสงที่ได้เป็นแสงเย็นจึงมีประสิทธิผลสูง เพราะพลังงานทั้งหมดเปล่งออกมาเป็นแสงในช่วงที่ตอบสนองต่อการมองเห็น หลอด LED มีขนาดเล็กและมีอายุการใช้งานยาวนานถึง 100,000 ชั่วโมง ทนทานต่อแรงกระแทกและการสั่นสะเทือน ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำและไม่เกิดความร้อน ไม่เกิดรังสีอัลตราไวโอเลตและอินฟราเรด ซึ่งปัจจุบันมีแนวโน้มว่าจะเข้ามาแทนหลอดไฟฟ้าแทบทุกชนิด (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2548)

2.2.4 วิธีการส่องสว่าง

การเลือกเทคนิคที่ใช้ในการส่องสว่างสำหรับสถาปัตยกรรมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมและการใช้งานในพื้นที่นั้นๆ โดยโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมที่ไม่มีการใช้สอยสามารถใช้เทคนิคในการส่องสว่างเช่นเดียวกับประติมากรรม รูปปั้น หรืออนุสาวรีย์ ส่วนโครงสร้างที่มีการใช้สอยนั้นต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้งาน รวมทั้งต้องมีความปลอดภัยและความสวยงาม (วีระพงศ์ เอี๋ยวพานิช, 2554)

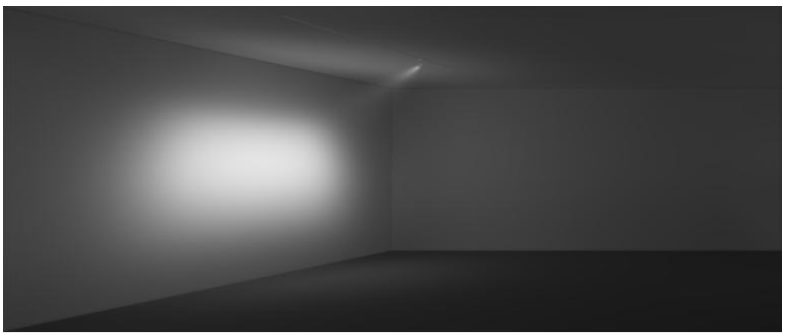
การส่องแสงสว่างให้อาคารนั้นมีหลากหลายวิธี เช่นจากด้านหลังหรือด้านหน้า จากด้านข้าง หรือจากข้างบนและข้างล่าง ของอาคาร ซึ่งเป็นงานที่นักออกแบบต้องวิเคราะห์รูปลักษณ์ของสถาปัตยกรรมและใช้แสงสว่างเพื่อช่วยทำให้สถาปัตยกรรมโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ ซึ่งนอกจากทิศทางของการส่องสว่างแล้ว ยังต้องคำนึงถึงวัสดุพื้นผิว และอุณหภูมิสีของแสงอีกด้วย ซึ่งจากภาพที่ 10 แสดงความแตกต่างของภาพที่เกิดขึ้นจากการส่องสว่างทิศทางต่างกัน จะเห็นว่าวัตถุเดียวกัน ถ้าให้แสงสว่างส่องในทิศทางที่แตกต่างกันจะส่งผลให้วัตถุมีรายละเอียดและมิติที่แตกต่างกัน (Karolina M. Zielinska, 2006)



ภาพที่ 10 ความแตกต่างของภาพที่เกิดขึ้นจากการส่องสว่างทิศทางต่างกัน

การส่องสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าถือเป็นการส่องสว่างภายในอาคาร (Indoor lighting) ซึ่งสำหรับอาคารสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครเป็นการให้แสงสว่างโดยตรง (Direct light) ส่องไปยังพื้นชานชาลา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ต้องให้แสงสว่างส่องอย่างทั่วถึง ผู้โดยสารต้องสามารถมองเห็นรถไฟฟ้าที่วิ่งเข้าจอดชานชาลาและมองเห็นสีหน้าท่าทางของผู้คนที่รอรถไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน และต้องมองเห็นผิวสัมผัสพื้นที่ชัดเจนเพื่อป้องกันอุบัติเหตุและอาชญากรรม โดยการเลือกเทคนิคที่ใช้ในการส่องสว่างที่แตกต่างกันย่อมส่งผลให้ความรู้สึกของผู้โดยสารที่มีต่อสถานีแตกต่างกัน สำหรับเทคนิคที่ใช้ในการส่องสว่าง สามารถแบ่งประเภทได้ ดังนี้

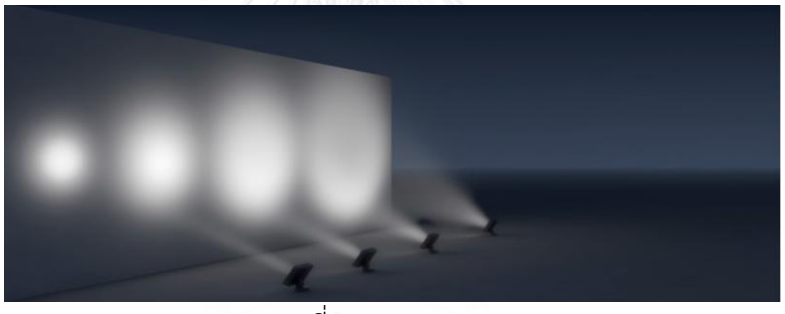
ไฟสาด (Flood lighting) เป็นเทคนิคในการส่องสว่างด้วยการสาดแสงสว่างไปยังพื้นผิว ระนาบหรือวัตถุที่ต้องการ โดยตำแหน่งติดตั้งดวงโคมจะมีผลต่อภาพที่เกิดขึ้น หากติดตั้งดวงโคมด้านหน้าและอยู่ห่างจากวัตถุจะทำให้วัตถุสว่างแต่แบนเรียบ ไม่แสดงให้เห็นรายละเอียดของผิวสัมผัสและแสงเงา แสดงตามภาพที่ 11



ภาพที่ 11 Flood lighting

ที่มา : ERCO catalogue 2015 edition

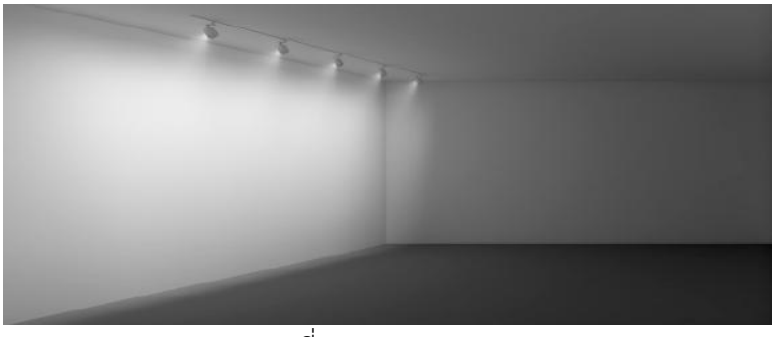
ไฟส่องเน้น (Spot lighting หรือ Projectors) เป็นเทคนิคการส่องสว่างโดยการส่องเน้นไปยังองค์ประกอบสถาปัตยกรรมหรือวัตถุที่ต้องการเน้น สามารถแสดงให้เห็นถึงระนาบหรือรูปทรงของวัตถุได้อย่างชัดเจน โดยบริเวณที่มีการส่องเน้นจะมีความสว่างมากกว่าบริเวณอื่น ซึ่งทำให้เกิดความเปรียบต่างระหว่างวัตถุและพื้นหลังอย่างชัดเจน (Contrast) แสดงตามภาพที่ 12



ภาพที่ 12 Spotlighting

ที่มา : ERCO catalogue 2015 edition

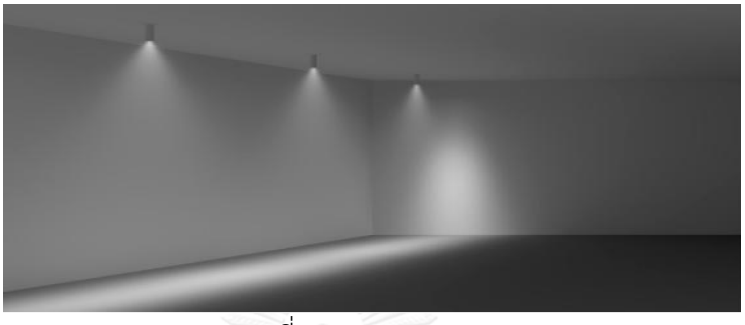
ไฟอาบผนัง (Wash lighting หรือ Wall washing) เป็นเทคนิคการส่องสว่างด้วยการการสาดแสงสว่างเท่าๆกันที่ผนัง ให้ทั้งผนังมีระดับความสว่างและความสม่ำเสมอของแสงเท่าๆกัน ซึ่งจะช่วยแสดงขอบเขตและขนาดของระนาบที่ส่องสว่าง แสดงตามภาพที่ 13



ภาพที่ 13 Wall washing

ที่มา : ERCO catalogue 2015 edition

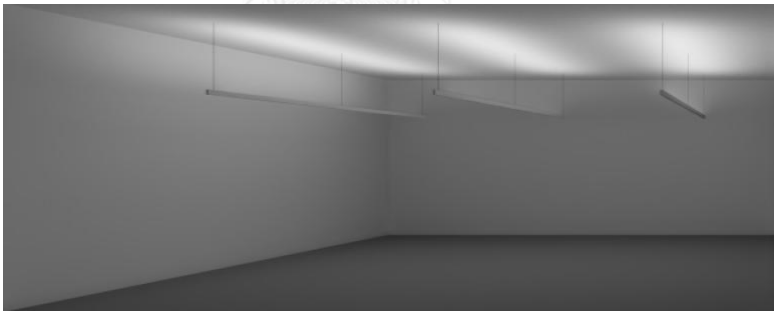
ไฟส่องลง (Down lighting) เป็นเทคนิคการส่องสว่างด้วยการให้แสงส่องลงจากด้านบนของวัตถุหรือระนาบที่ต้องการส่องสว่าง โดยจะเกิดเงาด้านล่างของวัตถุ ซึ่งส่วนมากการติดตั้งดวงโคมเป็นแบบฝังฝ้าเพดาน (Recessed ceiling luminaires) หรือแบบติดกับฝ้าเพดาน (Ceiling-mounted luminaires) สำหรับเทคนิคไฟส่องลงเป็นที่นิยมใช้มากที่สุดภายในอาคารสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร แสดงตามภาพที่ 14



ภาพที่ 14 Down lighting

ที่มา : ERCO catalogue 2015 edition

ไฟส่องขึ้น (Up lighting) เป็นเทคนิคการส่องสว่างโดยการให้แสงส่องขึ้นจากด้านล่างของวัตถุหรือระนาบที่ต้องการส่องสว่าง ซึ่งภาพของแสงสว่างที่ได้มีลักษณะเหมือนเทคนิคไฟส่องลงแต่มีทิศทางของแสงเงาตรงกันข้าม แสดงตามภาพที่ 15



ภาพที่ 15 Up lighting

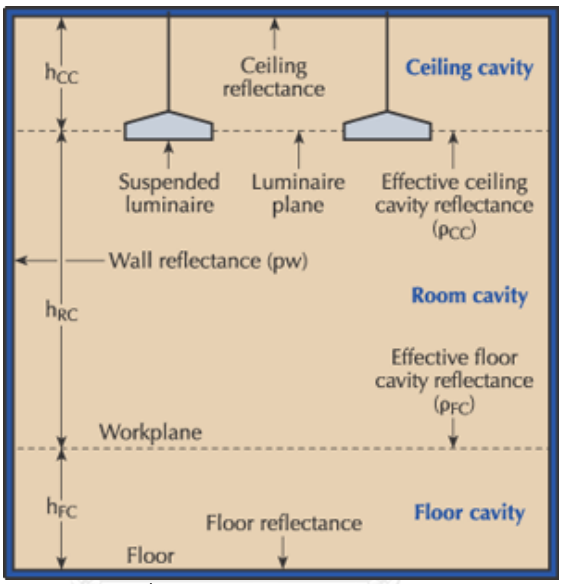
ที่มา : ERCO catalogue 2015 edition

การออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้า ต้องคำนึงถึงผลกระทบของแสงบาดตาจากดวงโคมที่เกิดขึ้นกับผู้โดยสารซึ่งมีทั้งแบบแสงบาดตาแบบไม่สามารถมองเห็นได้ (Disability Glare) ซึ่งเป็นแสงบาดตาที่ทำให้สมรรถภาพในการมองเห็นลดลง และแสงบาดตาแบบทำให้ไม่สบายตา (Discomfort Glare) ซึ่งเป็นแสงบาดตาที่ทำให้ระคายเคืองหรือทำให้รำคาญ แต่ไม่จำเป็นต้องทำให้สมรรถภาพในการมองเห็นลดลง ดังนั้นผู้ออกแบบจึงต้องคำนึงถึงการติดตั้งทั้งในเรื่องของความสูงในการติดตั้ง (Mounting height) ระยะห่างระหว่าง

ดวงโคม (Spacing) การกระจายแสงของดวงโคม (Distribution) และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ติดตั้งกับพื้นที่ใช้งานนั้นๆ

2.2.5 การแบ่งส่วนโพรงห้อง

การคำนวณแสงสว่างโดยวิธีอัตราส่วนโพรง (Zonal cavity method) เป็นการคำนวณโดยแบ่งห้องออกเป็น 3 ส่วนหรือโพรง ดังภาพที่ 16 เพื่อพิจารณาผลการสะท้อนแสงของส่วนต่างๆซึ่งจะมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของโคมไฟ



ภาพที่ 16 การแบ่งสัดส่วนโพรงห้อง

ที่มา : http://ecmweb.com/content/practical-guide-indoor-office-lighting

ส่วนแรกเรียกว่า โพรงเพดาน (Ceiling cavity) หมายถึง บริเวณตั้งแต่เพดานลงมาถึงระดับของดวงโคมไฟฟ้า ความสูงระยะนี้เรียกว่า ความสูงของโพรงเพดาน (Ceiling cavity height : h_{cc})

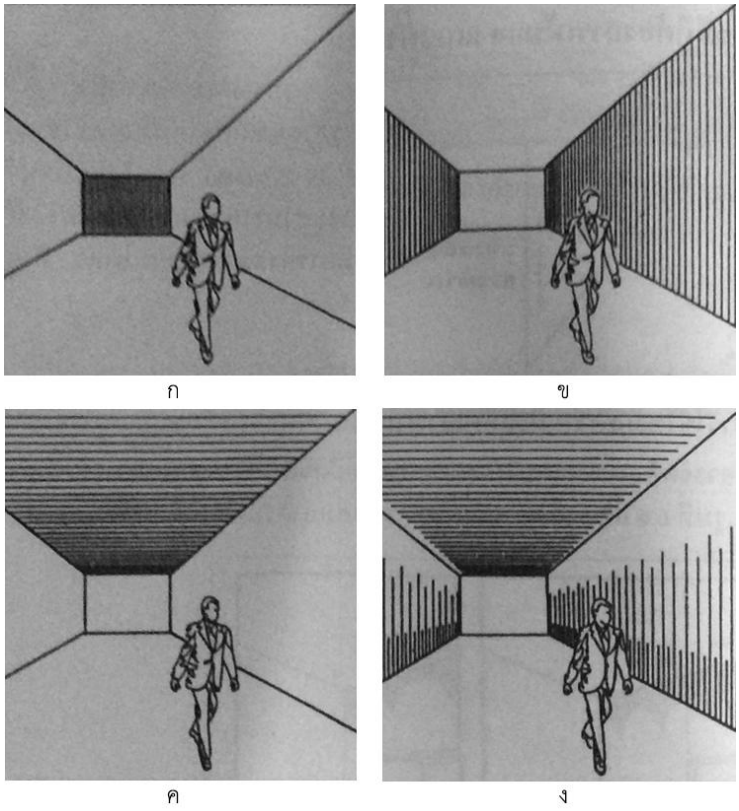
ส่วนที่สองเรียกว่า โพรงห้อง (Room cavity) หมายถึง บริเวณจากระดับของดวงโคมไฟฟ้าลงไปถึงระดับพื้นงาน ความสูงระยะนี้เรียกว่า ความสูงของโพรงห้อง (Room cavity height : h_{rc})

ส่วนที่สามเรียกว่า โพรงพื้น (Floor cavity) หมายถึง บริเวณจากระดับพื้นงานถึงระดับพื้นห้อง ความสูงระยะนี้เรียกว่า ความสูงของโพรงพื้น (Floor cavity height : h_{fc})

จากการคำนวณแสงสว่างโดยวิธีอัตราส่วนโพรง ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งองค์ประกอบสถาปัตยกรรม สถานีรถไฟฟ้า ออกเป็น 3 ส่วนตามหลักดังกล่าว เพื่อพิจารณาความสม่ำเสมอของแสง

2.2.6 อิทธิพลของความสว่างต่อพื้นที่ส่องสว่าง

แสงสว่างนั้นมีผลทำให้ผู้คนรับรู้ถึงขนาดพื้นที่ห้องที่มองเห็นได้ ซึ่งอาจทำให้ห้องกว้างขึ้นหรือแคบลงกว่าความเป็นจริง โดยพื้นที่ที่มีความส่องสว่างสูงจะทำให้ผู้ใช้อาคารดูเหมือนอยู่ห่างกว่าพื้นที่ที่มีความส่องสว่างต่ำ ตามภาพที่ 17 (ก) การส่องสว่างที่ผนังด้านข้างเพดานและพื้นห้องจะทำให้ห้องดูใหญ่ขึ้น ตามภาพที่ 17 (ข) ผนังห้องจะดูแคบลงเพราะที่ผนังจะมีความส่องสว่างน้อยกว่าบริเวณอื่น ส่วนภาพที่ 17 (ค) หากเพดานมีความส่องสว่างน้อยจะทำให้มีความรู้สึกว่าเพดานอยู่ต่ำลงกว่าปกติ และตามภาพที่ 17 (ง) การส่องสว่างที่เน้นบริเวณผนังด้านบนจะทำให้ผนังห้องดูสูงขึ้น (สุขสันติ์ หวังสถิตย์วงษ์ & ศักรินทร์ เทิดกตัญญูพงศ์, 2548)



ภาพที่ 17 ผลของความส่องสว่างต่อขนาดห้องที่มองเห็น

ที่มา : สุขสันต์และศักรินทร์ (2548)

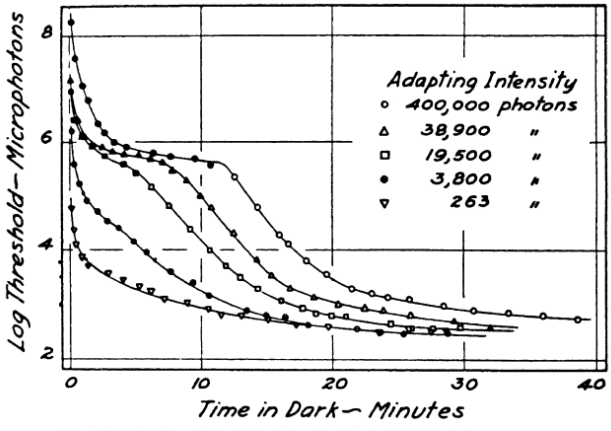
2.2.7 ความสามารถในการปรับสายตา

ความสามารถในการปรับสายตา (Eyes adaptation) หมายถึง กระบวนการทำงานของกายภาพทางตาที่สามารถปรับตัวเข้ากับระดับของแสงสว่างที่แตกต่างกัน โดยที่ระยะเวลาในการปรับสายตาจะขึ้นอยู่กับความต่างของปริมาณแสงที่แตกต่างกันระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงของแสง (Nelson & associates,

1994) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุของแต่ละบุคคล ที่ยิ่งสูงอายุ จอประสาทตาก็เริ่มมีการเสื่อมสมรรถภาพลง ทำให้ระยะเวลาการปรับสายตานานยิ่งขึ้น (Jackson, Owsley, & McGwin Jr, 1999) ผลคือทำให้รู้สึกเหมือนตาบอดชั่วขณะ ซึ่งการปรับสายตามีอยู่ 2 ประเภทคือ Dark adaptation และ Light adaptation

Dark adaptation คือ การเพิ่มความไวของตาในการรับแสงในที่มืด ในช่วงเวลานี้รูม่านตาจะขยาย และมีการเปลี่ยนแปลงในจอประสาทตา เมื่อเราอยู่ในที่มืดหลังจากที่ตามองแสงสว่างมาระยะหนึ่ง (ซึ่งจะมีการสลายของ Visual pigment เกิดขึ้น) ใน 5-9 นาทีแรก จะมีการสังเคราะห์ Pigments ใน Cone cells ขึ้นใหม่ หลังจานนั้นในช่วง 30-45 นาทีต่อมาจะสังเคราะห์ Rhodopsin ใน Rod cells ภาวะ dark adaptation อาจนานกว่าปกติได้ในกรณีที่มองแสงสว่างมานานๆ

Light adaptation คือ เมื่อตาที่เคยอยู่ในที่มืดต้องเปลี่ยนไปอยู่ในที่สว่างความไวต่อแสงจะลดลงอย่างมาก ในช่วงนี้จะมีการสลาย Rhodopsin และรูม่านตาหดเล็กลง



ภาพที่ 18 แสดงปริมาณความเข้มแสงที่มีผลต่อระยะเวลาในการปรับสายตาในที่มืด

ที่มา : Tom Reuter (2011)

จากภาพที่ 18 แสดงปริมาณความเข้มแสงที่มีผลต่อระยะเวลาในการปรับสายตาในที่มืด แสดงให้เห็นถึงผลการทดสอบซึ่งเป็นผลที่ได้จากการวัด โดยให้มองแสงจ้าแล้วมองมายังที่ที่มีแสงน้อย ผลคือยิ่งปริมาณความเข้มของแสงยิ่งมาก ระยะเวลาในการปรับสายตาก็ยิ่งมากตามขึ้นไปด้วย (Reuter, 2011)

2.3 มาตรฐานการออกแบบแสงสว่างสำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้า

จากการศึกษาพบว่า การออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบในกรุงเทพมหานคร ใช้เกณฑ์ความส่องสว่าง สำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้าของ IESNA

(Illuminating Engineering Society of North America) และในส่วนของระบบไฟฟ้าฉุกเฉินจะใช้มาตรฐานของ NFPA103 (National Fire Protection Association)

ตารางที่ 2 และ 3 แสดงการเปรียบเทียบเกณฑ์ระดับความส่องสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้าของ IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) (IESNA, 1981) และ CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) (CIBSE, 1992) กับค่าในข้อกำหนดในการก่อสร้าง (Outline Design Specifications) ของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT (*Outline Design Specifications* โครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล) และรถไฟฟ้า BTS (*Outline Design Specifications* โครงการรถไฟฟ้าบีทีเอส) แต่ผู้วิจัยไม่สามารถหาข้อมูลในส่วนของข้อกำหนดในการก่อสร้างของสถานีรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Airport rail link) ได้ ซึ่งจากการเปรียบเทียบทำให้พบว่าค่าระดับความสว่างที่บริเวณชานชาลา (Platform – General area) ของรถไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบกำหนดค่าความสว่างใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน IESNA ซึ่งมีค่าอยู่ที่ประมาณ 100-200 lux

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างของพื้นที่ใช้สอยในสถานีรถไฟฟ้า (1/2)

ที่มา : IES Lighting handbook reference volume, 1981
CIBSE lighting guide
Outline Design Specifications โครงการรถไฟฟ้า BTS
Outline Design Specifications โครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล

Passenger Areas on Station	IESNA (lux)	CIBSE (lux)	ข้อกำหนดของรถไฟฟ้า BTS (lux)	ข้อกำหนดของรถไฟฟ้ามหานคร (lux)
Waiting room and lounge	100-200	-	-	-
Concourse – General area	50-100	200	200	170-250
Ticket barrier gate area	-	-		250-300
Ticket machines	300-1000	-	-	250-300
Escalator	-	-	-	175-250
Stairways	-	-	-	175-250
Passageways	-	-	200	150-200
Platform – General area*	100-200	-	200	150-200
Platform edge*	-	10	-	250-300

หมายเหตุ : * พื้นที่ที่ทำการศึกษาในงานวิจัยชิ้นนี้

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างของพื้นที่ใช้สอยในสถานีรถไฟฟ้า (2/2)

Passenger Areas on Station	IESNA (lux)	CIBSE (lux)	ข้อกำหนดของรถไฟฟ้า BTS (lux)	ข้อกำหนดของรถไฟฟ้ามหานคร (lux)
Exits to streets	-	-	200	200-600
Exit points from platforms	-	-	-	200-250
Station forecourts	-	-	-	25-75
Baggage checking	200-500	-	-	-
Rest room	100-200	-	-	150-200

ตามมาตรฐานการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า Railway group standard ของ Rail Safety and Standards Board (standard, 2002) ซึ่งเป็นสมาคมที่เกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มคนและบริษัทที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับรถไฟฟ้าในประเทศอังกฤษ กล่าวว่า ไม่ว่าจะเป็นสถานีรถไฟฟ้ายกระดับหรือใต้ดิน ภายในสถานีทั้งบริเวณชานชาลา ทางเดิน ทางเข้าสถานี และทางหนีไฟ ล้วนต้องมีการเตรียมแสงสว่างให้เหมาะสมต่อการใช้งานของผู้โดยสารและเจ้าหน้าที่ประจำสถานี นอกจากนี้ยังต้องส่งผลให้ผู้โดยสารรู้สึกปลอดภัย สำหรับการติดตั้งดวงโคมต้องมีรูปแบบที่สะดวก ปลอดภัย ต่อการติดตั้งและดูแลรักษา โดยต้องไม่กีดขวางงานระบบประกอบอาคาร

การออกแบบการส่องสว่างที่มีการติดตั้งดวงโคมประเภทเสาไฟ ต้องติดตั้งโดยมีระยะห่างจากขอบชานชาลา (Platform edge) ไม่น้อยกว่า 2,000 mm แต่ถ้ารถไฟฟ้ามีความเร็วมากกว่า 165 km/h (100 mph) เสาไฟต้องตั้งห่างจากขอบชานชาลาเป็นระยะไม่น้อยกว่า 3,000 mm

สำหรับมาตรฐานการออกแบบการส่องสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้า Railway group standard กำหนดค่าระดับความสว่างขั้นต่ำไว้ ดังนี้

- ระดับความสว่างในแนวระนาบนอน (Horizontal illuminance) บริเวณพื้นที่รอบชานชาลา (Platform edge area) ซึ่งหมายถึง พื้นที่บริเวณรอบขอบชานชาลาเป็นระยะ 1 เมตร ต้องมีค่าระดับความสว่างไม่น้อยกว่า 10 lux
- ความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity of illuminance) ในกรณีที่เป็นสถานีแบบเปิดโล่ง (Open platform) ความสม่ำเสมอของแสงในแนวระนาบนอนตลอดทั้งแนวขอบชานชาลาไม่น้อยกว่า 0.4
- ความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity of illuminance) ในกรณีที่เป็นสถานีแบบมีหลังคาคลุม (Cover platform) ความสม่ำเสมอของแสงในแนวระนาบนอนตลอดทั้งแนวขอบชานชาลาได้แบ่งตามขนาดและความสำคัญของสถานี (Station categories) แบ่งเป็น 6 ประเภท ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 4 ตารางประเภทของสถานีรถไฟฟ้าแบ่งตามขนาดและความสำคัญของสถานี

ที่มา : มาตรฐานการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า Railway group standard ในประเทศอังกฤษ

	Station category	Example
A	National hub	Birmingham New Street, Glasgow Central, London Waterloo
B	Regional hub	Brighton, Dalington, Watford Junction
C	Important feeder	Manchester Oxford Road, Motherwell, Southend Victoria
D	Medium, staffed	Caerphilly, Lichfield Trent Valley, Sydenham
E	Small, staffed	Gospel Oak, Llandudno Junction, Lockerbie
F	Small, unstaffed	Bishop Aucland, Cromer, Tywyn

- สำหรับสถานีประเภท A, B และ C ความสม่ำเสมอของแสงในแนวระนาบนอนตลอดทั้งแนวขอบชานชาลาไม่น้อยกว่า 0.5
- สำหรับสถานีประเภท D, E และ F ความสม่ำเสมอของแสงในแนวระนาบนอนตลอดทั้งแนวขอบชานชาลาไม่น้อยกว่า 0.4

สถานีกรณีศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ คือ สถานีรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ สถานีลาดกระบัง ซึ่งถือเป็นเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีแดง ที่วิ่งชานเมือง ถือเป็นสถานีรูปแบบ E (Small staffed) มาตรฐานการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า Railway group standard จึงควรมีความสม่ำเสมอของแสงไม่น้อยกว่า 0.4 ที่ระดับพื้นชานชาลา ซึ่งสอดคล้องกับที่ the Association of Chief Police Officers : ACPO (ACPO secured by design, 2011) ได้กำหนดให้แสงสว่างที่มีคุณภาพสำหรับทางเดินเพื่อความปลอดภัยและป้องกันอาชญากรรม ควรมีความสม่ำเสมอของแสงควรมีค่าระหว่าง 0.25 – 0.40 และมีค่าดัชนีความถูกต้องของแสงอย่างน้อย 60

- อัตราส่วนระหว่างระดับแสงสว่างที่น้อยที่สุดต่อระดับแสงสว่างที่มากที่สุด (Diversity) ในระนาบแนวนอนเหนือพื้นที่ใช้งานในระนาบแนวนอนต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.1
- ระดับความสว่างในแนวระนาบตั้ง (Vertical plane illuminance) ไม่น้อยกว่า 2.0 lux โดยวัดสูงจากระดับชานชาลาเป็นระยะ 1 m และวัดห่างจากขอบชานชาลาเป็นระยะ 0.3 m
- อัตราส่วนระหว่างระดับความสว่างที่น้อยที่สุดต่อระดับแสงสว่างที่มากที่สุด (Diversity) ในระนาบแนวตั้งต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.5

หลอดไฟทุกประเภทมีการใช้งานที่แตกต่างกัน สำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้า มาตรฐานการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า Railway group standard (standard, 2002) ระบุไว้ว่าสถานีรถไฟฟ้าควรมีการติดตั้ง หลอด Low pressure sodium lamps หรือหลอด Metal halide ใกล้บริเวณแนวเส้นทางเดินรถไฟฟ้า เนื่องจากแสงสว่างจากหลอดไฟสามารถแสดงให้เห็นความแตกต่าง

ของป้ายสัญญาณของรถไฟได้กับพื้นที่รอบๆอย่างชัดเจน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ ถ้ามีการใช้หลอด Metal halide lamps หรือหลอด Tungsten halogen ควรมีการติดตั้ง Glass filter เพื่อช่วยกรองแสงให้เหมาะสมต่อการมองเห็นและช่วยในการป้องกันการแผ่รังสี UV (Ultraviolet) ของหลอดไฟ ซึ่งสอดคล้องกับที่สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย ได้ระบุไว้ว่า การเลือกชนิดและสีของหลอดไฟสำหรับทำไฟสาดอาคารจำเป็นต้องพิจารณาถึงลักษณะอาคาร อาคารที่จะทำไฟสาดอาคารได้ก็ต้องใช้วัสดุผนังอาคารภายนอกที่มีผิวด้านและมีการสะท้อนแสงแบบกระจายแสงจึงจะสามารถให้ผลที่สวยงามได้ ตามตารางที่ 5 (สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย)

เมื่อพิจารณาตามตารางที่ 5 ประกอบกับวัสดุที่ใช้สำหรับสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 3 ระบบในกรุงเทพมหานคร ที่มีการใช้ Aluminum cladding และหินแกรนิต ที่มีสีของวัสดุเป็นสีเทาเป็นส่วนใหญ่ จะเห็นว่าหลอด Low pressure sodium lamps และหลอด Metal halide เหมาะสำหรับวัสดุประกอบอาคารที่มีสีเทาไม่ว่าจะเป็นสีเทาเข้มหรือสีเทาอ่อน โดยทั้ง 2 มาตรฐาน ไม่ได้กล่าวว่าต้องใช้หลอดไฟตามนี้เสมอไป ผู้ออกแบบต้องพิจารณาตามความเหมาะสมของรูปแบบสถานี พื้นที่ใช้งานและบริบทรอบๆของสถานีนั้นๆประกอบด้วย

ตารางที่ 5 ตารางชนิดหลอดไฟสำหรับไฟสาดอาคารแบ่งตามลักษณะวัสดุผนังภายนอกอาคาร
ที่มา : http://www.tieathai.org, สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

ชนิดของวัสดุผนังภายนอกอาคาร	% สะท้อนแสง	ชนิดของหลอดไฟฟ้า		
		Mercury	Metal Halide	High Pressure Sodium
วัสดุผิวสีอ่อน				
หินอ่อนที่มีสีอ่อน, คอนกรีตเปลือย	78 - 85 %	/	/	/
ฉาบปูนเรียบ ทาสีขาว	78 - 85 %	/	/	/
วัสดุผิวสีเข้มน้อย				
หินทรายสีอ่อน, หินล้างผสมสี	40 - 70 %		/	/
วัสดุผิวสีเข้มปานกลาง				
หิน Line stone ชนิดเทาปานกลาง	20 - 45 %	/	/	/
หินทราย, อิฐโชว์แนวธรรมดา	20 - 45 %		/	/
วัสดุผิวสีเข้มมาก				
อิฐแดงเข้ม	10 - 20 %		/	
หิน Brownstone	10 - 20 %		/	/
อิฐสีเทาเข้ม (Dark Gray Brick)	10 - 20 %	/	/	/

2.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

Cascetta และ Carteni ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของการให้บริการของสถานีรถไฟฟ้ากับพฤติกรรมของผู้โดยสาร ซึ่งสำหรับระบบขนส่งประเภทรางแล้วการให้บริการผู้โดยสารถือเป็นเรื่องสำคัญ นอกจากการขนส่งผู้โดยสารให้ถึงที่หมายอย่างรวดเร็วและปลอดภัยแล้ว ยังต้องให้ผู้โดยสารรู้สึกพึงพอใจมากที่สุดด้วย กล่าวคือ การที่จะทำให้ผู้โดยสารรู้สึกพึงพอใจมากที่สุดต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายประการ เช่น ความสะดวกในการเข้าถึงสถานี ความสะอาด การรับรู้ของผู้โดยสาร ความปลอดภัย ความสว่าง การควบคุมอุณหภูมิ การบริการประชาสัมพันธ์ และความสวยงามของสถานี (Cascetta & Carteni, 2014)

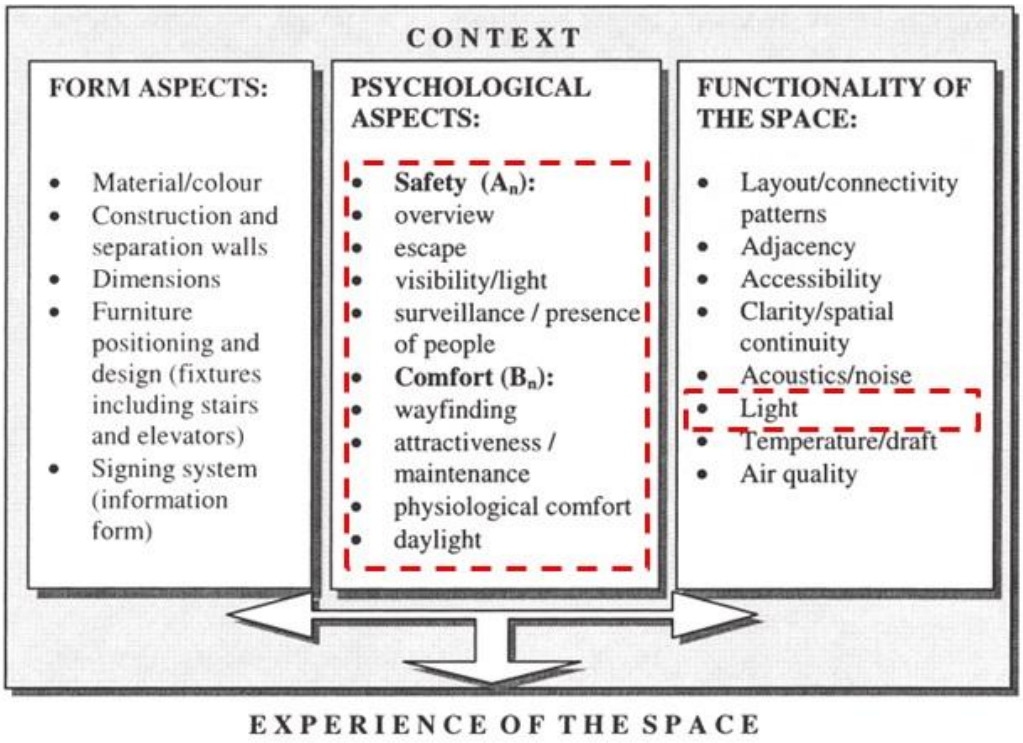
Sanja Durmisevic และ Sevil Sariyildiz ได้ทำการศึกษาการประเมินคุณภาพของอาคารใต้ดิน กรณีศึกษา สถานีขนส่งมวลชน วิจัยในเรื่องของสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อจิตวิทยา (Dumisevic & Sariyildiz, 2015) โดยได้แบ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้พื้นที่ว่าง เป็น 3 ส่วน คือ

1 ลักษณะส่วนบุคคล (Individual characteristics) ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา เชื้อชาติ ประสบการณ์ สถานะภาพ ของผู้ใช้บริการ

2 บริบทรอบสถานีขนส่ง (Context) ได้แก่ สภาพเมือง สภาพพื้นที่ก่อนเข้าถึงสถานี ความคาดหวังสภาพสถานีของผู้ใช้บริการ เป็นต้น

3 สภาพสิ่งแวดล้อมภายในสถานี (Environmental psychology – characteristics of the surrounding) ได้แก่ รูปแบบการวางผังสถานี กิจกรรมภายในสถานี รูปแบบแสงสว่าง เป็นต้น

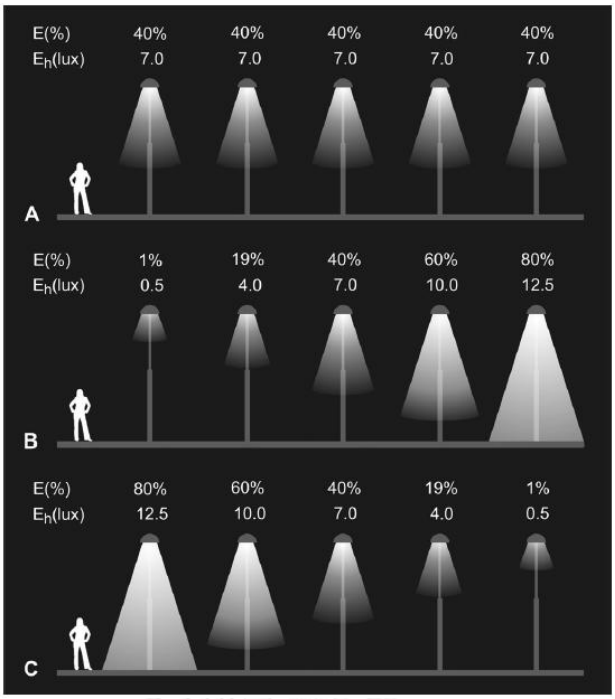
งานวิจัยได้แบ่งรูปแบบสถานี (Spatial organization) ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ Linear space คือ พื้นที่ที่มีระบบขนส่ง 1ระบบ และ Complex space คือ พื้นที่มีการแลกเปลี่ยนระบบขนส่ง นอกจากนี้ยังได้แบ่งรูปแบบการใช้งาน (Functional organization) ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ Mono-functional คือ การใช้งานบริการระบบขนส่งอย่างเดียว และ Multifunctional คือ การใช้งานบริการระบบขนส่งร่วมกับการบริการประเภทอื่น เช่น พื้นที่การค้า เป็นต้น ซึ่งได้เลือกสถานีขนส่งกรณีศึกษา 4 สถานี จากนั้นได้ทำการเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงและทำแบบสอบถามจากผู้ใช้บริการ โดยสอบถามในเรื่องของความรู้สึกปลอดภัยและความรู้สึกสะดวกสบาย ซึ่งสามารถสรุปกรอบแนวความคิดในการออกแบบระบบขนส่ง ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 กรอบแนวความคิดในการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า

ที่มา : Sanja Durmisevic และ Sevil Sariyildiz (2001)

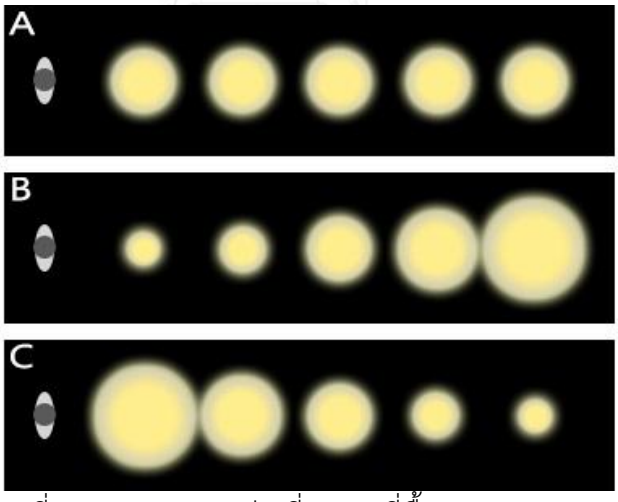
Haans และ De Kort ได้ทำการศึกษาการรับรู้ความรู้สึกปลอดภัยที่มีต่อแสงสว่างสำหรับพื้นที่สาธารณะหรือทางเดิน ความสว่างถือเป็นสิ่งสำคัญที่มาคู่กับความปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้โดยสาร ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัย โอกาสเกิดอาชญากรรม การช่วยเหลือเมื่อเกิดอุบัติเหตุได้อย่างครอบคลุมทั่วพื้นที่สถานีและทางหนีภัยด้วย ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการให้กลุ่มตัวอย่างเดินผ่านพื้นที่ที่มีการจำลองแสงสว่างรูปแบบต่างๆ คือ รูปแบบแสงสว่างเท่ากันหมด (The conventional), รูปแบบแสงปลายทางค่อยๆสว่างขึ้น (Ascending) และรูปแบบแสงปลายทางค่อยๆมืดลง (Descending) ตามภาพที่ 20 และการทดลองที่ 2 ที่ปรับรูปแบบการทดลองแสงสว่างเป็นช่วงๆที่ทางเดินสำหรับการไม่เปิดไฟทั้งหมดเพื่อประหยัดพลังงาน โดยแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ The control, Dark spot, Spotlight condition ตามภาพที่ 22 (Haans & de Kort, 2012)



ภาพที่ 20 รูปแบบการทดลองแสงสว่างที่ทางเดิน

บน : แสงสว่างเท่ากันหมด, กลาง : แสงปลายทางค่อยๆสว่างขึ้น, ล่าง : แสงปลายทางค่อยๆมืดลง

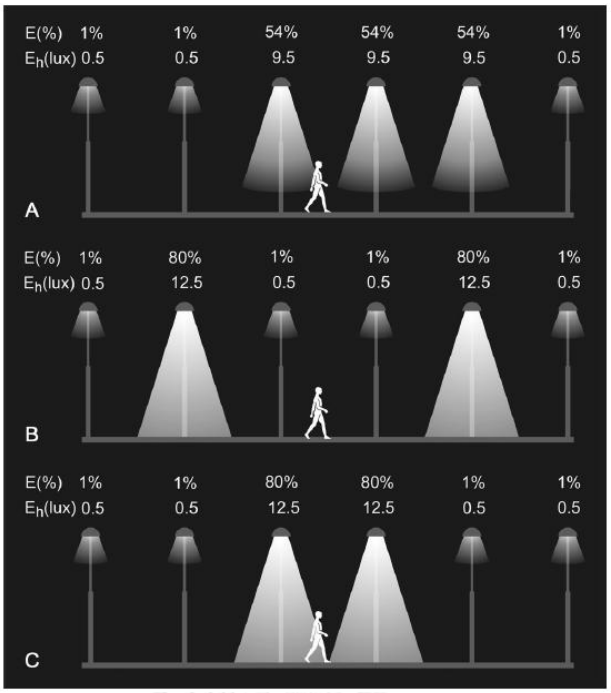
ที่มา : Haans และ De Kort (2012)



ภาพที่ 21 รูปแบบแสงสว่างที่ปรากฏที่พื้น : การทดลองแรก

บน : แสงสว่างเท่ากันหมด, กลาง : แสงปลายทางค่อยๆสว่างขึ้น, ล่าง : แสงปลายทางค่อยๆมืดลง

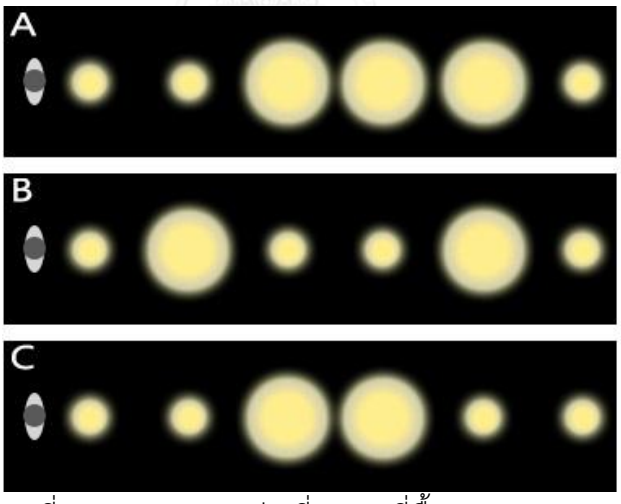
ที่มา : ผู้วิจัย



ภาพที่ 22 รูปแบบการทดลองแสงสว่างเป็นช่วงๆที่ทางเดิน

บน : The control, กลาง : Dark spot, ล่าง : Spotlight condition

ที่มา : Haans และ De Kort (2012)

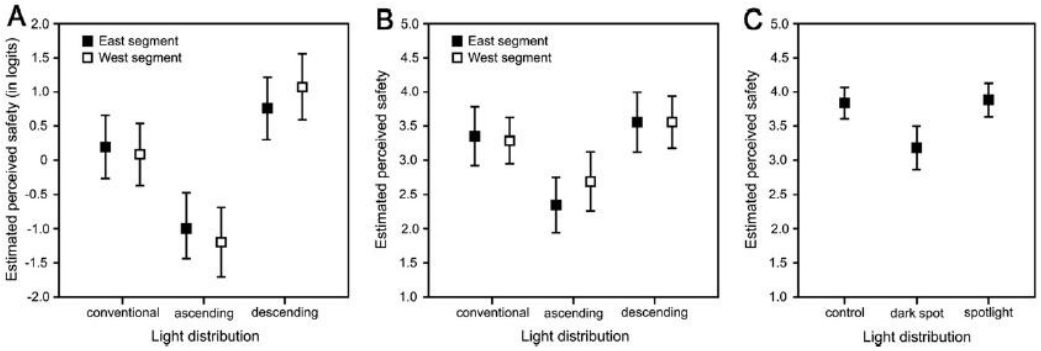


ภาพที่ 23 รูปแบบแสงสว่างที่ปรากฏที่พื้น : การทดลองสอง

บน : The control, กลาง : Dark spot, ล่าง : Spotlight condition

ที่มา : ผู้วิจัย

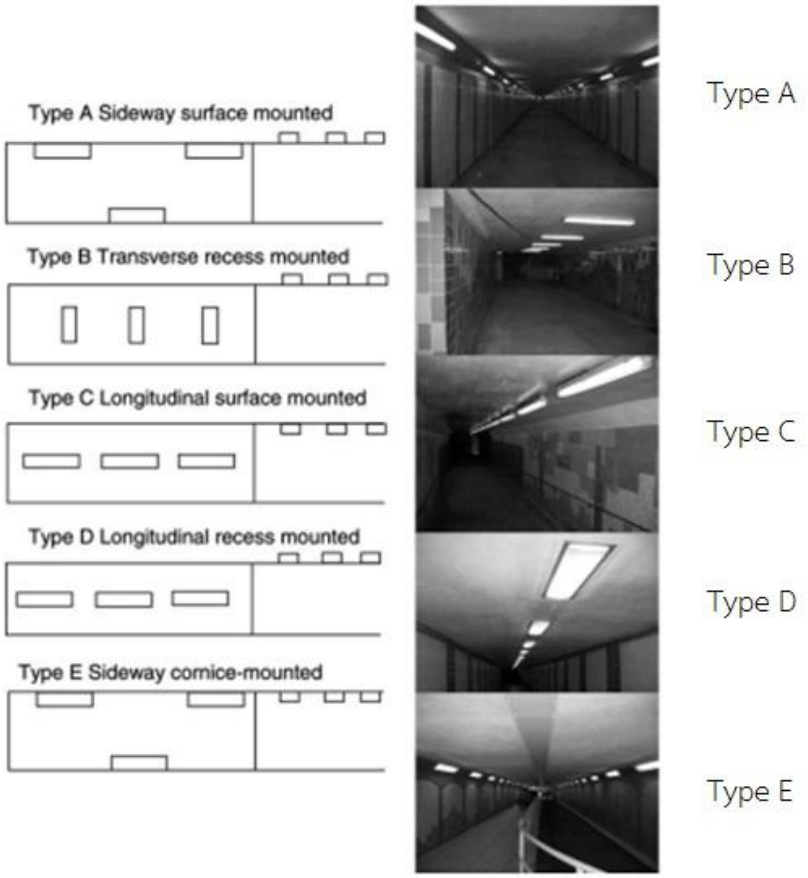
ผลคือ กลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัยมากที่สุดในรูปแบบที่มีแสงสว่างสูงสุดใกล้ตัว แม้แสงสว่างที่ปลายทางจะค่อยๆลดลงก็ตาม ส่วนรูปแบบที่มีแสงสว่างเท่ากันตลอดแนว กลุ่มตัวอย่างมีความรู้สึกเฉยๆต่อความปลอดภัย และรูปแบบที่มีแสงต้นทางมืดแล้วปลายทางค่อยๆสว่างมากขึ้น กลุ่มตัวอย่างรู้สึกเชิงลบในแง่ของความปลอดภัย แสดงตามภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ผลการทดลองการรับรู้ความปลอดภัยต่อแสงสว่างที่ทางเดิน

ที่มา : Haans และ De Kort (2012)

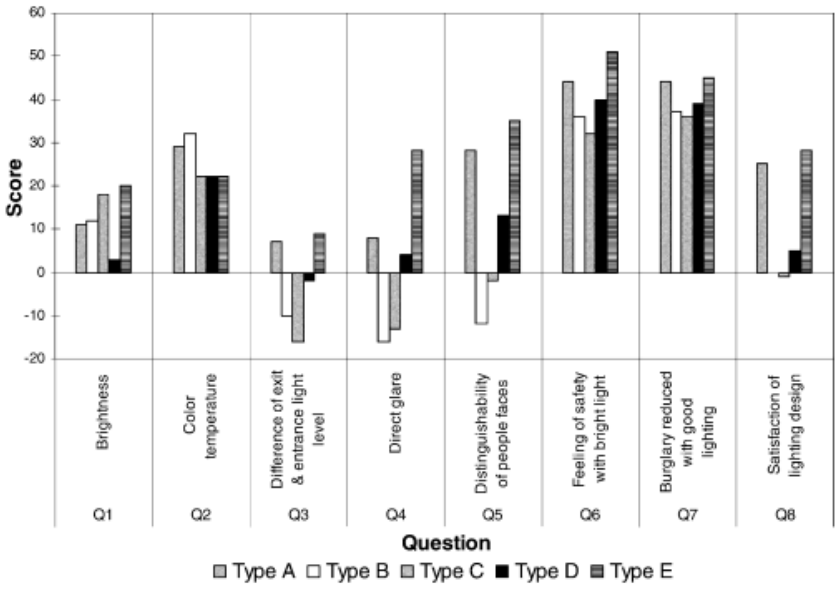
John Burnett และ Alex Yik-him Pang ได้ทำการศึกษาการออกแบบและประสิทธิภาพของแสงสว่างบริเวณทางเดินของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินที่ประเทศฮ่องกง โดยทำการเก็บข้อมูลแสงสว่างทางเดินสถานีเป็นจำนวน 20 สถานี แล้วนำมาจัดประเภทรูปแบบการติดตั้งดวงโคม ซึ่งแบ่งได้ 5 รูปแบบ ตามภาพที่ 25 (Burnett & Pang, 2004)



ภาพที่ 25 รูปแบบการให้แสงสว่างของสถานีรถไฟฟ้าในประเทศฮ่องกง

ที่มา : John Burnett และ Alex Yik-him Pang (2004)

จากนั้นได้ทำแบบสอบถามด้านความพึงพอใจต่อผู้คนที่สัญจรไปมาในสถานีรถไฟฟ้า โดยใช้ Semantic differential scale เป็นมาตรในการนับคะแนน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ซึ่งถามคำถามในเรื่องของ ระดับความสว่าง อุณหภูมิสีของแสง ความเปรียบต่างระหว่างแสงสว่างที่ทางเข้าและทางออก แสงบาดตา การมองเห็นใบหน้าของผู้คน ความรู้สึกปลอดภัย การลดการลักทรัพย์เมื่อแสงสว่างดีขึ้น และความรู้สึกพึงพอใจ ผลคือ รูปแบบการจัดดวงโคมที่ผู้โดยสารรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจมากที่สุดคือ รูปแบบ E : Sideway cornice-mounted ตามภาพที่ 26 ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีระดับความสว่างพอเหมาะต่อการมองเห็น อีกทั้งไม่ทำให้เกิดการรับรู้ถึงแสงบาดตามากนัก เนื่องด้วยการจัดวางดวงโคมอยู่ด้านข้างทางเดิน จึงทำให้ผู้โดยสารรู้สึกปลอดภัยต่อการสัญจรมากที่สุด

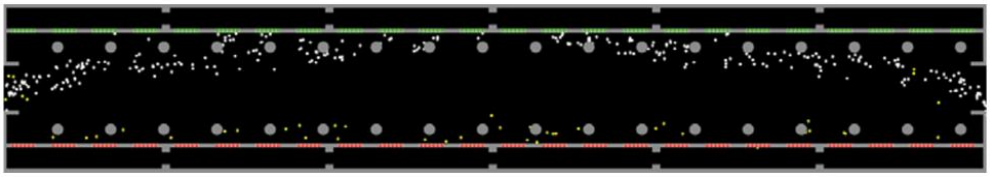


ภาพที่ 26 ผลการทดลองการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการจัดวางแสงสว่างบริเวณทางเดินสถานีรถไฟฟ้า

ที่มา : John Burnett และ Alex Yik-him Pang (2004)

M. Van Hagen และคณะ ได้ศึกษาอิทธิพลของสีและแสงที่มีต่อความพึงพอใจของผู้โดยสารที่ใช้บริการที่สถานีรถไฟฟ้าในประเทศฮอลแลนด์ โดยได้ทำการศึกษาผลกระทบของ สี 5 สี กับแสงที่มีความเข้มแสงที่มากและน้อย 2 ค่า บนห้องจำลองชานชาลารถไฟ ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 4 วัน โดยให้นักศึกษา 130 คน เข้าไปแล้วตอบคำถาม 12 ข้อ แล้วใช้การวิเคราะห์สถิติ T-test เพื่อศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจ ผลคือ ผู้โดยสารชอบสีน้ำเงินมากที่สุดในทุกสภาพแสง และยิ่งแสงสว่างมากขึ้นเท่าไรก็ยิ่งมีส่วนช่วยในการตัดสินใจให้ผู้โดยสารเดินได้เร็วมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันสีน้ำเงินกลับทำให้ผู้โดยสารมีอัตราเดินที่ช้าลง จะเห็นว่าแสงสว่างมีผลต่อจิตใจของผู้โดยสาร (Hagen, 2008)

Xu Qi และคณะ ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการหนีภัยของผู้โดยสาร กรณีเกิดเหตุการณ์เพลิงไหม้ภายในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยการจำลองผ่านคอมพิวเตอร์ จากภาพที่ 27 จะเห็นได้ว่าสำหรับสถานีรูปแบบชานชาลากลาง (Centre platform) ผู้โดยสารมีพฤติกรรมการหนีไฟโดยเดินชิดริมผนังเพื่อไปสู่ทางออก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการให้แสงสว่างสำหรับพื้นที่บริเวณริมผนัง เพื่อช่วยให้ผู้โดยสารสามารถมองเห็นทางเดิน กรณีหลบหนีเพลิงไหม้ออกจากชานชาลา (Qi, Baohua, Minggao, & Xujie, 2014)



ภาพที่ 27 ภาพจำลองการหนีไฟของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน กรณี Centre platform
ที่มา : Xu Qi และคณะ (2014)

2.5 การศึกษาอาคารตัวอย่างจากต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะการให้แสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในต่างประเทศ จำนวน 30 สถานี เพื่อศึกษาว่าอาคารกรณีตัวอย่างมีการส่องสว่างที่องค์ประกอบอาคารอย่างไร ซึ่งในที่นี้หมายถึง พื้น ผนัง และฝ้าเพดาน ทำให้สามารถแบ่งวิธีการให้แสงสว่างออกได้เป็น 3 วิธี คือ 1, 2 และ 3 วิธี รายละเอียดดูในภาคผนวก ก

ส่องแสงสว่าง 1 วิธี คือ ส่องสว่างที่พื้น ผนัง และเพดาน เพียง 1 ที่เท่านั้น

ส่องแสงสว่าง 2 วิธี คือ ส่องสว่างที่พื้นกับผนัง, พื้นกับฝ้าเพดาน หรือผนังกับฝ้าเพดาน

ส่องแสงสว่าง 3 วิธี คือ ส่องสว่างที่พื้น ผนัง และฝ้าเพดาน ทั้ง 3 ที่พร้อมกัน

สถานีรถไฟฟ้ากรณีศึกษาจากต่างประเทศมีการออกแบบที่เน้นความสวยงามเป็นส่วนใหญ่ เพื่อเน้นและส่งเสริมรูปแบบสถาปัตยกรรมให้โดดเด่นยิ่งขึ้น โดยสามารถแบ่งตามรูปแบบโครงสร้างหลังคาออกเป็น 2 รูปแบบ คือ หลังคาเรียบและหลังคาโค้ง ซึ่งกรณีศึกษาประกอบไปด้วยโครงสร้างหลังคาเรียบ 12 สถานี และโครงสร้างหลังคาโค้ง 18 สถานี ซึ่งจากการศึกษาพบว่า รูปแบบโครงสร้างหลังคาเรียบ มีการใช้รูปแบบการส่องสว่างเพียง 2 รูปแบบ คือ ส่องสว่างที่พื้นเพียงอย่างเดียว และส่องสว่างที่พื้นกับฝ้าเพดาน ส่วนรูปแบบโครงสร้างหลังคาโค้งนั้นมีการส่องสว่างเกือบทุกรูปแบบ โดยรูปแบบที่มีการนิยมใช้มากที่สุดคือ รูปแบบส่องสว่างที่ฝ้าเพดานเพียงอย่างเดียว เมื่อพิจารณาโครงสร้างหลังคาทั้ง 2 รูปแบบ จะเห็นว่าไม่มีสถานีที่มีการให้แสงสว่างที่ผนังเพียงอย่างเดียวเลย ดังแสดงตามตารางที่ 6 โดยรายละเอียดสถานีกรณีศึกษาสามารถดูได้จากภาคผนวก ก. ของงานวิจัย

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะการให้แสงสว่างของชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าการณีศึกษาต่างประเทศ

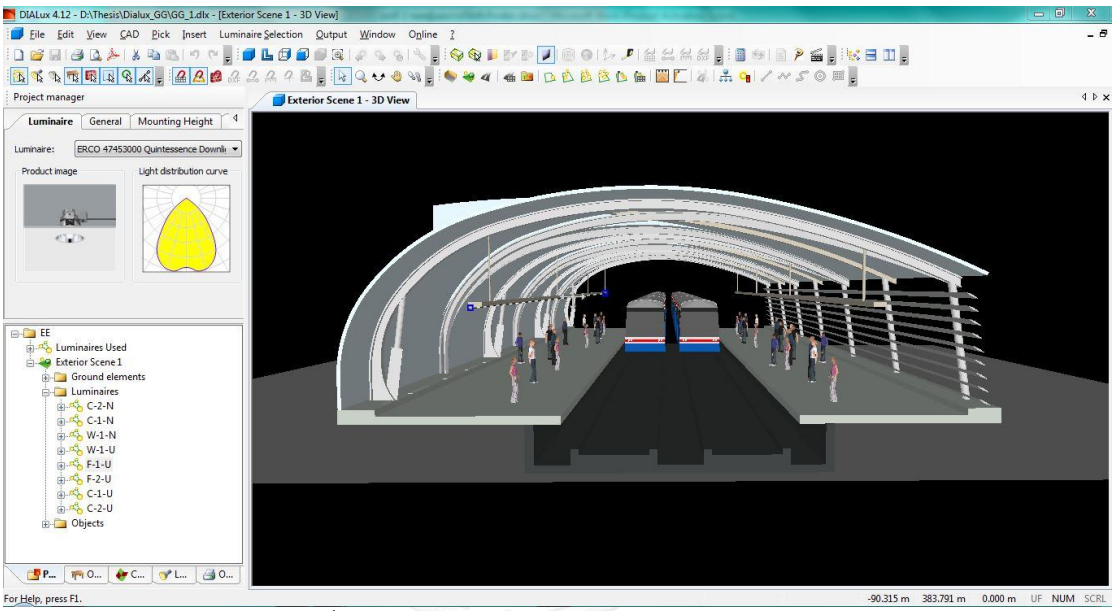
โครงสร้างหลังคา	วิธีการส่องสว่าง	พื้นที่ส่องสว่าง			จำนวนสถานี	ร้อยละ
		พื้น	ผนัง	เพดาน		
หลังคาเรียบ	1 วิธี	*	-	-	8	26.67
		-	*	-	0	0.00
		-	-	*	0	0.00
	2 วิธี	*	*	-	0	0.00
		*	-	*	3	10.00
		-	*	*	0	0.00
	3 วิธี	*	*	*	0	0.00
หลังคาโค้ง	1 วิธี	*	-	-	1	3.33
		-	*	-	0	0.00
		-	-	*	9	30.00
	2 วิธี	*	*	-	2	6.67
		*	-	*	3	10.00
		-	*	*	2	6.67
	3 วิธี	*	*	*	2	6.67
รวม					30	100.00

หมายเหตุ : * พื้นที่ส่องสว่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 การศึกษาโปรแกรมในการออกแบบแสงสว่าง

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม DIALux 4.12 ในการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถออกแบบและคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้อย่างชัดเจน โดยโปรแกรมจะมีส่วนของ Plug-in ซึ่งเป็นข้อมูลของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟแต่ละแบบให้สามารถนำมาใส่ในแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาได้ และโปรแกรมสามารถแสดงผลของการส่องสว่างจากโคมไฟฟ้าที่ใช้ออกมาได้อย่างสมจริง เป็นประโยชน์ในการจำลองการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างก่อนที่จะนำไปสร้างจริง (สุริยปกร งามสรรพศิริ, 2551)



ภาพที่ 28 หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม DIALux

2.7 สรุปการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยสามารถสรุปความเกี่ยวเนื่องที่มีต่องานวิจัยนี้ได้ ดังนี้

ตารางที่ 7 สรุปความเกี่ยวเนื่องการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย (1/2)

หมวด	รายละเอียด	ความเกี่ยวเนื่องต่อการวิจัย
สถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร	ประวัติกิจการรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร	กำหนดขอบเขตของอาคารกรณีศึกษา
ทฤษฎีของแสงและเทคนิคการออกแบบแสงสว่าง	แสงสว่างที่มีคุณภาพ	แสงสว่างมีผลต่อการรับรู้
	ความสม่ำเสมอของแสง	กำหนดตัวแปรในการศึกษา
	แหล่งกำเนิดแสง	กำหนดหลอดไฟในการจำลองแสงสว่าง
	วิธีการส่องสว่าง	เสนอวิธีการส่องสว่าง
	การแบ่งส่วนโพรงห้อง	กำหนดพื้นผิวส่องสว่าง
	อิทธิพลของความสว่างต่อพื้นที่ส่องสว่าง	แสงมีผลต่อการรับรู้สภาพห้องต่างกัน
	ความสามารถในการปรับสายตา	แสงที่สว่างต่างกันส่งผลให้รู้สึกต่างกัน

ตารางที่ 8 สรุปความเกี่ยวเนื่องการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย (2/2)

หมวด	รายละเอียด	ความเกี่ยวเนื่องต่อการวิจัย
การศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานแสงสว่าง	เกณฑ์ส่องสว่างมาตรฐานต่างๆ เปรียบเทียบกับข้อกำหนดการก่อสร้างของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT และรถไฟฟ้า BTS	นำเกณฑ์ที่ศึกษามากำหนดค่าความสว่างของสถานีเพื่อจำลองรูปแบบแสงสว่าง
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	ความสัมพันธ์ของการให้บริการรถไฟฟ้ากับพฤติกรรมของผู้โดยสาร	การบริการ การให้แสงสว่างต้องส่งผลให้ผู้โดยสารปลอดภัยและพึงพอใจ
	การประเมินคุณภาพสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ในเรื่องของสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อจิตวิทยา	แสงสว่างมีผลต่อความรู้สึกปลอดภัยและความน่าสบายของผู้โดยสาร
	การรับรู้ความรู้สึกปลอดภัยที่มีต่อแสงสว่างสำหรับพื้นที่สาธารณะหรือทางเดิน	ความสม่ำเสมอของแสงส่งผลต่อความรู้สึกปลอดภัย
	การศึกษารูปแบบและประสิทธิภาพของแสงสว่างบริเวณทางเดินสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินที่ประเทศฮ่องกง	นำวิธีการวิจัยมาใช้ในการเก็บข้อมูล
	อิทธิพลของสีและแสงที่มีต่อความพึงพอใจของผู้โดยสารที่ใช้บริการที่สถานีรถไฟฟ้าในประเทศฮอลแลนด์	ระดับความเข้มแสงมีผลต่อการตัดสินใจเดินของผู้โดยสาร
	พฤติกรรมการหนีภัยของผู้โดยสาร กรณีเกิดเพลิงไหม้ภายในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน	ผู้โดยสารหนีภัยใกล้บริเวณผนังเป็นที่มาของการส่องแสงสว่างที่ผนัง
การศึกษาอาคารตัวอย่าง	ศึกษาลักษณะการส่องแสงสว่างของสถานีรถไฟฟ้าในต่างประเทศ จำนวน 30 สถานี	นำรูปแบบการส่องสว่างมากำหนดรูปแบบในการจำลองแสงสว่าง
การศึกษาโปรแกรมในการออกแบบแสงสว่าง	โปรแกรม DIALux 4.12	ใช้ในการจำลองภาพเสมือนจริงและคำนวณแสงสว่าง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องแนวทางการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีการจำลองเสมือนจริง (Simulation) เพื่อนำรูปแบบจากการจำลองมาทำแบบสอบถามสำหรับประเมินความพึงพอใจของผู้คนที่มีความรู้สึกต่อรูปแบบของการให้แสงสว่างรูปแบบต่างๆ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 7 ขั้นตอน ได้แก่

3.1 สัมภาษณ์ผู้ออกแบบสถานีรถไฟฟ้า เพื่อทราบตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณา

3.2 สำรวจสถานที่จริง เพื่อทราบถึงรูปแบบอาคาร

3.3 ทำแบบสอบถามขั้นต้น เพื่อทราบถึงความพึงพอใจของผู้คนที่มีต่อแสงสว่างภายในสถานีรถไฟฟ้า

3.4 วิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติขั้นต้น

3.5 กำหนดแนวทางการวิจัย ขั้นสอง

3.6 วิเคราะห์และประมวลผลรูปแบบแสงสว่างที่ได้ค่าตามมาตรฐาน

3.7 ทำการจำลองภาพเสมือนจริง สำหรับแบบสอบถามขั้นสอง เพื่อทราบถึงความพึงพอใจของผู้คนทั่วไปที่มีต่อรูปแบบการส่องสว่างที่เสนอใหม่

3.1 สัมภาษณ์จากผู้ออกแบบ

จากการสัมภาษณ์ นายช่างเอกสิทธิ์ กฤษณะสมิต สถาปนิกโครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินส่วนต่อขยาย ผู้เคยออกแบบสถานีโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล ซึ่งเป็นรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT และรถไฟฟ้า BTS รวมทั้งเป็นที่ปรึกษาด้านการออกแบบ โครงการรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Airport rail link) ทำให้ได้ประเด็นที่ควรคำนึงในการออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้า 4 ปัจจัย ดังนี้

1 ความปลอดภัยของผู้โดยสาร (Passenger safety)

สำหรับอาคารประเภทสถานีขนส่ง ความปลอดภัยของผู้โดยสารมีความสำคัญเป็นอันดับหนึ่ง เนื่องด้วยอาคารต้องรองรับผู้โดยสารจำนวนมาก จึงต้องคำนึงถึงเวลาเกิดอุบัติเหตุ เช่น เพลิงไหม้ เป็นต้น ดังนั้นสถานีรถไฟฟ้าจำเป็นต้องมีการติดตั้งดวงโคมสำหรับส่องสว่างบริเวณป้ายบอกทาง เพื่อรองรับเหตุการณ์ดังกล่าว ผู้โดยสารต้องมองเห็นจุดที่เป็นทางออก นอกจากนี้ต้องไม่มีมุมมืดเพื่อป้องกันการเกิดอาชญากรรม

2 แสงสว่างต้องบ่งบอกทิศทางการเดินของผู้โดยสาร (Passenger circulation)

สำหรับอาคารประเภทสถานีขนส่ง เวลาเกิดอุบัติเหตุ แสงสว่างต้องสามารถบ่งบอกให้ผู้โดยสารสามารถหนีไปที่บันไดหนีไฟได้ถูกทาง ส่วนในเวลาปกติแสงสว่างจะต้องช่วยในเรื่องของความคล่องตัวของการสัญจร (Passenger flow)

3 ระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมต่อการใช้งาน (Illuminance for function)

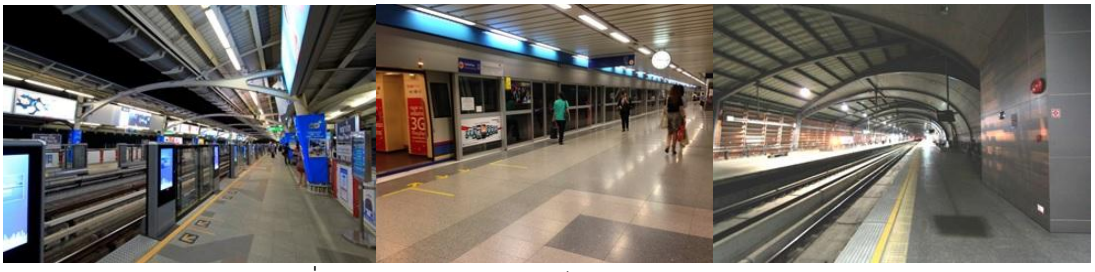
พื้นที่บริเวณชานชาลา ซึ่งเป็นจุดที่ผู้โดยสารรอคอยรถไฟฟ้า ต้องมีระดับความส่องสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งานหรือตอบสนองต่อกิจกรรมของผู้โดยสาร

4 ความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่เหมาะสมต่อการใช้งาน (Uniformity for operation)

พื้นที่บริเวณชานลา เป็นจุดที่ไม่ควรมีมุมมืด ควรมีแสงสว่างที่เพียงพอกระจายทั่วทั้งสถานี ให้มีความสบายตาเพื่อเหมาะสมต่อการใช้งานและความปลอดภัยของผู้โดยสาร

3.2 สำรวจสถานที่จริง

จากการสำรวจสภาพจริงของแต่ละสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 3 ระบบ ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบไปด้วย ระบบรถไฟฟ้า BTS จำนวน 34 สถานี ระบบรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT จำนวน 18 สถานี และระบบรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จำนวน 8 สถานี ตามภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างสถานีรถไฟฟ้าของทั้ง 3 ระบบ พบว่าแต่ละระบบมีการออกแบบอาคารและการติดตั้งแสงสว่างประกอบอาคารที่แตกต่างกันในหลายด้าน โดยจะแบ่งแยกพิจารณาเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ องค์ประกอบภายนอก องค์ประกอบด้านสถาปัตยกรรม และรูปแบบการให้แสงสว่างสำหรับสถานี



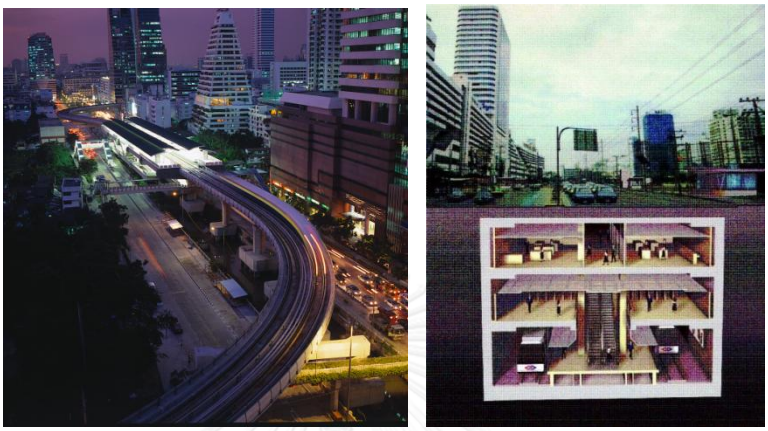
ภาพที่ 29 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร

ซ้าย : สถานี BTS พญาไท, กลาง : สถานี MRT บางซื่อ, ขวา : สถานี Airport Link ลาดกระบัง

3.2.1 องค์ประกอบภายนอก

เนื่องด้วยระบบขนส่งรถไฟฟ้าทำหน้าที่ให้บริการขนส่งผู้โดยสารให้เชื่อมต่อไปยังพื้นที่ต่างๆในเมือง ฉะนั้นอาคารสถานีรถไฟฟ้าจึงแทรกตัวอยู่ท่ามกลางอาคารบ้านเรือนพื้นที่ชุมชนต่างๆตามแนวเส้นทางการเดินรถไฟฟ้า ซึ่งการออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้าจึงต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและอาคารข้างเคียง (Existing building) สำหรับ

ระบบรถไฟฟ้า MRT จะไม่ค่อยมีผลจากทางด้านนี้ เนื่องด้วยเป็นระบบขนส่งที่อยู่ใต้ดิน ตามภาพที่ 30 แต่สำหรับสถานียกระดับอย่างรถไฟฟ้า BTS แสงที่เกิดขึ้นภายในสถานีนอกจากให้ความสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งานแล้ว แสงสว่างต้องไม่สาดส่องเข้าไปรบกวนอาคารข้างเคียง โดยเฉพาะย่านที่มีอาคารสูงอยู่หนาแน่น อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงแสงสว่างจากอาคารข้างเคียงที่เข้ามาช่วยให้ภายในสถานีมีระดับความสว่างมากขึ้นอีกด้วย

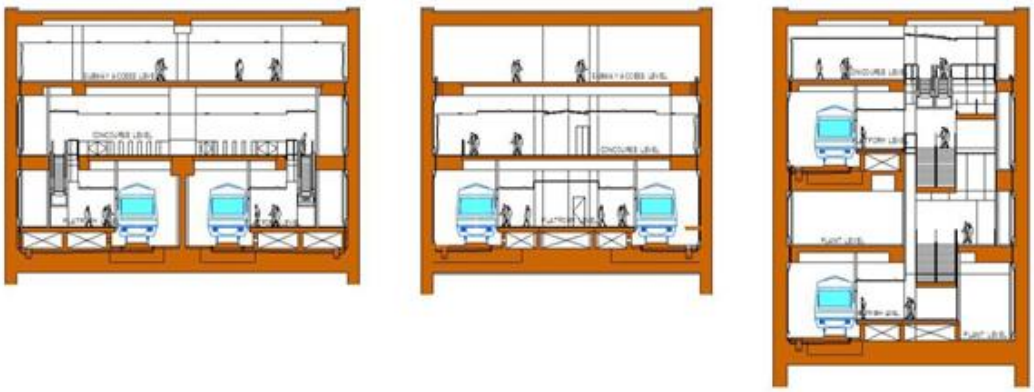


ภาพที่ 30 สภาพอาคารข้างเคียง ซ้าย : สถานีรถไฟฟ้า BTS, ขวา : สถานีรถไฟฟ้า MRT
ที่มา : นายช่างเอกสิทธิ์ กฤษณะสมิต

3.2.2 องค์ประกอบด้านสถาปัตยกรรม

รูปแบบการวางชานชาลา

อาคารสถานีรถไฟฟ้าทั้งที่เป็นสถานียกระดับหรือสถานีใต้ดินสามารถแบ่งประเภทของการวางชานชาลาสถานี ได้ 3 ประเภท คือ ชานชาลาข้าง (Side platform), ชานชาลากลาง (Centre platform) และ ชานชาลาซ้อนทับ (Stacked platform) ตามภาพที่ 31



ภาพที่ 31 รูปแบบชานชาลาของสถานีรถไฟฟ้า
ซ้าย : Side platform, กลาง : Center platform, ขวา : Stacked platform
ที่มา : การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.)

ขนาดของอาคาร

สถานีรถไฟฟ้าเป็นอาคารที่มีลักษณะยาว เพื่อรองรับกับความยาวของรถไฟ อีกทั้งความกว้างสูงของสถานี ทำให้ระยะในการติดตั้งดวงโคมแตกต่างกัน เนื่องด้วยประสิทธิภาพของดวงโคมที่ส่องลงมานั้นเมื่อเทียบกับขนาดของสถานีแล้วอาจส่งผลให้สถานีมีระดับความส่องสว่างที่ไม่เพียงพอก็เป็นได้ เช่นในกรณีของระบบรถไฟฟ้า Airport rail link

วัสดุประกอบอาคาร

จากภาพตัวอย่างสถานีรถไฟฟ้า ภาพที่ 29 จะเห็นว่าแต่ละสถานีต่างมีวัสดุปิดผิวที่คล้ายคลึงกัน เช่น Aluminium cladding หรือหินแกรนิต ซึ่งมีสีของวัสดุที่แตกต่างกัน ทำให้สถานีมีความสว่างที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น สถานีรถไฟฟ้า BTS และรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT จะมีสีของวัสดุที่ค่อนข้างสว่าง ทำให้บรรยากาศโดยรวมของสถานีดูสว่าง แต่เมื่อเทียบกับสถานีรถไฟฟ้า Airport rail link ที่มีสีของวัสดุเป็นสีเทาเข้ม ทำให้บรรยากาศโดยรวมของสถานีดูค่อนข้างมืด

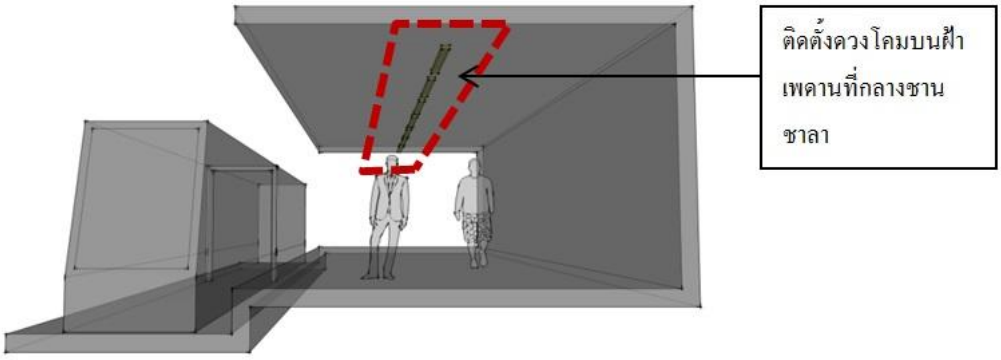
3.2.3 รูปแบบการให้แสงสว่าง

จากการสำรวจสภาพจริงของแต่ละสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 3 ระบบ ในกรุงเทพมหานคร เมื่อพิจารณาลักษณะการติดตั้งดวงโคมส่องสว่างของระบบขนส่งทั้ง 3 ประเภท ทำให้พบว่า ระบบขนส่งทั้ง 3 ระบบมีรูปแบบการติดตั้งดวงโคมที่แตกต่างกัน ดังนี้

สถานีรถไฟฟ้า BTS มีการติดตั้งดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ในแนวยาว 1 แถว บริเวณกลางชานชาลา ตลอดตามช่วงยาวของชานชาลา ซึ่งแสดงตามภาพที่ 32 และ 33

ภาพที่ 32 ระบบรถไฟฟ้า BTS

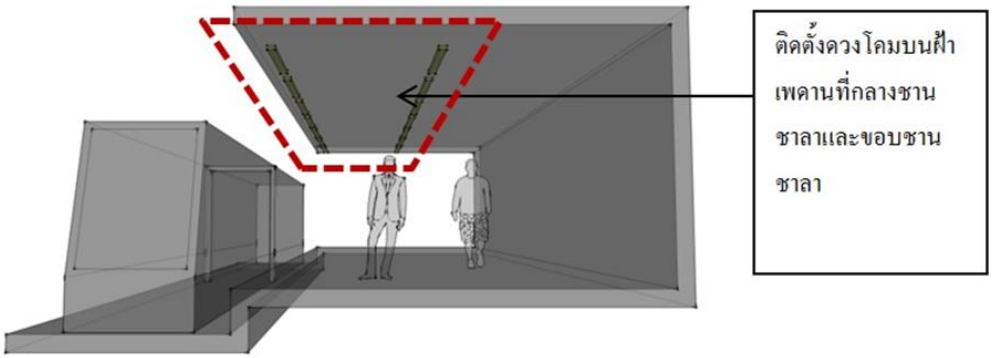
ซ้าย : สถานีพญาไท, ขวา : สถานีตากสิน



ภาพที่ 33 รูปแบบการติดตั้งดวงโคมของสถานีรถไฟฟ้า BTS

สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT มีการติดตั้งดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ในแนวยาว 2 แถว คือ บริเวณขอบชานชาลาติดกับแนวประตูอัตโนมัติ (Platform screen door) และบริเวณกลางชานชาลาตลอดตามช่วงยาวของชานชาลา ซึ่งแสดงตามภาพที่ 34 และ 35

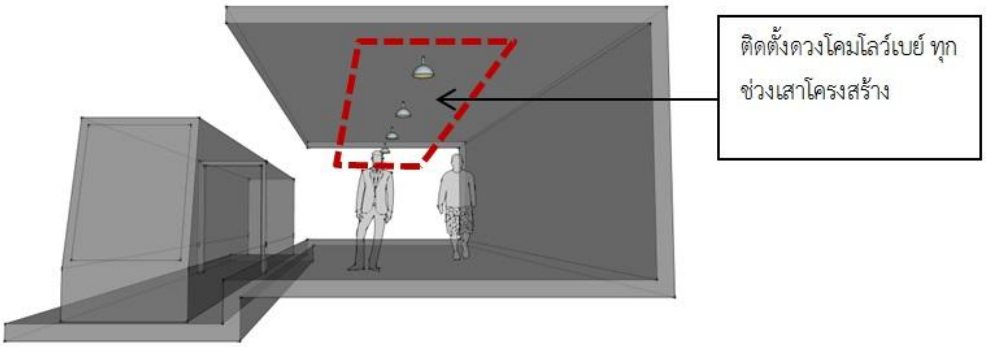
ภาพที่ 34 ระบบรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT
ซ้าย : สถานีบางซื่อ, ขวา : สถานีลาดพร้าว



ภาพที่ 35 รูปแบบการติดตั้งดวงโคมของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT

สถานีรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หรือรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ มีการติดตั้งดวงโคมโลว์เบย์ (Low bay pendant) ตลอดทุกช่วงเสาของโครงสร้าง ใช้หลอดที่มีกำลังไฟฟ้าค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงตามภาพที่ 36 และ 37

ภาพที่ 36 ระบบรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์
ซ้าย : สถานีลาดกระบัง, ขวา : สถานีหัวหมาก



ภาพที่ 37 รูปแบบการติดตั้งดวงโคมของสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์

3.3 ทำแบบสอบถามขั้นต้น

เพื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงภายในสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 3 ระบบ ว่าผู้คนส่วนใหญ่มีความรู้สึกพึงพอใจต่อแสงสว่างภายในสถานีอย่างไร มีความคิดเห็นอย่างไร และเพื่อจำกัดขอบเขตของงานวิจัย ในเรื่องของรูปแบบของสถานีกับรูปแบบการให้แสงสว่างว่ามีผลต่อผู้คนหรือไม่ ผู้วิจัยจึงจัดทำแบบสอบถามโดยทำการสำรวจจากการทำแบบสอบถามออนไลน์ทางอินเตอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ https://www.docs.google.com ซึ่งใช้การให้ดูภาพถ่ายจากสถานที่จริง โดยเลือกภาพชานชาลาตัวอย่างทั้งหมด 5 สถานี แต่ละรูปเลือกมาจากการพิจารณาประเภทของกลุ่มสถานีและรูปแบบของสถานีแตกต่างกัน ได้แก่

ชานชาลาตัวอย่างที่ 1 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ สถานีลาดกระบัง ซึ่งเป็นรูปแบบสถานีรถไฟฟ้ายกระดับ มี 2 ชานชาลาขนาบข้างทางรถไฟฟ้า (Side platform) และหลังคาปิดคลุมทั้งสถานี ตามภาพที่ 38

ภาพที่ 38 ภาพตัวอย่างที่ 1 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ สถานีลาดกระบัง

ชานชาลาตัวอย่างที่ 2 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ สถานีหัวหมาก ซึ่งเป็นรูปแบบสถานีรถไฟฟ้ายกระดับ มี 1 ชานชาลาขนาบข้างทางรถไฟฟ้า (Side platform) และหลังคาปิดคลุมด้านเดียว ตามภาพที่ 39

ภาพที่ 39 ภาพตัวอย่างที่ 2 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ สถานีหัวหมาก

ชานชาลาตัวอย่างที่ 3 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีพญาไท ซึ่งเป็นรูปแบบสถานีรถไฟฟ้ายกระดับ มี 2 ชานชาลาขนาบข้างทางรถไฟฟ้า (Side platform) และหลังคาปิดคลุมทั้งสถานี ตามรูปที่ 40

ภาพที่ 40 ภาพตัวอย่างที่ 3 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีพญาไท

ชานชาลาตัวอย่างที่ 4 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีสะพานตากสิน ซึ่งเป็นรูปแบบสถานีรถไฟฟ้ายกระดับ มี 1 ชานชาลาขนาบข้างทางรถไฟฟ้า (Side platform) และหลังคาปิดคลุมชานชาลาด้านเดียว ตามภาพที่ 41

ภาพที่ 41 ภาพตัวอย่างที่ 4 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีสะพานตากสิน

ชานชาลาตัวอย่างที่ 5 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT สถานีบางซื่อ ซึ่งเป็นรูปแบบเป็นสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน มี 1 ชานชาลาขนาบข้างทางรถไฟฟ้า (Side platform) และมีฝ้าเพดานปิดทั้งชานชาลา ตามภาพที่ 42

ภาพที่ 42 ภาพตัวอย่างที่ 5 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT สถานีบางซื่อ

จากนั้นใช้แบบสอบถามแบบ Semantic differential scale ซึ่งเป็นมาตรวัดเจตคติความรู้สึกตามความหมายของคำที่มีความหมายคู่ตรงข้าม โดยแบ่งระดับการรับรู้ออกเป็น 7 ระดับ ดังนี้คือ -3(ไม่พึงพอใจมาก), -2(ไม่พึงพอใจ), -1(ค่อนข้างไม่พึงพอใจ), 0(เฉยๆ), 1(ค่อนข้างพึงพอใจ), 2(พึงพอใจ), 3(พึงพอใจมาก) สำหรับวัดระดับความพึงพอใจโดยใช้หัวข้อคำถามในรูปแบบเดียวกับที่ Burnett และ Pang ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบแสงสว่างบริเวณทางเดินภายในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินที่ฮ่องกง ในปี 2004 แต่ได้มีการเปลี่ยนแปลงหัวข้อในการสอบถามให้สอดคล้องกับลักษณะสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร ประกอบกับแนวความคิดที่ผู้ออกแบบสถานีคำนึงในการออกแบบ ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 3 ระบบ โดยถามคำถามด้านความพึงพอใจ รูปละ 5 ข้อ ในเรื่องของความรู้สึกต่อระดับความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของ

แสงสว่าง ความปลอดภัย และความพึงพอใจต่อแสงสว่างภายในบริเวณชานชาลาสถานี ดังแสดงตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แบบสอบถาม Semantic differential scale 7 ระดับ

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
แสงสว่างไม่เพียงพอ								แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ								แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า								ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย								ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ								พึงพอใจ

การสอบถามได้แบ่งช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างตามมาตรฐานของสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยจัดประเภทกลุ่มอายุตามมาตรฐานสากล (Standard International Age Classifications Rev. 1.0) ซึ่งแบ่งตามกลุ่มอายุ 20 ปี ประกอบไปด้วยช่วงอายุ 5-24, 25-44, 45-64 และ 65 ขึ้นไป

3.4 วิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติขั้นต้น

จากการทำแบบสอบถามออนไลน์ ตั้งแต่วันที่ 21-23 กันยายน พ.ศ. 2557 มีผู้ตอบแบบสอบถามกลับทั้งหมด 41 คน ประกอบด้วย ผู้ชาย 18 คน และ ผู้หญิง 23 คน คิดเป็นชายร้อยละ 43.90 หญิงร้อยละ 56.10 ซึ่งแสดงตามตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามขั้นต้น แยกตามเพศ

เพศ	จำนวนคน	ร้อยละ
ชาย	18	43.90
หญิง	23	56.10
รวม	41	100

กลุ่มตัวอย่างทั้ง 41 คน ประกอบด้วยช่วงอายุระหว่าง 5-24 ปี 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.00 ช่วงอายุระหว่าง 25-44 ปี 27 คน คิดเป็นร้อยละ 65.90 และช่วงอายุระหว่าง 45-64 ปี 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.20 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามกลับนั้นไม่มีช่วงอายุ 65 ปีขึ้นไปเลย คิดเป็นอัตราส่วนตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามขั้นต้น แยกตามอายุ

ช่วงอายุ	จำนวนคน	ร้อยละ
5-24 ปี	9	22.00
25-44 ปี	27	65.90
45-64 ปี	5	12.20
65 ปี ขึ้นไป	0	0
รวม	41	100

สำหรับการทำแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลโดยการให้กลุ่มตัวอย่างให้คะแนนการรับรู้ด้านแสงสว่าง ซึ่งหลังจากที่เก็บข้อมูลแล้วเสร็จ ได้นำจำนวนคนที่กรอกในช่วงคะแนนต่างๆมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) การรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อคำถามข้อนั้นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยกลางคือ 0 ส่วนค่าเฉลี่ยมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อแสงสว่าง และค่าเฉลี่ยมีค่าเข้าใกล้ -1 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกค่อนข้างไม่พึงพอใจต่อแสงสว่าง การเก็บข้อมูลดังกล่าวได้ผลดังนี้

ชานชาลาตัวอย่างที่ 1 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า Airport rail link สถานีลาดกระบัง

ภาพที่ 43 ภาพตัวอย่างที่ 1 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า Airport rail link สถานีลาดกระบัง

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีลาดกระบัง

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	-0.49
2	ความสม่ำเสมอของแสง	-0.71
3	ความจ้าของแสง	-0.05
4	ความรู้สึกปลอดภัย	-0.27
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	-0.27

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพชานชาลาตัวอย่างที่ 1 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า Airport rail link สถานีลาดกระบัง มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยกลาง (0) เล็กน้อย โดยค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสม่ำเสมอของแสง มีค่าเข้าใกล้ -1 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี โดยเฉพาะรู้สึกค่อนข้างไม่พอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง

ชานชาลาตัวอย่างที่ 2 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า Airport rail link สถานีหัวหมาก

ภาพที่ 44 ภาพตัวอย่างที่ 2 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า Airport rail link สถานีหัวหมาก

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีหัวหมาก

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	-0.02
2	ความสม่ำเสมอของแสง	0.07
3	ความจ้าของแสง	-0.02
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.19
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.15

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพชานชาลาตัวอย่างที่ 2 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า Airport rail link สถานีหัวหมาก มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยกลาง (0) โดยมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่างและความจ้าของแสง มีค่าต่ำกว่า 0 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกเฉยๆต่อสภาพแสงสว่างภายในชานชาลา โดยรู้สึกเฉยๆต่อความสม่ำเสมอของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี และเริ่มรู้สึกค่อนข้างไม่พอใจต่อระดับความสว่างและความจ้าของแสง

ชานชาลาตัวอย่างที่ 3 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีพญาไท

ภาพที่ 45 ภาพตัวอย่างที่ 3 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีพญาไท

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีพญาไท

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.78
2	ความสม่ำเสมอของแสง	0.42
3	ความจ้าของแสง	0.66
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.68
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.73

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพชานชาลาตัวอย่างที่ 3 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีพญาไท มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่าง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าเข้าใกล้ 1 และมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสม่ำเสมอของแสง มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกค่อนข้างพอใจต่อความสว่าง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี แต่รู้สึกเฉยๆต่อความสม่ำเสมอของแสง

ชานชาลาตัวอย่างที่ 4 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีสะพานตากสิน

ภาพที่ 46 ภาพตัวอย่างที่ 4 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีสะพานตากสิน

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีสะพานตากสิน

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.49
2	ความสม่ำเสมอของแสง	0.22
3	ความจ้าของแสง	0.51
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.27
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.49

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพชานชาลาตัวอย่างที่ 4 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีสะพานตากสิน มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าเข้าใกล้ 0 และมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความจ้าของแสง มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกค่อนข้างพอใจต่อความจ้าของแสง แต่รู้สึกเฉยๆต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชานชาลาตัวอย่างที่ 5 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT สถานีบางซื่อ

ภาพที่ 47 ภาพตัวอย่างที่ 5 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT สถานีบางซื่อ

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชานชาลาสถานีบางซื่อ

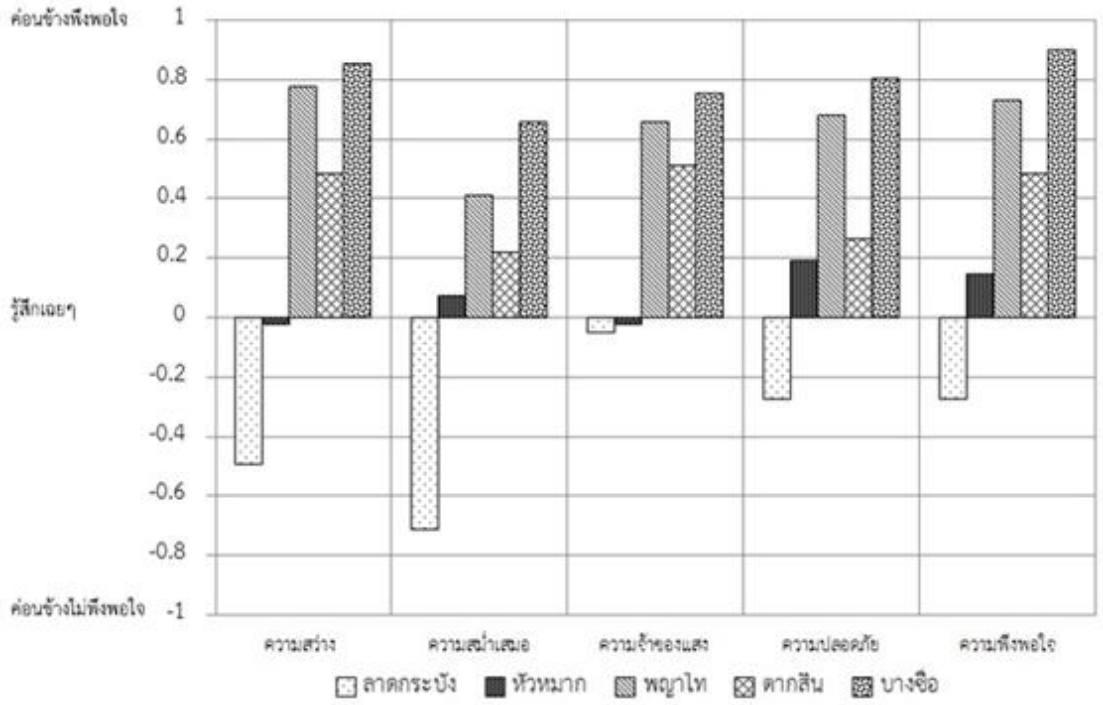
คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.85
2	ความสม่ำเสมอของแสง	0.66
3	ความจ้าของแสง	0.76
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.81
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.90

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพชานชาลาตัวอย่างที่ 5 ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT สถานีบางซื่อ มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าเข้าใกล้ 1 ทั้งหมด แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกค่อนข้างพอใจต่อสภาพแสงสว่างภายในชานชาลาทุกหัวข้อกรณีศึกษา

จากการเก็บข้อมูลขั้นต้น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของแต่ละสถานีตามตารางที่ 17 ทำให้พบว่าผู้คนส่วนใหญ่มีความรู้สึกพึงพอใจต่อแสงของสถานีมากที่สุด คือ สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อ รองมาคือ สถานีพญาไท สถานีตากสิน สถานีหัวหมาก และสถานีลาดกระบัง ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของสถานีลาดกระบังค่อนข้างต่ำมากเมื่อเทียบกับสถานีอื่น โดยเฉพาะในเรื่องของความสม่ำเสมอของแสงและความสว่าง ตามตารางที่ 17 และแผนภูมิที่ 2 แสดงให้เห็นว่าสถานีลาดกระบังเป็นสถานีที่มีรูปแบบการให้แสงสว่างที่มีปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบของสถานีนี้เป็นกรณีศึกษา เพื่อหาแนวทางการออกแบบที่ช่วยปรับปรุงการให้แสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้ารูปแบบนี้ให้ดีขึ้น

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจที่มีต่อสถานีรถไฟฟ้าทุกสถานี

	ความสว่าง	ความสม่ำเสมอ	ความจ้าของแสง	ความปลอดภัย	ความพึงพอใจ
ลาดกระบัง	-0.49	-0.71	-0.05	-0.27	-0.27
หัวหมาก	-0.02	0.073	-0.02	0.195	0.146
พญาไท	0.78	0.415	0.659	0.683	0.732
ตากสิน	0.488	0.22	0.512	0.268	0.488
บางซื่อ	0.854	0.659	0.756	0.805	0.902



แผนภูมิที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจของแต่ละสถานี

เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเพศของกลุ่มตัวอย่างกับตัวแปรที่ทำการสอบถาม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ 2 กลุ่มสัมพันธ์กัน (T-Test analysis) ผ่านโปรแกรม SPSS เพื่อศึกษาว่าเพศมีผลต่อตัวแปรที่พิจารณามากน้อยเพียงใด จึงพบว่า เพศไม่มีผลต่อตัวแปรที่ศึกษา

ต่อมาเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอายุของกลุ่มตัวอย่างกับตัวแปรที่ทำการสอบถาม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) หรือ ANOVA หรือ f-test เพื่อศึกษาว่าอายุมีผลต่อตัวแปรที่พิจารณามากน้อยเพียงใด จึงพบว่า อายุไม่มีผลต่อตัวแปรที่ศึกษา

เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อคำถาม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสหสัมพันธ์ (Correlation analysis) เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกปลอดภัยและความรู้สึกพึงพอใจว่ามีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด สามารถสรุปได้ว่า ความสว่างมีความสัมพันธ์กันสูงกับความสม่ำเสมอของแสง ในทุกสถานี ซึ่งความสว่างและความสม่ำเสมอของแสงยังสัมพันธ์กันสูงกับความปลอดภัยและความพึงพอใจบางสถานี

3.5 กำหนดแนวทางการวิจัย ขั้นสอง

จากการเก็บข้อมูลขั้นต้น จึงเป็นที่มาของการศึกษาการออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้า (Lighting design approaches for railway station) โดยจะศึกษาถึงรูปแบบการให้แสงสว่างที่ส่องกับองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมคือ พื้น ผนัง และฝ้าเพดาน ของบริเวณชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า โดยจะทำการจำลองเสมือนจริง (Simulation) ผ่านโปรแกรม Dialux โดยไม่พิจารณาในเรื่องของสีและวัสดุ เพื่อให้ผลการวิจัยมาจากผลกระทบทางความรู้สึกที่มีต่อแสงเท่านั้น

ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบในการจำลองเสมือนจริง โดยให้ระดับความสว่างที่พื้นชานชาลา มีค่าไม่น้อยกว่า 100 lux ซึ่งเป็นค่าตามมาตรฐาน IESNA และสอดคล้องกับค่าในข้อกำหนดในการก่อสร้าง (Outline Design Specifications) ของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT และรถไฟฟ้า BTS เป็นตัวแปรควบคุม เนื่องด้วยไม่ว่าจะออกแบบด้วยวิธีการส่องสว่างหรือมีรูปแบบของแสงสว่างอย่างไร ระดับความส่องสว่างบนพื้นที่ใช้สอยซึ่งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในการก่อสร้าง และจากข้อมูลที่เก็บได้จากการทำแบบสอบถามขั้นต้น ประกอบกับการศึกษาวรรณกรรมและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้า ได้กล่าวถึงความสำคัญของความสม่ำเสมอของแสงสว่างว่ามีผลต่อความรู้สึกของผู้คน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ความสม่ำเสมอของแสงเป็นตัวแปรต้น ที่พิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องไปยังพื้นที่ที่ส่องสว่าง ในที่นี้หมายถึง พื้น ผนัง และฝ้าเพดาน โดยพิจารณาระหว่างแสงสม่ำเสมอและแสงไม่สม่ำเสมอ ตามตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงตัวแปรที่ทำการศึกษาในงานวิจัย

ตัวแปรต้น	ตัวแปรควบคุม	ตัวแปรตาม
ความสม่ำเสมอของแสง พื้นที่ส่องสว่าง – ผนัง, เพดาน	รูปแบบชานชาลาของสถานี พื้นที่ส่องสว่าง – พื้น - ระดับความสว่างไม่น้อยกว่า 100 lux - ความสม่ำเสมอของแสงไม่น้อยกว่า 0.4	การรับรู้ของผู้คน - ความสว่าง - ความสม่ำเสมอของแสง - ความจ้าของแสง - ความรู้สึกปลอดภัย - ความพึงพอใจต่อภาพรวมสถานี

สำหรับรูปแบบสถานีรถไฟฟ้าที่นำมาทำการจำลองเสมือนจริง ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบของสถานีรถไฟฟ้า Airport link สถานีลาดกระบัง มาทำการศึกษา เนื่องด้วยจากการเก็บแบบสอบถามขั้นต้น สถานีลาดกระบังมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานีอื่นที่ทำการเก็บข้อมูลขั้นต้น โดยรูปแบบสถานีเป็นสถานีรถไฟฟ้ายกระดับ มี 2 ชานชาลาขนาบข้างทางรถไฟฟ้า (Side platform) และหลังคาปิดคลุมทั้งสถานี ตามภาพที่ 48 สำหรับการจำลองสถานีเสมือนจริง เนื่องด้วยสถานีรถไฟฟ้าเป็นอาคารที่มีลักษณะยาวมาก กรณีศึกษาอย่างสถานีลาดกระบังมีความยาวประมาณ 214 เมตร เป็นต้น ซึ่งสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินทุกสถานีต่างมีความกว้างยาวของชานชาลาที่แตกต่างกัน เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณค่าแสงสว่าง ผู้วิจัยได้จำลองสถานีเพียง 6 ช่วงเสา หรือประมาณ 48 เมตร โดยชานชาลามีขนาดกว้างประมาณ 5 เมตร

ภาพที่ 48 รูปแบบสถานีที่ทำการจำลองเสมือนจริง

สำหรับการเก็บข้อมูลในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยจะทำแบบสอบถามความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่าง 190 คน ซึ่งพิจารณาจากจำนวนผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า Airport link ที่มีจำนวนเฉลี่ยวันละ 50,000 คน (ไทยรัฐออนไลน์, 27 ก.ย. 2556) ซึ่งเมื่อหารเฉลี่ยจำนวนคนต่อสถานีทั้งหมด 8 สถานี 1 สถานีจะมีผู้ใช้บริการประมาณ 6,250 คนต่อวัน แต่ด้วยอาคารมีการใช้งานแบบเป็นพื้นที่สัญจร ผู้โดยสารไม่ได้ใช้พื้นที่เป็นเวลาต่อเนื่อง จึงพิจารณาเป็นจำนวนคนต่อชั่วโมง ซึ่งสถานีรถไฟฟ้ามีเวลาในการให้บริการตั้งแต่ 6.00-24.00 น. รวม 18 ชั่วโมง จะได้จำนวนผู้ใช้บริการประมาณ 348 คนต่อชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากสูตรหาขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (มารยาท โยทองยศ & ปราณี สวัสดิสรรพ์) ทำให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อยจำนวน 186 คน ผู้วิจัยจึงกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ 190 คน

สูตรของ Taro Yamane $n = N / 1 + Ne^2$

$= 348 / 1 + (348) \times (0.05)^2$

$= 186.09 \approx 186$ คน

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

N = ขนาดของประชากร

e = ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

จากการทำแบบสอบถามขั้นต้น ผู้วิจัยพบว่าการที่ใช้แบบสอบถาม Semantic differential scale ที่มีช่วง 7 ระดับ เป็นมาตรวัดการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง มีช่วงที่กว้างเกินไปสำหรับคำถามชุดนี้ ผู้วิจัยจึงมีการเปลี่ยนรูปแบบของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ มีค่าตั้งแต่ -2 ถึง 2 ดังนี้คือ -2(ไม่พึงพอใจ), -1(ค่อนข้างไม่พึงพอใจ), 0(เฉยๆ), 1(ค่อนข้างพึงพอใจ), 2(พึงพอใจ) โดยใช้หัวข้อคำถามในรูปแบบเดียวกับที่ทำแบบสอบถามขั้นต้น โดยถามคำถามด้านความพึงพอใจ รูปละ 5 ข้อ ในเรื่องของความรู้สึกต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี ตามตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แบบสอบถาม Semantic differential scale 5 ระดับ

	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

เกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดระดับค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจพิจารณาจากการคำนวณความกว้างอันตรภาคชั้น โดยแบ่งชั้นออกเป็น 5 ชั้น ดังนี้

ความกว้างอันตรภาคชั้น = (คะแนนสูงสุด – คะแนนต่ำสุด) / จำนวนชั้น

$= (2 - (-2)) / 5$

$= 0.8$

ค่าเฉลี่ย 1.21 ถึง 2.00 แปลความว่า รู้สึกพึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย 0.41 ถึง 1.20 แปลความว่า รู้สึกค่อนข้างพึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย -0.40 ถึง 0.40 แปลความว่า รู้สึกเฉยๆ

ค่าเฉลี่ย -0.41 ถึง -1.20 แปลความว่า รู้สึกค่อนข้างไม่พึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย -1.21 ถึง -2.00 แปลความว่า รู้สึกไม่พึงพอใจ

สำหรับการแบ่งช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบสอบถามขั้นต้นที่แบ่งตามกลุ่มอายุ 20 ปี ตามมาตรฐานสากล (Standard International Age Classifications Rev. 1.0) ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่ามีช่วงที่กว้างเกินไป ผู้วิจัยจึงได้มีการเปลี่ยนช่วงอายุให้แคบขึ้น โดยใช้การแบ่งตามกลุ่มอายุ 10 ปี ประกอบไปด้วยช่วงอายุ 5-14, 15-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74, และ 75 ขึ้นไป ของเกณฑ์อ้างอิงเดิม

จากที่กล่าวมาประกอบกับสมมติฐาน ผู้วิจัยได้ทำการจำลองเสมือนจริงชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าขึ้นมาโดยกำหนดให้ทุกกรณีมีระดับความสว่างและความสม่ำเสมอของแสงที่พื้นชานชาลาตามมาตรฐานสากล เป็นตัวแปรควบคุม ซึ่งค่าระดับความสว่างที่พื้นชานชาลาที่มีค่าอย่างน้อย 100 lux ตามมาตรฐาน IESNA แล้ว ความสม่ำเสมอของแสงตามมาตรฐาน Railway group standard อยู่ที่ 0.4 โดยการให้แสงที่พื้นตามมาตรฐานกำหนดให้เป็นรูปแบบจำลองสถานการณ์ปกติ (Base case)

การวิจัยนี้มุ่งพิจารณาความสม่ำเสมอของแสงที่ผนังและฝ้าเพดาน ผู้วิจัยจึงได้แบ่งการออกแบบแสงสว่างออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

1. การให้แสงที่ผนัง
    - ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง
    - ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง
2. การให้แสงที่ฝ้าเพดาน
    - ให้แสงสม่ำเสมอที่ฝ้าเพดาน
    - ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดาน
3. การให้แสงที่ผนังและฝ้าเพดานพร้อมกัน
    - ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน
    - ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน
    - ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน
    - ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

จากการออกแบบแสงสว่างที่กล่าวข้างต้น รวมกับรูปแบบสถานการณ์ปกติ (Base case) ทำให้ได้รูปแบบการจำลองแสงสว่าง รวมทั้งหมด 9 รูปแบบ ดังแสดงตามตารางที่ 20 และแสดงตามภาพที่ 62 ถึง 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 ตารางรูปแบบการให้แสงสว่างที่ทำการจำลองเสมือนจริง

ภาพ	พื้นผิวส่องสว่าง					รายละเอียด
	พื้น	ผนัง		เพดาน		
	U	U	N	U	N	
1	*	-	-	-	-	รูปแบบให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว
2	*	*	-	-	-	รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง
3	*	-	*	-	-	รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง
4	*	-	-	*	-	รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน
5	*	-	-	-	*	รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน
6	*	*	-	*	-	รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน
7	*	*	-	-	*	รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน
8	*	-	*	*	-	รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน
9	*	-	*	-	*	รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

หมายเหตุ : U คือ แสงที่มีความสม่ำเสมอ (Uniformity), N คือ แสงที่ไม่มีความสม่ำเสมอ (Non Uniformity)

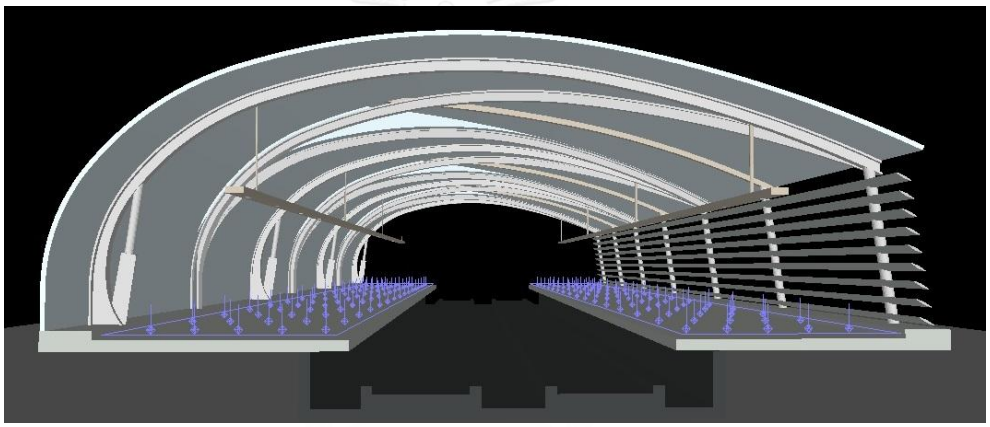
3.6 วิเคราะห์และประมวลผลรูปแบบแสงสว่างที่ได้ค่าตามมาตรฐาน

จากการศึกษามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในรูปแบบที่เน้นการใช้งาน เป็นรูปแบบที่การส่องแสงสว่างลงที่พื้นชานชาลา (Down lighting) เนื่องด้วยเป็นอาคารที่รองรับการสัญจรของผู้โดยสารเป็นจำนวนมาก ผู้โดยสารต้องมองเห็นพื้นที่ที่จะเดินไป เพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุและความปลอดภัยของผู้โดยสาร ผู้วิจัยจึงกำหนดจุดวัดแสงสว่าง (working plane) วางเป็นพื้นที่วัดแสงสว่าง (calculation grid) ที่พื้นของชานชาลา ดังแสดงตามภาพที่ 49 โดยใช้เกณฑ์ความส่องสว่าง สำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้าตามมาตรฐาน IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) ได้ระบุให้พื้นที่บริเวณชานชาลามีค่าความสว่างอยู่ที่ 100-200 lux และมาตรฐาน Railway group standard ได้กำหนดให้ระดับความสว่างบริเวณพื้นที่ขอบชานชาลา (Platform edge area) เป็นระยะ 1 เมตร ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 10 lux ส่วนความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity of illuminance) สำหรับกรณีสถานีรถไฟฟ้าที่ทำการศึกษาเป็นสถานีแบบมีหลังคาคลุม (cover platform) ความสม่ำเสมอของแสงในแนวระนาบนอนตลอดทั้งแนวขอบชานชาลา ต้องไม่น้อยกว่า 0.4 โดยที่อัตราส่วนระหว่างระดับแสงสว่างที่น้อยที่สุดต่อระดับแสงสว่างที่มากที่สุด

(diversity) ในระนาบแนวนอนเหนือพื้นที่ใช้งานในระนาบแนวนอนต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.1 ซึ่งสรุปตามตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แสดงค่าแสงสว่างตามมาตรฐานสำหรับการจำลองเสมือนจริง

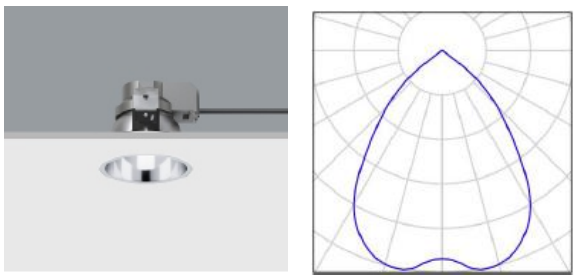
	ตำแหน่ง	ค่าแสงสว่าง
Horizontal illuminance	Platform	100-200 lux
Horizontal illuminance	Platform edge area	ไม่น้อยกว่า 10 lux
Vertical illuminance	Platform edge area	ไม่น้อยกว่า 2 lux
Uniformity	Platform	ไม่น้อยกว่า 0.4
Diversity	Platform	ไม่น้อยกว่า 0.1



ภาพที่ 49 พื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่าง : พื้นชานชาลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การจำลองเสมือนจริงรูปแบบที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้ดวงโคม ERCO 47453000 Quintessence Downlight 1xHIT-CE ดังแสดงตามภาพที่ 50 ซึ่งใช้หลอด Metal halide มีกำลังไฟฟ้า 70 Watt เป็นจำนวนชานชาลาละ 15 โคม สถานีที่ทำการศึกษามีชานชาลา 2 ข้าง รวมเป็นจำนวน 30 โคม



ภาพที่ 50 ดวงโคม Quintessence Downlight และเส้นการกระจายความเข้มการส่องสว่าง

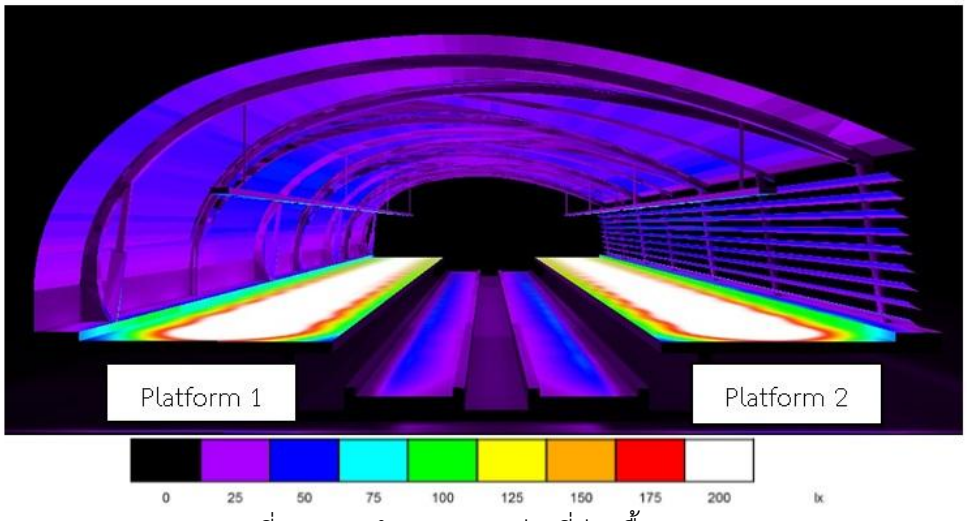
การคำนวณแสงสว่างที่ส่องพื้นชานชาลา ตามภาพที่ 51 โดยแบ่งแยกคิดทีละชานชาลา ได้ค่าระดับความสว่างในระนาบนอน (Horizontal illuminance) ดังนี้

ชานชาลาที่ 1 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 232 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 110 - 347 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.48

ชานชาลาที่ 2 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 236 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 133 - 346 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.56

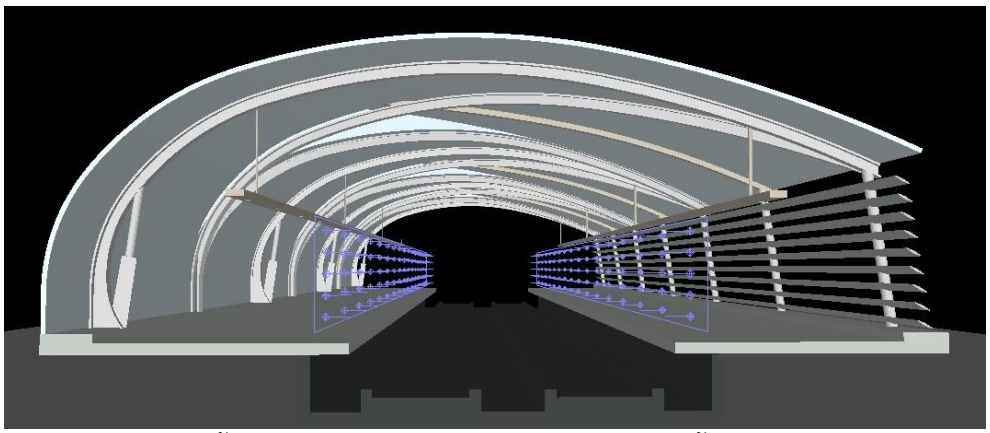
ตารางที่ 22 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสม่ำเสมอที่พื้นชานชาลาสถานี

Platform	E_{av} (lux)	E_{min} (lux) (>100 lux)	E_{max} (lux)	u0 (>0.4)	E_{min}/E_{max}
1	232	110	347	0.48	0.32
2	236	133	346	0.56	0.38



ภาพที่ 51 การคำนวณแสงสว่างที่ส่องพื้นชานชาลา

มาตรฐาน Railway group standard ได้กำหนดให้ระดับความสว่างในแนวระนาบตั้ง (Vertical plane illuminance) ต้องไม่น้อยกว่า 2.0 lux โดยวัดสูงจากระดับชานชาลาเป็นระยะ 1 m และวัดห่างจากขอบชานชาลาเป็นระยะ 0.3 m ซึ่งเป็นระยะที่ใกล้ที่สุดที่ผู้โดยสารยืนรอการเทียบชานชาลาของรถไฟฟ้า เพื่อให้มองเห็นรถไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน โดยแสดงพื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่างในระนาบตั้ง ตามภาพที่ 52



ภาพที่ 52 พื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่างในระนาบตั้ง : ขอบชานชาลา

การคำนวณค่าที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างที่ส่องพื้นชานชาลา แบ่งแยกคิดทีละชานชาลา ได้ค่าระดับความสว่างในระนาบตั้ง (Vertical illuminance) ดังนี้

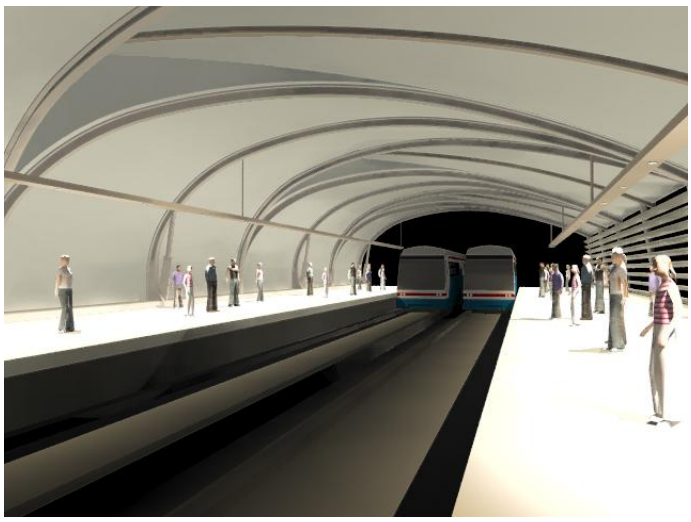
ชานชาลาที่ 1 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 19 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 10 - 27 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.54

ชานชาลาที่ 2 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 20 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 11 - 28 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.56

ตารางที่ 23 แสดงค่าระดับความส่องสว่างในระนาบตั้งที่ขอบชานชาลาสถานี

Platform	E_{av} (lux)	E_{min} (lux) (>2 lux)	E_{max} (lux)	u0	E_{min}/E_{max}
1	19	10	27	0.54	0.37
2	20	11	28	0.56	0.39

จากการคำนวนแสงสว่างตามรูปแบบที่กล่าวข้างต้น ได้ภาพจำลองเสมือนจริงตามภาพที่ 53 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาภาพที่ได้เป็นรูปแบบจำลองสถานการณ์ปกติ (Base case) ซึ่งคือ ภาพรูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว ของการออกแบบรูปแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้าที่นำเสนอใหม่ที่นำมาทำแบบสอบถามขั้นสอง



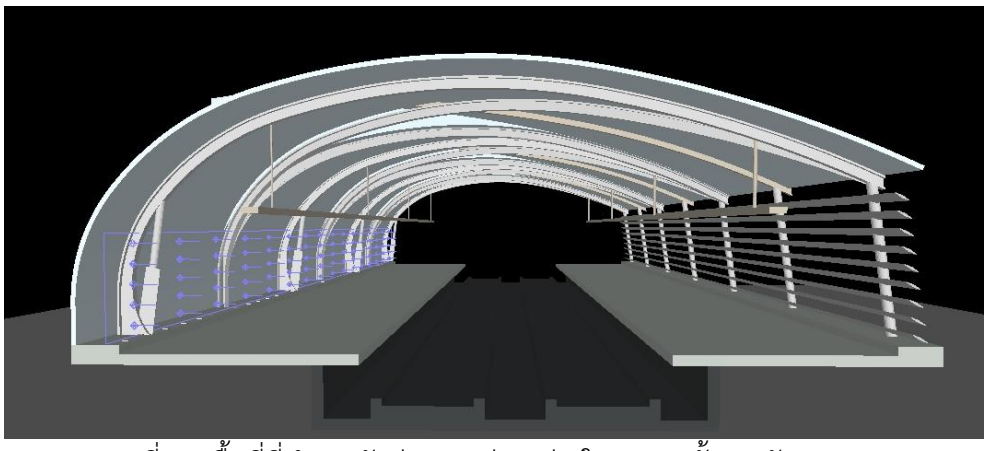
ภาพที่ 53 ภาพรูปแบบจำลองสถานการณ์ปกติ

3.7 ทำการจำลองภาพเสมือนจริง

เพื่อทราบถึงความพึงพอใจของผู้คนทั่วไปที่มีต่อรูปแบบการส่องสว่างที่เสนอใหม่ ผู้วิจัยได้ทำการจำลองภาพเสมือนจริง (Simulation) สำหรับแบบสอบถามขั้นสอง ผ่านโปรแกรม Dialux โดยนำรูปแบบการส่องสว่างที่ได้ค่าตามมาตรฐานที่เหมาะสมต่อการใช้งานเป็นรูปแบบจำลองสถานการณ์ปกติ (Base case) ซึ่งคือ ภาพตัวอย่างที่ 1 ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น จากตัวแปรที่ทำการศึกษาการออกแบบแสงสว่างที่ไม่มีความสม่ำเสมอกับแสงที่มีความสม่ำเสมอ ที่ส่องกับองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม ในที่นี้คือ ผนังและฝ้าเพดาน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและคำนวนแสงสว่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

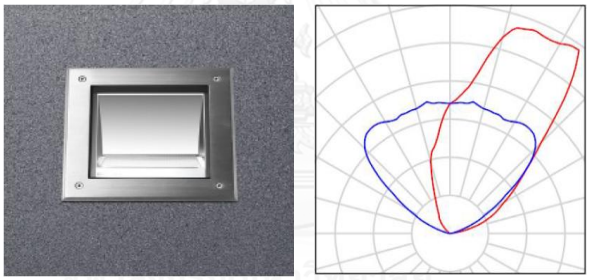
3.7.1 การออกแบบและคำนวณแสงสว่างในระนาบตั้งบริเวณผนังชานชาลา

การออกแบบและคำนวณแสงสว่างในระนาบตั้งบริเวณผนังชานชาลา เนื่องด้วยสถานีที่ทำการศึกษามีผนังชานชาลา 1 ข้าง ส่วนชานชาลาอีกด้านเป็นเกล็ดระบายอากาศ จึงวางพื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่างในระนาบตั้งบริเวณผนังชานชาลา ตามภาพที่ 54



ภาพที่ 54 พื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่างในระนาบตั้ง : ผนังชานชาลา

การจำลองเสมือนจริงรูปแบบการให้แสงสว่างที่บริเวณผนังที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้ดวงโคม ERCO 33672000 Tesis In-ground luminaire 1xHIT-TC-CE ดังแสดงตามภาพที่ 55 ซึ่งใช้หลอด Metal halide มีกำลังไฟฟ้า 20 Watt โดยรูปแบบที่ต้องการให้เป็นแสงสว่างไม่สม่ำเสมอ ใช้ดวงโคมเป็นจำนวน 12 โคม ส่วนรูปแบบที่ต้องการให้เป็นแสงสว่างสม่ำเสมอ ใช้ดวงโคมเป็นจำนวน 40 โคม



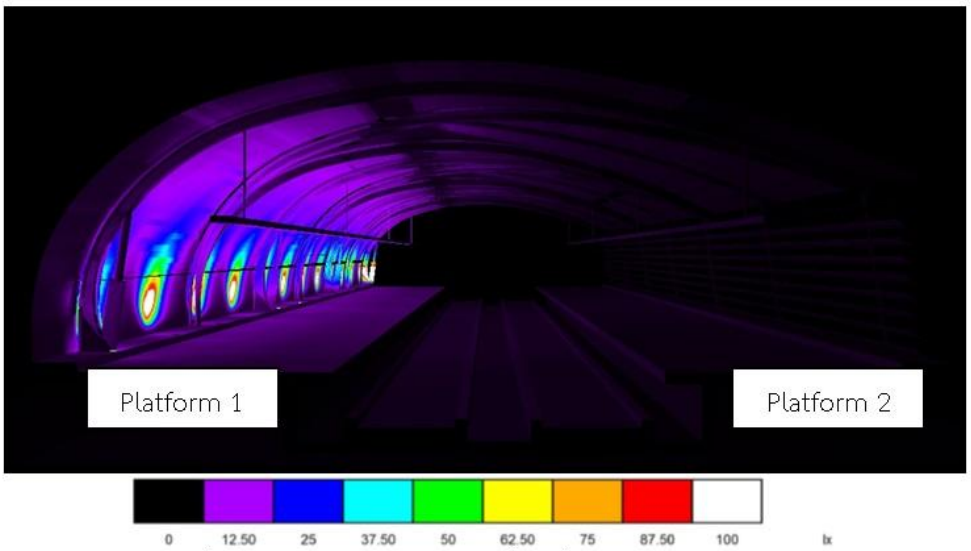
ภาพที่ 55 ดวงโคม Tesis In-ground luminaire และเส้นการกระจายความเข้มการส่องสว่าง

การคำนวณแสงสว่างไม่สม่ำเสมอที่ส่องผนังชานชาลา ตามภาพที่ 56ได้ค่าระดับความสว่างในระนาบตั้ง (Vertical illuminance) ดังนี้

ชานชาลาที่ 1 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 16 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 1.20 - 108 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.07

ตารางที่ 24 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสว่างไม่สม่ำเสมอที่ผนังชานชาลาสถานี

Platform	E_{av} (lux)	E_{min} (lux)	E_{max} (lux)	u0 (<0.1)	E_{min}/E_{max}
1	16	1.20	108	0.07	0.01



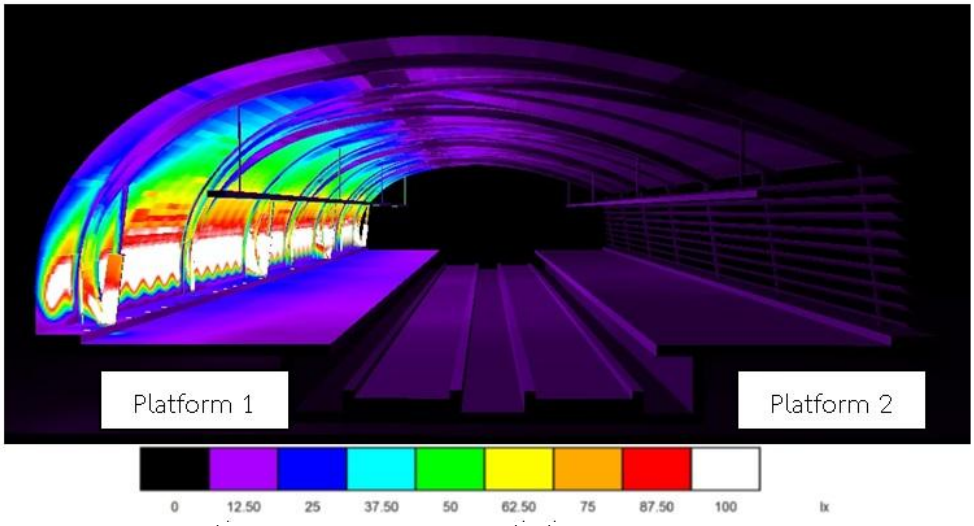
ภาพที่ 56 การคำนวณแสงสว่างที่ไม่สม่ำเสมอส่องผนังชานชาลา

การคำนวณแสงสว่างสม่ำเสมอที่ส่องผนังชานชาลา ตามภาพที่ 57 ได้ค่าระดับความสว่างในระนาบตั้ง (Vertical illuminance) ดังนี้

ชานชาลาที่ 1 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 86 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 15 - 454 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.17

ตารางที่ 25 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสว่างสม่ำเสมอที่ผนังชานชาลาสถานี

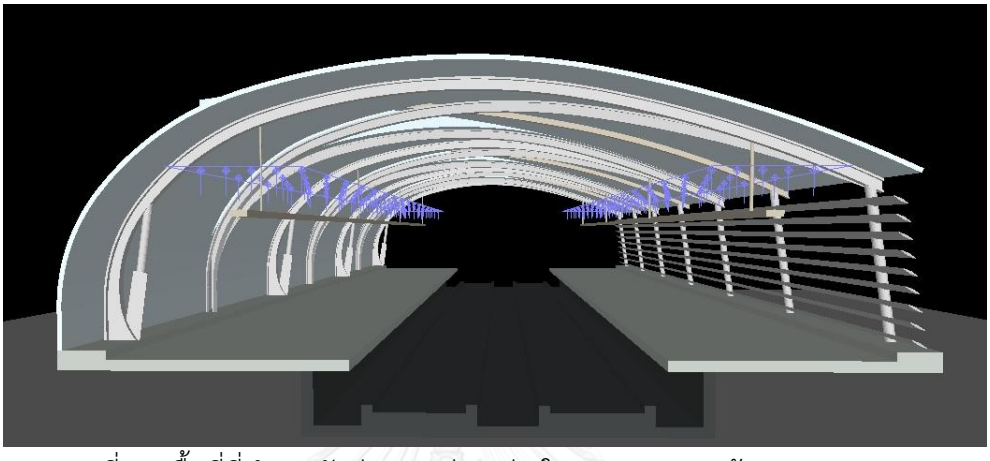
Platform	E_{av} (lux)	E_{min} (lux)	E_{max} (lux)	u0 (>0.1)	E_{min}/E_{max}
1	86	15	454	0.17	0.03



ภาพที่ 57 การคำนวณแสงสว่างที่สม่ำเสมอส่องผนังชานชาลา

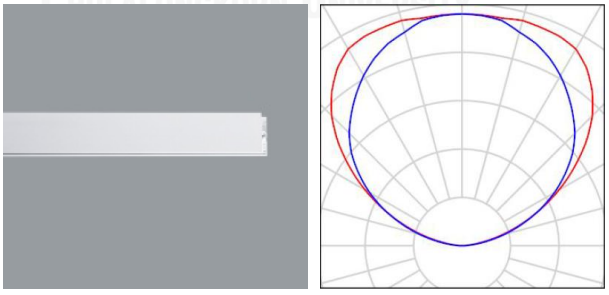
3.7.2 การออกแบบและคำนวณแสงสว่างในระนาบนอนบริเวณฝ้าเพดานชานชาลา

การออกแบบและคำนวณแสงสว่างในระนาบตั้งบริเวณผนังชานชาลา เนื่องด้วยสถานีที่ทำการศึกษามีชาน-ชาลา 2 ข้าง จึงวางพื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่างในระนาบนอนบริเวณฝ้าเพดานชานชาลา ตามภาพที่ 58



ภาพที่ 58 พื้นที่ที่ทำการวัดค่าความส่องสว่างในระนาบนอน : ฝ้าเพดานชานชาลา

การจำลองเสมือนจริงรูปแบบการให้แสงสว่างที่บริเวณฝ้าเพดานที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้ดวงโคม ERCO 13403000 Hi-trac Luminaire 1xT16 ดังแสดงตามภาพที่ 59 ซึ่งดวงโคมที่ใช้หลอด Fluorescent ที่มีกำลังไฟฟ้า 28 Watt โดยรูปแบบที่ต้องการให้เป็นแสงสว่างไม่สม่ำเสมอ ใช้ดวงโคมเป็นจำนวน 12 โคม คิดเป็นชานชาลาละ 6 โคม ส่วนรูปแบบที่ต้องการให้เป็นแสงสว่างสม่ำเสมอ ใช้ดวงโคมเป็นจำนวน 30 โคม คิดเป็นชานชาลาละ 15 โคม



ภาพที่ 59 ดวงโคม Hi-trac Luminaire 1xT16 และเส้นการกระจายความเข้มการส่องสว่าง

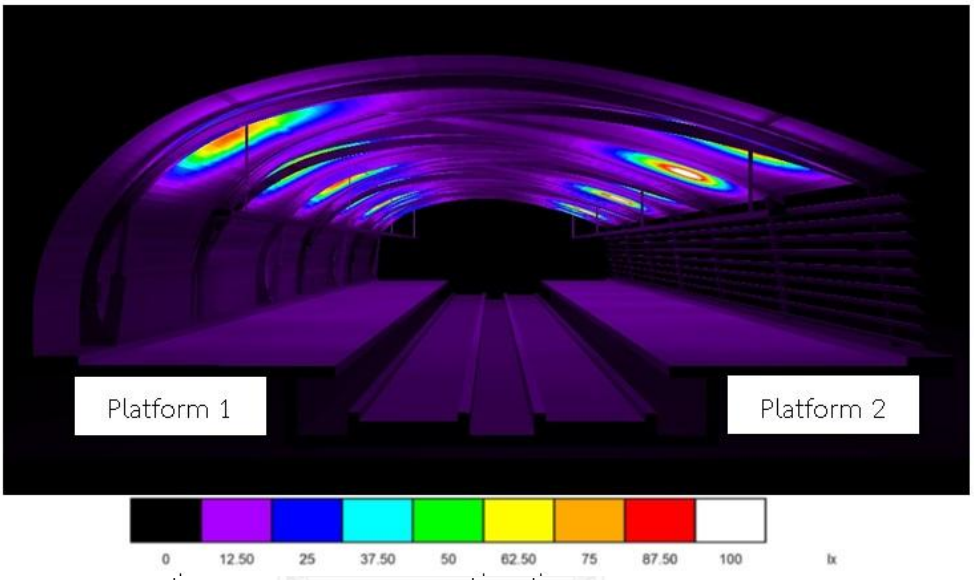
การคำนวณแสงสว่างไม่สม่ำเสมอที่ส่องฝ้าเพดานชานชาลา ตามภาพที่ 60 ได้ค่าระดับความสว่างในระนาบนอน (Horizontal illuminance) ดังนี้

ชานชาลาที่ 1 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 48 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 1.55 - 281 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.03

ชานชาลาที่ 2 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 48 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 1.48 - 281 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.03

ตารางที่ 26 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสว่างไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานชานชาลาสถานี

Platform	E_{av} (lux)	E_{min} (lux)	E_{max} (lux)	u0 (<0.1)	E_{min}/E_{max}
1	48	1.55	281	0.03	0.01
2	48	1.48	281	0.03	0.01



ภาพที่ 60 การคำนวณแสงสว่างที่ไม่สม่ำเสมอส่องฝ้าเพดานชานชาลา

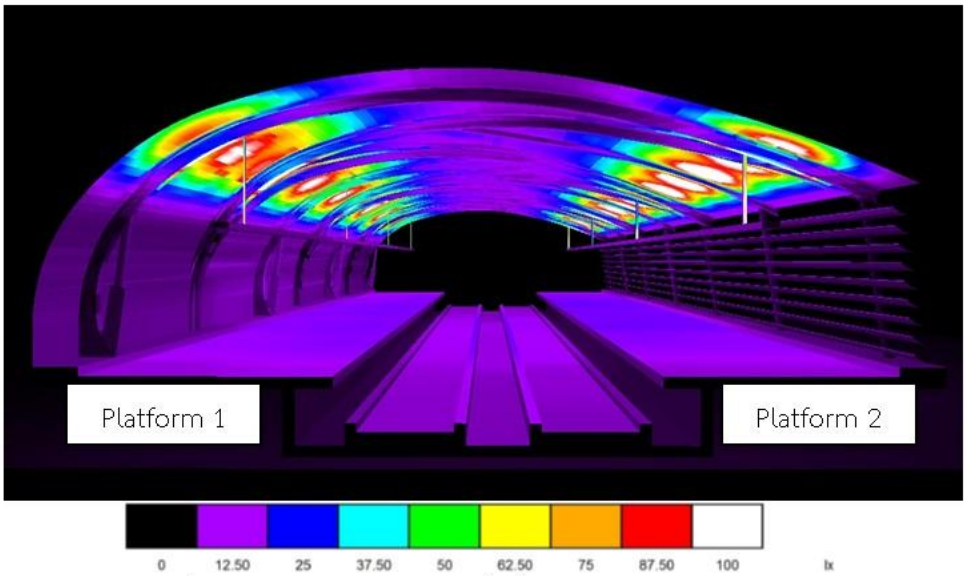
การคำนวณแสงสว่างสม่ำเสมอที่ส่องฝ้าเพดานชานชาลา ตามภาพที่ 61 ได้ค่าระดับความสว่างในระนาบนอน (Horizontal illuminance) ดังนี้

ชานชาลาที่ 1 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 117 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 36 - 373 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.31

ชานชาลาที่ 2 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยที่ 117 lux โดยมีค่าระดับความสว่างตั้งแต่ 37 - 374 lux และมีค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.32

ตารางที่ 27 แสดงค่าระดับความส่องสว่างของแสงสว่างสม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานชานชาลาสถานี

Platform	E_{av} (lux)	E_{min} (lux)	E_{max} (lux)	u0 (>0.1)	E_{min}/E_{max}
1	117	36	373	0.31	0.10
2	117	37	374	0.32	0.10

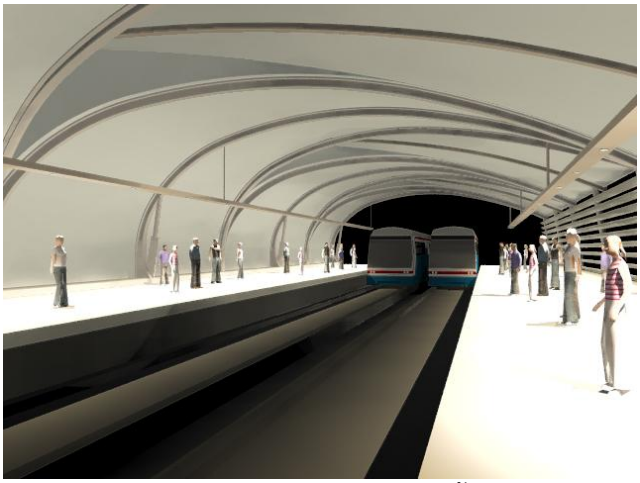


ภาพที่ 61 การคำนวณแสงสว่างที่สม่ำเสมอส่องฝ้าเพดานชานชาลา

3.7.3 การออกแบบรูปแบบแสงสว่างสำหรับทำแบบสอบถามขั้นสอง

จากที่กล่าวมาประกอบกับสมมติฐาน ผู้วิจัยได้ทำการจำลองเสมือนจริงชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าขึ้นมา ซึ่งการจำลองได้ติดตั้งดวงโคมส่องสว่างโดยมีราบละเอียดตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3.6, 3.7.1 และ 3.7.2 โดยมีรูปแบบการให้แสงสว่าง ตั้งแต่ 1 วิธี ไปถึง 3 วิธี โดยรูปแบบที่ 1 เป็นรูปแบบที่มีการส่องสว่างตามมาตรฐานสากล ซึ่งกล่าวไว้ข้างต้น ส่วนรูปแบบการให้แสงสว่าง 2 วิธี เป็นการใช้รูปแบบที่ 1 แล้วเพิ่มการส่องแสงสว่างที่ผนังหรือฝ้าเพดาน และรูปแบบการให้แสงสว่าง 3 วิธี เป็นการใช้รูปแบบที่ 1 แล้วเพิ่มวิธีการให้แสงสว่างอีก 2 วิธี โดยส่องแสงสว่างทั้งที่ผนังหรือฝ้าเพดาน รวมทั้งหมด 9 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว

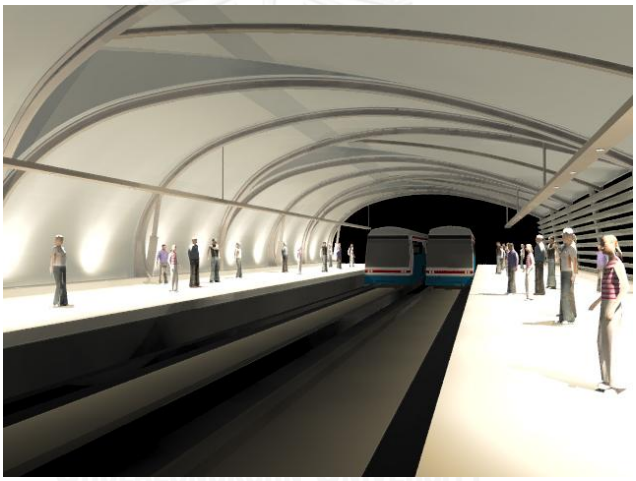


ภาพที่ 62 รูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว

รูปแบบที่ 2 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง

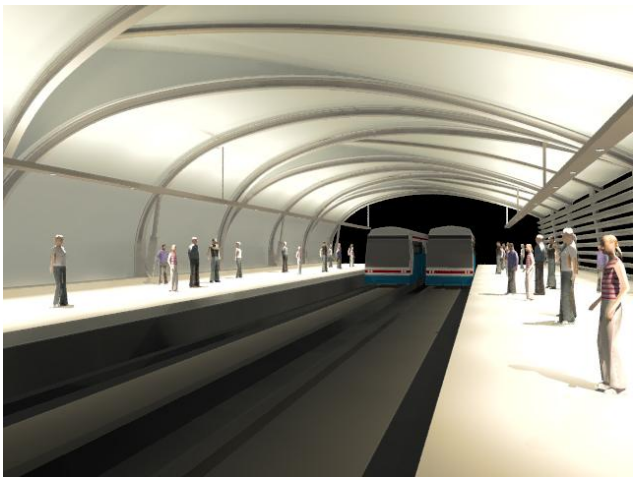
ภาพที่ 63 รูปแบบที่ 2 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง

รูปแบบที่ 3 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง



ภาพที่ 64 รูปแบบที่ 3 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง

รูปแบบที่ 4 ให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน



ภาพที่ 65 รูปแบบที่ 4 ให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน

รูปแบบที่ 5 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

ภาพที่ 66 รูปแบบที่ 5 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

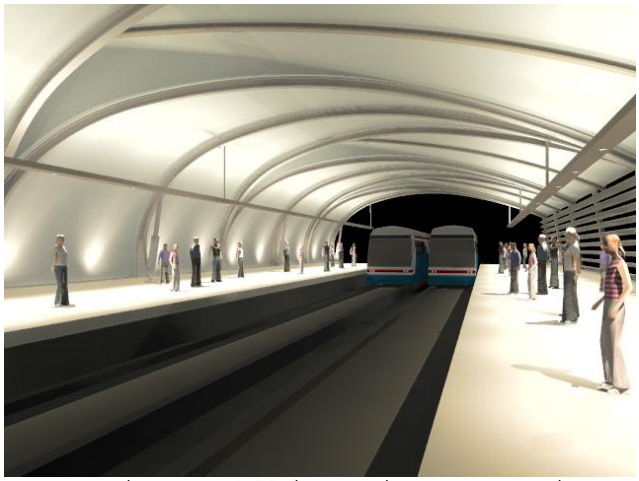
รูปแบบที่ 6 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

ภาพที่ 67 รูปแบบที่ 6 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

รูปแบบที่ 7 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

ภาพที่ 68 รูปแบบที่ 7 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

รูปแบบที่ 8 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน



ภาพที่ 69 รูปแบบที่ 8 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน

รูปแบบ 9 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

ภาพที่ 70 รูปแบบที่ 9 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องแนวทางการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีการจำลองเสมือนจริง (Simulation) เพื่อนำรูปแบบจากการจำลองมาทำแบบสอบถามสำหรับการประเมินการรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบการส่องสว่างที่กำหนดตามตามตัวแปรที่ทำการศึกษา

การเก็บข้อมูลในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ทำแบบสอบถามความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่าง 190 คน ซึ่งพิจารณาจากจำนวนผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า Airport link มาคำนวณสูตรหาขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการทำแบบสอบถามออนไลน์ทางอินเตอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ https://www.docs.google.com ตั้งแต่วันที่ 28 เมษายน ถึง 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2558 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 190 คน สามารถแบ่งจำนวนคนตามเพศได้ตามตารางที่ 28

ตารางที่ 28 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม แยกตามเพศ

เพศ	จำนวนคน	ร้อยละ
ชาย	75	39.5
หญิง	115	60.5
รวม	190	100

การแบ่งช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบสอบถามขั้นต้นที่แบ่งตามกลุ่มอายุ 20 ปี ตามมาตรฐานสากล (Standard International Age Classifications Rev. 1.0) ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่ามีช่วงที่กว้างเกินไป ผู้วิจัยจึงได้มีการเปลี่ยนช่วงอายุให้แคบขึ้น โดยใช้การแบ่งตามกลุ่มอายุ 10 ปี ประกอบไปด้วยช่วงอายุ 5-14, 15-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74, และ 75 ขึ้นไป ของเกณฑ์อ้างอิงเดิม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 190 คน สามารถแบ่งจำนวนคนตามช่วงอายุได้ตามตารางที่ 29 โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 15-34 ปี รวมคิดเป็นอัตราส่วน 76.3 % ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เนื่องด้วยเป็นวัยทำงาน นักเรียน นักศึกษา ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการใช้งานรถไฟฟ้า Airport rail link สถานีลาดกระบัง เป็นประจำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม แยกตามอายุ

อายุ	จำนวนคน	ร้อยละ
5-14 ปี	4	2.1
15-24 ปี	73	38.4
25-34 ปี	72	37.9
35-44 ปี	15	7.9
45-54 ปี	12	6.3
55-64 ปี	10	5.3
65-74 ปี	3	1.6
75 ปี ขึ้นไป	1	0.5
รวม	190	100

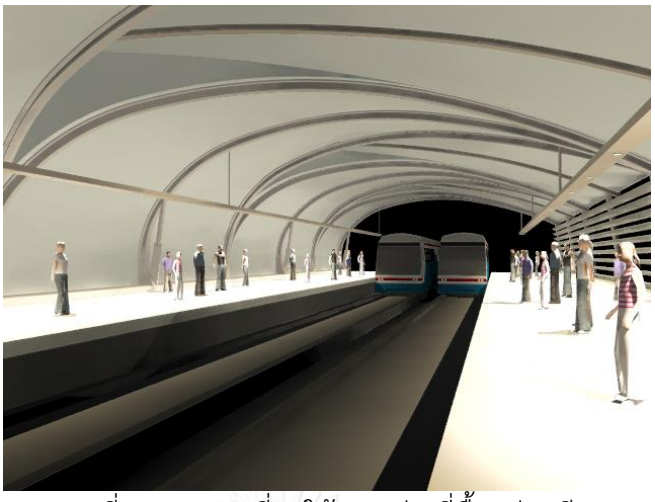
สำหรับการทำแบบสอบถาม ได้เก็บข้อมูลโดยการให้กลุ่มตัวอย่างให้คะแนนการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อแสงสว่าง หลังจากที่เก็บข้อมูลแล้วเสร็จ ได้นำจำนวนคนที่กรอกในช่วงคะแนนต่างๆมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) การรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อคำถามข้อนั้นๆ โดยแบ่งช่วงค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.21 ถึง 2.00 แปลความว่า รู้สึกพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ย 0.41 ถึง 1.20 แปลความว่า รู้สึกค่อนข้างพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ย -0.40 ถึง 0.40 แปลความว่า รู้สึกเฉยๆ
ค่าเฉลี่ย -0.41 ถึง -1.20 แปลความว่า รู้สึกค่อนข้างไม่พึงพอใจ
ค่าเฉลี่ย -1.21 ถึง -2.00 แปลความว่า รู้สึกไม่พึงพอใจ

4.1 ประมวลผลค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าการออกแบบแสงสว่างที่มีความสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอบนผนังและฝ้าเพดานของสถานีรถไฟฟ้า มีผลต่อความรู้สึกของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันออกไป ซึ่งการเก็บข้อมูลค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจที่มีต่อภาพจำลองเสมือนจริงแต่ละรูปแบบมีค่า ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว



ภาพที่ 71 รูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.22
2	ความสม่ำเสมอของแสง	-0.16
3	ความจ้าของแสง	-0.21
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.01
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	-0.18

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพการจำลองแสงสว่างรูปแบบที่ 1 ให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าอยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อทุกหัวข้อคำถาม

รูปแบบที่ 2 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง

ภาพที่ 72 รูปแบบที่ 2 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 2 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	-0.10
2	ความสม่ำเสมอของแสง	-0.41
3	ความจ้าของแสง	0.25
4	ความรู้สึกปลอดภัย	-0.03
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	-0.09

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพการจำลองแสงสว่างรูปแบบที่ 2 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าอยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อหัวข้อคำถามดังกล่าว และมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสม่ำเสมอของแสงอยู่ในช่วง -0.41 ถึง -1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างไม่พึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง

รูปแบบที่ 3 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง

ภาพที่ 73 รูปแบบที่ 3 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 3 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.30
2	ความสม่ำเสมอของแสง	-0.05
3	ความจ้าของแสง	0.09
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.25
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	-0.04

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพการจำลองแสงสว่างรูปแบบที่ 3 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าอยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อทุกหัวข้อคำถาม

รูปแบบที่ 4 ให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน

ภาพที่ 74 รูปแบบที่ 4 ให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 4 ให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.67
2	ความสม่ำเสมอของแสง	0.17
3	ความจ้าของแสง	0.31
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.53
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.49

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพการจำลองแสงสว่างรูปแบบที่ 4 ให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสงและความจ้าของแสง มีค่าอยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความสม่ำเสมอของแสงและความจ้าของแสง แล้วมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่าง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อหัวข้อคำถามดังกล่าว

รูปแบบที่ 5 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

ภาพที่ 75 รูปแบบที่ 5 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 5 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.71
2	ความสม่ำเสมอของแสง	0.42
3	ความจ้าของแสง	0.30
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.53
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.45

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพการจำลองแสงสว่างรูปแบบที่ 5 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความจ้าของแสง มีค่าอยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความจ้าของแสง แล้วมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อหัวข้อคำถามดังกล่าว

รูปแบบที่ 6 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

ภาพที่ 76 รูปแบบที่ 6 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 6 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.59
2	ความสม่ำเสมอของแสง	0.41
3	ความจ้าของแสง	0.66
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.63
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.57

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพการจำลองแสงสว่างรูปแบบที่ 6 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าอยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อทุกหัวข้อคำถามดังกล่าว

รูปแบบที่ 7 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

ภาพที่ 77 รูปแบบที่ 7 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

ตารางที่ 36 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 7 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.13
2	ความสม่ำเสมอของแสง	-0.13
3	ความจ้าของแสง	0.24
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.21
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.15

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพการจำลองแสงสว่างรูปแบบที่ 7 ให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าอยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อทุกหัวข้อคำถาม

รูปแบบที่ 8 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน

ภาพที่ 78 รูปแบบที่ 8 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน

ตารางที่ 37 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 8 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน

คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.73
2	ความสม่ำเสมอของแสง	0.42
3	ความจ้าของแสง	0.60
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.67
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.66

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพการจำลองแสงสว่างรูปแบบที่ 8 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี มีค่าอยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อทุกหัวข้อคำถามดังกล่าว

รูปแบบที่ 9 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

ภาพที่ 79 รูปแบบที่ 9 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

ตารางที่ 38 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบที่ 9 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

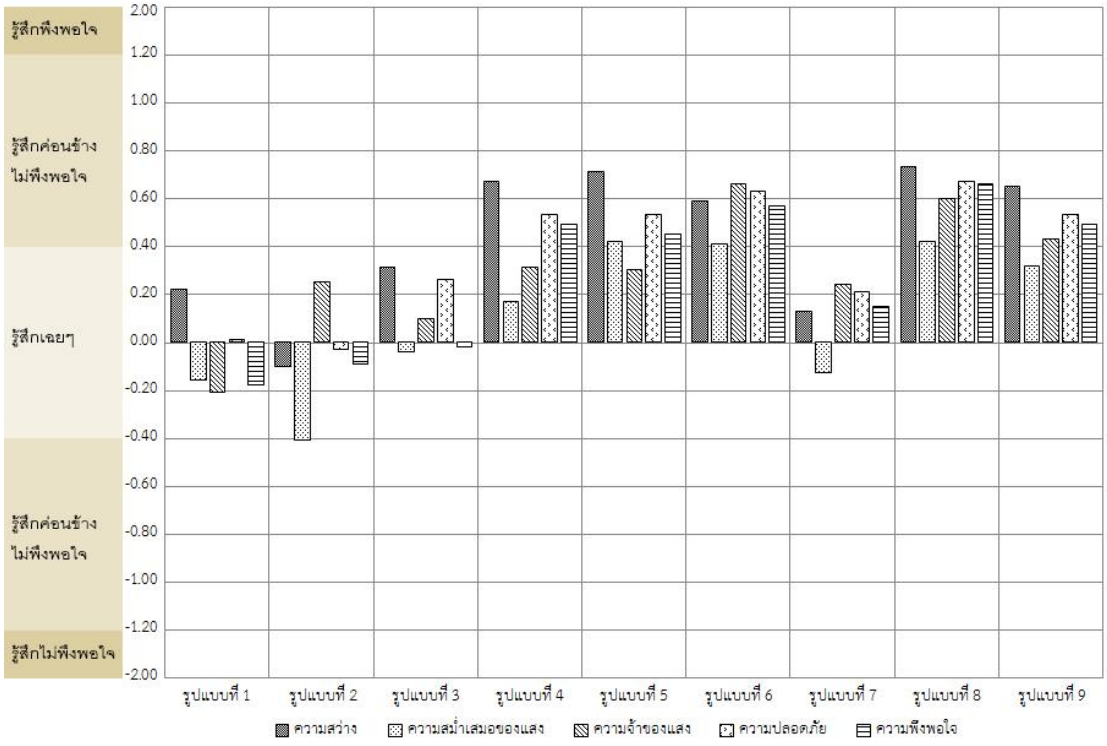
คำถามที่	การรับรู้	ค่าเฉลี่ยการรับรู้
1	ความสว่าง	0.65
2	ความสม่ำเสมอของแสง	0.32
3	ความจ้าของแสง	0.43
4	ความรู้สึกปลอดภัย	0.53
5	ความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี	0.49

จากการเก็บข้อมูลการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่รู้สึกต่อภาพการจำลองแสงสว่างรูปแบบที่ 9 ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน มีผลดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง มีค่าอยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความสม่ำเสมอของแสง แล้วมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่าง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อทุกหัวข้อคำถามดังกล่าว

จากการประมวลผล พบว่า การรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อภาพจำลองเสมือนจริงทั้ง 9 รูปแบบ ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อแสงสว่าง จะมีเพียงรูปแบบการให้แสงสว่างรูปภาพที่ 1, 2, 3 และ 7 ที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อแสงสว่างอยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อแสงสว่าง ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ตามตารางที่ 39 และแผนภูมิที่ 3

ตารางที่ 39 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

ภาพที่	ความสว่าง		ความสม่ำเสมอของแสง		ความจ้าของแสง		ความปลอดภัย		ความพึงพอใจ	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
1	0.22	1.17	-0.16	1.11	-0.21	1.23	0.01	1.19	-0.18	1.07
2	-0.10	1.13	-0.41	0.99	0.25	1.10	-0.03	0.97	-0.09	0.95
3	0.31	1.06	-0.04	1.01	0.10	1.13	0.26	0.97	-0.02	0.96
4	0.67	1.00	0.17	0.98	0.31	0.95	0.53	1.01	0.49	1.01
5	0.71	1.01	0.42	0.94	0.30	1.04	0.53	0.92	0.45	0.96
6	0.59	1.10	0.41	1.05	0.66	1.04	0.63	1.00	0.57	1.02
7	0.13	1.12	-0.13	1.01	0.24	1.02	0.21	1.08	0.15	0.99
8	0.73	0.97	0.42	1.03	0.60	0.96	0.67	0.95	0.66	0.99
9	0.65	1.06	0.32	1.06	0.43	1.09	0.53	1.03	0.49	0.99



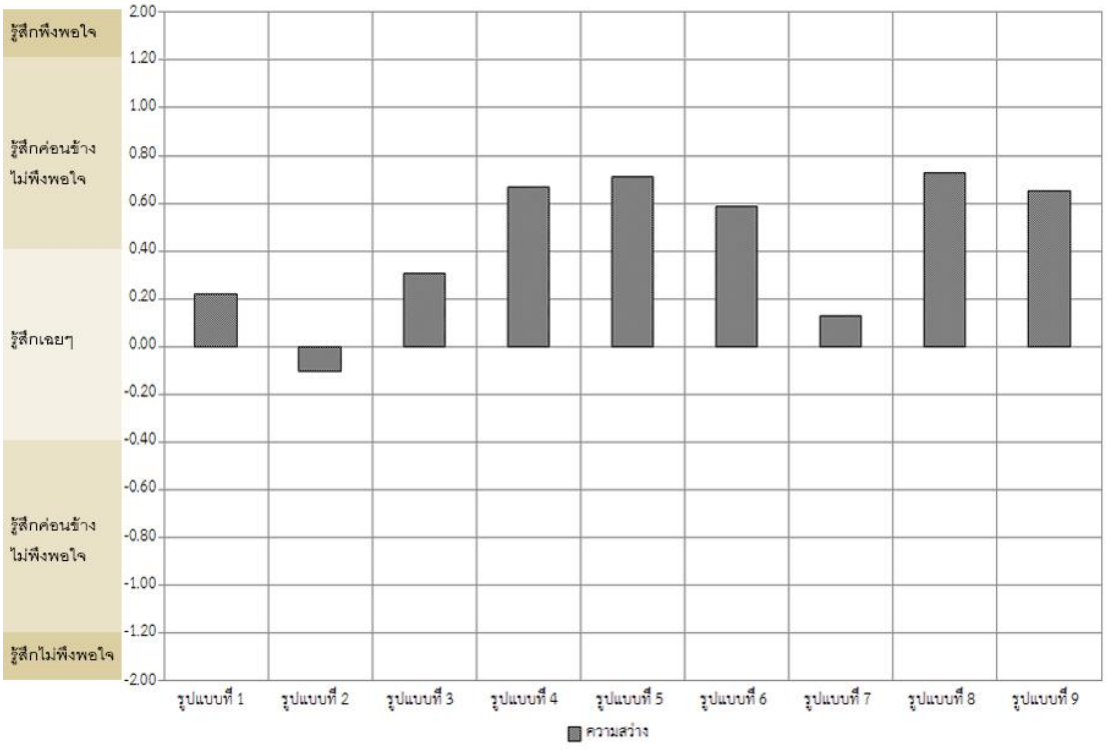
แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ประมวลผลข้อมูลตามหัวข้อคำถามที่ศึกษา

จากการเก็บข้อมูล เพื่อประมวลผลรูปแบบการส่องสว่างที่มีผลต่อการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้พิจารณาการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างแยกตามหัวข้อคำถามที่ศึกษา ดังนี้

4.2.1 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง

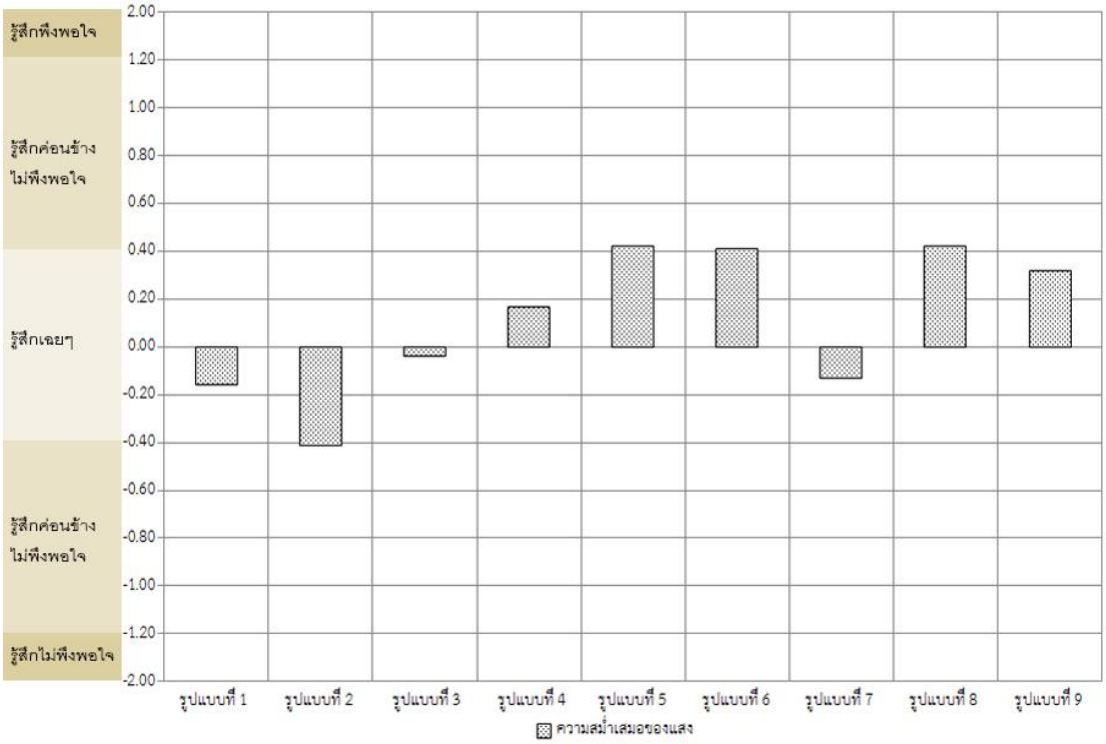
รูปแบบที่ 1, 2, 3 และ 7 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความสว่าง ส่วนรูปแบบที่ 4, 5, 6, 8 และ 9 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อความสว่าง ดังแสดงตามแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความสว่าง

4.2.2 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง

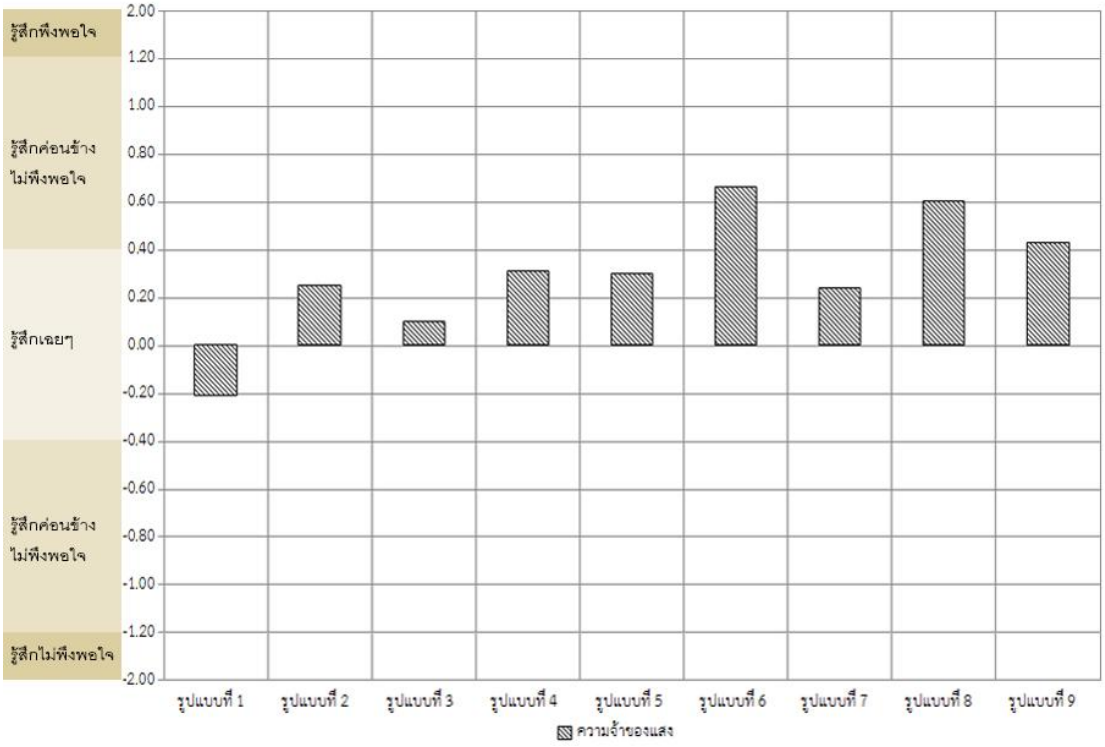
รูปแบบที่ 1, 3, 4, 7 และ 9 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความสม่ำเสมอของแสง ส่วนรูปแบบที่ 5, 6 และ 8 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจ แล้วรูปแบบที่ 2 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้อยู่ในช่วง -0.41 ถึง -1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างไม่พึงพอใจ ดังแสดงตามแผนภูมิที่ 5



แผนภูมิที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความสม่ำเสมอของแสง

4.2.3 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความจ้าของแสง

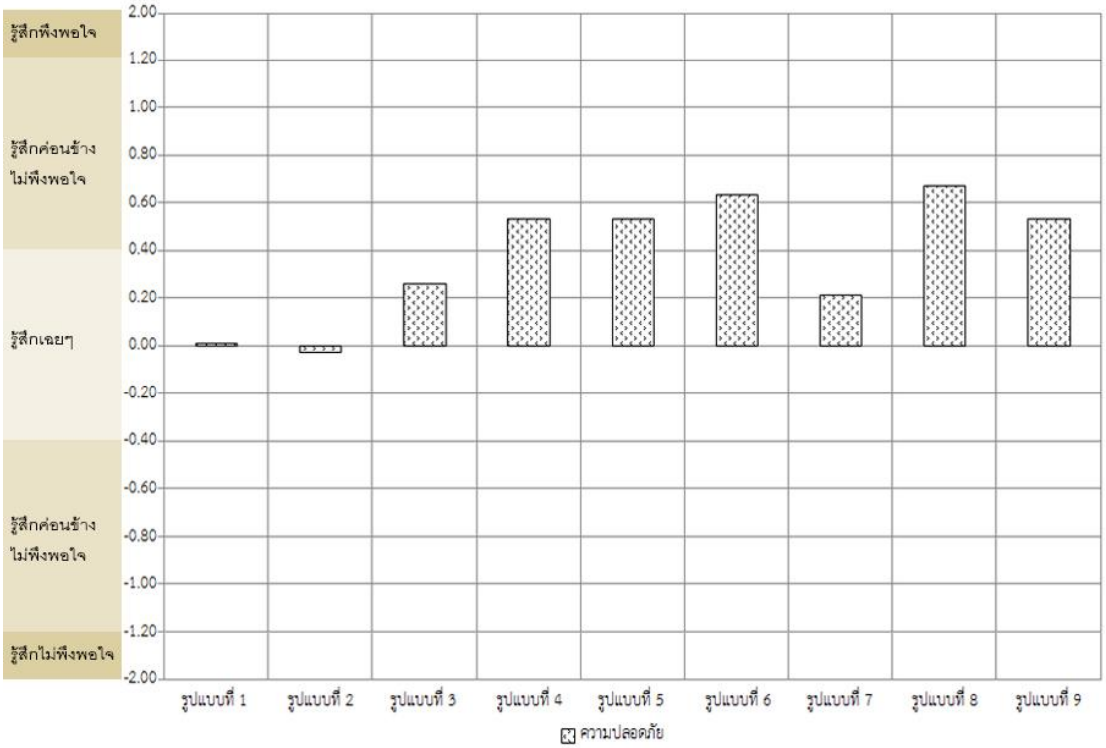
รูปแบบที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 7 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความจ้าของแสง อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความจ้าของแสง ส่วนรูปแบบที่ 6, 8 และ 9 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อความจ้าของแสง ดังแสดงตามแผนภูมิที่ 6



แผนภูมิที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความจ้าของแสง

4.2.4 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความรู้สึกปลอดภัย

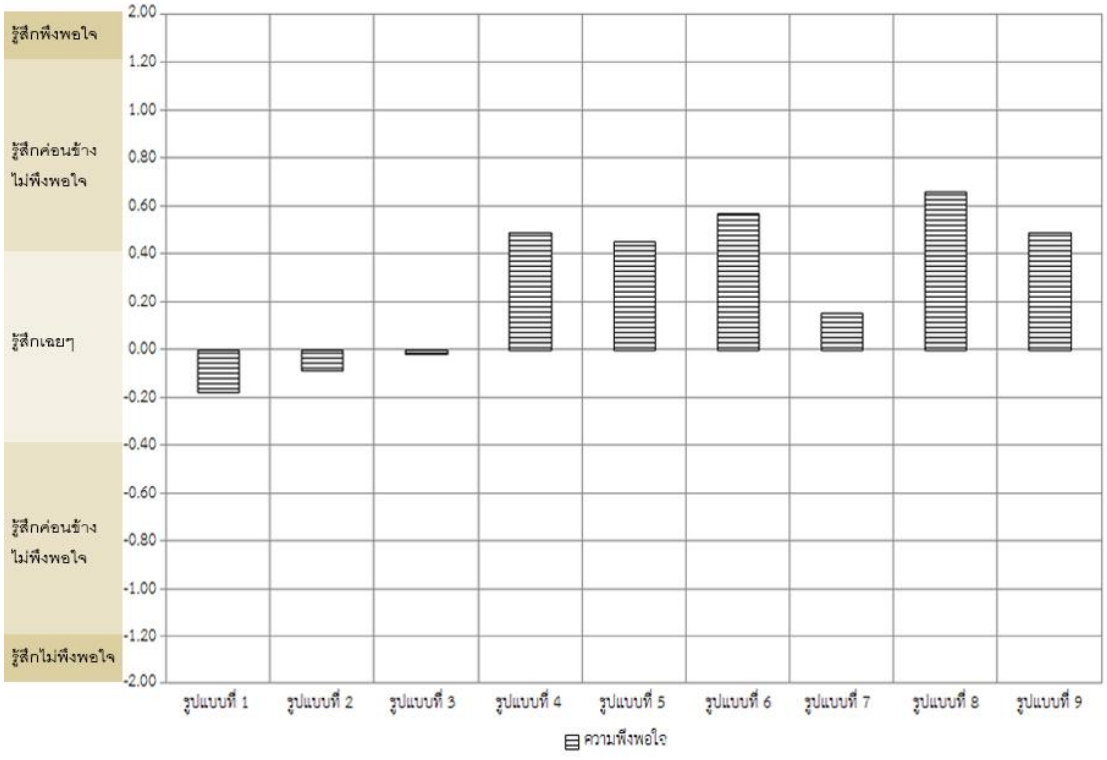
รูปแบบที่ 1, 2, 3 และ 7 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความรู้สึกปลอดภัย อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความรู้สึกปลอดภัย ส่วนรูปแบบที่ 4, 5, 6, 8 และ 9 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อความรู้สึกปลอดภัย ดังแสดงตามแผนภูมิที่ 7



แผนภูมิที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความรู้สึกปลอดภัย

4.2.5 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี

รูปแบบที่ 1, 2, 3 และ 7 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อภาพรวมของสถานี ส่วนรูปแบบที่ 4, 5, 6, 8 และ 9 เป็นรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี ดังแสดงตามแผนภูมิที่ 8

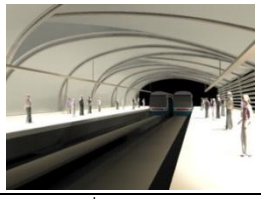
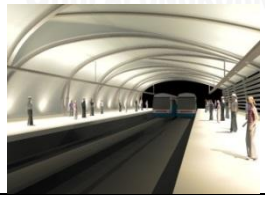
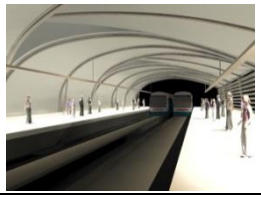


แผนภูมิที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ต่อความพึงพอใจภาพรวมสถานี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อพิจารณาแต่ละหัวข้อคำถาม ภาพจำลองเสมือนจริงที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกพึงพอใจมากที่สุดและน้อยที่สุด พบว่า รูปแบบที่ 8 ซึ่งเป็นรูปแบบที่ให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน เป็นภาพที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกพึงพอใจเป็นอันดับแรกถึง 4 หัวข้อคำถามในเรื่องของความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี ส่วนรูปแบบที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นรูปแบบให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียวและรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง ตามลำดับเป็นภาพที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกพึงพอใจเป็นอันดับท้าย ดังแสดงตามตารางที่ 40

ตารางที่ 40 สรุปอันดับแรกและอันดับท้ายของค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

	อันดับแรก	อันดับท้าย
ระดับความสว่าง	รูปแบบที่ 8	รูปแบบที่ 2
ความสม่ำเสมอของแสง	รูปแบบที่ 5 และรูปแบบที่ 8	รูปแบบที่ 2
ความจ้าของแสง	รูปแบบที่ 6	รูปแบบที่ 1 
ความปลอดภัย	รูปแบบที่ 8	รูปแบบที่ 2
ความพึงพอใจ	รูปแบบที่ 8 	รูปแบบที่ 1 

4.3 ประมวลผลข้อมูลตามรูปแบบการให้แสงสว่าง

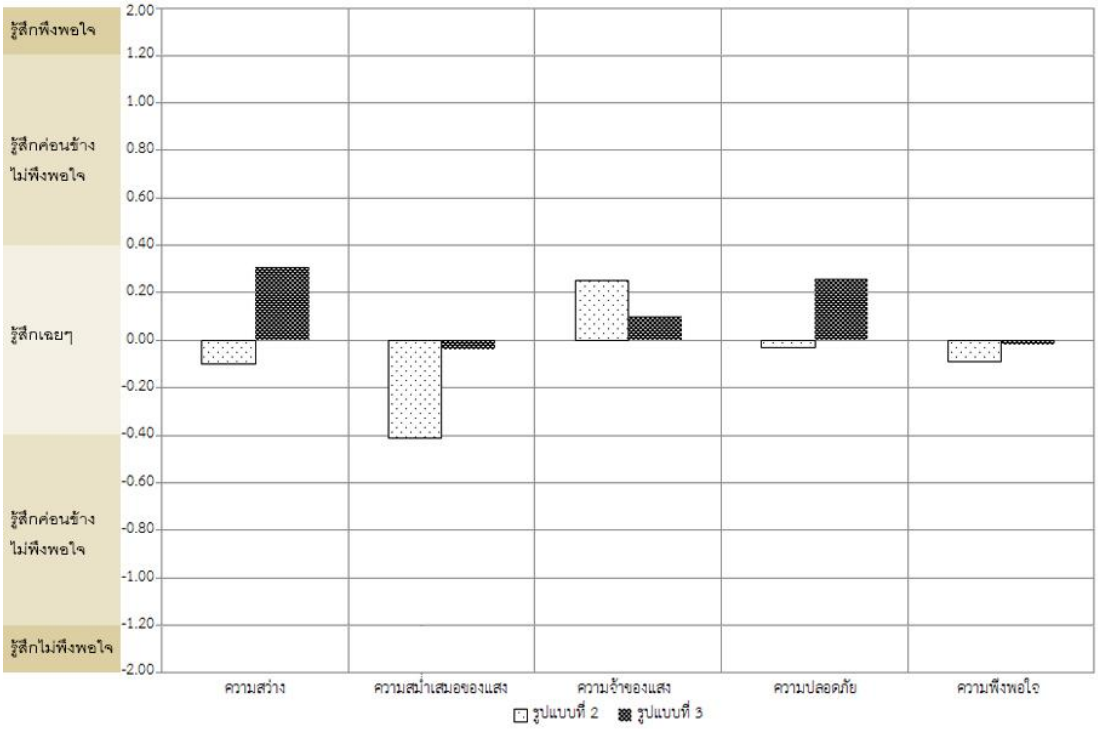
4.3.1 รูปแบบการให้แสงสว่างที่ผนัง

วิธีการให้แสงสว่างที่ผนัง โดยกำหนดความสม่ำเสมอของแสงเป็นตัวแปรต้น สามารถแบ่งรูปแบบการให้แสงสว่างได้ดังนี้

- รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง (รูปแบบที่ 2)
- รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง (รูปแบบที่ 3)

จากแผนภูมิที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างของทั้ง 2 รูปแบบที่กล่าวข้างต้น จากการประมวลผลข้อมูลพบว่า การให้แสงสว่างที่ผนังนั้นมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 เป็นส่วนใหญ่ แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆ โดยมีเพียงรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง (รูปแบบที่ 2) ที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง อยู่ในช่วง -0.41 ถึง -1.20 ซึ่งแสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างไม่พึงพอใจ

การให้แสงสว่างสม่ำเสมอที่ผนังนั้นส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าความสว่างภายในสถานีค่อนข้างมืด แสงไม่สม่ำเสมอ และยังส่งผลให้ความรู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจภาพรวมของสถานีลดลงด้วย



แผนภูมิที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ระหว่างผนังที่มีแสงสม่ำเสมอกับไม่สม่ำเสมอ

เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการให้แสงสว่างที่ผนังกับการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ 2 กลุ่มสัมพันธ์กัน (T-Test analysis) ผ่านโปรแกรม SPSS เพื่อศึกษาว่าการให้แสงที่ผนังมีผลต่อตัวแปรที่พิจารณามากน้อยเพียงใด ตามตารางที่ 41 พบว่า การให้แสงสว่างที่ผนังมีความสัมพันธ์กับความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง และการรับรู้ถึงความปลอดภัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความสัมพันธ์ต่อการรับรู้ความจ้าของแสง และความพึงพอใจภาพรวมของสถานี

ตารางที่ 41 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้แสงที่ผนังกับการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference	Std. Error Difference
ความสว่าง	-3.615	376.672	0.000*	-0.405	0.112
ความสม่ำเสมอของแสง	-3.607	377.870	0.000*	-0.368	0.102
ความจ้าของแสง	1.290	377.676	0.198	0.147	0.114
ความรู้สึกปลอดภัย	-2.900	378.000	0.004*	-0.289	0.100
ความพึงพอใจต่อภาพรวม	-0.807	377.977	0.420	-0.079	0.098

หมายเหตุ : * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

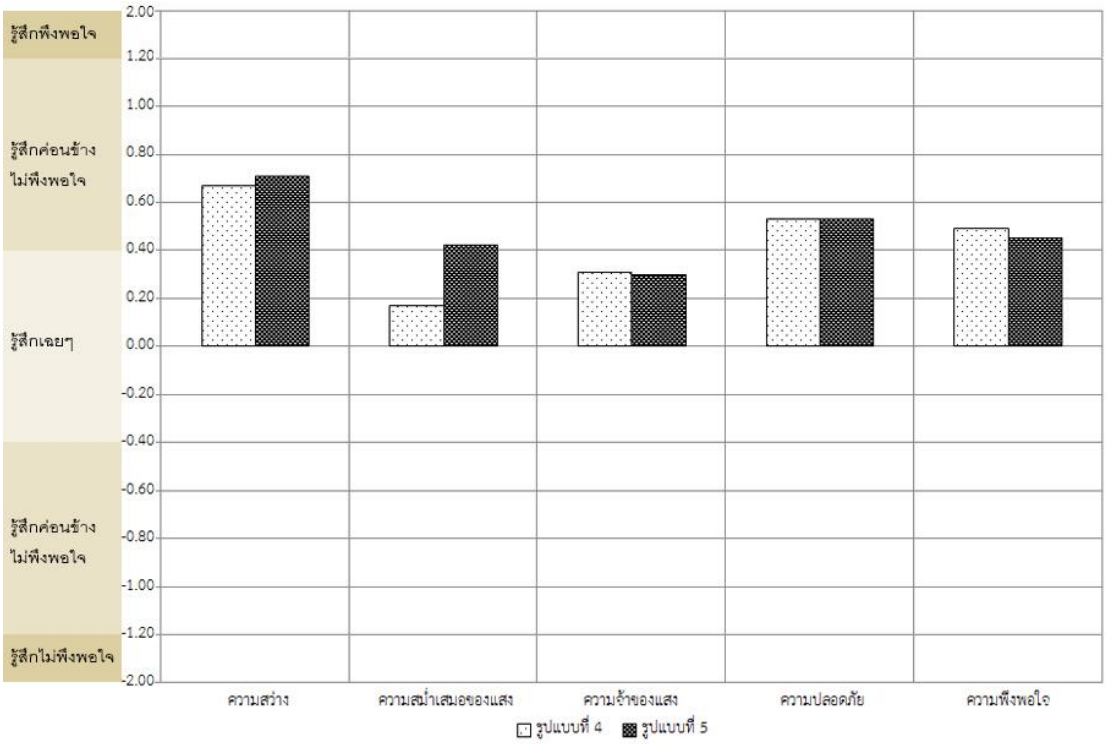
4.3.2 รูปแบบการให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดาน

วิธีการให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดาน โดยกำหนดความสม่ำเสมอของแสงเป็นตัวแปรต้น สามารถแบ่งรูปแบบการให้แสงสว่างได้ดังนี้

- รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ฝ้าเพดาน (รูปแบบที่ 4)
- รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดาน (รูปแบบที่ 5)

จากแผนภูมิที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างของทั้ง 2 รูปแบบที่กล่าวข้างต้น จากการประมวลผลข้อมูลพบว่า การให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดานนั้นมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆ แล้วมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ต่อความสว่าง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 ซึ่งแสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจ

การให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดานไม่ว่ารูปแบบที่มีแสงสม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอนั้น ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าความสว่างภายในสถานีสว่างขึ้น รวมทั้งยังมีผลทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานีเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มตัวอย่างกลับรู้สึกว่ารูปแบบแสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดาน (รูปแบบที่ 5) มีความสม่ำเสมอของแสงมากกว่ารูปแบบแสงสม่ำเสมอที่ฝ้าเพดาน (รูปแบบที่ 4) โดยการส่องแสงสว่างทั้ง 2 รูปแบบส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัยเท่ากัน



แผนภูมิที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ระหว่างเพดานที่มีแสงสม่ำเสมอกับไม่สม่ำเสมอ

เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดานกับการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ 2 กลุ่มสัมพันธ์กัน (T-Test analysis) ผ่านโปรแกรม SPSS เพื่อศึกษาว่าการให้แสงที่ฝ้าเพดานมีผลต่อตัวแปรที่พิจารณามากน้อยเพียงใด ตามตารางที่ 42 พบว่า การให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดานมีความสัมพันธ์กับความสม่ำเสมอของแสง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความสว่าง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี

ตารางที่ 42 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้แสงที่ฝ้าเพดานกับการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference	Std. Error Difference
ความสว่าง	-0.359	377.971	0.720	-0.037	0.103
ความสม่ำเสมอของแสง	-2.454	377.468	0.015*	-0.242	0.099
ความจ้าของแสง	0.103	374.304	0.918	0.011	0.102
ความรู้สึกปลอดภัย	0.000	374.949	1.000	0.000	0.099
ความพึงพอใจต่อภาพรวม	0.418	377.028	0.676	0.042	0.101

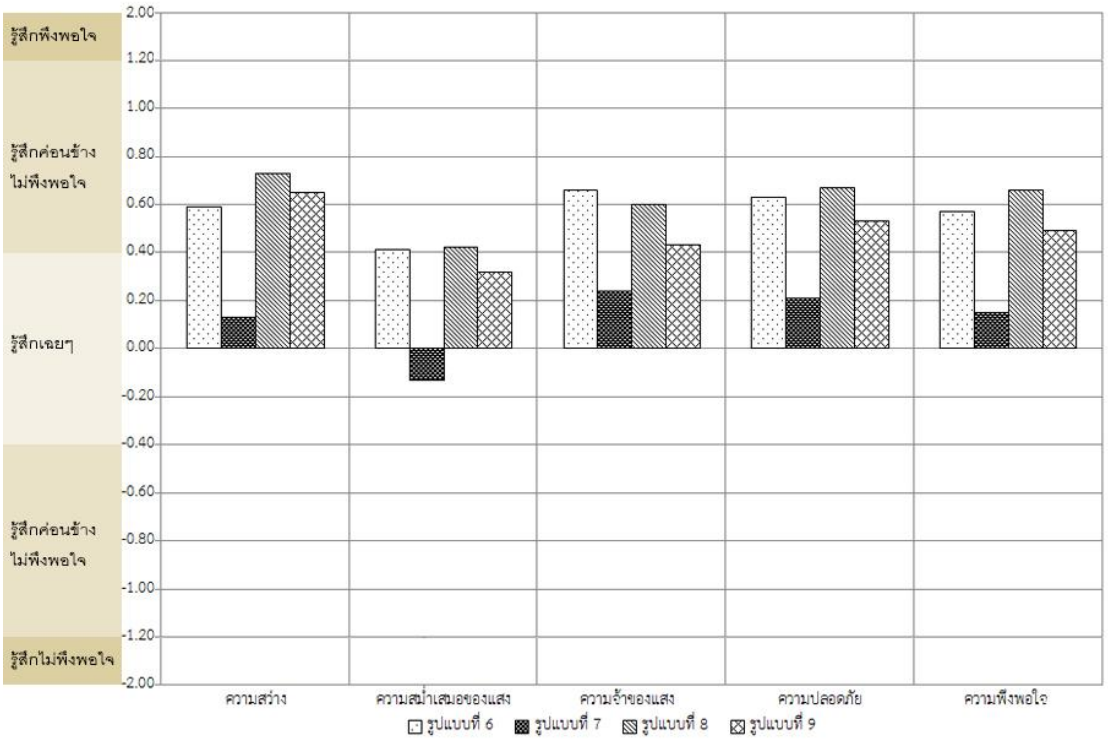
หมายเหตุ : * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3.3 รูปแบบการให้แสงสว่างที่ผนังและฝ้าเพดาน

วิธีการให้แสงสว่างที่ผนังและฝ้าเพดานพร้อมกัน โดยกำหนดความสม่ำเสมอของแสงเป็นตัวแปรต้น สามารถแบ่งรูปแบบการให้แสงสว่างได้ดังนี้

- รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน (รูปแบบที่ 6)
- รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน (รูปแบบที่ 7)
- รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน (รูปแบบที่ 8)
- รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน (รูปแบบที่ 9)

จากแผนภูมิที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างของทั้ง 4 รูปแบบที่กล่าวข้างต้น จากการประมวลผลข้อมูลพบว่า การให้แสงสว่างที่ผนังและฝ้าเพดานนั้นมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี อยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อทุกหัวข้อคำถาม ยกเว้น รูปแบบการให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน (รูปแบบที่ 7) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการรับรู้อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อทุกหัวข้อคำถาม



แผนภูมิที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ของรูปแบบการให้แสงสว่างที่ผนังและเพดาน

เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการให้แสงสว่างที่ผนังและฝ้าเพดานกับการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA : Multivariate analysis) ผ่านโปรแกรม SPSS เพื่อศึกษาว่าการให้แสงที่ผนังและฝ้าเพดานพร้อมกันมีผลต่อตัวแปรที่พิจารณามากน้อยเพียงใด ตามตารางที่ 43 พบว่า การให้แสงสว่างที่ผนังมีความสัมพันธ์กับความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความรู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความสัมพันธ์ความจ้าของแสง ส่วนการให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดานมีความสัมพันธ์กับทุกหัวข้อคำถาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแสงสว่างที่ผนังและเพดานพร้อมกันมีความสัมพันธ์ต่อการรับรู้ในเรื่องของความสว่างและความสม่ำเสมอของแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 43 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนพหุคูณ การรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง : กรณีรูปแบบการให้แสงสว่าง 3 วิธี : พื้น ผนังและฝ้าเพดาน

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Wall	ความสว่าง	21.222	1	21.222	18.670	0.000*
	ความสม่ำเสมอ	10.189	1	10.189	9.447	0.002*
	ความจ้า	0.889	1	0.889	0.846	0.358
	ความปลอดภัย	6.084	1	6.084	5.903	0.015*
	ความพึงพอใจ	9.064	1	9.064	9.123	0.003*
Ceiling	ความสว่าง	13.959	1	13.959	12.281	0.000*
	ความสม่ำเสมอ	19.584	1	19.584	18.157	0.000*
	ความจ้า	16.505	1	16.505	15.689	0.000*
	ความปลอดภัย	14.784	1	14.784	14.344	0.000*
	ความพึงพอใจ	16.212	1	16.212	16.317	0.000*
Wall-ceiling	ความสว่าง	7.012	1	7.012	6.169	0.013*
	ความสม่ำเสมอ	9.284	1	9.284	8.608	0.003*
	ความจ้า	3.032	1	3.032	2.882	0.090
	ความปลอดภัย	3.837	1	3.837	3.723	0.054
	ความพึงพอใจ	2.907	1	2.907	2.925	0.088

หมายเหตุ : * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.4 ข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่าง

จากการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่างบางท่านได้เสนอแนะความคิดเห็นที่เกี่ยวกับการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า ดังนี้

- ควรมีแสงสว่างบริเวณส่วนบนของหลังคาและบริเวณรางรถไฟ
- ควรมีคำนึงถึงอุณหภูมิสีของแสง
- วิธีการส่องสว่างขึ้นด้านบน (up light) อาจไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งานลักษณะนี้ เพราะแสงสว่างอาจส่องแยงตาผู้โดยสาร ควรเลือกใช้ไฟส่องลง (down light)
- แสงสว่างที่บริเวณผนังอาจส่งผลให้เกิดแสงบาดตาแก่ผู้โดยสารที่ยืนรอรถไฟอยู่ชานชาลาฝั่งตรงข้าม
- ความสว่างจากฝ้าเพดานทำให้รู้สึกปลอดภัย โดยแสงสว่างจากด้านล่างไม่ควรสว่างมากเกินไปจะทำให้เกิดแสงบาดตาได้
- รู้สึกว่ายิ่งสว่างมาก ยิ่งรู้สึกปลอดภัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องแนวทางการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีการจำลองเสมือนจริง (Simulation) แล้ววนำรูปแบบจากการจำลองมาทำแบบสอบถามเพื่อศึกษาและวิเคราะห์การรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อแสงสว่างรูปแบบต่างๆที่ส่องผนังและฝ้าเพดานของสถานีรถไฟฟ้า และในส่วนของตัวแปรด้านการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง (Interaction affect) ผู้วิจัยได้เลือกมาจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบสถานีรถไฟฟ้าประกอบกับการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบไปด้วยการรับรู้ด้านความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี สำหรับการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำแบบสอบถามความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่าง 190 คน โดยทำแบบสอบถามออนไลน์ทางอินเตอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ https://www.docs.google.com หลังจากการวิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS สามารถสรุปโดยแบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

1 รูปแบบการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า

2 การรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

3 อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องผนัง

4 อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องฝ้าเพดาน

5 อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องผนังกับฝ้าเพดานพร้อมกัน

6 ข้อเสนอแนะในการออกแบบ

7 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อยอด

5.1 รูปแบบการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า

สำหรับรูปแบบการออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้า สามารถแบ่งออกตามจุดมุ่งหมายของการติดตั้งแสงสว่างออกเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบเพื่อเน้นการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ และรูปแบบเพื่อเน้นความสวยงามและสร้างบรรยากาศ

5.1.1 รูปแบบเพื่อเน้นการใช้งาน

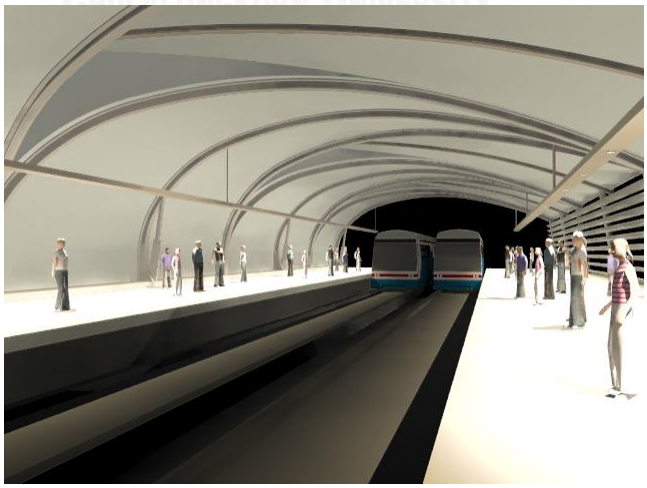
รูปแบบเพื่อเน้นการใช้งานควรเป็นรูปแบบการส่องแสงสว่างลงที่พื้นชานชาลา (down lighting) ซึ่งเป็นการส่องสว่างลงพื้น เนื่องด้วยเป็นอาคารที่รองรับการสัญจรของผู้โดยสารเป็นจำนวนมาก ผู้โดยสารต้องมองเห็นพื้นที่สัญจร เพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุและความปลอดภัยของผู้โดยสาร ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีค่าแสงสว่างตามค่ามาตรฐาน จากการศึกษา พบว่า สถานีรถไฟฟ้า BTS และรถไฟฟ้า

ใต้ดิน MRT ใช้เกณฑ์ความส่องสว่างใกล้เคียงกับเกณฑ์ความส่องสว่างสำหรับอาคารประเภทสถานีรถไฟฟ้า โดย IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) ซึ่งบริเวณชานชาลามีค่าความสว่างอยู่ที่ 100-200 lux แต่ IESNA ไม่ได้ระบุถึงค่าความสม่ำเสมอของแสง ระดับความสว่างรอบขอบชานชาลา และระดับความสว่างในระนาบตั้ง (Vertical plane illuminance) ซึ่งถือเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญสำหรับการออกแบบ เพราะผู้โดยสารจำเป็นต้องมองเห็นใบหน้าของผู้โดยสารท่านอื่นอย่างชัดเจนและไม่เกิดความไม่สบายตาจากแสงจ้าในขณะรถไฟเข้าเทียบชานชาลา ผู้วิจัยได้อ้างอิงมาตรฐาน Railway group standard โดยกำหนดให้ระดับความสว่างบริเวณพื้นที่รอบขอบชานชาลา (Platform edge area) เป็นระยะ 1 เมตร ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 10 lux

ส่วนความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity of illuminance) สำหรับกรณีสถานีรถไฟฟ้าที่ทำการศึกษาเป็นสถานีแบบมีหลังคาคลุม (Cover platform) ความสม่ำเสมอของแสงในแนวระนาบนอนตลอดทั้งแนวขอบชานชาลา ไม่น้อยกว่า 0.4 โดยที่อัตราส่วนระหว่างระดับแสงสว่างที่น้อยที่สุดต่อระดับแสงสว่างที่มากที่สุด (Diversity) ในระนาบแนวนอนเหนือพื้นที่ใช้งานในระนาบแนวนอนต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.1

ระดับความสว่างในแนวระนาบตั้ง (Vertical plane illuminance) ต้องไม่น้อยกว่า 2.0 lux โดยวัดสูงจากระดับชานชาลาเป็นระยะ 1 m และวัดห่างจากขอบชานชาลาเป็นระยะ 0.3 m ซึ่งเป็นระยะที่ใกล้ที่สุดที่ผู้โดยสารยืนรอการเทียบชานชาลาของรถไฟฟ้า เพื่อให้มองเห็นรถไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน

จากเกณฑ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ได้ตัวอย่างรูปแบบการส่องสว่างเพื่อเน้นการใช้งานที่เหมาะสมต่อสถานีรถไฟฟ้ากรณีศึกษา ตามภาพที่ 80



ภาพที่ 80 ภาพรูปแบบให้แสงสว่างที่พื้น เพื่อเน้นการใช้งาน

สถานีรถไฟฟ้าควรมีการติดตั้ง หลอด Low pressure sodium lamps หรือหลอด Metal halide วางใกล้บริเวณแนวเส้นทางเดินรถไฟฟ้า เนื่องจากแสงที่เกิดจากหลอดไฟสามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างของป้ายสัญญาณของรถไฟได้กับพื้นที่รอบๆอย่างชัดเจน ซึ่งหลอด Low pressure sodium lamps ให้แสงเป็นสีเหลืองจัด ซึ่งเป็นช่วงแสงที่ตามีความไวต่อแสงสูงสุด จึงมีประสิทธิผลสูง มีความถูกต้องของสีต่ำมาก มักติดตั้งใกล้รางรถไฟ เป็นไฟส่องเพื่อการรักษาความปลอดภัย และหลอด Metal halide เป็นหลอดมีค่าความถูกต้องของสีสูง (พรรณชลัท สุริโยธิน, 2548) ทำให้ผู้โดยสารมองเห็นป้าย สัญญาณ และขอบเขตของชานชาลาได้ชัด เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ

สำหรับสถานีรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครที่มักมีการใช้ Aluminium cladding และหินแกรนิตเป็นวัสดุประกอบอาคาร วัสดุดังกล่าวล้วนมีสีเทาเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งหลอด Low pressure sodium lamps และหลอด Metal halide เหมาะสำหรับวัสดุประกอบอาคารที่มีสีเทาไม่ว่าจะเป็นสีเทาเข้มหรือสีเทาอ่อน (สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย) ส่วนพื้นที่ชานชาลาทั่วไปสามารถใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ทั้งนี้สามารถใช้หลอดไดโอดเปล่งแสง หรือหลอด LED แทน เนื่องด้วยคุณสมบัติของแสงจากหลอด LED มีแสงสว่างและค่าความถูกต้องของสีสูง นอกจากนี้ยังประหยัดพลังงานอีกด้วย โดยการติดตั้งดวงโคมควรติดตั้งเป็นแบบฝังฝ้าเพดาน (Recessed ceiling luminaires) หรือแบบติดกับฝ้าเพดาน (Ceiling-mounted luminaires) เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้โดยสารมองเห็นแสงบาดตา โดยการออกแบบไม่จำเป็นต้องใช้หลอดไฟตามนี้เสมอไป ผู้ออกแบบต้องพิจารณาตามความเหมาะสมของรูปแบบสถานี พื้นที่ใช้งาน และบริบทรอบๆของสถานีนั้นๆประกอบด้วย

5.1.2 รูปแบบเพื่อเน้นความสวยงามและสร้างบรรยากาศ

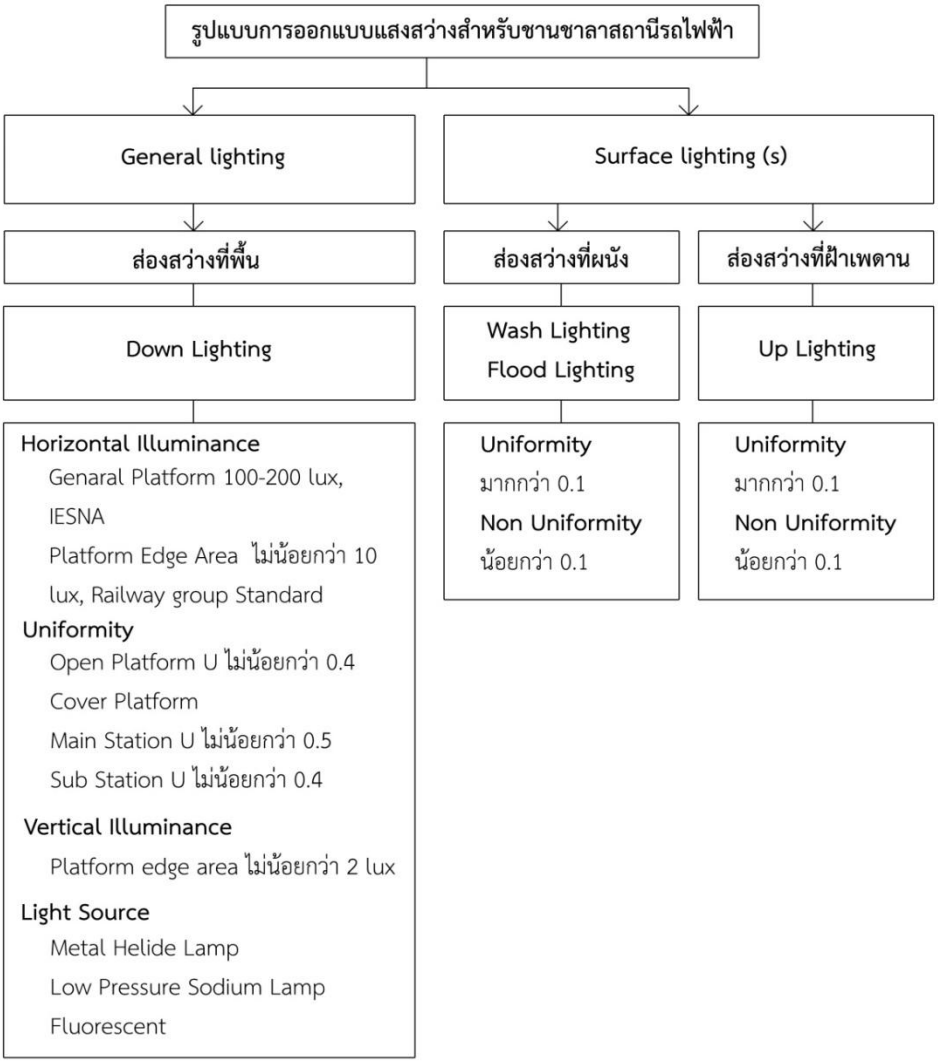
การใช้งานในพื้นที่ชานชาลา นอกจากสภาวะแสงที่เหมาะสมที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ผู้ออกแบบควรมีการออกแบบแสงสว่างเพื่อสร้างบรรยากาศให้ผู้โดยสารรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจต่อการให้บริการของระบบรถไฟฟ้า เพราะระบบแสงสว่างมีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งานให้ดีขึ้น ซึ่งการส่องสว่างเพื่อเน้นบรรยากาศถือเป็นแสงสว่างรอง ในที่นี้จะเป็นการส่องแสงสว่างที่ผนังหรือส่องฝ้าเพดานของสถานี และส่องทั้งผนังและฝ้าเพดาน

การส่องแสงสว่างที่ผนังควรใช้เทคนิคไฟสาด (flood lighting) หรือ ไฟอาบผนัง (wash lighting) ซึ่งเป็นเทคนิคในการส่องสว่างด้วยการสาดแสงสว่างไปยังพื้นผิว ระนาบหรือวัตถุที่ต้องการ สำหรับการส่องสว่างด้วยการการสาดแสงสว่างย้อมที่ผนัง ช่วยให้แสงสว่างมีความสม่ำเสมอของแสงมากขึ้น สำหรับค่าความสม่ำเสมอของแสง ตาม Guide to DIN EN 12464-1 ได้ระบุ Vertical uniformity ของทางเดินอยู่ที่ 0.1 (Licht.de, 2005) และ SLL Lighting handbook ที่ระบุให้ความสม่ำเสมอของแสงสำหรับทางเดินกรณีฉุกเฉินอยู่ที่ 0.1 (CIBSE, 2009) ซึ่งสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้าที่ต้องการให้ผู้โดยสารรู้สึกปลอดภัยแล้วยังสามารถใช้งานเวลาเกิด

เหตุการณ์ฉุกเฉินอีกด้วย โดยค่าความสม่ำเสมอของแสงที่ผนังอยู่ที่ 0.1 ถ้าน้อยกว่านั้นถือว่า แสงไม่มีความสม่ำเสมอ นอกจากนี้การให้แสงสว่างที่บริเวณผนังยังช่วยให้ผู้โดยสารสามารถมองเห็นทางเดิน กรณีหลบหนีเพลิงไหม้ออกจากชานชาลา ซึ่งสอดคล้องกับที่ Xu Qi และคณะได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการหนีภัยของผู้โดยสาร ว่าผู้โดยสารมีพฤติกรรมการหนีไฟโดยเดินชิดริมผนังเพื่อไปสู่ทางออก (Qi et al., 2014)

การส่องแสงสว่างที่ฝ้าเพดานควรใช้เทคนิคส่องสว่างขึ้น (up lighting) เป็นเทคนิคการส่องสว่างโดยการให้แสงสว่างส่องขึ้นระนาบที่ต้องการส่องสว่าง สำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดค่าความสม่ำเสมอของแสงตามค่าความสม่ำเสมอของผนัง โดยค่าความสม่ำเสมอของแสงที่ฝ้าเพดานอยู่ที่ 0.1 ถ้าน้อยกว่านั้นถือว่า แสงไม่มีความสม่ำเสมอ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้สามารถสรุปรูปแบบการส่องสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้ากรณีศึกษาได้ตามแผนภูมิที่ 12



แผนภูมิที่ 12 รูปแบบการออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า

5.2 การรับรู้ถึงความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามขั้นสอง พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อแสงสว่างของภาพจำลองเสมือนจริงทั้ง 9 รูปแบบแตกต่างกัน โดยรูปแบบส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในช่วง 0.41 ถึง 1.20 ซึ่งแสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อแสงสว่าง โดยมีรูปแบบการให้แสงสว่างรูปแบบที่ 1, 2, 3 และ 7 ที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.40 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกเฉยๆต่อแสงสว่าง โดยรูปแบบที่ 1 คือรูปแบบการให้แสงสว่างที่พื้นอย่างเดียว ซึ่งกำหนดเป็นรูปแบบจำลองสถานกาณ์ปกติ (Base case) ส่วนรูปแบบที่ 2 และ 3 เป็นรูปแบบการให้แสงที่ผนัง และรูปแบบที่ 7 เป็นรูปแบบการให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานพร้อมกัน สำหรับการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างสามารถแยกพิจารณาตามหัวข้อคำถามที่ศึกษา ดังนี้

5.2.1 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสว่าง

รูปแบบที่ 1, 2, 3 และ 7 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความสว่าง ซึ่งเป็นรูปแบบสถานกาณ์ปกติ รูปแบบให้แสงที่ผนัง และรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานพร้อมกัน ส่วนรูปแบบที่ 4, 5, 6, 8 และ 9 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อความสว่าง ซึ่งเป็นรูปแบบให้แสงที่ฝ้าเพดาน และรูปแบบให้แสงที่ผนังและฝ้าเพดานพร้อมกัน

5.2.2 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสง

รูปแบบที่ 1, 3, 4, 7 และ 9 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความสม่ำเสมอของแสง ส่วนรูปแบบที่ 5, 6 และ 8 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจ แล้วรูปแบบที่ 2 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างไม่พึงพอใจ ซึ่งเป็นรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง

5.2.3 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความจ้าของแสง

รูปแบบที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 7 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความจ้าของแสง ซึ่งเป็นรูปแบบสถานกาณ์ปกติ รูปแบบให้แสงที่ผนัง รูปแบบให้แสงที่ฝ้าเพดาน และรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานพร้อมกัน ส่วนรูปแบบที่ 6, 8 และ 9 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อความจ้าของแสง รูปแบบให้แสงที่ผนังและฝ้าเพดานพร้อมกัน

5.2.4 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อความรู้สึกปลอดภัย

รูปแบบที่ 1, 2, 3 และ 7 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อความรู้สึกปลอดภัย ซึ่งเป็นรูปแบบสถานกาณ์ปกติ รูปแบบให้แสงที่ผนัง และรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่

ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานพร้อมกัน ส่วนรูปแบบที่ 4, 5, 6, 8 และ 9 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อความรู้สึกปลอดภัย ซึ่งเป็นรูปแบบให้แสงที่ฝ้าเพดานและรูปแบบให้แสงที่ผนังและฝ้าเพดานพร้อมกัน

5.2.5 การรับรู้ถึงความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี

รูปแบบที่ 1, 2, 3 และ 7 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกเฉยๆต่อภาพรวมของสถานี ซึ่งเป็นรูปแบบสถานกาณ์ปกติ รูปแบบให้แสงที่ผนัง และรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดานพร้อมกัน ส่วนรูปแบบที่ 4, 5, 6, 8 และ 9 เป็นรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี ซึ่งเป็นรูปแบบให้แสงที่ฝ้าเพดาน และรูปแบบให้แสงที่ผนังและฝ้าเพดานพร้อมกัน

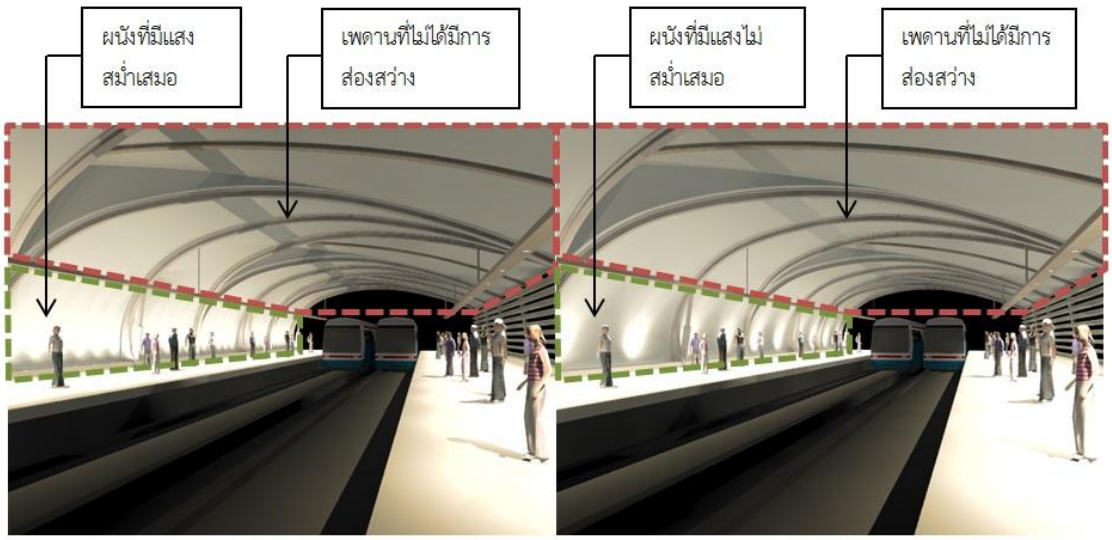
จากที่กล่าวมาจะเห็นว่ารูปแบบการส่องแสงสว่างทุกรูปแบบต่างก็มีค่าระดับความสว่างและความสม่ำเสมอของแสงตามค่ามาตรฐานกลับส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรับรู้ถึงแสงสว่างได้แตกต่างกัน ทั้งเรื่องของความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัย และความพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานี ซึ่งแสดงว่าแสงสว่างมีผลต่อการรับรู้และจิตใจของผู้โดยสาร โดยรูปแบบการส่องสว่างที่ฝ้าเพดาน กับรูปแบบที่ส่องสว่างทั้งผนังกับฝ้าเพดานพร้อมกัน ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพึงพอใจมากกว่ารูปแบบที่ส่องสว่างที่พื้นอย่างเดียว กับรูปแบบที่ส่องสว่างที่ผนัง แสดงว่าการให้แสงที่ฝ้าเพดานมีส่วนช่วยให้รู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอาคารกรณีตัวอย่างจากต่างประเทศที่สถานีที่มีหลังคาโค้งมักมีการให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดานเป็นส่วนใหญ่ และการที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกพึงพอใจต่อความสว่างที่เกิดจากความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องฝ้าเพดาน ซึ่งส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานีเพิ่ม ซึ่งสอดคล้องกับที่ M. Van Hagen และคณะ ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของสีและแสงที่มีต่อความพึงพอใจของผู้โดยสารที่ใช้บริการที่สถานีรถไฟฟ้าในประเทศฮอลแลนด์ ว่ายิ่งแสงสว่างมากขึ้นเท่าไรก็ยิ่งมีส่วนช่วยในการตัดสินใจให้ผู้โดยสารเดินได้เร็วมากขึ้น (Hagen, 2008) ซึ่งแสดงว่าผู้โดยสารย่อมต้องรู้สึกปลอดภัยจึงตัดสินใจเดินได้เร็ว

5.3 อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องผนัง

การรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง กรณีรูปแบบการให้แสงที่ผนังของสถานี ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง (รูปแบบที่ 2) และรูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง (รูปแบบที่ 3)

การให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังนั้นส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าความสว่างภายในสถานีค่อนข้างมืดและรู้สึกว่าแสงไม่สม่ำเสมอกว่ารูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมออย่างมาก ส่งผลให้ความรู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจภาพรวมของสถานีลดลงด้วย ซึ่งมีสาเหตุจากความเปรียบต่างของความสว่างที่เกิด

จากความสม่ำเสมอของแสงระหว่างผนังและฝ้าเพดานมากเกินไป เมื่อบริเวณผนังมีความสว่างมากทำให้บริเวณฝ้าเพดานที่ไม่มีการให้แสงสว่างดูมืดลง ตามภาพที่ 81 ซึ่งสอดคล้องกับที่ Haans และ De Kort ได้ทำการศึกษาการรับรู้ความรู้สึกปลอดภัยที่มีต่อแสงสว่างสำหรับพื้นที่สาธารณะหรือทางเดิน (Haans & de Kort, 2012) โดยรูปแบบที่ 2 เสมือนเป็นรูปแบบที่แสงสว่างเท่ากันหมด (The conventional) และรูปแบบที่ 3 เป็นการให้แสงสว่างเป็นช่วงๆ (Spotlight condition) ผลคือรูปแบบให้แสงสว่างเป็นช่วงๆกลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัยมากกว่ารูปแบบที่แสงสว่างเท่ากันหมด นอกจากนี้การจัดแสงสว่างดังกล่าวอาจส่งผลให้ผู้โดยสารปรับสภาพสายตา (Eye adaptation) ให้เข้ากับระดับของแสงสว่างที่แตกต่างกันได้นานขึ้น ผลคือทำให้รู้สึกเหมือนตาบอดชั่วขณะ



ภาพที่ 81 ภาพแสดงความเปรียบต่างระหว่างผนังมีแสงสว่างและฝ้าเพดานไม่มีแสงสว่าง
ซ้าย : รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนัง, ขวา : รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

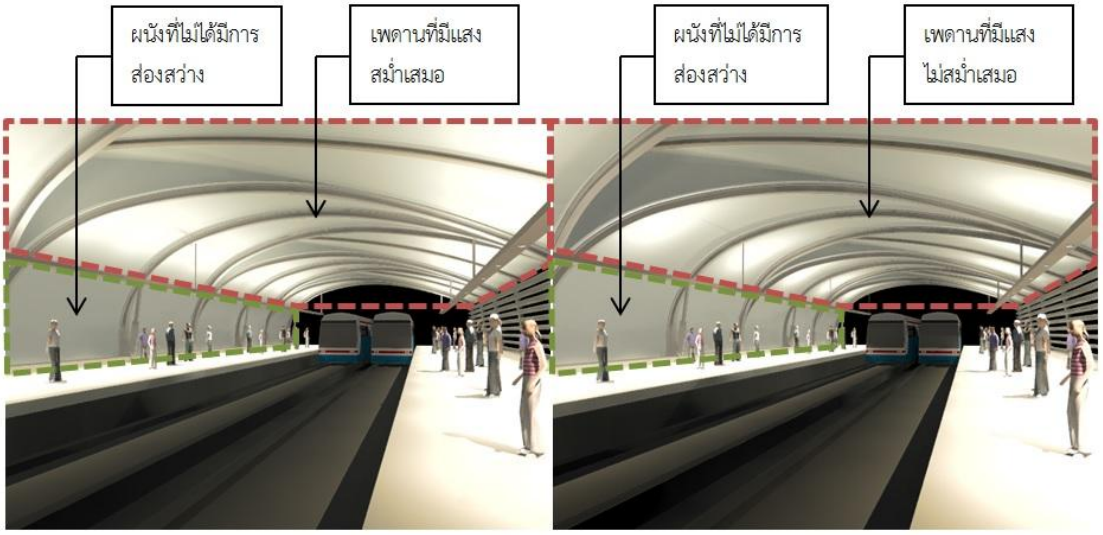
การให้แสงที่ผนังส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรับรู้ต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง และความรู้สึกปลอดภัยมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ได้ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรับรู้ถึงความจ้าของแสง และไม่ได้ทำให้รู้สึกพึงพอใจภาพรวมของสถานี

5.4 อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องฝ้าเพดาน

การรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง กรณีรูปแบบการให้แสงที่ฝ้าเพดานของสถานี ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ฝ้าเพดาน (รูปแบบที่ 4) และรูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ฝ้าเพดาน (รูปแบบที่ 5)

การให้แสงที่ฝ้าเพดานนั้นส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าความสว่างภายในสถานีสว่างขึ้นอย่างมากทั้งรูปแบบที่มีแสงสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ รวมทั้งยังส่งผลทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ปลอดภัยและพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานีมากขึ้น โดยทั้ง 2 รูปแบบส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัย

เท่ากัน แต่กลุ่มตัวอย่างกลับรู้สึกว่ารูปแบบแสงไม่สม่ำเสมอมีความสม่ำเสมอของแสงมากกว่ารูปแบบแสงสม่ำเสมอ ซึ่งมีสาเหตุจากความเปรียบต่างของความสว่างที่เกิดจากความสม่ำเสมอของแสงระหว่างผนังและฝ้าเพดานมากเกินไป เมื่อบริเวณฝ้าเพดานมีความสว่างมากทำให้บริเวณผนังที่ไม่มีการให้แสงสว่างดูมืดลง ตามภาพที่ 82



ภาพที่ 82 ภาพแสดงความเปรียบต่างระหว่างผนังไม่มีแสงสว่างและฝ้าเพดานมีแสงสว่าง
ซ้าย : รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่เพดาน, ขวา : รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

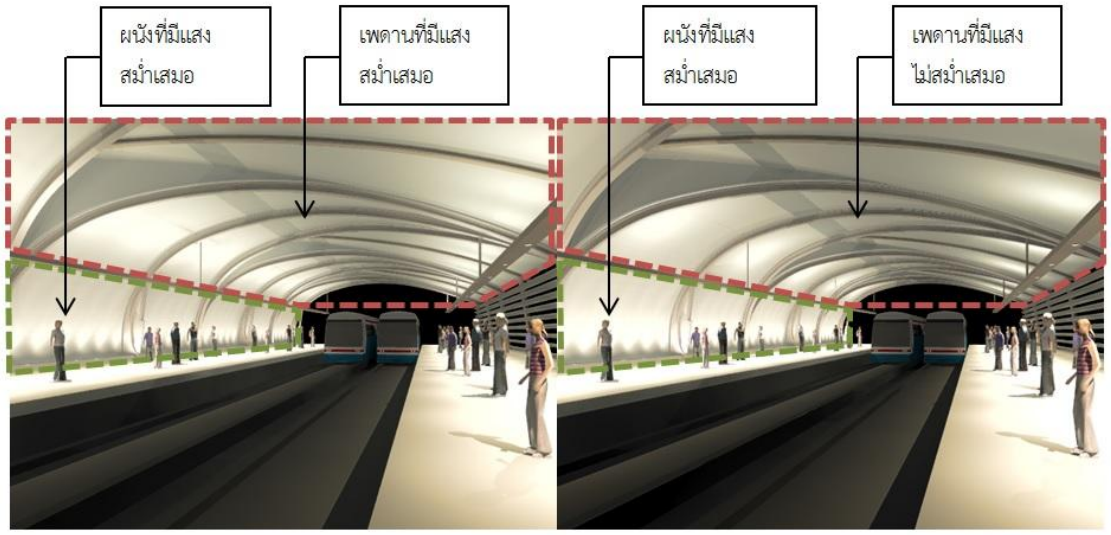
การให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดานส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรับรู้และเริ่มรู้สึกค่อนข้างพอใจต่อความสม่ำเสมอของแสงเพิ่มขึ้นมาก แต่ไม่ได้ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรับรู้ถึงความสว่าง ความจ้าของแสง และไม่ได้ทำให้รู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจภาพรวมของสถานี

5.5 อิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงที่ส่องผนังกับฝ้าเพดานพร้อมกัน

การรับรู้ของกลุ่มตัวอย่าง กรณีรูปแบบการให้แสงที่ผนังและฝ้าเพดานของสถานีพร้อมกัน ซึ่งประกอบไปด้วย รูปแบบการให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน (รูปแบบที่ 6), รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน (รูปแบบที่ 7), รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน (รูปแบบที่ 8) และรูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน (รูปแบบที่ 9)

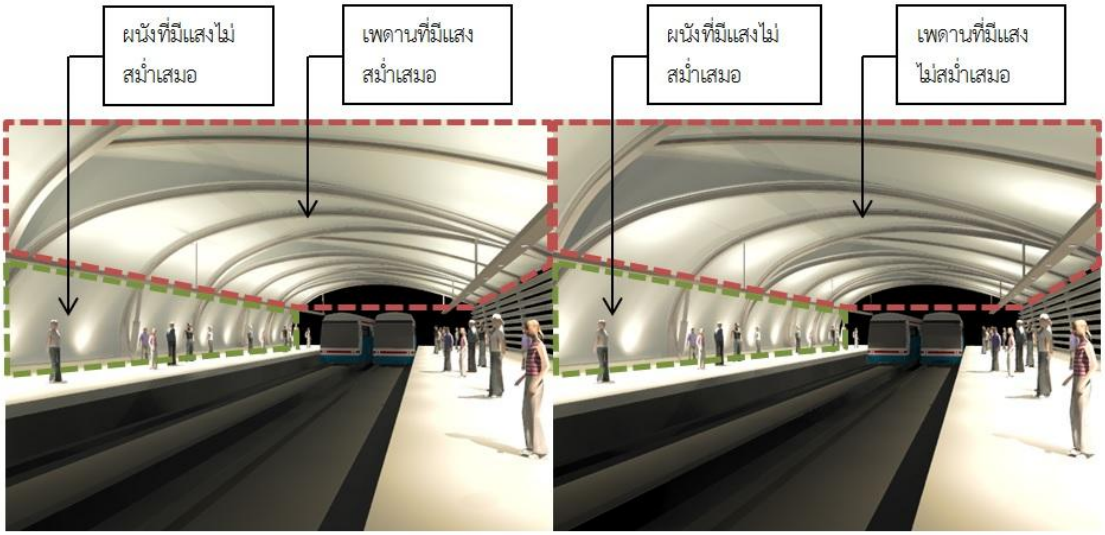
การให้แสงสว่างที่ผนังและฝ้าเพดานพร้อมกันนั้นส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างเริ่มรู้สึกค่อนข้างพอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง แล้วยังรู้สึกปลอดภัยและเพิ่มมากขึ้นอย่างมาก ยกเว้นรูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและแสงไม่สม่ำเสมอที่เพดาน (รูปแบบที่ 7) ที่มีค่าเฉลี่ยการรับรู้ถึงความพึงพอใจน้อยกว่ารูปแบบอื่นมาก โดยเฉพาะในเรื่องของการรับรู้ถึงความสม่ำเสมอของแสง ซึ่งมีสาเหตุมาจากความเปรียบต่างของความสว่างที่เกิดจากความสม่ำเสมอของแสงที่ผนังมากกว่าฝ้าเพดาน ทำให้แสงสว่างภายในสถานีดูมืดลง ตามภาพที่ 83 โดยรูปแบบที่ 9 แม้เป็นรูปแบบ

ให้แสงไม่สม่ำเสมอแต่ด้วยความที่แสงไม่สม่ำเสมอทั้งผนังและเพดาน ทำให้ความเปรียบต่างของความสว่างระหว่างผนังและเพดานไม่ต่างกันมากนัก ทำให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าความสว่างภายในสถานีใกล้เคียงกัน ดูมีความสม่ำเสมอ ตามภาพที่ 84 (ภาพขวา) ซึ่งสอดคล้องกับที่ Haans และ De Kort (2012) ได้ทำการศึกษาการรับรู้ความรู้สึกปลอดภัยที่มีต่อแสงสว่างสำหรับพื้นที่สาธารณะหรือทางเดิน โดยรูปแบบที่ 6 เสมือนเป็นรูปแบบที่แสงสว่างเท่ากันหมด (The conventional) และรูปแบบที่ 8 และ 9 เป็นการให้แสงสว่างเป็นช่วงๆ (Spotlight condition) ผลคือ รูปแบบให้แสงสว่างเป็นช่วงๆ กลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัยมากกว่ารูปแบบที่แสงสว่างเท่ากันหมด (Haans & de Kort, 2012) โดยที่รูปแบบที่ 7 ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีความสม่ำเสมอของแสงที่ผนังมากกว่าฝ้าเพดาน ส่งผลให้ฝ้าเพดานสว่างน้อยกว่า ซึ่งจะคล้ายกับรูปแบบแสงปลายทางค่อยๆสว่างขึ้น (Ascending) ที่พื้นที่เหนือศรีษะของกลุ่มตัวอย่างดูมืด ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกปลอดภัยน้อยลง



ภาพที่ 83 ภาพแสดงความเปรียบต่างระหว่างผนังมีแสงสว่างและฝ้าเพดานมีแสงสว่าง
ซ้าย : รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน, ขวา : รูปแบบให้แสงสม่ำเสมอที่ผนังและไม่สม่ำเสมอที่เพดาน

รูปแบบการให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังกับแสงสม่ำเสมอที่เพดาน เป็นรูปแบบที่ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกค่อนข้างพอใจมากที่สุดสำหรับการจำลองเสมือนจริงทั้ง 9 รูปแบบ ซึ่งเป็นผลมาจากความเปรียบต่างของความสว่างที่เกิดจากความสม่ำเสมอของแสงระหว่างผนังและเพดานต่างกัน โดยฝ้าเพดานมีความสว่างที่มากกว่าผนัง ตามภาพที่ 84 (ภาพซ้าย)



ภาพที่ 84 ภาพแสดงความเปรียบต่างระหว่างผนังมีแสงสว่างและฝ้าเพดานมีแสงสว่าง
ซ้าย : รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและแสงสม่ำเสมอที่เพดาน, ขวา : รูปแบบให้แสงไม่สม่ำเสมอที่ผนังและเพดาน

5.6 ข้อเสนอแนะในการออกแบบ

สำหรับการออกแบบแสงสว่างสำหรับสถานีรถไฟฟ้า นอกจากการออกแบบที่ส่องสว่างบริเวณพื้นของชานชาลา เพื่อรองรับการใช้งานของผู้โดยสาร เนื่องด้วยเป็นอาคารที่รองรับการสัญจรของผู้โดยสารเป็นจำนวนมาก เพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุและความปลอดภัยของผู้โดยสาร การออกแบบแสงสว่างจึงต้องได้ค่าระดับความสว่างตามมาตรฐานสากล ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการออกแบบแสงสว่างที่เน้นการสร้างบรรยากาศมีส่วนช่วยให้ผู้โดยสารรู้สึกปลอดภัยและมีความพึงพอใจเพิ่มมากยิ่งขึ้น

ในการออกแบบเพื่อเน้นสร้างบรรยากาศ การตัดสินใจเลือกให้แสงสว่างที่บริเวณผนังหรือฝ้าเพดานของชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า ผู้ออกแบบควรให้แสงสว่างที่ฝ้าเพดาน ซึ่งทั้งแสงที่มีความสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอบริเวณฝ้าเพดาน ต่างก็ส่งผลให้ผู้คนเริ่มรู้สึกค่อนข้างพอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง และรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจต่อภาพรวมของสถานีมากขึ้น ส่วนการให้แสงสว่างที่ผนัง ถ้าผนังมีระดับความสว่างและความสม่ำเสมอของแสงมาก กลับส่งผลให้ผู้คนรู้เริ่มค่อนข้างไม่พอใจต่อความสว่าง ความสม่ำเสมอของแสง ความจ้าของแสง ความรู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจภาพรวมของสถานี เพราะฉะนั้นจึงไม่ควรให้แสงสว่างที่ผนังเพียงอย่างเดียว และเพื่อให้ผู้คนรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจมากยิ่งขึ้น ควรมีการให้แสงสว่างทั้งที่บริเวณผนังและฝ้าเพดาน แต่ต้องระมัดระวังในเรื่องของความเปรียบต่างของความสว่างที่เกิดจากความสม่ำเสมอของแสงระหว่างผนังและฝ้าเพดาน ต้องไม่ให้ผนังมีระดับความสว่างและความสม่ำเสมอของแสงมากกว่า

เพดาน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้คนรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจน้อยลง โดยผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการนำวิจัยไปใช้งาน โดยเพิ่มแสงสว่างบริเวณชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า BTS สถานีตลาดพลู ตามภาพที่ 85

ภาพที่ 85 ภาพเสนอแนะแนวทางการนำวิจัยไปใช้งาน

ซ้าย : สภาพสถานีปกติ, ขวา : ภาพสถานีที่เสนอแนะรูปแบบแสงสว่าง

จากที่กล่าวข้างต้นสามารถนำไปกำหนดในเอกสารกำหนดรายละเอียดการก่อสร้าง หรือ TOR (Terms of reference) สำหรับการออกแบบสถานีรถไฟฟ้าต่อไปในอนาคต โดยกำหนดค่าแสงสว่างตามมาตรฐาน และค่าความสม่ำเสมอของแสงที่ผนังและฝ้าเพดาน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความรู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้โดยสารมากยิ่งขึ้น

5.7 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อยอด

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลในการออกแบบแสงสว่างสำหรับอาคารสถานีรถไฟฟ้า และศึกษาอิทธิพลของความสม่ำเสมอของแสงสว่างภายในบริเวณชานชาลาที่มีผลต่อความรู้สึกปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้โดยสาร ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไปในอนาคต ดังนี้

1. ควรศึกษาพื้นที่ส่วนอื่นของสถานีรถไฟฟ้า ทั้ง ทางเข้าออกสถานี พื้นที่จำหน่ายตั๋ว เป็นต้น รวมทั้งสถานีรถไฟฟ้ารูปแบบอื่น ที่มีโครงสร้างสถาปัตยกรรมต่างออกไปจากรูปแบบที่ผู้วิจัยทำการศึกษา โดยใช้องค์ประกอบแสงที่เหมือนกับงานวิจัยนี้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นกับการรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างว่ามีผลไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

2. ควรศึกษาอัตราส่วนของความเปรียบต่างของแสงสว่างระหว่างผนังและเพดานที่คาดว่าจะเป็นส่วนที่ทำให้ผู้โดยสารรับรู้ถึงอิทธิพลของแสงสว่างได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. ควรศึกษาองค์ประกอบแสงสว่างด้านอื่นๆเพิ่มเติม เช่น อุณหภูมิสีของแสง ระดับความสว่างที่แตกต่างกัน ระยะติดตั้งดวงโคม เทคนิคการส่องสว่างรูปแบบอื่น เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นกับการรับรู้ของผู้โดยสาร

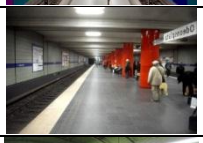
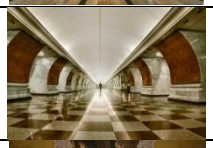
4. ควรเก็บข้อมูลด้วยวิธีอื่นนอกจากการจำลองเสมือนจริง เช่น การเก็บข้อมูลจริงจากบริเวณชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า การทำกล่องทดลองเพื่อวัดความรู้สึกจากสายตาคนโดยตรง เป็นต้น

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

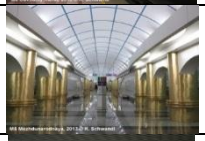
ตารางที่ ก ตารางลักษณะการให้แสงสว่างของชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในต่างประเทศ (1/3)

Picture	Station	Country	โครงสร้างหลังคา		พื้นที่ส่องสว่าง		
			เรียบ	โค้ง	พื้น	ผนัง	เพดาน
	U-Bahn Station Georg-Brauchle Ring - Line U1, Munich	Germany	*	-	-	*	*
	Odeonsplatz U-Bahn Interchange Station U3-U6, Munich	Germany	*	-	*	-	-
	Odeonsplatz U-Bahn Interchange Station U4-U5, Munich	Germany	-	*	*	-	-
	Newmarket Railway Station Redelvelpment, Auckland	New Zealand	*	-	*	-	*
	Charlotte South Corridor Light Rail Transit System And Ctc Station, Charlotte, Nc	USA	-	*	*	*	*
	Solna Centrum Metro Station	Sweden	*	-	*	-	-
	U-Bahn Station Georg-Brauchle Ring - Line U1	Germany	-	*	*	-	*
	Mayakovskaya Station, Moscow	Russia	-	*	-	-	*
	Park Pobedy Station, Moscow	Russia	-	*	-	-	*
	Avtovo Metro Station, Saint Peterburg	Russia	-	*	*	-	*
	City Hall Station, New York	USA	-	*	-	-	*

ตารางที่ ก ตารางลักษณะการให้แสงสว่างของชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในต่างประเทศ (2/3)

Picture	Station	Country	โครงสร้างหลังคา		พื้นที่ส่องสว่าง		
			เรียบ	โค้ง	พื้น	ผนัง	เพดาน
	Szent Gellert Ter, Budapest	Hungary	-	*	-	-	*
	Berlin Main Station	Germany	*	-	*	-	-
	Westfriedhof, Munich	Germany	*	-	*	-	*
	Art Et Metiers Station, Paris	France	-	*	*	*	-
	Lavyansky Bulvar Station, Moscow	Russia	-	*	*	*	-
	The University Of Naples Subway Station	Italy	*	-	*	-	-
	St Erth Railway Station	England	*	-	*	-	-
	Oak Park Train Station	USA	*	-	*	-	-
	Stockel Underground Station	Belgium	*	-	*	-	-
	M1 Akademicheskaya	Russia	-	*	-	-	*
	M1 Ploshchad Vosstaniya	Russia	-	*	-	-	*
	M2 Chyornaya Rechka	Russia	-	*	-	-	*

ตารางที่ ก ตารางลักษณะการให้แสงสว่างของชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าในต่างประเทศ (3/3)

Picture	Station	Country	โครงสร้างหลังคา		พื้นที่ส่องสว่าง		
			เรียบ	โค้ง	พื้น	ผนัง	เพดาน
	M2 Sennaya Ploshchad	Russia	-	*	-	-	*
	M4 Spasskaya	Russia	-	*	-	*	*
	M5 Komendantskivy Prospekt	Russia	-	*	-	-	*
	M5 Obvodny Kanal	Russia	-	*	*	-	*
	M5 Mezhdunarodnaya	Russia	-	*	*	*	*
	Sunderland Station	England	*	-	*	-	-
	North Greenwich Interchange, London	England	*	-	*	-	*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า
ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิทยานิพนธ์ โดยพิจารณาเฉพาะแสงสว่างที่เกิดขึ้นจากดวงโคม ในช่วงเวลากลางคืนที่ไม่มีแสงธรรมชาติ ว่าส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้คนอย่างไร

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง : โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับท่านมากที่สุด

เพศ O ชาย O หญิง

อายุ O 5-24 ปี O 25-44 ปี O 45-64 ปี O 65 ปีขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อแสงสว่างบริเวณชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า

คำชี้แจง : จากภาพจำลองการจัดแสงประดิษฐ์บริเวณชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างในรูปแบบที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเฉพาะแสงสว่างที่เกิดจากดวงโคม ท่านมีความรู้สึกอย่างไร โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยแบบสอบถามชุดนี้เป็นแบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจ ซึ่งแบ่งระดับออกเป็น 7 ระดับ ดังนี้ -3 คือ ไม่พึงพอใจมากที่สุด, -2 คือ ไม่พึงพอใจมาก, -1 คือ ค่อนข้างไม่พึงพอใจ, 0คือ เฉยๆ, 1 คือ ค่อนข้างพึงพอใจ, 2 คือ พึงพอใจมาก, 3 คือ พึงพอใจมากที่สุด

ภาพที่ 1/5

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
แสงสว่างไม่เพียงพอ								แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ								แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า								ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย								ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ								พึงพอใจ

ภาพที่ 2/5

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
แสงสว่างไม่เพียงพอ								แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ								แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า								ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย								ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ								พึงพอใจ

ภาพที่ 3/5

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
แสงสว่างไม่เพียงพอ								แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ								แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า								ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย								ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ								พึงพอใจ

ภาพที่ 4/5

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
แสงสว่างไม่เพียงพอ								แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ								แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า								ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย								ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ								พึงพอใจ

ภาพที่ 5/5

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
แสงสว่างไม่เพียงพอ								แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ								แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า								ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย								ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ								พึงพอใจ

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบแสงสว่างสำหรับชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า

ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิทยานิพนธ์ โดยพิจารณาเฉพาะแสงสว่างที่เกิดขึ้นจากดวงโคม ในช่วงเวลากลางคืนที่ไม่มีแสงธรรมชาติ ว่าส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้คนอย่างไร

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

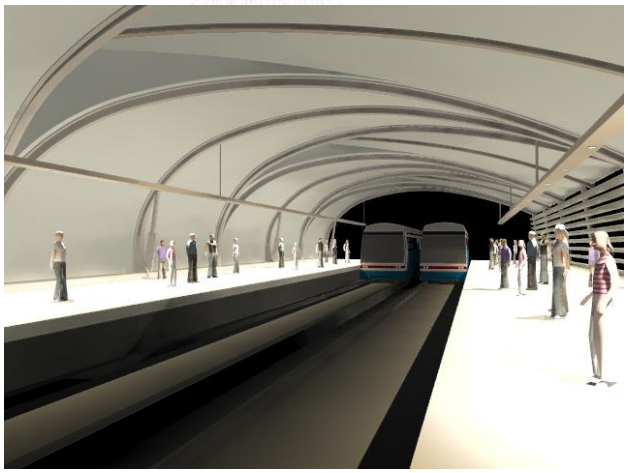
คำชี้แจง : โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับท่านมากที่สุด

เพศ	O ชาย	O หญิง		
อายุ	O 5-14 ปี	O 15-24 ปี	O 25-34 ปี	O 35-44 ปี
	O 45-54 ปี	O 55-64 ปี	O 65-74 ปี	O 75 ปีขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อแสงสว่างบริเวณชานชาลาสถานีรถไฟฟ้า

คำชี้แจง : จากภาพจำลองการจัดแสงประดิษฐ์บริเวณชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างในรูปแบบที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเฉพาะแสงสว่างที่เกิดจากดวงโคม ท่านมีความรู้สึกอย่างไร โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยแบบสอบถามชุดนี้เป็นแบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจ ซึ่งแบ่งระดับออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ -2 คือ ไม่พึงพอใจมาก, -1 คือ ค่อนข้างไม่พึงพอใจ, 0คือ เฉยๆ, 1 คือ ค่อนข้างพึงพอใจ, 2 คือ พึงพอใจมาก

ภาพที่ 1/9



	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

ภาพที่ 2/9

	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

ภาพที่ 3/9

	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

ภาพที่ 4/9

	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

ภาพที่ 5/9

	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

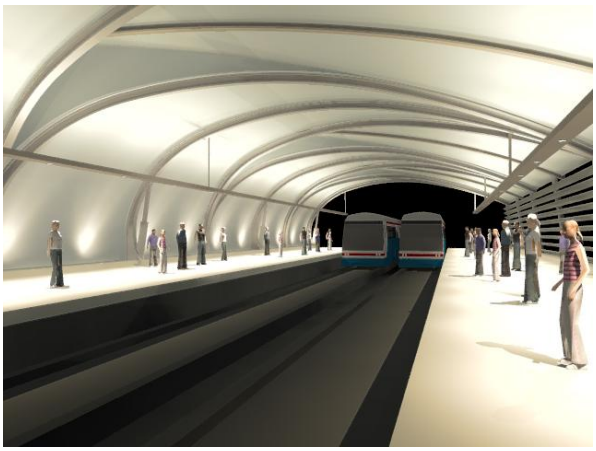
ภาพที่ 6/9

	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

ภาพที่ 7/9

	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

ภาพที่ 8/9



	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

ภาพที่ 9/9

	-2	-1	0	1	2	
แสงสว่างไม่เพียงพอ						แสงสว่างเพียงพอ
แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ						แสงสว่างสม่ำเสมอ
มีแสงจ้า						ไม่มีแสงจ้า
ไม่ปลอดภัย						ปลอดภัย
ไม่พึงพอใจ						พึงพอใจ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2547). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน.

เกริกฤทธิ์ ศรีรุ่งวิกรัย. (2554). กรอบแนวคิดการวิเคราะห์คุณภาพการให้บริการของระบบขนส่งทางรางในเขตเมือง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไทยรัฐออนไลน์. (27 ก.ย. 2556). http://www.thairath.co.th.

พนิต ภู่จินดา. (2556). ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบขนส่งมวลชน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณชลัท สุริโยธิน. (2548). วัสดุและการก่อสร้าง :หลอดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มารยาท โยทองยศ, & ปราณี สวัสดิสรรพ์. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย.

ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. (2555). แสงสว่างในสถาปัตยกรรม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณภา พิมพ์วิริยะกุล. (2549). ความหมายและบทบาท : ศาสตร์การออกแบบแสงสว่างในสถาปัตยกรรม. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,, 2.

วีระพงศ์ เอี๋ยวพานิช. (2554). แนวทางการออกแบบการส่องสว่างสำหรับประดับตกแต่งสะพานข้ามแม่น้ำในเขตเมืองของประเทศไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. http://www.tieathai.org.

สุขสันติ์ หวังสถิตย์วงษ์ , & ศักรินทร์ เทิดกตัญญูพงศ์. (2548). การส่องสว่าง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

สุริยปกร งามสรรพศิริ. (2551). คู่มือการออกแบบและคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยโปรแกรม ***DIALux.*** **(**วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต**),** มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภาษาอังกฤษ

Uncategorized References

ACPO secured by design. (2011). Lighting against crime. England: The Association of Chief Police Officers.

Boyce, P. R. (2003). *Human factors in lighting*. London: Taylor & Francis group.

Burnett, J., & Pang, A. Y.-h. (2004). Design and performance of predestrian subway lighting systems. *Tunnelling and Underground Space Technology,* 19, 619–628.

Cascetta, E., & Carteni, A. (2014). The hedonic value of railways termainals. A quantitative analysis of the impact of stations quality on travellers behavior. *Transportation Research Part A,* 61, 41–52.

CIBSE. (1992). Lighting guide the outdoor environment. London: Chartered Institution of Building Services Engineers.

CIBSE. (2009). The SLL lighting handbook. London: The society of light and lighting.

Dumisevic, S., & Sariyildiz, S. (2015). A systematic quality assessment of underground spaces – public transport stations. *Cities,* 18, 13–23.

Haans, A., & de Kort, Y. A. W. (2012). Light distribution in dynamic street lighting : Two experimental studies on its effects on perceived safety, prospect, concealment, and escape. *Journal of Environmental Psychology,* 32, 342-352.

Hagen, M. V., and others. (2008). The influence of colour and light on the experience and satisfaction with a Dutch railway station. *Contribution to the European transport conference*.

IESNA. (1981). IES Lighting handbook reference volume. New York: Illuminating Engineering Society of North America.

Jackson, G. R., Owsley, C., & McGwin Jr, G. (1999). Aging and dark adaptation. *Vision Research,* 39, 3975–3982.

Karolina M. Zielinska. (2006). Techniques for enhancement and visual change *Professional lighting design* (pp. 42-46).

Licht.de. (2005). Guide to DIN EN 12464-1 lighting of work place. Germany: Fordergemeinschaft gutes licht.

Nelson & associates. (1994). Dark adaptation.

. *Outline Design Specifications* โครงการรถไฟฟ้าบีทีเอส.

. *Outline Design Specifications* โครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล.

Philips. (2008). Basics of light and lighting: Koninklijke Philips Electronics N.V.

Qi, X., Baohua, M., Minggao, L., & Xujie, F. (2014). Simulation of passenger flows on urban rail transit platform based on adaptive agent. *Journal of transportation systems engineering and information technology,* 14(1).

Reuter, T. (2011). Fifty years of dark adaptation 1961-2011. *Vision Research,* 51, 2243–2262.

standard, R. g. (2002). Lighting of railway premises GI/RT7010: Railway safety evergreen house.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายศุภสิทธิ์ กีรติถาวร

เกิดวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2531 จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา โรงเรียนพระยาประเสริฐสุนทราศรัย (กระจ่าง สิงหเสนี)

ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

ระดับอุดมศึกษา ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (จบการศึกษาปี พ.ศ. 2553)

เข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาโทสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ด้านนวัตกรรมการออกแบบนิเวศสถาปัตย์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในปีการศึกษา 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University